

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕРЕРАБОТКА БУМАГИ НА ОСНОВЕ
МЕСТНОГО СЫРЬЯ**

ШОМУРАТОВ МАНСУР

**Научный руководитель:
доц. Абдумавлянова М.К.**

Ташкент - 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
2. Основная часть	5
2.1. Свойства целлюлозы.....	5
2.2. Переработка бумаги и картона.....	6
3. Технологическая часть	10
3.1. Общие характеристика машины.....	10
3.2. Расчёт сырья.....	35
3.3. Расчёт количества оборудования.....	41
4. Принцип работы основного оборудование	46
4.1. Гидроразбиватель.....	46
5. Энергетическая часть	49
5.1. Расход электроэнергии на оборудование.....	49
6. Транспортная часть	50
6.1. Ленточные конвейеры.....	50
7. Экология	54
8. Гражданская защита	58
9. Охрана труда	60
10. Экономическая часть	65
11. Список использованной литературы	68

«Создание инновационных идей в мировоззрении народа является нашей основной задачей. Если не будет инновации, не будет развития и конкуренции, не в одной сфере»

Ш.МИРЗИЁЕВ

ВВЕДЕНИЕ

Высокий уровень развития образования и обычно сопутствующий ему высокий уровень развития науки и производства на протяжении всей человеческой цивилизации были важнейшими двигателями общественного, технического и экономического прогресса.

В этом аспекте руководство Узбекистана сделало ставку на создание благоприятных условий для развития прогрессивной системы подготовки кадров на основе богатого интеллектуального наследия народа и общечеловеческих ценностей, достижений современной культуры, экономики, науки, техники и технологий. С этой целью в республике принята и успешно реализуется Национальная модель и программа по подготовке кадров.

Одной из основных задач для реализации данной цели является «обеспечение эффективной интеграции образования, науки и производства, разработка механизмов формирования потребностей государства, а также заказа негосударственных структур, предприятий и организаций на количество и качество подготавливаемых кадров».

Укрепление независимости Республики Узбекистан в экономической сфере предусматривает создание собственных производств по выпуску изделий целлюлозно-бумажной промышленности на основе местных целлюлозо-содержащих растений.

Целлюлоза, как наиболее широко распространенный природный полимерный материал, является одним из важнейших полуфабрикатов, применяемых в бумажной, текстильной и химической промышленности.

Основным растительным сырьем для производства целлюлозы является древесина хвойных, лиственных пород и хлопковый линт. Целлюлозу можно получать и из таких не древесных видов растений, как лен, стебли хлопчатника (гуза-пая), конопля, джут, кенаф и др).

Однако за последние 20-30 лет широкое распространение находят также и однолетние растения: соломы ржи, ячменя, пшеницы, риса и тростника. За рубежом целлюлозу получают также из бамбука и багассы.

Показана экономическая возможность переработки короткоштапельного хлопкового линта (делинта) и рисовой соломы в целлюлозу в беленом и небеленом виде, пригодную для получения бумаг и картона различного назначения. В настоящее время доля продукции предприятий бумажной

промышленности Узбекистана в этом составляет пока лишь 10-12%, остальная бумага импортируется в основном из России.

Следует подчеркнуть, что количество рисовой соломы в Республики Узбекистан составляет ежегодно не менее 300 тыс. тонн, а хлопкового линта 100-120 тыс. тонн, переработка которых может обеспечить потребность республики в бумажно-картонных изделиях. Так, например, в ближайшее время намечается строительство завода в городе Ширин Сырдарьинский области по производству бумаги из отходов сельскохозяйственного производства стеблей хлопчатника (гуза-пая) и пшеничной соломы мощностью 160 тонн в сутки на основе китайской технологии.

Но несмотря на наличие значительной сырьевой базы, в последнее время, исследователями и технологами ведутся интенсивные поиски новых видов целлюлозосодержащего сырья для получения целлюлозы и на её основе бумаги и бумажных изделий.

Писчая бумага – основной представитель класс бумаги предназначенной для письма. В этот класс также входят следующие виды бумаги: канцелярские, бланочные, документные, почтовые, конверты для машинописи, конторские, для формуляров деловых бланков, для офисной оргтехники. В соответствии с ГОСТ писчая бумага предназначена для изготовления бумажно-беловых изделий: школьных тетрадей и общих, бумаги потребительских форматов, блокнотов, записных книжек, еженедельников и другие, для изготовления бланков бухгалтерских учетно-отчетной и другой документации. Бумага выпускается в листах и рулонах. Писчая бумага бывает белой, тонированной и цветной, машины гладкости и каландрированной на супер каландре, водяными знаками без них. Обычная писчая бумага и цветная вырабатывается по ГОСТ.

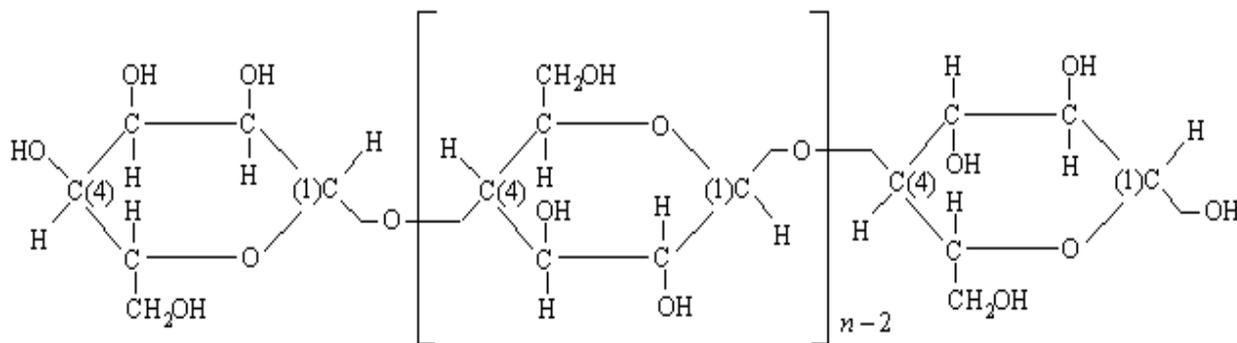
Наряде предприятий действуют технические условия и другая нормативная документация (ГОСТы), выработанная в соответствии с качеством вырабатываемой продукции и требованиями потребителей. Показатели качества писчей бумаги в соответствии с требованиями упомянутых стандартов представлены в таблице.

В зависимости от используемых волокнистых полуфабрикатов белая писчая бумага в соответствии с ГОСТ, вырабатывается трех номеров №0, №1, №2.

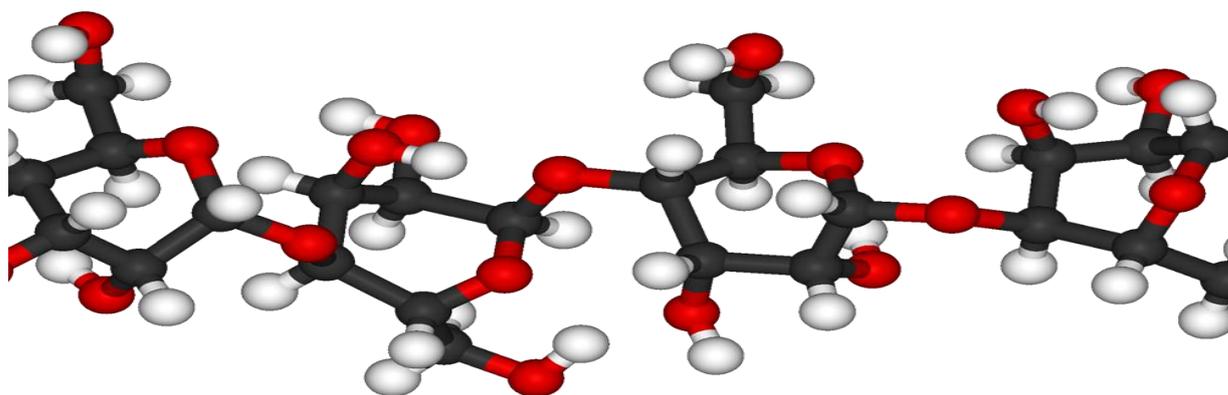
2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

2.1. СВОЙСТВА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Целлюлоза, клетчатка, главный строительный материал растительного мира, образующий клеточные стенки деревьев и других высших растений. Самая чистая природная форма целлюлозы – волоски семян хлопчатника.



Целлюлоза представляет собой длинные нити, содержащие 300—10 000 остатков глюкозы, без боковых ответвлений. Эти нити соединены между собой множеством водородных связей, что придает целлюлозе большую механическую прочность, при сохранении эластичности.



В настоящее время промышленное значение имеют лишь два источника для получения целлюлозы – хлопок и древесная масса. Хлопок представляет собой почти чистую целлюлозу и не требует сложной обработки, чтобы стать исходным материалом для изготовления искусственного волокна и неволокнистых пластиков. После того как от хлопкового семени отделены длинные волокна, используемые для изготовления хлопчатобумажных тканей, остаются короткие волоски, или «линт» (хлопковый пух), длиной 10–15 мм. Линт отделяют от семени, в течение 2–6 ч нагревают под давлением с 2,5–3%-м раствором гидроксида натрия, затем промывают, отбеливают хлором, снова промывают и сушат. Полученный продукт представляет собой α -целлюлозу с выходом 96–99%. Выход равен 80% (масс.) линта, а остальное приходится на лигнин, жиры, воски, пектаты и шелуху семян. Древесную массу получают обычно из древесины деревьев хвойных и лиственных пород. Она содержит 50–60% целлюлозы, 25–35% лигнина и 10–15% гемицеллюлоз и нецеллюлозных

углеводородов. Древесную целлюлозу варят тремя способами натронная варка, сульфатная варка и сульфитная варка. Способ варки подбирается в зависимости от области использования получаемой целлюлозы.

Получения целлюлозы из материалов с повышенным содержанием примесей часто пользуются натронным способом. Он заключается в обработке древесины 6 – 8 % раствором NaOH при 150 – 180 °С в течение 6 час под давлением 6 - 8 ат. Лигнин при этом растворяется с разложением, гемицеллюлозы гидролизуются, смолы растворяются в виде натриевых солей смоляных кислот, а жиры омыляются.

В сульфитном процессе древесную щепу варят под давлением (около 0,5 МПа) при С с диоксидом серы и бисульфитом кальция. При этом лигнины и углеводороды переходят в раствор и остается целлюлоза. После промывки и отбеливания очищенная масса отливается в рыхлую бумагу, похожую на промокательную, и сушится. Такая масса на 88–97 % состоит из целлюлозы и вполне пригодна для химической переработки в вискозное волокно и целлофан, а также в производные целлюлозы – сложные и простые эфиры.

Сульфатный метод получения целлюлозы отличается от сульфитного тем, что древесная щепка обрабатывается раствором, содержащим едкий натр и сульфид натрия.

2.2. ПЕРЕРАБОТКА БУМАГИ И КАРТОНА

Со времен Советского Союза еще свежа память, когда макулатуру собирали все и всегда. Сейчас этот вид деятельности в упадке, но постепенно вновь набирает обороты.

Бизнес по переработке бумаги – это отличная возможность сохранить жизнь многим деревьям, при этом получая неплохую прибыль. Различают две линии этого производства по виду получаемого продукта – бумаги для письма или картона. Переработка картона как бизнес – более выгодный и быстрее самоокупаемый процесс. Более подробные расчеты приведены ниже.



Главная трудность в сборе сырья. Его можно также закупать на свалках, в пунктах приема или открывая собственные, а также в крупных производственных и торговых предприятиях. Реализовать сырье нетрудно – всегда будут желающие приобрести недорогую бумагу или картон.

В чем преимущества предприятий по вторичной переработке бумаги?

Создание предприятий по вторичной переработке бумаги имеет огромное значение. Давайте разберемся – во-первых, благодаря работе перерабатывающих производств, уменьшается необходимость в вырубке лесов. Во-вторых, удастся немало сэкономить на получении исходного сырья (затраты на организацию вырубki деревьев отпадают). В-третьих, экономия проявляется в потреблении энергии (энергозатраты на производство бумаги значительные). В-четвертых, количество бумажного мусора сокращается, а значит снижается потребность в переработке мусора. И, наконец, стоимость бумажных изделий из вторсырья становится гораздо ниже, а значит сэкономить денежные средства на их приобретение становится вполне реальным.

Во что превращаются картонно-бумажные отходы? В первую очередь, их используют как сырье для производства промышленной упаковки и тары для потребительских товаров. Среди существующих в современном мире упаковочных материалов картон считается наиболее востребованным, а темпы роста производства макулатурного картона, изготовленного на заводах по вторичной переработке бумаги и картона, в мире стремительно увеличиваются. Кроме того, б/у целлюлоза является сырьем для производства различных строительных материалов, в том числе волокнистых и теплоизоляционных плит, кровельных материалов и пр.



В Европе фабрики по переработке бумаги существуют уже давно, а правительства европейских стран принимают ряд мер, чтобы поддержать выпуск продукции с использованием бумажных и картонных отходов. В

России же производство продукции из бумажного вторсырья является весьма перспективным направлением, поскольку в нашей стране дефицита древесины, в отличие от Европы, никогда не существовало, а вопросам его утилизации и переработки уделялось недостаточно внимания. Хотя в эпоху развитого социализма в стране и был организован сбор макулатуры населением, с распадом созданная система рухнула и до сих пор практически не работает.

 Таблица 1.

Таблица сортов макулатуры

Группа	Марка	Описание
А	МС-1А	Отходы производства белой бумаги (кроме газетной); бумага для печати, писчая, чертёжная, рисовальная, основа светочувствительной бумаги и другие виды белой бумаги.
	МС-2А	Отходы производства всех видов белой бумаги в виде обрезков с линовкой и чёрно-белой или цветной полосой: бумага для печати, писчая, диаграмная, рисовальная.
	МС-3А	Отходы производства бумаги из сульфатной небелёной целлюлозы, упаковочной, шпагатной, электроизоляционной, патронной, мешочной, основы абразивной, основы для клеевой ленты, а также перфокарты, бумажный шпагат, отходы производства электроизоляционного катрона.
	МС-4А	Использованные мешки бумажные невлагопрочные (без битумной пропитки, прослойки и армированных слоёв).
Б	МС-5Б	Отходы производства и потребления гофрированного картона, бумаги и картона, применяемых в его производстве.
	МС-6Б	Отходы производства и потребления картона всех видов (кроме электроизоляционного, кровельного и обувного) с чёрно-белой и цветной печатью.
	МС-7Б	Использованные книги, журналы, брошюры, проспекты, каталоги, блокноты, тетради, записные книжки, плакаты и другие виды продукции полиграфической промышленности и бумажно-беловых товаров, товаров с однокрасочной и цветной печатью, без переплётов, обложек и корешков, изданные на белой бумаге.
В	МС-8В	Отходы производства и потребления газет и газетной бумаги.
	МС-9В	Бумажные гильзы, шпули (без стержней и пробок), втулки (без покрытия и пропитки).
	МС-10В	Литые изделия из бумажной массы.
	МС-11В	Отходы производства и потребления бумаги и картона с пропиткой и покрытием, влагопрочные, битумные, ламинированные, а также бумажные мешки, изготовленные из бумаги указанных видов.

МС-12В	Отходы производства и потребления бумаги и картона чёрного и коричневого цветов, бумага с копирувальным слоем, для вычислительной техники, бумага-подложка с нанесённым дисперсным красителем разных оттенков, а также кровельный картон.
МС-13В	Отходы производства и потребления различных видов картона, белой и цветной бумаги (кроме чёрного и коричневого цветов), обложечной, светочувствительной, в том числе запечатанной на аппаратах множительной техники, афишной, обойной, пачечной, шпульной и др.



Рис. 1. Схема процесса переработки макулатуры в общем цикле производства и потребления бумажной продукции.

3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Для производства писчей бумаги используются различные виды волокнистых полуфабрикатов. При производстве писчей бумаги № 0 используются не более 75 % блененой целлюлозы из древесины и менее 25 % целлюлозы хлопковой. Для производства писчей бумаги № 1 используются все виды блененой целлюлозы сульфитной и сульфатной хвойных и лиственных пород древесины в любой соотношении.

При изготовлении писчей бумаги наряду с блененой целлюлозой используется до 50 % белой древесной массы. В последние годы ассортимент используемой древесиной массы расширяется.

Наряду с обычной белой древесиной массой применяют блененую химико-термомеханическую (ХТММ) и термомеханическую (ТММ) древесинного массу. В целях снижения затрат на производство писчей бумаги в качестве волокнистого полуфабриката зарубежные и отечественные предприниматели используют макулатуру из видов бумаги.

3.1. ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКА МАШИНЫ

Бумагоделательная машина для выработки писчепечатных видов бумаги

Назначение. Предназначена для выработки офисной бумаги с поверхностной проклейкой или пигментацией массой 1 м² 50-80 г.

Описание. Бумагоделательная машина состоящие из напорного ящика, сеточной части с верхним формирующим устройством, прессовой части, сушильной части меловальной установки, досушивающей группы каландра и наката с магазином тамбуров.

Напорный ящик. Гидродинамический, закрыта машина с регулируемым давлением воздушной подушке, с гасителем пульсации. Конструктивно состоит из корпуса нижней губой, коллектора с механизмом откладывания, трубопровода, верхней губы с механизмом вертикального и горизонтального перемещения с механизмами точной регулировки профиля выпускной щели возможностью автоматического управления поперечным профилем бумажного полотна. Поверхности деталей ящика, соприкасающихся с массой подвергаются тщательной полировке и электрополировке.

Сеточная часть. Плоскосеточная с верхним формирующим устройством. Состоит из консольного стола крупного вала, сетноповоротного и сетноведающего калов, всасывающего гауч-вала, формующего ящика обезвоживающих элементов на ящиках, наборов ручных автоматических сетноправок и сетнонатяжек, системы спрысков, верхним формующим устройством с криволинейным формующим ящиком. Процесс формования и обезвоживания происходит между двумя сетками. Наличие верхнего формующего устройства обеспечивает одинаковые печатные свойства обеих сторон листа бумаги. Сухость после сеточной части 18-20 %.

Прессовая часть. Трехвальный пресс с центральным отсасывающим валом и отдельным прессом обеспечивает сухость около 41 %. Наличие отдельного стоящего пресса обеспечивает гладкость обеих сторон листа. Компоновка делает возможной безобрывную работу машины. Состоит из отсасывающего съемного вала, трехвального пресса, включающего в себя нижний обрезиненный вал с глухими отверстиями, центральный отсасывающий обрезиненный вал, верхний гладкий прессовый вал с твердым покрытием (заменителем гранита), а так же отдельно всасывающий пресс с нижним обрезиненным валом с глухими отверстиями и верхним гладким валом с твердым покрытием (заменителем гранита), система нагружения прессовых валов с гидроприводом. Заправка бумаги – воздушная, между прессовой с сушильной частями. Прессовой часть включает систему кондиционирования сукна.

Сушильная часть. Двухрядная, состоит из шесть приводных сушильных групп (44 сушильных цилиндра и один холодильный цилиндр). Первая сушильная группа с ходом сетки типа «слалом», остальные сушильные группы – с двумя сетками, кроме одного хлорированного цилиндра пятой сушильной группы. Привод сушильных групп осуществляется посредством закрытой передачи. Сушильная часть оборудована системами для натяжения и правки сушильных сеток. Для увеличения теплопередачи сушильных цилиндрах установлены термопанели.

Меловальная установка. Для облагораживания офсетной бумаги установлена меловальная установка наклонного типа с гидравлическим прижимом валов с канатиковой заправкой бумажного полотна. Количество наполненного слоя меловальной пасты составляет до 5 г/м² на сторону. Дозированная паста осуществляется изменением степени прижима к валам.

Каландр. Открытый, четырехвальный. Нижний и третий снизу валы имеют регулируемый процесс. Все валы с корпусами из отбеленного группа 3 а. равна полотна канатиковая. В качестве альтернативы в потоке бумажные может использоваться «мягкий» каландр.

Накат. Периферического типа с гидравлической системой прижима. Смазка подшипников узлов цилиндра наката – централизованная. Не большой диаметр наматываемого рулона 2100 мм.

Система автоматического управления. Автоматизированная микропроцессорного система управления всеми механизмами бумажными.

Описание работы бумагоделательной машины

Задача бумажной машины - сформировать бумажное полотно и высушить. Пройдя все этапы роспуск, очистки и размола, бумажная масса (концентрация 0,2 – 0,3%) подается в формирующий ящик бумажной машины. В нем установлен сеточный цилиндр с двумя сетками: крупной (подкладочной) и мелкой. Волокно захватывается сетками и с помощью прессового вала передается на сукно (для бумагоделательных машин). Сукно движется к янки цилиндру. На сукне с помощью вакуумных отсасывающих

ящиков происходит активная водоотдача, к янки цилиндру сукно прижимается валом и бумажное полотно прилипает к поверхности янки цилиндра. В точке прилипания сухость бумажного полотна достигает 35%. В янки цилиндр постоянно подается пар и нагревает поверхность. Пройдя по нагретой поверхности янки цилиндра, бумага с сухостью 95% снимается крепирующим шабером и сматывается в бобину на накате.

Комплектность оборудования

1. Бумагоделательная машина
2. Гидролизатор
3. Вибросито
4. Многофункциональная мельница
5. Промывная установка
6. Очистители легких включений
7. Мешалки

Характеристики оборудования подготовки массы гидролизатор

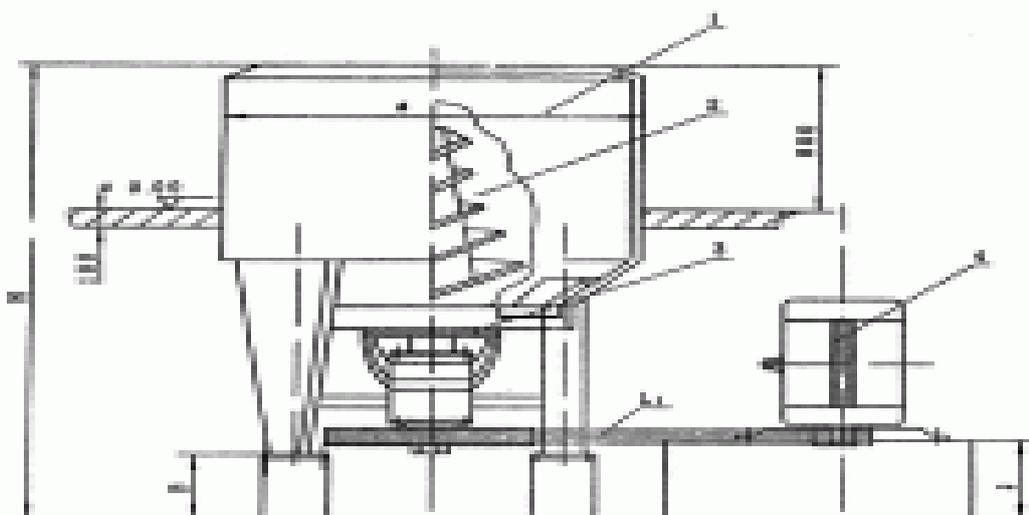


Рис.2. Вертикального гидролизатора

Главной функцией гидролизатора является роспуск макулатуры на волокна. В гидролизатор 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.

Вибросито

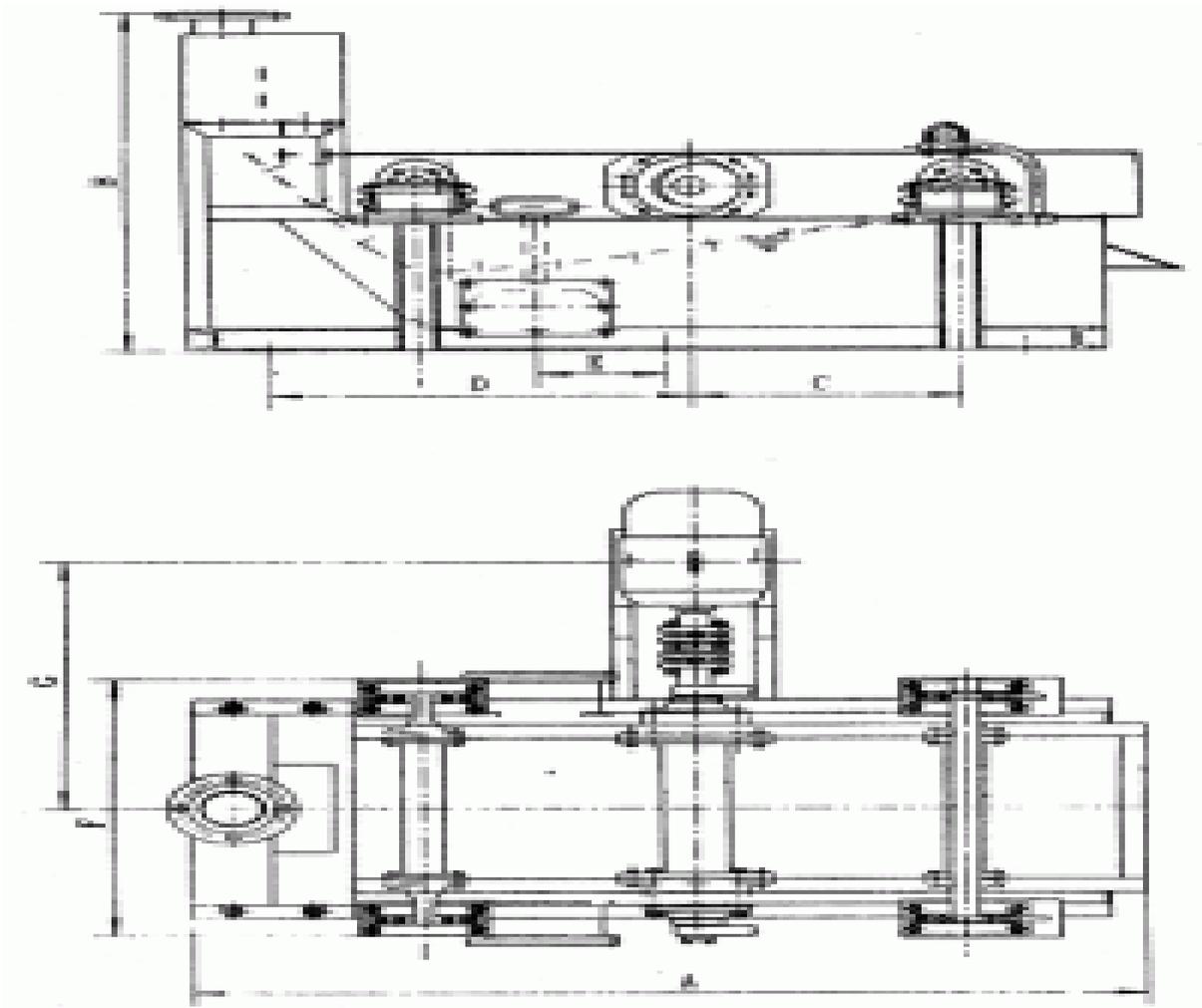


Рис.3. Вибросита

Вибросито служит для сепарирования и удаления инородных частиц. Вибросито используется при производстве целлюлозно-бумажной массы для изготовления любых видов бумаги. В состав данной установки входят три основных составных элемента: вибрационное устройство, опора сита и емкость для целлюлозно-бумажной массы. По трубе масса подается на поверхность сита. Сито соединено с вибрационным устройством и постоянно вибрирует. Твердые крупные включения – ламинированная бумага, скотч, пленка и т. д. не проходят сквозь отверстия, а из-за вибрации падают с сита. На сито подается под напором вода, которая проталкивает очищенные волокна через отверстия. В результате получается очищенная целлюлозно-бумажная масса.

Многофункциональная мельница

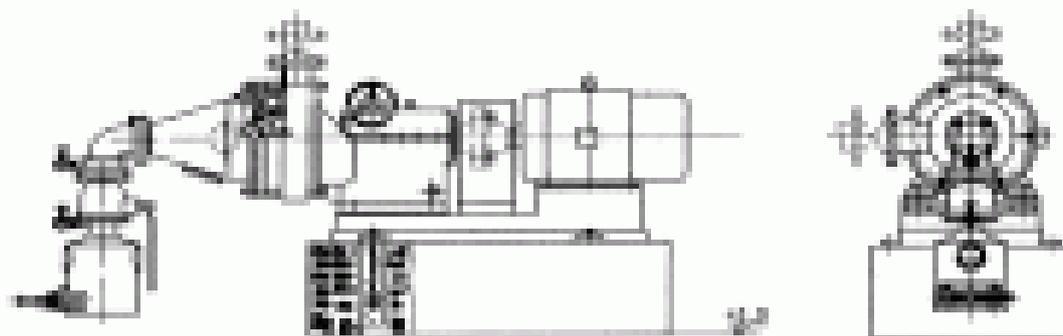


Рис.4. Многофункциональной мельницы

Многофункциональная пульсационная мельница использует передовую японскую технологию. В одной установке происходит разделение волокон (которые не распустились в гидроразбивателе), а также производится отделение тяжелых включений. Мельница в особенности хорошо подходит для обработки различных видов бумажной массы, полученных в результате переработки макулатуры невысокого качества. Установка способна отделить от бумажной массы, полученной из рекупированной макулатуры: песок, камешки, металлические опилки и тому подобные виды примесей.

Промывная установка



Рис.5. Промывной установки

Данная установка предназначена для обработки бумажной массы. Ее основная функция - промывание бумажной массы (после разбивания сортировки, и домола) и удаление присутствующей в бумажной массе жидких красителей, дополнительное придание белизны жидкой бумажной массе, дополнительная сортировка.

Очистители легких включений

Вихревые конические очистители имеют высокую производительность, простую и надежную конструкцию и высокую степень очистки не только от тяжелых минеральных и металлических включений, но и легких включений. Поэтому они сейчас очень широко применяются для очистки массы при производстве многих видов бумаги и картона. Очистка массы в них происходит под действием центробежных сил, возникающих в вихревых потоках, которые подразделяются на внешний, направленный к вершине конуса, и внутренний, направленный в противоположную сторону. Твердые включения уходят с внутренним потоком в отход и масса очищается.

Мешалки

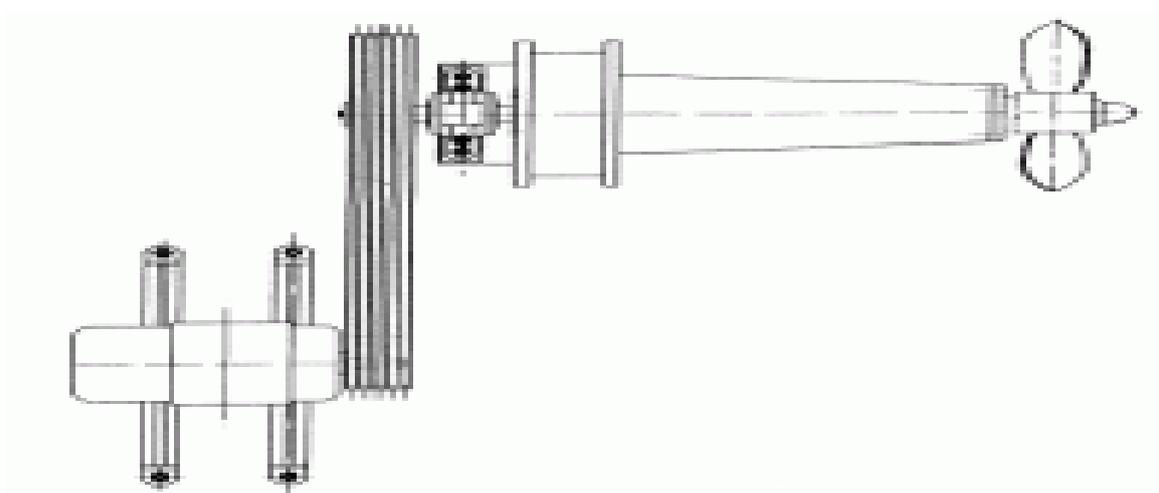


Рис.6. Мешалки

Мешалки устанавливаются в массные бассейны. Мешалки постоянно перемешивают массу, для того, что бы волокно не всплывало наверх и не отделялась от воды, а масса была однородной.

Размол

Основным размалывающим оборудованием изменяемом для размола целлюлозы, являются дисковые и конические мельницы. В настоящее время большее распространение получили дисковые мельницы. Размол целлюлозы, поступающей на бумажную фабрику жидким потоком, производят, как правило, до степени помола $27...30^{\circ}$ ШР. Размол товарной предварительно высушенной целлюлозы осуществляют до степени помола $30...45^{\circ}$ ШР в зависимости от воды волокнистого полуфабриката.

При использовании в композиции бумаги совместно, так и раздельно. Более предпочтительным является размол хвойной и лиственной целлюлозы на отдельных потоках. Это позволяет реализовать оптимальные условия размола для каждого вида волокнистого полуфабриката (концентрацию ,

удельную нагрузку на режущие кромки ножей и др.). В результате улучшается качество писчей бумаги, повышается ее прочность, равномерность просвета и другие показатели.

Размол, используемый в качестве волокнистого полуфабриката макулатурной массы, должен осуществляться в мягких условиях при низких удельных нагрузках на режущие кромки ножей. Для повышения механической прочности бумаги обработка вторичных волокон должна быть проведена при минимальном их укорочении.

Очистка бумажной массы

Писчая бумага высокого качества должна иметь низкую сорность. В связи с этим при ее изготовлении должна быть предусмотрена многоступенчатая очистка бумажной массы от посторонних включений, а именно очистка массы от тяжелых включений в перед размолем, очистка массы от песка на установка вихревых очистителей перед бумагоделательной машиной, очистка массы от сорта волокнистого происхождения на узлоловителях перед бумагоделательной машиной.

При этом следует учитывать то, что очистка не может устранить весь сор из бумажной массы.

Для получения чистой бумаги прежде всего не обходимо использовать чистые волокнистые полуфабрикаты, наполнители и вспомогательные вещества, а также соблюдать культуру производства.

Изготовление писчей бумаги на бумагоделательной машине

Бумагоделательные машины (БДМ) для изготовления высококачественной бумаги должны быть оснащены следующими устройствами: современными и порными ящиками и сеточным столом, обеспечивающими равномерный напуск и формирование бумажного полотна по его ширине и длине, минимальную разносторонность бумаги и хороший просвет: прессовой частью, включающей прямые, обратные и офсетные прессы; клеильным прессом; машинным каландром, обеспечивающим получения гладкости писчей бумаги от 30 до 80 с, и суперкаландром, обеспечивающим гладкость каландрированной писчей бумаги от 100 до 220с.

Основные потребительские свойства расчёт и подбор оборудования

Расчёт объёмов бассейнов и подбор перемешивающего устройства к ней. Часовые объёмы массы, хранящейся в бассейнах, известны из расчёта баланса воды и волокна. Так, в приведенном выше примере объём в рабочем бассейне на 1 ч работы машины составит 220,8 м³.

Большое разнообразие бассейнов в составе одного потока затрудняет их изготовление, компоновку и последующую эксплуатацию. В связи с этим стремятся их унифицировать.

При эксплуатации бассейнов коэффициент заполнения их массой применяется равным 0,75...0,85.

Зная объём принятого бассейна, коэффициент его заполнения и объём массы, расходуемой машиной в час, определяем период, на который рассчитан запас массы.

Тип перемешивающего устройства выбираем, исходя из длины волокна: для коротковолокнистой массы допускается энергичное перемешивание, для длиноволокнистой во избежание образования закатышей, узлов – более медленное. Для не целесообразно установить лопастные перемешивающие устройства, но при этом необходимо помнить, что объём бассейна не должен быть более 50 м³.

Подбор бассейнов целесообразно свести в табл. 2.

Таблица 2

Унификация бассейнов

Наименование бассейна	Часовой объём массы, м ³ , согласно балансу	Унифицированный объём бассейна, м ³	Коэффициент заполнения, ϕ	Период заполнения массы, мин	Характеристика перемешивающего устройства		
					марка	мощность двигателя, кВт	$N_{уд}$ кВт · ч/т
Рабочий бассейн	220,8	2 · 120	0,8	52,2	ЦУ-09	17	6,54
Сборник регистровой воды	488	-	0,8	-	-	-	-
Сборник ловушечной воды и т. д.	198,3	-	0,8	-	-	-	-

Период запаса массы в бассейне для работы бумагоделательной машины в данном примере состоит: $t = 2 \cdot 120 \cdot 0,8 : 220,8 = 52,2$ мин

Удельный расход электроэнергии на перемешивание массы в этих бассейнах составит: $N_{уд} = 2 \cdot 17 \cdot 1 : 5,2174 = 6,54$ кВт /т = 23,54 МДж/т где 5,2174 – часовая производительность бумагоделательной машины, т.

Характеристика циркуляционных устройств приведена в табл. 3.

Таблица 3

Вместимость мешального бассейна и характеристика циркуляционных устройств

Наименование параметров	Марка			
	ЦУ-05	ЦУ-06	ЦУ-7	ЦУ-08

Вместимость мешального бассейна, m^3	30-150	50-200	100-200	50-100
Пропеллер (крылатка): диаметр, мм частота вращения, $мин^{-1}$	590 398	790 294	990 294	750 200
Электродвигатели: тип мощность (при частоте вращения $750 мин^{-1}$), $кВт$	A02-71-6 17	A02-81-8 22	A02-82-8 30	A02-62-8 10
Габаритные размеры (длина x ширина x высота), мм	1150x1200x2000	1270x1450x2250	1320x1310x2600	1310x1000x1695
Наименование параметров	Марка			
	ЦУ-09	ЦУ-10	ЦУ-11	ЦУ-12
Вместимость мешального бассейна, m^3	70-150	50-250	200-250	250-500
Пропеллер (крылатка): диаметр, мм частота вращения, $мин^{-1}$	900 180	1200 210	1500 135	1800 115
Электродвигатели: тип мощность (при частоте вращения $750 мин^{-1}$), $кВт$	A02-92-8 17	A02-92-8 40	A02-22-10 40	A02-92-8 55
Габаритные размеры (длина x	1550x1720x1000	2280x2575x1400	3250x1700x3150	2900x2200x940

ширина x высота), мм				
-------------------------	--	--	--	--

Таблица 4

Показатели удельного съёма бумаги и воды

Вид бумаги	Масса 1 м ² , г	Скорость машины, м/мин	Удельный съём бумаги на сеточном столе, кг/(м ² .ч)	Удельный съём воды с рабочей сушильной поверхности, кг/(м ² . ч)
Газетная	51	500-650	140-150	20-22
Писчая и типографическая №1	60-63	350-450	80-90	17-18
Писчая и типографическая №2 и3	80-120	250-300	100-110	21-25
Офсетная, для глубокой печати, иллюстрационная и др.	90-160	250-400	90-100	16-18
Чертёжная, основа для фотоподложки	40	100-200	50-60	14-16
Папиросная	14-16	100-200	15-20	10-12
Конденсаторная	8-15	30-50	4-6	5-6
Кабельная, патронная	0,10- 0,16	60-100	25-35	16-18
Мешочная	70-80	300-450	105-160	26-30
Впитывающие санитарно- гигиенические виды бумаги	12-18	300-600	60-75	80-100

Длина сетки (L_c , м) равна: $L_c = KL_{cm}$
где K – коэффициент, равный 2,16 ... 2,2.

При подборе номера сетки, характера переплетения, материала, из которого сетка, исходят из свойств бумаги.

Диаметр грудного вала (мм) определяют ориентировочно по формуле

$$D_{2.в} = 0,08 B_c + 275.$$

Длина грудного вала (мм): $L_{2.в} = B_c + (800...100).$

Следует предусмотреть покрытие грудного вала и способ его очистки.

Регистровая часть может состоять из регистровых валиков или гидропланок. Ориентировочно диаметр регистрового валика можно рассчитать по формуле:

$$D_{p.в} = BD_c$$

где $D_{p.в}$ – диаметр валика, мм; K – коэффициент, равный 0,047; B_c – ширина сетки, мм. Длина регистрового валика: $L_{p.в} = B_c + (130...150),$

где $L_{p.в}$ – длина регистрового вала, мм; B_c – ширина сетки, мм.

Количество регистровых валиков на сеточном столе ориентировочно можно рассчитать, зная произведение числа регистровых валиков на его диаметр. Эту цифру можно взять из Справочника бумажника т.2 с.540.

Количество отсасывающих ящиков определяется по формуле

$$n = P_{\text{ч}} / (S_{\text{с}} f),$$

где $P_{\text{ч}}$ – часовая выработка бумаги брутто, кг; $S_{\text{с}}$ – удельный съём бумаги с 1 м² поверхности отсасывающих ящиков, кг/ч; f – площадь одного отсасывающего ящика, м². ширина отсасывающего ящика принимается равной 150...500 мм, длина (L , м): $L = D_{\text{с}} + (500...6000)$.

При выборе гауч-вала исходят из ширины бумагоделательной машины и ее скорости.

Характеристика отсасывающего оборудования на бумагоделательной машине завершается определением вакуума в этом оборудовании.

На сеточной части бумагоделательной машины происходит формование бумажного полотна и его обезвоживание. Необходимо подумать о способах замедления или ускорения процесса обезвоживания.

Для частичного устранения продольной ориентации волокна в бумажном листе применяется тряска всего сеточного стола или его части. Режим работы трясочного устройства (длина амплитуды и частота колебаний) зависит от свойств бумажной массы (длины волокна и степени помола). Режим работы и тип трясочного устройства можно подобрать по Справочнику бумажника.

Для натяжения сетки используются натяжение валки, для правки – правильный валик. Необходимо выбрать способы натяжки и правки сетки, а также сукон.

Для сбора воды, удалённой из бумажной массы в регистровой части, следует предусмотреть установку лотков и подобрать материал, из которого они изготовлены.

Для сбора мокрого брака под гауч-валом устанавливают гауч-мешалку, нужно подобрать к ней вид перемешивающего устройства.

Для предотвращения растекания бумажной массы по ширине сетки за ее пределы необходимо предусмотреть декельное приспособление.

Для обеспечения ровных кромок бумажного полотна существуют водяные ножи или отсечки.

Расчёт прессовой части бумагоделательной машины начинают с выбора количества прессов и их вида: по способу воздействия на бумагу (прямые, обратные, офсетные), по способу обезвоживания бумажного полотна (грузовые, отсасывающие, горячие), по количеству вала (двухвальные, сдвоенные), по расположению валов (вертикальные, горизонтальные) и т. д. затем определяют диаметры валов, их длину, толщину покрытия, твёрдость резиновой облицовки. Для отсасывающих прессов, кроме того, определяют ширину камеры, вакуум в ней, диаметр перфорации.

Для транспортировки и улучшения процесса обезвоживания бумаги подбирают марку сукон и предусматривают их промывку.

Для создания вакуума в отсасывающих частях бумагоделательной машины (отсасывающих ящиках, Гауч-вале, прессах, сукномойках) применяются ротационные водокольцевые вакуумные насосы или турбовоздуходувки. На бумагоделательных машинах с большими скоростями предпочитают устанавливать турбовоздуходувки, так как они имеют ряд преимуществ перед вакуумными насосами: снижают производственную площадь, удельный расход электроэнергии, а самое основное – от турбовоздуходувки отходит горячий сухой воздух (140°С), который можно использовать для обдувки сушильных сукон, что снижает расход пара на сушку бумаги.

Вакуумные насосы можно рассчитывать по мокровоздушной смеси, просасываемой сквозь полотно бумаги, или по методу удельной подачи вакуумного насоса.

Количество мокрой смеси, отводящейся от отсасывающей части машины, определяют расчётом баланса воды и волокна. Например, в данном случае от отсасывающих ящиков отходит мокрой смеси $(79846,4 + 80) : 60 = 1332$ л/мин.

Количество воздушной смеси от степени помола бумажной массы, плотности бумаги и ее композиционного состава. Оно повышается с увеличением зольности бумаги, содержания древесной массы в бумаге, пухлости, рыхлости и со снижением степени помола бумажной массы, из которой изготовлена бумага.

Чтобы иметь резерв мощности вакуумных насосов, их рассчитывают исходя из 5 – 10 –кратного объёма воздуха для отсасывающих ящиков и 100 – 300 – кратного объёма для гауч-валов и прессов.

Подачу вакуумных насосов определяют по методу удельной подачи p насоса, т. е. по подаче насоса, приходящейся на 1 м ширину машины и 1 м/мин рабочей скорости: $W = pbv: 1000$,

где W - искомая подача вакуумного насоса, м³/мин; p – удельная подача насоса, л/мин; b - ширина машины, м; V - скорость машины, м/мин (табл.5).

Таблица 5

Удельная подача насосов

Место создание вакуума	Удельная подача насоса, $P, л/мин$	Вакуум, $кПа$
Отсасывающие ящики	14-18	0,49-34,35
Гауч-вал:		
первая камера	30	50,7-53,4
вторая камера	50	66,8-80
Пересасывающий вал	30	50,7-66,7
Первый пресс	30	60-66,7
Второй пресс	50	60-66,7

Количество сушильных цилиндров определяют, исходя из испарительной способности и удельных съёмов воды с 1 м^2 поверхности бумагосушильных цилиндров. Различают общую поверхность и полезную (или рабочую) поверхность цилиндров.

Удельный съём воды с 1 м^2 поверхности бумагосушильных цилиндров зависит от свойств бумажной массы, на которой выработана бумага, и ее способности отдавать воду при нагревании.

Количество сушильных цилиндров на бумагоделательной машине определяют по формуле: $n = W/(q\pi d l \alpha)$,

где W – количество испарённой воды в час (по расчёту баланса воды и волокна, кг; q – удельный съём воды с 1 м^2 полезной сушильной поверхности, кг/($\text{м}^2 \cdot \text{ч}$) (табл. 12); d – диаметр сушильного цилиндра, м; α – коэффициент обхвата сушильных цилиндров бумажной (на новых машинах и старых, подвергнутых модернизации, $\alpha = 0,66 \dots 0,68$; l – длина сушильного цилиндра, м.

Количество сукносушильных цилиндров берется из расчёта $1/4$ сушильных цилиндров при использовании хлопчатобумажных сукон и $1/3$ – в случае шерстяных сукон, но не менее одного в каждой сушильной группе. Диаметр сукносушильных цилиндров тот же, что и у сушильного цилиндра (за исключением машин для выработки бумаги из массы очень жирного помола, например конденсаторной).

Диаметр бумагосушильного цилиндра обычно равен 1,5 м, длина на 80 – 100 см меньше ширины сетки.

Сушильную часть машины разбивают на секции по приводу., исходя из степени усадки бумаги в сушильной части. От степени усадки бумаги зависит количество цилиндров, устанавливаемых в секции. Если количество сукносушильных цилиндров в группе (по сукну), по расчёту, больше одного, то целесообразно их установить: один в обратной ветви, остальные – в прямой. В этом случае сушильное сукно в прямой ветви, прядя два-три бумагосушильных цилиндра, делает петлю и заходит на сукносушильный цилиндр, установленный в прямой ветви, высушивается и подходит сухим к следующему третьему-четвёртому бумаго-сушильному цилиндру и идёт дальше (рис. 11).

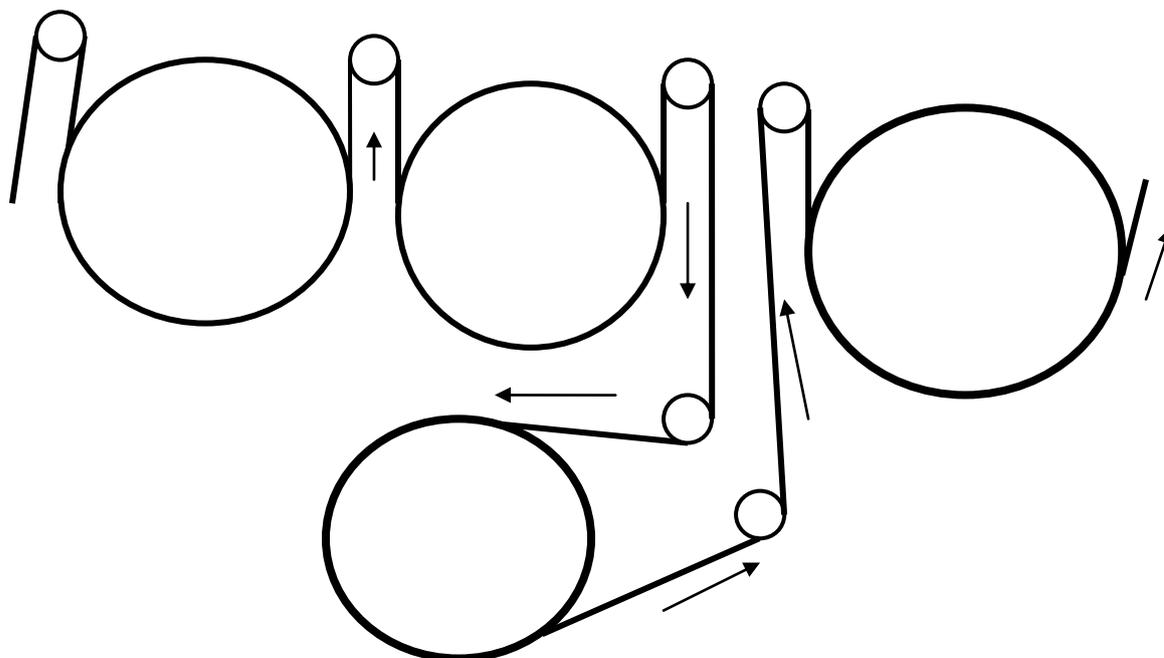


Рис. 7. Схема расположения сукносушителя в прямой ветве сушильной группы

При выработке высокоскоростной бумаги и чисто целлюлозной в связи с тем, что они дают большую усадку при сушке, коробятся шерстяные сукна массой $1 \text{ м}^2 3,5 \text{ кг}$. Эти сукна позволяют сильнее их натягивать, что устраняет образование дефектов в бумаге. В остальных случаях применяются хлопчатобумажные сукна массой $1 \text{ м}^2 1,8 \text{ кг}$.

Применяют иглопрошивные сукна и пластические сушильные сукна-сетки из 100 % синтетического моноволокна. Эти сукна имеют грубую ткань, пары в них не конденсируются, а проходят насквозь, благодаря чему повышается скорость сушки на 10 %; сокращается расход пара на сушку на 15 %, снижается выпуск некондиционной бумаги, так как сушка идёт более равномерно по всей ширине полотна. Срок службы этих сукон большой, так как они механически прочны, термостойки и кислотостойки.

Зная максимальную температуру сушки бумаги, которая зависит от вида применяемого клея, степени и характера помола массы, требуемый структуры бумаги, определяют параметры (p, t) для сушки бумаги в сушильной части бумагоделательной машины. Температура греющего пара больше температуры стенки цилиндра на $15 - 17^\circ\text{C}$. Затем определяют способ подачи пара и отвода конденсата из сушильного цилиндра, а также систему подачи пара и отвода конденсата от сушильной части бумагоделательной машины.

Отделочная часть бумагоделательной машины включает холодильники, машинный каландр, продольно-резательное устройство, клеильный пресс, увлажнительный станок и накат. Установка этого оборудования определяется теми требованиями, которые предъявляются к бумаге.

Холодильники. Они служат для охлаждения бумажного полотна, частичного его увлажнения (на 1-2%), снятия статического электричества. Тип холодильника можно подбирать из литературного источника.

Клеильный пресс. Он встраивается в сушильную часть бумагоделательной машины там, где сухость бумажного полотна даётся около 80%. Клеильный пресс предназначается для нанесения на поверхность бумаги проклеивающего вещества, мелованного слоя или красителя (при поверхностной проклейке, меловании или крашении бумаги). Подбирают тип клеильного пресса и приводят его характеристику.

Машинный каландр. Его устанавливают на бумагоделательной машине в том случае, если бумагу нужно уплотнить, придать ей поверхностную гладкость, снизить толщину. Необходимо подбирать каландр и дать его характеристику.

Продольно-резательное устройство. Если бумагу нужно разрезать вдоль (в случае, когда она идет на отделочное оборудование, ширина которого меньше ширины вырабатываемого полотна бумаги), в бумагоделательную машину встраивают продольно-резательное устройство.

Увлажнительное приспособление. Служит для увлажнения бумаги перед поступлением на отделочный каландр. Тип этого приспособления можно подобрать из литературного источника.

Накат. Необходимо определить вид наката и дать его полную характеристику.

Расчёт расхода теплоты и пара на сушку бумаги

Рассчитывают часовой расход теплоты на сушку бумаги или на 1 т вырабатываемой продукции. Общий расход теплоты на сушку бумаги складывается из полезного расхода теплоты $Q_{пол}$ и тепловых потерь в окружающее пространство $Q_{пот}$ (гкДж/ч): $Q_{общ} = Q_{пол} + Q_{пот}$.

Полезный расход теплоты на сушку бумаги можно определить по формуле (кДж/ч)

$$Q_{пол} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = G_{сб} (t_k - t_n) + W_n c_v (t_k - t_n) + W(i - c_v t_c),$$

где Q_1 - расход теплоты для нагрева абсолютно сухого волокна в воздушносухой бумаге, кДж/ч; Q_2 - расход теплоты для нагрева воды в мокром полотне, поступающем на сушку, кДж/ч; Q_3 - расход теплоты для испарения воды, кДж/ч; G - масса абсолютно сухой бумаги, кг/ч; $c_{сб}$ - теплоёмкость абсолютно сухой бумаги, кДж/(кг·°С) ($c_{сб} = 1,22 \dots 1,30$ кДж/(кг·°С); t_n, t_k - температура бумаги перед сушильной частью и после нее, °С; W_n - масса воды в мокром полотне бумаги, поступающей на сушку, кг/ч; c_v - теплоёмкость воды, кДж/(кг·°С) ($c_v = 4,19$ кДж/(кг·°С); t_c - средняя температура сушки (практически можно принять $t_k \approx t_c$, °С; W - количество воды, испоряющейся из бумаги, кг/ч; i - энтальпия пара, удаляемого из бумаги, при средней температуре сушки, кДж/кг.

Тепловые потери в сушильной части можно определить, зная тепловой коэффициент полезного действия сушильной части бумагоделательной машины η_T :

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{пол}} / \eta_T; \quad Q_{\text{пот}} = Q_{\text{общ}} - Q_{\text{пол}}$$

Для примера определяем расход теплоты для сушки бумаги в приведенном выше расчёте.

Масса абсолютно сухой бумаги G по расчёту баланса воды и волокна равна 4900,7 кг/ч, воды в бумаге, поступающей на сушку, W_n 7995,9 кг/ч. Испаряется воды в сушильной части W_n 7618,6 кг/ч.

Полный часовой расход теплоты на сушку бумаги составит $4900,7 \cdot 1,3(90 - 25) + 7995,5 \cdot 4,19(90 - 25) + 7618,6(2660,2 - 4,19 \cdot 90) = 24684918$ кДж.

Зная сухость бумаги, поступающей в сушильную часть (38%), можно определить расход теплоты на сушку бумаги. Термический КПД сушильной части равно 66,6 %. Следовательно, расход теплоты на сушку бумаги составит

$$Q_{\text{зат}} = Q_{\text{общ}} = Q_{\text{пот}} : \eta_T = 24684918 : 0,666 = 3704441 : 5217,4 = 7104 \text{ кДж/кг}$$

бумаги.

Зная скрытую теплоту парообразования при давлении свежего пара 245,2 кПа (табл. 27), рассчитаем расход пара на 1 кг бумаги:

$$D_{\text{уд}} = 7104 : 2185,51 = 3,25 \text{ кг/кг.}$$

Приняв потери пара в трубопроводе равными 5 %, получим фактический расход пара на 1 кг бумаги: $D = 3,25 : 0,95 = 3,42 \text{ кг/кг.}$

Для большинства видов бумаги применяется пар давлением 245,2 ... 343,2 кПа. Параметры насыщенного пара приведены в табл. 6.

Таблица 6

Параметры насыщенного пара

Давление пара, кПа	Температура пара, °С	Температура стенки цилиндра, °С	Энтальпия, кДж/кг		Скрытая теплота Парообразования, кДж/кг
			пара	Конденсата	
98,1	99,1	90	2677,46	414,91	2262,55
117,7	104,2	92	2685,45	437,10	2240,31
137,3	108,7	93,5	2692,53	456,36	2236,17
147,1	111,0	95	2695,39	464,86	2230,53
156,9	112,7	96,5	2698,39	473,11	2225,28
166,7	114,5	98	2701,12	480,86	2220,27
176,5	116,3	99	2703,84	488,60	2215,24
196,1	119,6	104	2708,44	502,42	2206,02
215,8	122,6	107	2712,46	514,64	2197,62
235,4	125,5	110	2716,48	526,87	2189,61
245,2	126,7	111	2718,49	532,98	2185,51

255,0	128,5	112	2721,67	543,36	2178,31
274,6	130,5	115	2721,85	553,75	2171,10
294,2	132,9	117	2726,44	558,94	2167,50
343,2	138,0	122	2732,73	580,50	2152,23
392,3	142,4	127	2739,01	602,06	2136,95

Тепловые потери $Q_{\text{пот}}$ (кДж/ч) можно определить по формуле

$$Q_{\text{пот}} = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 + q_7 + q_8 + q_9 + q_{10},$$

где q_1, q_2 - потери теплоты свободными участками бумажного полотна и сушильных сукон, кДж/ч; q_3, q_4 - потери теплоты днищами бумагосушильных и сукносушильных цилиндров, кДж/ч; q_5, q_6 - потери теплоты открытой боковой поверхностью бумагосушильных и сукносушильных цилиндров, кДж/ч; q_7 - потери теплоты боковой поверхностью бумагосушильных цилиндров, покрытых бумагой и сукном, кДж/ч; q_8 - потери теплоты боковой поверхностью бумагосушильных цилиндров, покрытых бумагой, но не покрытых сукном, кДж/ч; q_9 - потери теплоты боковой поверхностью бумагосушильных цилиндров, покрытых сукном, но не покрытых бумагой, кДж/ч; q_{10} - потери теплоты боковой поверхностью сукносушильных цилиндров, покрытых сукном, кДж/ч.

Все эти потери рассчитываются по известным формулам тепловых расчётов с учётом площади поверхности, излучающей тепло, разности температур и коэффициентов теплопередачи или теплоотдачи, которые определяются для каждого случая отдельно.

1. Потери теплоты (кДж/ч) свободными участками бумажного полотна: $Q_1 = 3,6 F_6 \alpha' (t_6 - t_b),$

где F_6 - площадь боковой поверхности свободных участков бумажного полотна с двух сторон, м^2 ; α' - коэффициент теплоотдачи бумаги воздуху, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$; t_6 - средняя температура полотна бумаги свободных участках, равная средней температуре сушки, $^\circ\text{C}$; t_b - температура окружающего воздуха, $^\circ\text{C}$.: $F_6 = 2lbn$, где l - длина свободного участка бумаги между цилиндрами (1,1 - 1,2 м для сушильного цилиндра диаметром 1,5 м), м; b - ширина бумажного полотна (условно принимается равной необразной ширине бумаги на накате), м; n - количество свободных участков (принимается равным количеству сушильных цилиндров).

2. Потери теплоты (кДж/ч) свободными участками сушильных сукон.

$$q_2 = 3,6 F_c \alpha'_1 (t_c - t_b),$$

где F_c - площадь свободных участков сушильных сукон, м^2 ; α'_1 - коэффициент теплоотдачи сукнами воздуху, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$; t_c - температура сушильных сукон на свободных участках (приблизительно равна средней температуре бумаги на свободных участках, $^\circ\text{C}$).

3. Потери теплоты (кДж/ч) днищами бумагосушильных цилиндров. Условно принимаем, что сушильная группа разбита по подаче пара и отводу конденсата на три по n_1, n_2, n_3 цилиндров в группе.

$$q_3 = 3,6 \cdot 2 \frac{\pi d_c^2}{4} K [(t_1 - t_e)n_1 + (t_2 - t_e)n_2 + (t_3 - t_e)n_3],$$

где d_c - диаметр бумагосушильного цилиндра, м; K - коэффициент теплопередачи пара воздуха через торцевую стенку цилиндра, Вт/(м² · °С); t_1, t_2, t_3 - температура пара в сушильных группах, °С.

Коэффициент теплопередачи K [Вт/м² · °С] вычисляется по формуле

$$K = 1 / (1/\alpha_1 + \delta/\lambda + 1/\alpha_2)$$

где α_1 - коэффициент теплоотдачи от пара стенке сушильного цилиндра, Вт/(м² · °С); δ - толщина торцевой стенки цилиндра, м; λ - коэффициент теплопроводности материала стенки цилиндра, Вт/(м² · °С);

α_2 - коэффициент теплоотдачи от торцевой стенки цилиндра воздуху, Вт/(м² · °С).

4. Потери теплоты (кДж/ч) днищами сукносушильных цилиндров.

$$q_4 = 3,6 \cdot 2 \frac{\pi d_c^2}{4} K (t_n - t_e)n_c,$$

где t_n - температура пара, °С.

Давление пара в сукносушильных цилиндрах максимальное, т. е. такое, какое принято для сушки бумаги (давлению пара, используемого для сушки бумаги 245,2 кПа соответствует температура 126,7 °С.

5. Потери теплоты (кДж/ч) открытой боковой поверхностью бумагосушильных цилиндров.

$$q_5 = 3,6 \cdot K \pi d_c [(1 - \beta_b)l_b + (1 - \beta_c)(l_c - l_b) + (l_n - l_c)] [(t_1 - t_e)n_1 + (t_2 - t_e)n_2 + (t_a - t_e)n_3],$$

где β_b - коэффициент охвата сушильного цилиндра бумагой; β_c - коэффициент охвата сушильного цилиндра сукном; l_b - ширина бумаги, м (условно принимают ширину бумаги на накате); l_n - ширина (длина сушильного цилиндра, м; l_c - ширина сукна, м; t_1, t_2, t_3 - температура цилиндров в первой, второй и третьей группах, °С; t_a - температура окружающего воздуха, °С; d_c - диаметр бумагосушильного цилиндра, м; K - коэффициент теплопередачи пара воздуху через боковую поверхность бумагосушильного цилиндра, Вт/(м² · °С).: $K = 1 / (1/\alpha_1 + \delta/\lambda + 1/\alpha_2)$,

где δ - толщина боковой стенки бумагосушильного цилиндра м;

λ - коэффициент теплопроводности материала цилиндра (для чугуна равна 62,8 Вт/(м² · °С).

6. Потери теплоты (кДж/ч) открытой боковой поверхностью сукносушильного цилиндра.

$$q_6 = 3,6 \cdot K \pi d_c [(1 - \beta_c)l_c + (l_n - l_c)] (t_{ay} - t_e)n_c,$$

7. Потери теплоты (кДж/ч) боковой поверхностью бумагосушильных цилиндров, покрытых бумагой и сукном.

$$q_7 = 3,6 \cdot K \pi d_c l_b \beta_b [(t_1 - t_e)n_1 + (t_2 - t_e)n_2 + (t_3 - t_e)n_3],$$

$$K = 1 / (1/\alpha_1 + \delta/\lambda + \delta_b/\lambda_b + \delta_c/\lambda_c + 1/\alpha_2),$$

где δ_b - толщина бумаги, м; λ_b - коэффициент теплопроводности бумаги, Вт/(м² · °С); δ_c - толщина сукна, м; λ_c - коэффициент теплопроводности сукна, Вт/(м · °С).

8. Потери теплоты (кДж/ч) боковой поверхностью бумагосушильных цилиндров, покрытых бумагой, но не покрытых сукнами:

$$q_8 = 3,6 \cdot K \pi d_\delta l (\beta_\delta - \beta_c) [(t_1 - t_\delta)n_1 + (t_2 - t_\delta)n_2 + (t_3 - t_\delta)n_3],$$

$$K = 1 : (1/\alpha_1 + \delta/\lambda + \delta_\delta/\lambda_\delta + 1/\alpha_2).$$

9. Потери теплоты (кДж/ч) боковой поверхностью бумагосушильных цилиндров, покрытых сукном, но не покрытых бумагой.

$$q_9 = 3,6 \cdot K \pi d_\delta (l_c - l_\delta) \beta_c [(t_1 - t_\delta)n_1 + (t_2 - t_\delta)n_2 + (t_3 - t_\delta)n_3],$$

$$K = 1 : (1/\alpha_1 + \delta/\lambda + \delta_c/\lambda_c + 1/\alpha_2).$$

10. Потери теплоты (кДж/ч) боковой поверхностью сукносушильных цилиндров, покрытых сукном: $q_{10} = 3,6 \cdot K \pi d_c l_c (t_n - t_\delta)n$,

Отсюда общие потери теплоты (кДж/ч)

$$Q_{\text{пот}} = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 + q_7 + q_8 + q_9 + q_{10},$$

Общий расход теплоты (кДж/ч): $Q_{\text{пот}} = Q_{\text{общ}} + Q_{\text{пол}}$.

Удельный расход теплоты (кДж/ч бумаги): $Q_{\text{уд}} = Q_{\text{общ}} / P_{\text{ч}}$,

где $P_{\text{ч}}$ – часовая производительность бумагоделательной машины, кг/ч.

Удельный расход пара (кг/кг бумаги): $D_{\text{уд}} = Q_{\text{уд}} / (I_n - I_k)$,

где I_n – энтальпия, кДж/кг; I_k – энтальпия конденсата, кДж/кг.

В табл. 7 приведены значения коэффициентов, встречающихся в расчёте тепловых потерь при сушке бумаги.

Таблица 7

Коэффициенты тепловых потерь

Наименование коэффициента	Единица	Значение
Коэффициент теплоотдачи бумаги воздуху, α'	Вт/(м ² · °С)	5,58 + 3,95 <i>g</i>
Коэффициент теплоотдачи сукна воздуху, α'_1	Вт/(м ² · °С)	6,16 + 4,187 <i>g</i>
Коэффициент теплоотдачи пара стенке сушильного цилиндра α_1	Вт/(м ² · °С)	5815
Коэффициент теплоотдачи торцевой стенки цилиндра воздуху α_2	Вт/(м ² · °С)	5,58 + 3,95 <i>g</i>
Коэффициент теплопроводности бумаги λ_δ	Вт/(м ² · °С)	0,0465
Коэффициент теплопроводности сукна λ_c	Вт/(м ² · °С)	
хлопчатобумажного		0,058
шерстяного		0,038

Расчёт вентиляции зала бумагоделательных машин

При изготовлении бумаги на бумагоделательной машине выделяется огромное количество теплоты и влаги. Если их не удалить из зала бумагоделательной машины, то ухудшается процесс сушки бумаги, а испаренная влага будет конденсироваться из пересыщенного влагой воздуха и выпадать в виде тумана или дождя, что приведёт к обрывам бумажного полотна и выпуску некондиционной бумаги. Поэтому для нормальной работы сушильной части бумагоделательной машины необходимо удалить влажный воздух и заменить его свежим, сухим.

Количество воздуха, подаваемого в зал бумагоделательной машины, зависит от его относительной влажности и температуры.

В зимнее время холодный воздух, поступающий в помещение, предварительно подогревается в калориферах сначала за счёт теплоты отходящего воздуха, затем свежего пара, подаваемого в калорифер. Поэтому при проектировании вентиляции ведут на наиболее неблагоприятный период: расчёт количества подаваемого воздуха на летний период, на самый жаркий месяц в году, а расчёт количества температуры, затраченного на нагрев поступающего воздуха, - на зимний период.

Температура и относительная влажность отходящего воздуха из зала бумагоделательных машин зависит от типа вентиляции. При проектировании вентиляционных установок без регенерации теплоты отходящего воздуха температура отходящего воздуха принимается равной $35 - 40$ °С, а относительная влажность $70 - 75\%$. Более высокая температура отходящего воздуха недопустима, так как создаются ненормальные условия работы в зале бумагоделательных машин.

Современные вентиляционные установки с теплообменниками требуют установки колпака над сушильной частью. Температура отходящего воздуха t_y принимается равной $45 - 50$ °С, его относительная влажность ϕ_y $60 - 65$ %. Температуру в помещении зала бумагоделательной машины принимают равной $20 - 23$ °С.

Расход сухого воздуха (кг/ч) для удаления испаряющейся влаги определяют по формуле: $L = W 1000 \cdot 1,1 / (d_y \phi_y - d_n \phi_n)$, где d_y, d_n - содержание влаги в 1 кг уходящего и поступающего воздуха при полном насыщении, г (Справочник бумажника, т. 2; ϕ_n, ϕ_y - относительная влажность поступающего и уходящего воздуха; 1,1 - коэффициент, учитывающий испарение влаги в мокрой части бумагоделательной машины; W - количество влаги, испаряющейся в сушильной части машины, кг/ч. Вентиляционные установки рассчитанные на объём удаляемого воздуха, который зависит от его температуры.

Объём воздуха, подаваемого в зал бумагоделательных машин ($m^3/ч$), равна:

$$L' = L / \rho_t$$

где ρ_t - плотность воздуха при температуре t , кг/ m^3 .

Так как плотность воздуха при полном насыщении и повышении температуры снижается, то объём воздуха, подаваемого в зал бумагоделательной машины, меньше, чем удаляемого (летом примерно на 1%, зимой на $20 - 25$ %).

Плотность воздуха при температуре t можно определить из формул

$$\rho / \rho_0 = T_0 / T_t$$

$$\rho_t = \rho_0 T_0 / T_t$$

где ρ_0 - плотность воздуха при абсолютном нуле, равная $1,293$ кг/ m^3 ;

$$T_0 = 273 + t \text{ } ^\circ\text{C}; T_t = 273 + t \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\rho_t = 1,293 / 273 / (273 + t).$$

Расход теплоты для подогрева поступающего воздуха определяют из теплового баланса как разницу между расходом теплоты в зале

бумагоделательных машин и приходом теплоты в зал для создания нормальных условий работы в зале и нормального процесса сушки бумаги.

Приход теплоты (кДж/ч) рассчитывают по формуле

$$Q_{\text{прих}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$$

где Q_1 – теплота, отдаваемая паром, кДж/ч; Q_2 – теплота поступающего в зал (наружного) воздуха, кДж/ч; Q_3 – теплота бумажной массы, кДж/ч; Q_4 – теплота свежей воды, кДж/ч; Q_5 – теплота трения, кДж/ч.

$$Q_1 = D(I_n - I_k);$$

$$Q_2 = L_n I_c ;$$

$$Q_3 = (G_{\text{п}} c_{\text{в}} + W_{\text{н}} c_{\text{в}}) t_{\text{м}};$$

$$Q_4 = W c_{\text{в}} t_{\text{в}}; \quad Q_5 = 3600kN$$

где D – расход пара в сушильных цилиндрах, кг/ч; I_n – энтальпия пара, кДж/кг; I_k – энтальпия конденсата, кДж/кг; $G_{\text{б}}$ – количество волокна, поступающего на бумагоделательную машину, кг/ч; $c_{\text{б}}$ – удельная теплоёмкость волокна, кДж/(кг·°С) [$c_{\text{б}} = 1,22 - 1,3$ кДж/(кг·°С)]; $W_{\text{н}}$ – количество воды, поступающей с массой, кг/ч; $c_{\text{в}}$ – удельная теплоёмкость воды, кДж/(кг·°С); [$c_{\text{в}} = 4,19$ кДж/(кг·°С)]; $t_{\text{м}}$ – температура бумажной массы, °С; L_n – расход приходящего воздуха, кг/ч; $t_{\text{в}}$ – температура воздуха, °С; k – коэффициент, указывающий какое количество механической энергии переходит в тепловую и зависящий от типа подшипников (примерно 15%); W – количество испаряющейся влаги, кг/ч; N – суммарная мощность электродвигателей, обслуживающих бумагоделательную машину, кВт (1 кВт = 1 кДж/с); I_c – энтальпия свежего (приточного) воздуха, кДж/кг.

Расход теплоты (кДж/ч) определяют по формуле

$$Q_{\text{уд}} = Q_6 + Q_7 + Q_8 + Q_9,$$

где $Q_{\text{прих}} = Q_6$ – теплота, уносимая бумагой, кДж/ч; Q_7 – теплота уносимая влажным воздухом, кДж/ч; Q_8 – тепловые потери здания, кДж/ч; Q_9 – теплота, уносимая сточными водами, кДж/ч.

$$Q_6 = (G_{\text{б}} c_{\text{б}} + W_{\text{б}} c_{\text{в}}) t_{\text{б}}$$

$$Q_7 = L_y I_y$$

$$Q_8 = 3,6KF(t_{\text{б}} - t_{\text{к}})$$

$$Q_9 = W_{\text{ст}} c_{\text{в}} t_{\text{ст}}$$

где $G_{\text{б}}$ – часовая выработка абсолютно сухой бумаги, кг/ч; $W_{\text{б}}$ – количество воды в бумаге, кг/ч; $c_{\text{б}}$ – теплоёмкость бумаги, кДж/(кг·°С); $t_{\text{б}}$ – температура бумаги перед холодильником, °С (обычно $t_{\text{б}} = 60 \dots 80$ °С); L_y – расход уходящего воздуха, кг/ч; I_y – энтальпия уходящего воздуха, кДж/кг; K – коэффициент теплоотдачи берётся отдельно для каждого типа излучающей теплоту поверхности, Вт/(м²·°С); F – площадь излучающей поверхности, м²; $t_{\text{в}}, t_{\text{к}}$ – температура внутри и снаружи помещения, °С; $W_{\text{ст}}$ – количество сточных вод, уходящих из зала бумагоделательных машин (условно $W_{\text{ст}}$ равно количеству свежей воды, расходуемой на производство бумаги), кг/ч; $t_{\text{ст}}$ – температура сточных вод, °С.

Значения коэффициента теплоотдачи K Вт/(м²·°С); через внутренние двери – 1,395, через наружные стены – 1,511, через окна – 2,674, через кровлю – 2,558, через пол – 1,628.

Теплопотери увеличивают на 20 – 25 % для учёта влияния верооборудования.

Расход теплоты на вентиляцию определяют по формуле

$$Q_v = Q_{ух} - Q_{прих}$$

Расход пара на вентиляцию (если свежий воздух необходимо подогреть в калориферах) составит: $D = Q_v / r$.

где r – скрытая теплота парообразования пара при давлении, принятом в качестве рабочего, кДж/кг (см. табл. 27).

Площадь поверхности теплообменника рассчитывают, исходя из количества теплоты, затрачиваемой на дополнительный подогрев поступающего воздуха свежим паром.: $F = Q_v / K \Delta t_{ср}$,

где F – площадь поверхности теплообменника, м²; K – коэффициент теплопередачи, Вт/(м² · °С) (зависит от типа теплообменника); $\Delta t_{ср}$ – средняя полезная разность температур греющего и нагреваемого воздуха при противотоке, °С.

Рассчитав площадь поверхности теплообменника, подбирают число пластин в пакете и число пакетов.

Наиболее распространённый размер пластин в теплообменниках: длина $l = 1370$ мм, ширина $b = 500$ мм, толщина пластины $\delta = 1,25$ мм, зазор между пластинами $h = 5$ мм, рабочая ширина канала $b_{раб} = 370$ мм, площадь сечения щелевидного канала $f = 5 * 370 = 1850$ мм² = 0,00185 м².

Вентиляционная установка современной бумагоделательной машины, закрытой колпаком, состоит из нескольких параллельно включённых установок, каждая из которых состоит из двух вентиляторов, (приточного и вытяжного) и теплообменника.

Определив количество воздуха, необходимо для вентиляции, выбирают тип вентилятора по каталогу вентиляторов.

В качестве приточных вентиляторов чаще всего используют центробежные вентиляторы, обеспечивающие подачу воздуха до 80 тыс. м³/ч и давление 490 Па, а в качестве вытяжных осевые вентиляторы, обеспечивающие подачу до 80 тыс. м³/ч и давление 245 Па.

Расчёт привода

Привод бумагоделательной машины подразделяется на две части: привод постоянной части бумагоделательной машины (насосы, перемешивающие устройства в бассейнах, очистная аппаратура и др.) и привод переменной части бумагоделательной машины.

Привод постоянной части машины определяют при выборе оборудования (из справочников, каталогов и т. д.).

Удельный расход электроэнергии (кВт·ч/т = 3,6 кДж/т) на постоянную часть машины определяют по формуле: $N_{уд} = \sum NT / P_{сут}$ где $\sum N$ – сумма мощностей всех электродвигателей постоянной части машины, кВт; T – период фактической работы этих электродвигателей за сутки, ч; $P_{сут}$ – суточная производительность машины, т.

Мощность переменной части машины можно определить несколькими методами.

1. Метод удельных показателей расхода мощности: $N = mbg$
где m – удельный показатель потребляемой мощности, кВт * мин/(м.м) (Справочник бумажника т. 3. b - ширина машины, м; g - скорость машины, м/мин.

2. Метод поэлементного расхода потребляемой мощности. Определяют тяговые усилия в отдельных частях машины и по ним рассчитывают среднюю потребляемую мощность (кВт): $N = Tg/(60 * 1000)$,
где T – тяговые усилия, Н; g - скорость бумагоделательной машины, м/мин.

Тяговое усилие: $T = fB_c$,
где f – удельное тяговое усилие (на 1 м ширины сетки), Н/м (см. Справочник бумажника т. 3.); B_c – ширина сетки, м.

Тяговое усилие T определяют экспериментально-расчётным путём или из таблиц.

Максимальное тяговое усилие: $T_{\text{макс}} = T_{200} K_{\text{макс}} K_{\text{п}} [1 + C_g (g - 200)]$,
где T_{200} – среднее тяговое усилие секции при скорости машины 200 м/мин, Н; $K_{\text{макс}}$ – коэффициент максимума, для сеточной части и холодильника $K_{\text{макс}} = 1,4$, для мокрых прессов сушильной части, каландра и наката $K_{\text{макс}} = 1,25$; $K_{\text{п}}$ – поправочный коэффициент, зависящей от типа подшипника (скольжения или качения); он различен для секции машины; C_g - коэффициент пропорциональности, зависящей от вида секции; g - скорость бумажного полотна, м/мин.

3. Мощность электродвигателя (кВт) для бумагоделательной машины (при одном двигателе) может быть рассчитана по следующей приближённой формуле: $N = \alpha(B_c + 0,55) \left(1 + \frac{g}{630}\right)g$,

где B_c – ширина сетки, м; g – масса 1 м² бумаги, г; g - скорость бумажного полотна, м/мин; α – коэффициент, вырабатываемой бумаги, а также от скорости машины; для тонкой бумаги при $g \leq 150$ м/мин $\alpha = 0,15 \dots 0,23$, для бумаги для печати при $g \leq 300$ м/мин $\alpha = 0,23 \dots 0,3$.

Рассчитав мощность, выбирают по каталогу необходимый электродвигатель для бумагоделательной машины.

С учётом КПД передачи и увеличения скорости машины при работе мощность электродвигателя должна быть на 25 – 30% больше расчётной.

Удельный расход электроэнергии (кВт.ч/т = 33,6 кДж/т) на переменную часть машины

$N_{\text{уд}} = \sum NT/P_{\text{сут}}$,
где $\sum N$ – сумма мощность электродвигателей, обслуживающих машину, кВт; T – период работы машины в сутки, ч ($T = 22,5 \dots 23,5$ ч); $P_{\text{сут}}$ – суточная производительность машины, т.

Удельный расход электроэнергии при выработке бумаги на машине

$$N_{\text{уд}} = N_{\text{уд}} + N_{\text{уд}}^{\text{уд}}$$

По окончании всех расчётов необходимо дать таблицу удельных расходов сырья, химикатов, воды, пара и электроэнергии. Таблица будет

служить основой для определения себестоимости выпускаемой бумаги при расчёте экономической части проекта.

Показателями качества, обеспечивающими основные потребительские свойства писчей бумаги являются: масса в 1 м^2 , степень проклейки, близка прозрачность, гладкость, прочность поверхности. Масса бумаги площадью 1 м^2 определяется по ГОСТ. Писчая бумага вырабатывается массой 60 до 80 г в 1 м^2 . Для изготовления школьных тетрадей должна использоваться бумага массой не меньше 65 г в 1 м^2 . Масса бумаги для современных копировальных аппаратов, лазерных и матричных принтеров должна быть не менее 80 г в 1 м^2 . Степень проклейки является основным показателем характеризующий пригодность бумаги для письма чернилами. Степень проклейки в зависимости от назначения и использования бумаги может определяться различными методами по количеству впитавшейся жидкости при полном погружении образца бумаги (ГОСТ), по времени проникновения жидкости через лист на обратную сторону бумаги (ГОСТ), по времени поглощения капли воды или другой жидкости нанесенной на поверхность бумаги (ГОСТ) и т.д.

Белизна бумаги определяется по ГОСТ. Пищему бумагу вырабатывают с оптическими отбеливающими веществами (ООВ) и без них. В соответствии с требованиями ГОСТ близка бумаги различных номеров и марок без ООВ составляет от 60 до 83 %, с ООВ от 80 и выше 100 %. Присутствию ООВ недопустимо в писчей бумаге, используемой для изготовления школьных тетрадей, так как по заключению медиков высокая белизна и контрастность текста, а также наличие ООВ отрицательно влияет на зрение, особенно детей и подростков, для документов долговременного хранения, поскольку ООВ способствует ускорению старения бумаги.

Непрозрачность бумаги определяется по ГОСТ. Бумага должна иметь непрозрачность, позволяющую использовать для письма обе стороны листа, исключаящую просвечивание текста нижележащих листов. В соответствии с требованиями ГОСТ значение показателя непрозрачности для бумаги массой больше 60 г в 1 м^2 не менее 85 %.

Гладкость бумаги определяется по ГОСТ. Писчая бумага вырабатывается как машинной гладкостью с использованием машинного каландра (30...80с) так и обработанной на суперкаландре (80 250). При каландрировании улучшаются гладкость, рельеф поверхности и внешний вид бумаги.

Прочность поверхности является важным потребительским свойством писчей бумаги. Низкая прочность поверхности характеризуется слабым закреплением волокон и наполнителя на поверхности бумаги, что вызывает повышенную ломкость бумаги.

Сорность бумаги – наличие на поверхности бумаги посторонних включений, отличающихся на цвет от общего фона. Наличие сорности не только ухудшает внешний вид (показатель эстетичности, бумаги, но может вызывать затруднения при письме при работе графостроителем.

Режим работы производства

Бумажное производство работает непрерывно круглые сутки в три смены. Останавливают бумагоделательные машины и остальное вспомогательное оборудование лишь по технической необходимости.

Рабочее время бумагоделательных машин 23 ч в сутки. Один час планируют текущий ремонт, осмотр машин, промывку и смену одежды.

Плавно – предупредительный ремонт производится каждые 15 суток и длится 12 ч или 24 ч ежемесячно. Кроме того, планируется еженедельно одна крупная остановка всего предприятия на 3-4 дня для проведения среднего ремонта на производстве и в паросиловом хозяйстве.

Следовательно расчет количество рабочих дней для бумагоделательного машины составляет 340-350.

Выбор ассортимента

1. Выбираю бумагу № 0.

Бумагу № 0 изготавливают из белой целлюлозы с введением не менее 25 % хлопковой целлюлозы. Бумага предназначена для документации высокой качественной продукции долговременного хранения и сувенирных бумажно-беловых изделий. Бумага состоит из 60 % хлопковой целлюлозы и 40 % макулатуры целлюлозы.

2. Выбираю бумагу № 1 А.

Бумага № 1 изготавливают из 100 % ной белой целлюлозы. Бумага предназначена для документации продолжительного и среднего срока хранения и качественных бумажно-беловых изделий. Бумага № 1 изготавливается из 100 % целлюлозы в год 30 % от общей массы.

3. Выбираю бумагу № 1 В 1-сорт.

Она изготавливается из 70 % гузапоя целлюлозы и 30 % макулатуры. Выбираю бумагу № 2.

Бумагу № 2 изготавливают из беленой целлюлозы с введением на более 70 % белой сафлор массы.

Бумага предназначена для изготовления бланка бухгалтерской отчетности, первичной учетно – отчета, сопроводительно - транспортной документации и дешевых бумажно – беловых изделий. Бумага № 2 изготавливается из 70 % сафлор целлюлозы и 30 % макулатуры.

Разбивка ассортимента

- 20 % 1. №0 60 % хлопковой целлюлозы,
40 % макулатуры.
- 30 % 2. №1 А 100 % щелочной целлюлозы.
- 25 % 3. №1 В 1-сорт 70 % гузапоя целлюлозы,
30 % макулатуры.
- 25 % 4. №2 70 % сафлор целлюлозы,
30 % макулатуры.

В год изготавливается 5 тысяч тонн продукции.
В году 349 рабочих дней, 23 рабочих часа в сутки

1. Расчет по бумаге № 0

5000-100 %

X-20 % X=1000 тонн в год.

В сутки: $1000/349=2,9$ тонн/год

В час $2,9 /23=0,13$ тонн/час

2. Расчет по бумаге № 1 А.

5000 – 100 %

X-30 % X = 1500 тонн/год

В сутки $1500/349 = 4,3$ тонн/сут

В час $4,3/23 = 0,19$ тонн/час.

3. Расчет по бумаге №1 В 1-сорт.

5000-100 %

X-25 % X=1250 тонн/год

В сутки: $1250/349= 3,6$ тонн/сут

В час $3,6/23=0,16$ тонн/час.

4. Количество производимой бумаги № 2 аналогично количеству бумаги № 1 В 1-сорт.

3.2. РАСЧЁТ СЫРЬЯ

1. Расчет сырья по бумаге №0

Хлопковая целлюлоза

2,9-100%

X-60%

X=1,74 т/с.

макулатуры

2,9-100%

X-40 %

X=1,16 т/с

2. Расчет сырья по бумаге № 1А.

100 % щелочной целлюлозы = 1500 т/с.

3. Расчет сырья по бумаге № 1 В

Гузая целлюлоза

3,6 - 100%

X-80%

X=2,88 т/с

макулатура

3,6-100%

X-20 %

X=0,72 т/с

4. Расчет сырья по бумаге № 2.

Сафлор целлюлоза
 3,6 – 100%
 X-70 %
 X=2,52 т/с.

макулатура
 3,6- 100 %
 X-30 %
 X=1,08 т/с.

Расчет ассортимента

№ бумаги	Вырабатывается тонн		
	В год	В сутки	В час
№ 0	1000	2,9	0,13
№ 1 А	1500	4,3	0,19
№ 1 В 1 сорт	1250	3,6	0,16
№ 2	1250	3,6	0,16
Итого	5000	14,4	0,64

Общий расход сырья для получения писчей бумаги в сутки

Вид сырья	Теоретически	Практически с учетом 3 % потеря
Хлопковая целлюлоза	1,74 тонн	1,935 тонн
Гузапоя целлюлоза	1.16 тонн	2,393 тонн

Макулатура	0,72 тонн	0,801 тонн
Сафлор масса	1,08 тонн	1,202 тонн

Особенности технологии производства писчей бумаги

Для достижения необходимой степени прописки волокнистую суспензию, предназначенную для изготовления бумаги, обрабатывают гидрофобизирующими добавками (проклейка в массе). В настоящее время для этой цели применяют различные проклеивающие вещества и способы проклейки.

Кислый способ. При традиционном кислом способе проклейки в качестве гидрофобизирующего вещества (клея) используют продукты различной степени омыления живичной или таловой ханифли, либо их модификации. Наиболее часто проклейки писчей бумаги используют белый канифольный клей с содержанием свободной смолы от 15 до 30 %. Для усиления эффекта проклейки (гидрофобизации) иногда используют добавки рафина, церезина и т.д.

При этом качестве осадителя применяют серый кислый аммоний, глинозем, квасцы. Проклейку кладут в кислой среде при рН 4,3 5,5. Для повышения значения рН проклейки в качестве осадителя наряду с сернокислым алюминием используют алюминат натрия, значение рН при этом составляет 5,5...6.0 (23,24).

Нейтральная проклейка. При нейтральной проклейки в качестве гидрофо-бизирующих добавок применяют водные дисперсии реакционно способных синтетических веществ на основе например: димеров акилпетенон жирных кислот (ДАВ) ангидриды алкилянтарной кислоты (АЯК) или модификации (2,25).

Для осаждения клея на волокне, закрепление его и ускорение реакции взаимодействия используют катионные добавки крахмалы, водорастворимые полиамидэтилхлоргидридные смолы полиакриламид (ПАА), полиэтиленимин (МЭИ) и другие полиэлектролиты) Проклейку бумаги осуществляют при рН 6,58,5. Применение псевдонейтральной и особенно нейтральной проклейки дает ряд преимуществ, выражающихся в повышению качества бумаги и снижении затрат на ее производство. При этом повышаются механические показатели бумаги, ее белизна, сохранность при долговременном хранении, устойчивость к термическим воздействиям. При нейтральной проклейки достигает высокий эффект проклейки при малых расходах проклеивающего вещества (0,8.....1,5 кг/т на л. к веществу), устойчивость к воздействию как кислых так и щелочных сред. Применение нейтральной проклейки приводит к снижению затрат на производство бумаги. Повышение механической прочности бумаги позволяет использовать в качестве наполнителя мел – более белый и дешевый. Снижается расход на

размол и расход тела на сушку бумаги. Появляется возможность снижение потребления свежей воды за счет увеличения степени использования оборотных вод, создание замкнутой системы водоиспользования. В качестве проклейки используем канифоль.

Расчёт расхода канифоли, применяемой для изготовления писчей бумаги

1. Бумага № 1 А.
2,9 – 100 %
X-4 %
X=0,116 т/сут

2. Бумага № 1 А.
3,6 – 100 %
X-2 %
X=0,072 т/сут

3. Бумага № 1 В 1-сорт, бумага № 2.
3,6 – 100 %
X-1,5 %
X= 0,054 т/сут.

Общий расход канифоли – 0,965 тонн/сут.

В качестве наполнителя будем использовать каолин. Его степень белизны составляет 70-94 %, после промывки на волокне остается 33,5 – 39,5 %. Зольность его от массы составляет 5 %.

Расчёт расхода каолина (т/сут)

1. Бумага № 0
2,9-100 %
x- 5 %
x= 0,145 т/сут
0,145-33,5 %
x-100%
x= 0,43 т/сут

2. Бумага № 1 А
3,6 – 100 %
x- 5 %
x= 0,18 т/сут
0,18-33,5 %
x-100%
x=0,54 т/сут

3. Бумага № 1 В 1-сорт и бумага № 2

3,6 -100%

x-5 %

x= 0,18

0,18-33,5 %

x-100 %

x=0,54

Общий расход каолина на приготовление всей продукции составляет 8,12 т/сут.

При производстве писчей цветной бумаги ее окрашивают в светлые тона различных цветов. Расход красителя при этом колеблется от 0,2 до 0,5 кг/тонн бумаги в зависимости от вида применяемого красителя и желаемой интенсивности окраски. Для равномерной окраски краситель рекомендуется добавлять в бумажную массу в виде профированных растворов. В качестве красителя будем использовать прямой краситель голубого цвета.

Будем окрашивать 50 % от общей массы бумаги. Расход красителя на бумагу № 0 составляет 0,3 кг/т. Добавляем

Na_2CO_3 – 0,1 % от массы

NaCl - 1,0 % от массы

2,9 -100 %

x- 50 %

x= 1,45 т/сут

Расчет Na_2CO_3

1,45 – 100 %

x-0,1 %

x=0,0015 т/сут

В час: $0,0015/23 = 0,00006$ т/сут или 0,06 кг/ч

Расчет NaCl

1,45-100%

x- 1,0 %

x=0,015 т/сут

В час: $0,015 / 23 = 0,0007$ т/ч или 0,65 кг/ч.

Вид бумаги	Химические материалы			
	Пропитка		Наполнитель	
	В сутки	В год	В сутки	В год
Бумага № 0	0,435	151,815	1,625	567,125
Бумага № 1 А	0,326	113,774	2,437	850,513
Бумага № 1 В	0,204	71,196	2,029	708,121
Бумага № 2	0,204	71,196	2,029	708,121
Итого	1,169	407,981	8,12	2833,88

Расчёт оборудования

Производимое сырье изготавливается с макулатурой и без неё.

Без макулатуры производим бумагу № 0 , № 1, № 2 по следующей схеме:

Гидроразбиватель → мельница → центроклинер → узлоловитель.

С макулатурой производим бумагу № 1 В по схеме гидроразбиватель → центроклинер → ГСН → узлоловитель → мельница.

Расчет производительности с учетом 3 % потеря сырья для приготовления бумаги без макулатуры.

$$V=(2,9 + 3,6 + 3,66) \cdot 0,03 + (2,9 + 3,6 + 3,6) = 10,403$$

3.3. РАСЧЁТ КОЛИЧЕСТВА ОБОРУДОВАНИЯ

1. 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 создается интенсивная циркуляция суспензии. Гидроразбиватели бывают периодического и непрерывного действия.

В последнем случае в днище ванны устанавливается перфарированное сито (экстрактор) для непрерывного отвода волокнистой суспензии. Диаметр ванны до 6 м, производительность до 180 т в сутки.

Гидроразбиватели вертикальные и горизонтальные макулатурные предназначены для непрерывного на периодического распуска в воде волокнистых материалов – целлюлозы, обратного брака, макулатуры всех видов, включая смешанную и сильно загрязненную.

Гидроразбиватель состоит из ванны, роторного агрегата, привода, жгутовываскивателя, жгуторезка грязесборника. Ванна имеет сварную конструкцию.

Роторный агрегат состоит из корпуса в котором на подшипниковых опорах установлен вал. К корпусу крепится камера, присоединяем к ванне. Крылатка установлена на весу консольном.

Под крылаткой на приемной камере расположено сито. Распущенный волокнистый материал проходит через сито в приемную камеру и удаляется из гидроразбивателя. Привод роторного агрегата осуществляется от электродвигателя через редуктор.

Грязесборник предназначен для удаления тяжелых и крупных включений через редуктор.

Грязесборник предназначен для удаления тяжелых и крупных включений через шлюзовой затвор.

Жгутовываскиватель предназначен для удаления легких отходов, способных отходов, способных закручивается в жгут (веревки, тряпье, полимерные пленки).

Жгуторезка предназначена для разрезания образующегося жгута на транспортабельные части. В детали гидроразбивателей, соприкасающиеся с массой, изготовлены из коррозионностойких сталей.

Главной функцией гидроразбивателя является роспуск макулатуры на волокна. В гидроразбиватель заливается вода и закладывается макулатура.

В результате вращательного движения ротора образования мощных турбулентных потоков создаются интенсивные истирающие усилия между отдельными волокнами. В результате на выходе получается однородная целлюлозно – бумажная масса.

Выбираю вертикальный гидроразбиватель средней производительностью марки zzS 15 П = 30-50

Рассчитываем по формуле:

$$\hat{e} = \frac{42,05}{50 \cdot 0,9} = 0,93 \rightarrow 2 \text{ машина.}$$

$$\hat{e} = \frac{42,05}{50 \cdot 0,9} = 0,93 \rightarrow 2 \text{ машина.}$$

2. Мельницы дисковые предназначены для размотки и выравнивания различных волокнистых полуфабрикатов при производстве бумаги, картона древесно-волокнистых плит и т.д.

Выбираю дисковую мельницу марки ZDPф

650 П = 60-100 т/сут

$$\hat{e} = \frac{42,05}{70 \cdot 0,9} = 0,66 \rightarrow 2 \text{ машина.}$$

С запасом берем 1 машины.

3. Установки для очистки от тяжелых включений (центроклинер). Предназначены для очистки волокнистых суспензий от тяжелых включений (пески, металлических частиц, кусочков керамической плитки при производстве целлюлозы, древесной, макулатурной, картонной и бумажной масс. Установки УО рекомендуется использовать для очистки картонной бумажной масс перед бумаго и картонноделательными машинами.

Выбираю центроклинер марки ZSC 31 П=10-20 т/сут

$$\hat{e} = \frac{42,05}{10 \cdot 0,6} = 7 \rightarrow 2 \text{ машин.}$$

4. Узлоловитель – это аппарат для очистки бумажной массы от посторонних примесей. Узлоловительный аппарат для очистки бумажной массы от узелкопучков волокон, плохо размолотых частиц и другие включений перед поступлением массы на бумагоделательную машину. Очистка в узлоловителе происходит при движении массы через прорезки вращающихся барабанов или через отверстия сит.

Производительность узлоловителя достигает 170-230 т/сут (по воздушно-сухому волокну)

Выбираю узлоловитель марки ZSL 12 П=10-15 т

$$\hat{e} = \frac{42,05}{12 \cdot 0,7} = 5 \rightarrow 5 \text{ машин.}$$

С запасом берем 1 машины.

Расчет производительности с учетом 3 % потеря сырья для изготовления бумаги с макулатурой:

$$B = (13,61 \cdot 0,03) + 13,61 = 14 \text{ т/сут}$$

Расчет количества оборудования:

1. Гидроразбиватель марки ZZS15 = 30-50 т/сут

$$\hat{e} = \frac{14}{30 \cdot 0,8} = 0,58 \rightarrow 2 \text{ машина.}$$

2. Центроклинер марки ZSC 31 П=10-20 т/сут

$$\hat{e} = \frac{14}{10 \cdot 0,6} = 2,3 \rightarrow 2 \text{ машины}$$

3. ГНС (горизонтальная напорная сортировка). Сортировки бумажной массы предназначены для сортирования бумажной массы предназначены для сортирования бумажной массы и применяются перед напорным ящиком бумага и картоноделательной машин.

Выбираем марку ZSN П=30-45 т/сут

$$\hat{e} = \frac{14}{30 \cdot 0,8} = 0,6 \rightarrow 3 \text{ машина}$$

4. Узлоловитель марки ZSL 15 П=40-60 т→сут

$$\hat{e} = \frac{14}{40 \cdot 0,6} = 0,6 \rightarrow 2 \text{ машина}$$

5. Мельница марки ZDPф 650 П=60·100 т/сут

$$\hat{e} = \frac{14}{60 \cdot 0,6} = 0,4 \rightarrow 1 \text{ машина, с запасом 2.}$$

Расчёт оборудования

Теоретическая производительность бумагоделательной машины зависит от скорости и ширины бумажного полотна и определяется по формуле

$$D = \frac{\hat{A} \cdot v \cdot 60}{1000} = 0,06Bvq$$

Где P- часовая выработка бумаги кг,

В- ширина бумажного полотна на плакате накате. м) 253 м

v- скорость бумагоделательной машины м/ мин $v=600$

q- масса 1 м² бумаги (q= 60)

60- количество минут в 1 ч.

1000- количество грамм в 1 кг.

$$P = 0,06 \cdot 2,52 \cdot 600 \cdot 60 = 5443,2 \text{ кг/ч}$$

Производительность машины с учетом холостного хода из-за обрывов определяется по формуле

$$P = 0,06 B v q K_1$$

Где K_1 – коэффициент, учитывающий холостой пробег машины из-за обрывов. Холостой ход машин обычно составляет 2-5 %, т.е $K_1 = 0,98 - 0,95$

По этой формуле определяют выработку бумаги брутто на накате. Масса бумаги, выработанной накате, называется брутто. Масса за вычетом массы потери при отделке называется массой

$$P_1 = 0,06 \cdot 2,52 \cdot 600 \cdot 60 \cdot 0,95 = 5171,04 \text{ кг/ч.}$$

Для этого определения фактической производительности машин нетто P_2 в кг/ч. т.е выработки готовой продукции. сдаваемой на склад, в формулу вводят поправочный коэффициент K_2 отходы и брак в отделке.

$$P_2 = 0,06 B v q K_1 K_2$$

Брак при отделке бумаги составляет от 3 до 5 т.е.

$$K_2 = 0,97 - 0,95$$

$$P_2 = 0,06 \cdot 2,52 \cdot 600 \cdot 60 \cdot 0,95 \cdot 0,95 = 4912,48 \text{ кг/ч}$$

Суточная выработка:

$$4912,48 \cdot 19 = 93337,12 \text{ кг/сут} \approx 93,4 \text{ т/сут}$$

Для учета выработки бумаги по площади по продольно резательных станках устанавливают счетчики метража, показывающие количества метров бумаги в рулоне.

В ГОСТ ах указаны допустимые отклонения нормальной массы 1 м² бумаги большую или меньшую сторону.

По параметрам БДМ – 140 т/сут = максимальная производительность
→

1 шт – 140 т/сут

X- 93,4 т/сут

X=0,67 → следует закупать 1 БДМ.

Показатели использования материалов и энергии на 1 тонну бумаги (на машину)

1. Расход свежей воды:

1 тонна бумаги – 19 м³

54,44 т/сут-х

$$X = 1034,36 \text{ м}^3$$

2. Расход пара на контактную сушку бумаги

1 тонна бумаги – 2,36 т
54,44 – х
X= 128,5 т

3. Расход электроэнергии

1.тонна бумаги – 500 кВт/час
54,44-х
X=27220 кВт/ ч

В сутки: $27220 \cdot 23 = 626 \cdot 060$ кВт/сут
В год: 218494940 кВт/год

4. ПРИНЦИП РАБОТЫ ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЕ

4.1. Гидроразбиватель

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

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

Роспуск макулатуры производится в гидроразбивателе при концентрации массы 10-15%. Из гидроразбивателя масса насосом перекачивается через смесительный ящик в бассейн. Концентрация массы в бассейне 3,0-3,5%.

Из бассейна масса подается на очиститель высокой концентрации, где производится очистка от крупных включений, и далее на пульсационную мельницу на дорос пуск. После пульсационной мельницы масса поступает во второй массовый бассейн, из которого насосом подается на сортирование. Сортирование производится на напорной сортировке, имеющей сито с щелевыми отверстиями шириной 0,3-0,35 мм. Отходы от напорной сортировки отводятся на вторую ступень сортирования – вибрационную сортировку.

Масса из бассейна после сортирования разбавляется оборотной водой до концентрации 1,0-1,2% и поступает на флотационную установку, где производится очистка массы в две ступени от краски и наполнителей.

Окончательно, грязная вода удаляется при сгущении массы на сгустителе, после которого масса поступает в машинный бассейн. Концентрация массы в машинном бассейне 2,5-3,0%.

Из машинного бассейна масса через бак постоянного уровня поступает на смесительный насос и далее, при концентрации 0,4-0,5%, на систему вихревых конических очистителей, на которых производится очистка от мелких включений не волокнистого характера.

В мик напорный ящик бумагоделательной машины масса, дополнительно разбавленная на насосе до концентрации 0,25-0,3%, поступает через узлоловитель, на котором производится очистка от волокнистых включений.

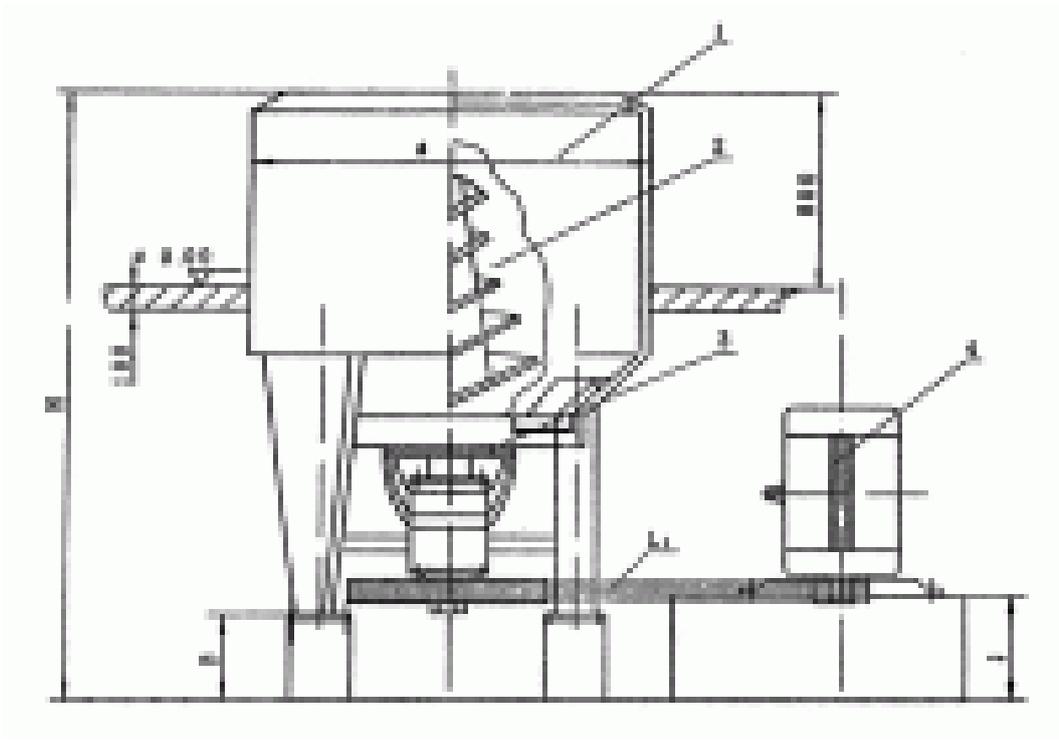
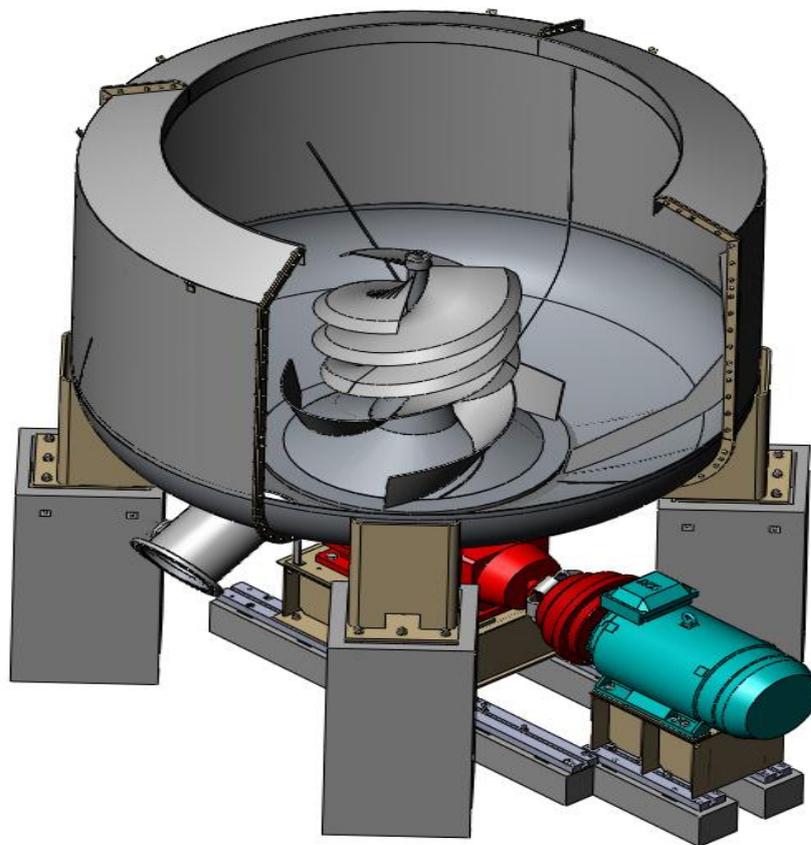
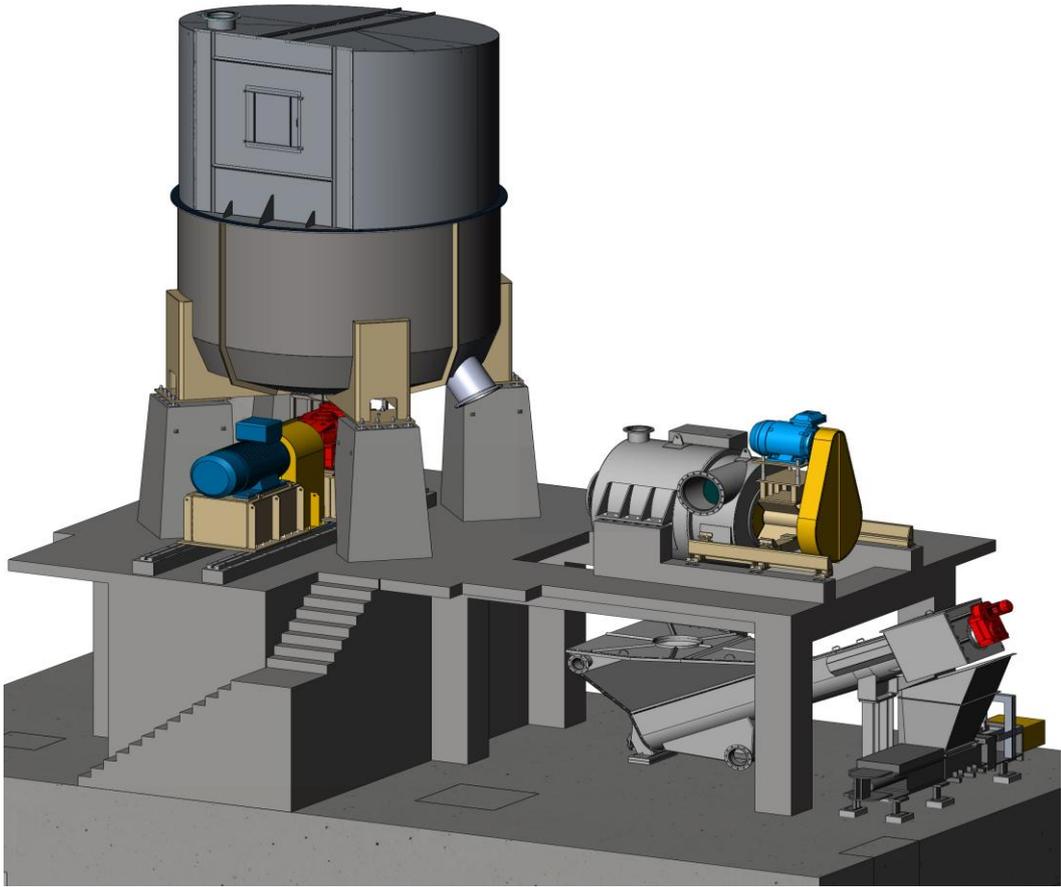


Рис 8. Гидроразбиватель





5. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

5.1. РАСХОД ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ОБОРУДОВАНИЕ

Гидроразбиватель мощностью 160 кВт

23 ч – 100 %

1 ч -160 кВт

X- 175 %

40,25 ч - x

X=40,25 ч

x= 6440 кВт/сут =2247560 кВт/ч

1.

Мельницы мощностью 220 кВт

23 ч-100%

1 ч-220 кВт

X-132 %

40,25 ч – x

X=30,36 ч

x=6440 кВт/сут =2247560 кВт/ч

2.

Узловителъ мощностью 7,5 кВт и 30 кВт

23ч – 100 5

1 ч -75

X-95 %

21,85-x

X= 21,85 ч

x=164 кВт /сут =57236 кВт

На 30 кВт

1 ч-30 кВт

23 ч -100 %

17,48 ч – x

X-76

x=524,4 кВт/сут = сут 183015 кВт/год

X=17,48 ч

X=17,48 ч

3.

ГНС мощностью 45 кВт

23ч – 100

1 ч -45 кВт

X ч- 73 %

16,79 ч - x

X=16,79 ч

x=756 кВт/сут = 263844 кВт.

6. ТРАНСПОРТНАЯ ЧАСТЬ

6.1. ЛЕНТОЧНЫЕ КОНВЕЙЕРЫ

Ленточные конвейеры могут быть передвижные и стационарные, с прорезиненной и со стальной лентой.

На рис. 3 показан ленточный передвижной конвейер с наклонным расположением тягового органа. Конвейер состоит из рамы 7, натяжного 2 и приводного 3 барабанов, прорезиненной ленты 4 и поддерживающих роликов 5. Для загрузки конвейера служит бункер 6. Этот конвейер (тип С-1002) служит для перемещения сыпучих грузов с подъемом на некоторую высоту.

На рис. 9 показан стационарный ленточный конвейер. Для штучных грузов (например, кип целлюлозы, мешков и др.) применяются конвейеры с плоской лентой. Для сыпучих грузов применяют преимущественно желобчатую ленту. Плоскую ленту для транспортирования сыпучих грузов применяют только при горизонтальном перемещении (или с небольшим наклоном) и малой производительности.

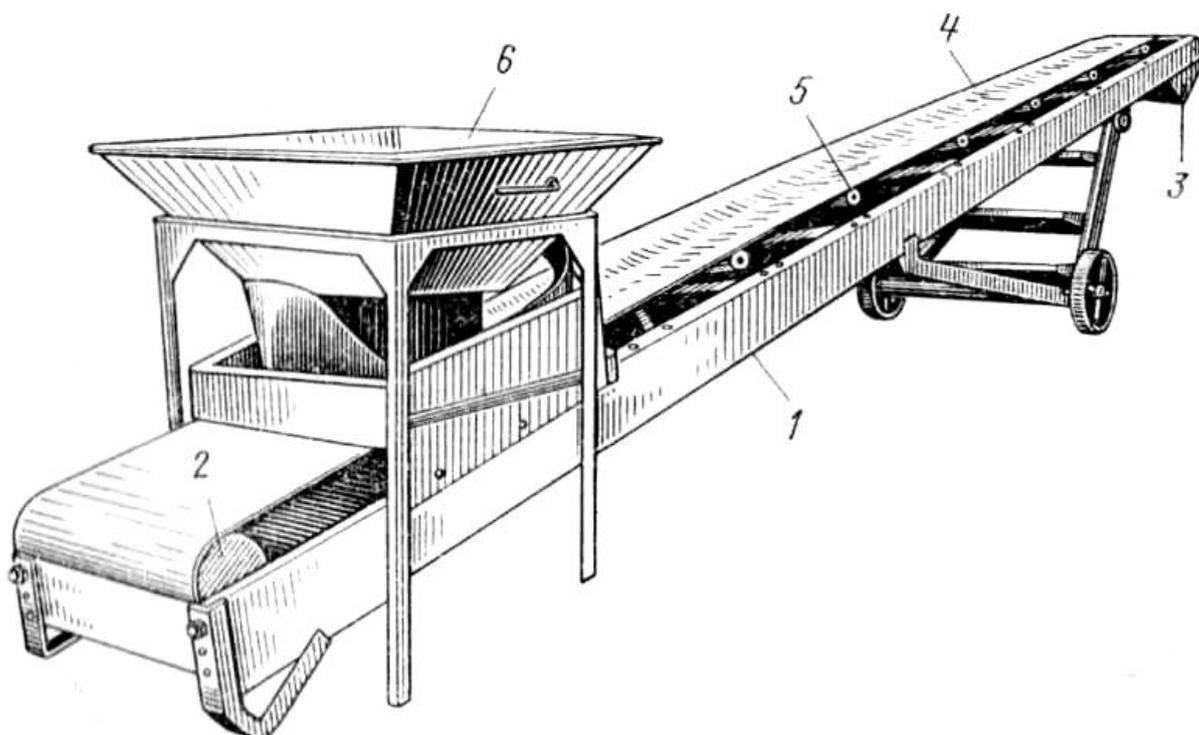


Рис. 9. Ленточный передвижной конвейер

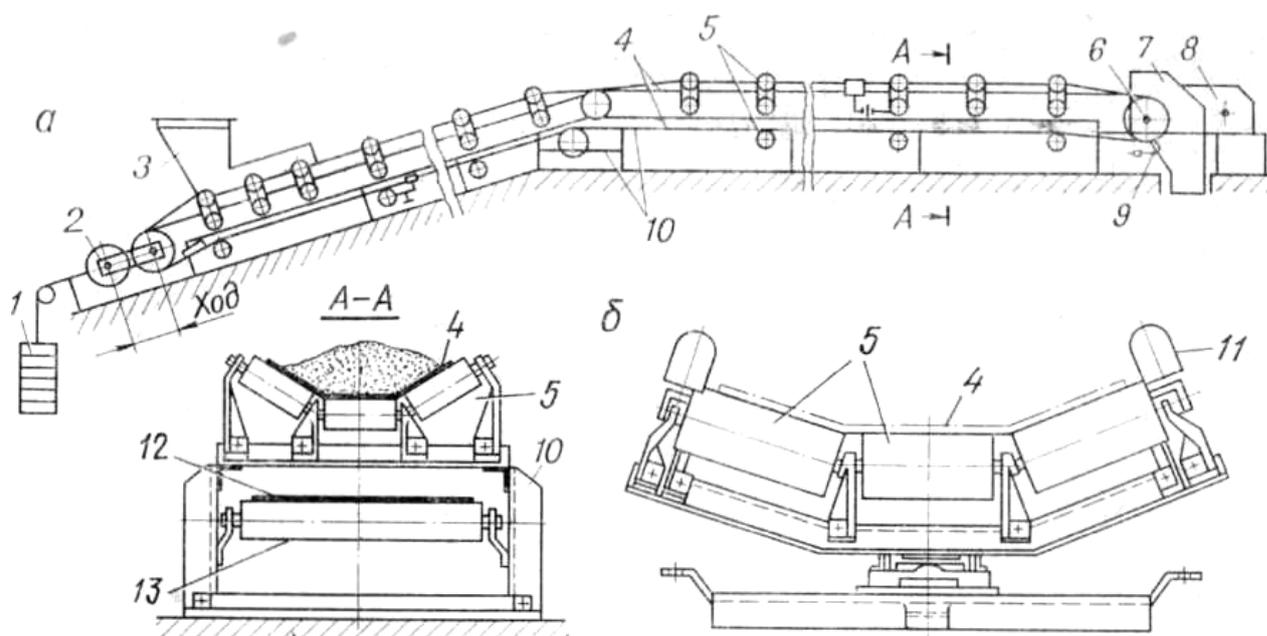


Рис. 10. Стационарный ленточный конвейер

а — общий вид; *б* — роlikоопора; 1 — натяжной груз; 2 — натяжной барабан; 3 — загрузочная воронка; 4 — лента; 5 — роlikоопоры; 6 — приводной барабан; 7 — разгрузочное устройство; 8 — привод; 9 — очистительное устройство для ленты; 10 — рама; 11 — дефлекторный ролик; 12 — холостая (обратная) ветвь ленты; 13 — ролик холостой ветви ленты.

В Советском Союзе стационарные ленточные конвейеры выпускают по ГОСТ 10624—63 с шириной ленты от 400 до 2000 мм. Скорость ленты составляет от 0,8 до 2 м/с. Производительность ленточных конвейеров колеблется от 40 (для ленты шириной 400 мм) до 2360 м³/ч (для ленты шириной 2000 мм).

Передвижные и переносные ленточные конвейеры выпускают длиной 5—15 м. Ширина ленты 400 и 500 мм; высота разгрузки до 5,7 м; скорость ленты 0,8 — 1,25 м/с. Вес переносных конвейеров не более 4500 Н, передвижных — не более 20000 Н. Производительность передвижных и переносных ленточных конвейеров колеблется от 50 до 200 м³/ч.



Рис. 11. Вилочный погрузчик Komatsu FG15-20

Основные характеристики

Погрузчики Komatsu грузоподъемностью 1.5-1.8 тонн серии AX созданы для эксплуатации в режиме интенсивных нагрузок.

Во всем мире Komatsu показали свою надежность и большой срок работы до капитального ремонта основных узлов и агрегатов составляющий 20000 моточасов. Кроме того, Komatsu представляет линейку мощных и безопасных двигателей на моделях этой грузоподъемности: бензиновых Nissan K15, дизельных Komatsu 4D92E.

Только погрузчики Komatsu имеют специально разработанный двигатель, обеспечивающий оптимальный баланс мощности и превосходных показателей по производительности. Поперечное сечение мачты было уменьшено, а внутренний размер увеличен для превосходного фронтального обзора, что способствует уменьшению зон невидимых для оператора. На машинах обеспечен обзор концов вилок, а так же оптимизирован обзор панели приборов. Сдвоенный насос обеспечивает работу рулевого управления и подъемного механизма независимо друг от друга. Гидравлическая система Komatsu на холостой работе двигателя обеспечивает большую скорость подъема груза, а система управления CAPS исключает лишние соединения узлов и передает точное направление движения на колеса.

Погрузчики Komatsu оборудуются различными типами мачт, в зависимости от требуемой высоты подъема и выполнения видов работ. Основные высоты подъема мачт 3.0 м, 3.3 м, 4.3 м, 4.5 м, 4.7 м, 5.0 м, 6.0 м. Широкий выбор навесного оборудования позволяет подобрать технику индивидуально под Ваши задачи.

Эксплуатационные характеристики

Грузоподъемность.....	1500 кг
Высота подъема вил.....	3000 мм
Общая длина (без вил).....	2240 мм
Общая ширина.....	1070 мм
Общая высота.....	2030 мм
Общий вес.....	2465 кг
Радиус разворота (внешний).....	1955 мм
Длина вил.....	920 мм
Скорость подъема без загрузки.....	640 мм/с
Максимальная скорость при полной загрузке.....	12 км/ч
Максимальная скорость без груза.....	15 км/ч
Тип двигателя*.....	бензиновый
Двигатель.....	Nissan K15

* - возможна дополнительная установка газового оборудования

Расчёт необходимого числа транспортных единиц

Продолжительность одного цикла(рейса):

$$T_{ц} = t_n + \frac{L_{ср}}{v_{гр}} + t_p + \frac{L_{ср}}{v_x} = 120 + \frac{150}{12} + 100 + \frac{150}{15} = 242.5 \text{ сек};$$

где t_n – время погрузки (с учетом времени на сцепку и маневрирование),с;

$L_{ср}$ – средняя длина пути перемещения, м;

$v_{гр}$ и v_x – скорость перемещения с грузом и без груза, м/с;

t_p – время разгрузки (включая расцепку и маневр).

Часовая производительность

$$Q_x = \frac{3600 \cdot m \cdot K_r \cdot K_b}{T_{ц}} = \frac{3600 \cdot 1,5 \cdot 0,6 \cdot 0,75}{218,6} = 10,02$$

где m – наибольшая полезная грузоподъемность транспортной единицы, т;

K_r – коэффициент использования грузоподъемности (0,6 – 1,0);

K_b – коэффициент использования машины во времени (0,75 – 0,85);

Требуемое число машин:

$$n = \frac{1,15 \cdot Q_{тр}}{Q_x} = \frac{1,15 \cdot 8}{10,02} = 0,91 \text{ шт. принимаем значение } 1$$

Требуемое количество машин 1 шт.

где $Q_{тр}$ – количество грузов, которое требуется переместить в час, т/ч;

1.15 – инвентарный коэффициент, учитывающий выход агрегатов в ремонт и пр.

7. ЭКОЛОГИЯ

Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов в условиях бурного роста промышленного производства стала одной из актуальных проблем современности. В процессе материального производства на предприятиях многих отраслей образуются многотоннажные отходы, которые в виде газопылевых выбросов, сточных вод, твердых отходов попадают в различные части биосферы и загрязняют атмосферный воздух, водный бассейн, наносят вред растительности, животному миру, а также здоровью человека. Все это вызывает необходимость разработки мероприятий по охране здоровья населения, создания требуемых санитарно-гигиенических условий в результате предотвращения загрязнения окружающей природной среды.

Из-за отсутствия в настоящее время современных высокоэффективных технологий по очистке воды и воздуха в водные объекты республики ежегодно сбрасывается около 300млн.м³ загрязненных сточных вод, а в атмосферу выбрасывается около 4 млн.тонн вредных веществ.

Дальнейшее ухудшение состояния окружающей среды может привести к далеко идущим отрицательным последствиям для человечества. Поэтому, охрана природы, защита её от загрязнений является одной из важных проблем современности. Решение этих проблем базируется с одной стороны на использовании и внедрении эффективных способов и установок для очистки и обезвреживания вредных веществ в промышленных выбросах. С другой стороны, на разработке основных принципов создания безотходных технологических производств.

Эффективному решению вопросов и проблем охраны окружающей среды способствует хорошая правовая база. За годы независимости в Республике Узбекистан были приняты законы «Об охране природы» - 9 декабря 1992г., «Об охране атмосферного воздуха» - 27 декабря 1996г., закон «О воде и водопользовании» - 6 мая 1993г., закон «Об отходах» - 5 апреля 2002г. «Закон об экологическом контроле» - 12 ноября 2013г.

Предприятие ООО «Жухал калин когоз» является производителем картона и другой бумажной продукции. Основными выбросами в производственном процессе являются газопылевые выбросы, сточные воды, загрязненные щелочами, кислотами, взвешенными веществами и растворенными клеями, а также твердые отходы.

Для очистки вентиляционных выбросов от газов применяются методы:

- абсорбции, т.е. поглощение газов жидкостями;
- адсорбции, т.е. поглощение газов пористыми твердыми телами;
- каталитические;
- термические.

Методы очистки от пыли делятся на следующие виды:

- механические (гравитационные, инерционные, центробежные);

- мокрые методы очистки, основанные на смачивании частиц пыли жидкостями;
- фильтрование;
- очистка с пощью звука или ультразвука.

Источники выброса газов или пылей в атмосферу	Состав газопылевых выбросов	Количество выделяемых выбросов, м3/час		Количество газопылевых выбросов, м3/час		ПДВ мг/с	Применяемые методы очистки, очистные установки	Рекуперация газопылевых выбросов
		Газообразных	пылевых	Поступающих в атмосферу без очистки	Подаваемых на очистку			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Процессы размола целлюлозы, дисковые и	Пыль целлюлозы, древесная пыль	-	200	-	200	1,38	Центробежный метод, фильтрование.	Улавливается и используется в произво

Для очистки сточных вод применяются механические, физико-химические, биологические методы.

В технологическом процессе производства писчей бумаги основным сырьем является сульфитная целлюлоза, хлопковая целлюлоза, древесная масса, канифоль, каолин и красители.

В цехе по изготовлению писчей бумаги в процессе размола целлюлозы в атмосферный воздух выбрасывается целлюлозная пыль, которая с помощью вентиляционной системы подаётся на очистку. Очистка проводится в циклонах и далее в матерчатых фильтрах.

8 таблица

Газопылевые выбросы производства в атмосферу и их очистка

конические мельницы							Циклон, фильтр	дстве
------------------------	--	--	--	--	--	--	-------------------	-------

Предельно-допустимые выбросы рассчитываются по формуле:

$$\hat{A} = \frac{\hat{E} \cdot \sqrt[3]{V \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n} = \frac{6 \cdot 10^2 \cdot \sqrt[3]{0,5 \cdot 5}}{200 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 1} = 1,38 \hat{a} / \hat{n}$$

9 таблица

Потребление воды производством (цехом, участком)

Источники водоснабжения	Норма водопотребления, м3/час		Объем оборотной воды, м3/час	Экономия чистой воды, %
	проектная	фактическая		
1	2	3	4	5
Городская сеть	340	60	280	82%
Для производственных нужд				
Для бытовых нужд	0,25	0,25	-	-

10 таблица

Сточные воды и их очистка

Виды сточных вод	Объем сточной воды, м3/час		Состав загрязнений, г/л	Методы очистки	Очистные аппараты и сооружения	Пути использования очищенной воды
	Очищаемой	Сбрасываемой				
1	2	3	4	5	6	7
Процесс варки целлюлозы	340	60	Взвешенные вещества, клей, канифоль, красители	Отстаивание, нейтрализация, коагуляция, биологический метод	Отстойник, нейтрализатор, азротенк, биологические пруды	Используется в оборотном водоснабжении
Бытовые стоки	-	0,25	биологические загрязнители	-	-	Сброс в канализацию

Твердые отходы производства и их утилизация

Наименование процесса	Вид отходов	Кол-во отходов на ед.гот. продукции	Состав отходов		Использование отходов		Неиспользуемые отходы и способы их обезвреживания
			Содержание основного компонента	Содержание примеси	На своем предприятии, кол-во	Реализация, кол-во	
1	2	3	4	5	6	7	8
Процесс изготовления писчей бумаги	Обрезки	25 кг/т	Писчая бумага	клей	100% Используется в качестве макулатуры	-	-
Очистка сточных вод	Шламы водоочистки	0,8кг/м ³	Целлюлозосодержащие вещества	Клей, связующие, канифоль, красители	-	Передаётся на строительные предприятия	Используется в качестве добавки в стройматериалы

8. ГРАЖДАНСКАЯ ЗАЩИТА

Республика Узбекистан расположена в Центрально-азиатском регионе с территорией 447,4 км², населением более 28 млн. человек. Столица Республики Узбекистан город Ташкент.

На основании указа Президента Республики Узбекистан от 4 марта 1996 года № УП-1378 «Об образовании министерства по чрезвычайным ситуациям» создано Министерство по чрезвычайным ситуациям (МЧС).

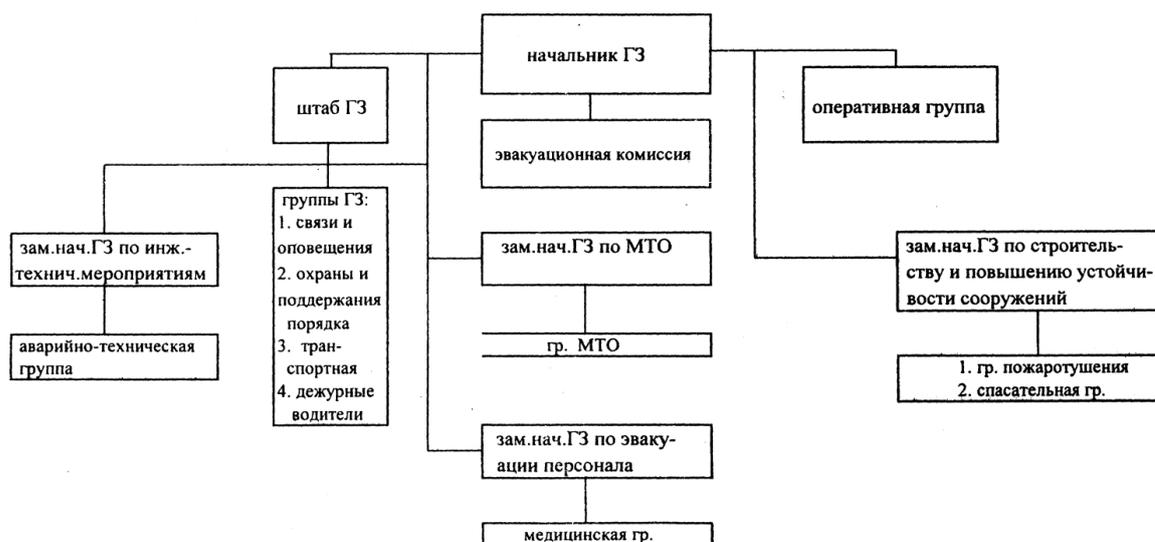
Основной целью министерства является - защита населения и территорий нашей страны в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера, предупреждение и при возникновении ликвидация их последствий, разработка мероприятий по защите населения и территорий и на этой основе координация совместных действий соответствующих государственных систем, доведение до населения широких понятий о чрезвычайных ситуациях, обучение их правильным действиям при чрезвычайных ситуациях и широкая пропаганда сведений такого характера.

Министерство имеет ряд структурных и территориальных подразделений, в которые входят Управления по чрезвычайным ситуациям Республики Каракалпакстан, областей республики и города Ташкента. А в институте гражданской защиты министерства проходят переподготовку, повышают свои знания и квалификацию в области гражданской защиты, не только сотрудники этой профессии, но и все специалисты, работающие ответственными работниками на республиканском уровне. В Министерстве действуют Республиканский многопрофильный центр быстрого реагирования, специальный отряд быстрого реагирования, поисково-спасательные отряды «Резак» и «Камчик», которые могут оказывать любую помощь нашим гражданам в любых ситуациях.

ООО «Жухал калин когоз» является производителем писчей бумаги. Расположен по адресу: Узбекистан, Ташкент

Для ликвидации последствий ЧС природного и техногенного характера, а также для проведения спасательных и других неотложных работ на ООО «Жухал калин когоз» созданы следующие формирования ГЗ из числа рабочих и служащих.

Организация гражданской защиты на ООО «Жухал калин когоз»



Все формирования оснащены необходимой техникой, материально-техническими средствами согласно норм с учетом особенностей объекта.

Для каждого формирования разработаны «План проведения в готовность» по которым проводятся тренировки личного состава, а также все формирования участвуют на объектовых тактико-специальных учениях и учебных мероприятиях проводимых штабом ГЗ и службами города.

Командир формирования является прямым начальником всего личного состава и несёт ответственность за подготовку, дисциплину и моральное состояние подчиненного л/с, поддержание постоянной готовности и своевременное выполнение поставленных задач, за сохранность имущества.

Для каждого формирования разработаны «План проведения в готовность» по которым проводятся тренировки личного состава, а также все формирования участвуют на объектовых тактико-специальных учениях и учебных мероприятиях проводимых штабом ГЗ и службами г. Ташкент.

Согласно постановлению Каб. Мин. Р.Уз. № 455 на предприятие ООО «Жухал калин когоз» возможны следующие чрезвычайные ситуации (ЧС):

1. ЧС техногенного характера. Нарушение технологического процесса может привести к авариям, пожарам, взрывам. Неисправность оборудования и приборов,. Возможно образование в помещениях, аппаратах, газопроводах, колодцах взрывоопасных смесей с воздухом и при этом различных источников возгорания.

2. ЧС природного характера. Возможны землетрясения, бури, ураганы, наводнения, вспышки опасных инфекционных заболеваний.

На ООО «Жухал калин когоз» в качестве основного и вспомогательного сырья применяют сульфитную целлюлозу, хлопковую целлюлозу, древесную массу, канифоль, каолин и красители. Данное сырье не является опасным и ядовитым. Однако для проклейки в качестве гидрофобизирующих добавок применяют водные дисперсии реакционноспособных синтетических веществ

на основе жирных кислот. В качестве проклейки используют канифоль. Они относятся к веществам 2 класса опасности. Поэтому при работе с ним требуется соблюдать осторожность. При работе с ними используются следующие защитные средства: химические брызгозащитные очки для защиты глаз, резиновые перчатки или перчатки с прорезиненной поверхностью для защиты рук, для защиты тела — химически-стойкая одежда пропитанная винилом или прорезиненные костюмы.

Оповещение и ликвидация последствий аварий и катастроф природного и техногенного характера осуществляется согласно плана ГЗ и плана основных мероприятий ООО «Жухал калин когоз»

Оповещение осуществляется с помощью специальной аппаратуры, комплекса технических средств связи и сигнализации. Оповещение включает: передачу информации об опасности работникам, находящимся на рабочих местах; передачу им распоряжений и инструкций; принятие сообщений от работников на диспетчерском пункте; осуществление двухсторонней громкоговорящей связи диспетчера с работниками. Основной вид оповещения — аварийная громкоговорящая связь. Вспомогательную роль привлечения внимания работающих к передаче важного сообщения выполняет звуковая, световая сигнализация.

Рабочие и служащие ООО «Жухал калин когоз» обеспечены СИЗ, спецодеждой и спецобувью. Перчатки, спецодежда, спецобувь, средства защиты, респиратор ШБ-1 "Лепесток" или ватно-марлевая повязка выдаются рабочим бесплатно.

При возникновении ЧС на предприятии ООО «Жухал калин когоз» приступают к ликвидации последствий аварий и катастроф природного и техногенного характера.

Производят аварийное отключение системы обеспечения предприятия, оказывают медицинскую помощь пострадавшим, производят эвакуацию рабочих и служащих.

Готовые листы писчей бумаги укладываются укладчиком в кипы и хранятся на складе готовой продукции при относительной влажности воздуха до 80%; температуре не ниже 18 °С и нормальном атмосферном давлении.

9. ОХРАНА ТРУДА

Охрана труда в широком смысле слова - это система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

Охрана труда как институт трудового права - это совокупность норм, направленных на обеспечение условий труда, безопасных для жизни и здоровья работников. Как правовой институт охрана труда включает в себя нормы, устанавливающие права и обязанности работников и работодателей по вопросам безопасности и гигиены труда, а также конкретизирующие их с помощью правил и инструкций по охране труда; специальные нормы о компенсациях для лиц, работающих в тяжелых, вредных или опасных условиях; нормы об охране труда женщин, несовершеннолетних работников, лиц с пониженной трудоспособностью; нормы, регулирующие организацию работы по охране труда; правила расследования и учета несчастных случаев на производстве.

ООО «Жухал калин когоз» согласно СН-245-71 и СНИП 2.01.03.96 относится к III классу помещений по вредности при этом предусмотренная санитарно-защитная зона составляет 300м. Предприятие расположено с подветренной стороны к ближайшему населённому пункту, что способствует рассеиванию вредных выбросов и исключает попадание их в жилой район.

К основному сырью и материалам для получения писчей бумаги относятся:

- сульфитная целлюлоза;
- хлопковая целлюлоза;
- древесная масса;
- канифоль; каолин;
- красители;

ООО «Жухал калин когоз» спроектировано согласно СНИП 2.01.01-83 с учётом «розы ветров», во избежание попадания нежелательных выбросов на территорию жилого массива предприятие расположено с подветренной стороны относительно жилого района.

Для производства писчей бумаги на ООО «Жухал калин когоз» производят следующие операции:

- размол целлюлозы;
- очистка массы от песка и примесей;
- изготовление бумаги на бумагоделательной машине;

На оборудование ООО «Жухал калин когоз» разработаны и изложены меры безопасности при его эксплуатации согласно ГОСТ 12.003-91 и СНИП 3-05-05-98.

Агрегаты, аппаратура и другое оборудование расположены таким образом, что к ним обеспечен свободный доступ, также производится их систематическая очистка и мытьё.

Большое значение АО ООО «Жухал калин когоз» имеет защита рабочих и служащих от негативного воздействия шума и вибрации. Согласно СанПиН 01.20-01 и СанПиН 01.21-01, для исключения отрицательного влияния на окружающую среду шумов и вибраций предусмотрены мероприятия направленные на шумоподавление и виброизоляции.

- правильная эксплуатация оборудования, своевременное его освидетельствование и проведение профилактических ремонтов ;
- своевременная смазка вращающихся частей машин и механизмов;
- применение СИЗ от шума и вибрации;
- применение виброгасящих устройств и покрытий невибрирующих коммуникаций;
- ликвидация и ослабление шума непосредственно в источнике образования.

Во всех производственных и подсобных помещениях ООО «Жухал калин когоз» приняты меры к максимальному использованию естественного освещения. Световые проемы не загромождаются производственным оборудованием, готовыми изделиями, сырьем и т.п. как внутри, так и вне здания. Естественное освещение производственных помещений отвечает требованиям строительных норм и правил СНиП 2-01-05-98, СНиП-2-4-79. Остекленная поверхность световых проемов (окон, фонарей и т.п.) очищается от пыли и копоти по мере загрязнения, но не реже 1 раза в квартал.

Искусственное освещение в цехах является комбинированным и соответствует действующим строительным нормам и правилам. Осветительные приборы и арматура содержатся в чистоте и протираются по мере надобности, но не реже 1 раза в неделю. Светильники местного освещения имеют конструкцию и расположение, обеспечивающие отсутствие прямых и отраженных бликов. Применение переносных ламп и расположение светильников непосредственно под открытым оборудованием не допускается.

Помещения ООО «Жухал калин когоз» обеспечены механической и естественной приточно-вытяжной вентиляцией в соответствии с действующими строительными нормами и правилами. Для правильного проведения аэрации производственных зданий составлены подробные инструкции, учитывающие метеорологические условия в различные периоды года и направления ветров.

Вентиляционные установки не создают шума, превышающего допустимые нормы.

В холодный и переходные периоды года на ООО «Жухал калин когоз» предусмотрено центральное отопление.

С повышением уровня механизации и автоматизации процессов на ООО «Жухал калин когоз» расширяются профилактические мероприятия против поражения обслуживающего персонала электрическим током.

Защита от поражения электрическим током включает комплекс специальных мероприятий, осуществляемых при монтаже и периодически проводимых при ремонте оборудования. Основными из них являются

правильная установка электрооборудования, надежное заземление всего стационарного технологического, транспортного и энергетического оборудования, а также металлических площадок и конструкций. Для заземления к оборудованию и конструкциям приваривают металлические шины, по которым отводится в землю электрический ток, случайно попавший или возникший в оборудовании.

При всех условиях защита от поражений электрическим током предусматривает правильную эксплуатацию электрооборудования в соответствии со специальными инструкциями, разрабатываемыми для каждого рабочего места.

Персонал предприятия ООО «Жухал калин когоз» обеспечен средствами индивидуальной защиты (СИЗ), спецодеждой и спецобувью.

Для защиты органов дыхания применяют респираторы ШБ-1 «Лепесток», респираторы противопылевые В-62-111.

На территории предприятия ООО «Жухал калин когоз» расположены санитарно-бытовые комнаты согласно СНиП 2.05.12-91. Сюда относятся помещения для отдыха, обезвреживания одежды, медицинский пункт, столовая, уборные, душевые, места для курения.

Согласно СНиП-2.01.02-85 ООО «Жухал калин когоз» по пожаро-взрывоопасности относится к категории «В».

ООО «Жухал калин когоз» по пожароопасности относится к классу П-2а, по взрывоопасности относится к классу В-2а

Согласно СНиП 2.09.02-85 ООО «Жухал калин когоз» построен из негорючих и трудногорючих материалов таких как огнеупорный кирпич, стальные арматуры железобетонных конструкций и т.д.

Согласно нормам и правилам ООО «Жухал калин когоз» относится к II степени огнестойкости

При проектировании и строительстве ООО «Жухал калин когоз» согласно СНиП 2.090.4-87, СНиП 2.090.2-85 и СНиП 2.02.12-98 были предусмотрены эвакуационные пути и выходы на случай возникновения в здании пожара или аварии. Эвакуационные пути обеспечивают безопасность движения людей по ним за минимальное количество времени. В цеху по производству сырокопчёной колбасы предусмотрено 2 эвакуационных выхода.

Согласно СНиП-2.04.02-85 на ООО «Жухал калин когоз» предусмотрено противопожарное водоснабжение, применяемое для ликвидации пожаров на предприятии. Цеха завода за исключением электрощитовой обеспечиваются противопожарным водопроводом с установкой на нем пожарных гидрантов, доступ к которым всегда открыт. Пожарные краны во всех помещениях оборудованы стволами и рукавами, заключенными в шкафчики. Шкафчики закрыты и опломбированы. Дверцы шкафчиков легко открываются.

Производственные и подсобные помещения ООО «Жухал калин когоз» снабжены первичными средствами пожаротушения. Противопожарный инвентарь размещается на территории предприятия на

отведённых и подготовленных для этой цели местах с учётом пожарной опасности производства в строго установленном количестве. В помещениях цехов установлены ящики с сухим просеянным песком. При ящике с песком находятся лопата (совок). Используемые на ООО «Жухал калин когоз» огнетушители: ОХП-10, ОУ-2.

С целью своевременного оповещения о возникновении ЧС (пожара) на ООО «Жухал калин когоз» согласно СНиП 2.04.09-84 и ГОСТ 12.002-89 в производственных помещениях предусмотрена сигнализация, телефонная связь. Также в цеху установлены тепловые извещатели, которые срабатывают на повышение температуры окружающей среды, типа АТП-3.

Общественный пожарный надзор на ООО «Жухал калин когоз» возложен на добровольную пожарную дружину (ДПД) состоящую из числа рабочих и ИТР. Они занимаются разработкой плана эвакуации при пожаре, разработкой инструкции регламентирующего действия административно-технического и обслуживающего персонала на случай пожара.

Согласно СНиП 2.01.03-96 на ООО «Жухал калин когоз» предусмотрена защита от молний. ООО «Жухал калин когоз» соответствует III категории по молниезащите.

10. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1. Производственная программа содержит наименование выпускаемой продукции в натуральном и стоимостном измерении, в соответствии с темой выпускной работы.

2. Расчет прямых и материальных затрат. Сырье за вычетом возвратных отходов – основные затраты. **Вспомогательные материалы, топливо, электроэнергия, вода, газ, холод и т.д.** Транспортные затраты (транспортные услуги по перевозке грузов, сырья, материалов, инструментов, заготовок и др.). Затраты на оплату труда производственного характера.

А) Прямые – заработная плата основных рабочих с отчислениями на социальное страхование в размере 25% от фонда оплаты труда.

Б) Косвенные – заработная плата вспомогательных, обслуживающих рабочих, оплата труда работников цеха с отчислениями на социальное страхование – 25%.

Прочие затраты производственного назначения, включая накладные расходы, в т.ч. амортизация основных производственных фондов и материальных активов.

3. Калькуляция себестоимости продукции – определение себестоимости продукции в пересчете на единицу и годовой объем выпуска продукции.

Расчет расходов периода, прибыли, рентабельности продукции, оптовой договорной цены с учетом акцизного налога (если предусмотрено) и НДС.

4. Основные технико-экономические показатели производства продукции.

Производственная программа – выпуск продукции в натуральном выражении и стоимостном измерении по переработке композиционной бумаги на предприятии «Жухал калин коғоз», производственная мощность составляет 5000 тонн в год.

**Производственная годовая программа – выпуск продукции в
натуральном выражении и стоимостном измерении на предприятии
«Жухал қалин қоғоз»**

Таблица 12

№	Наименование продукта	Ед. измере- ния	Цена ед. сум	Годовой выпуск	
				В нат. выраж.	В стоим. выражении тыс. сум
1	2	3	4	5	6
1	Композиционная бумага	тн	200.000	5000	1.000.000.000
Итого:			200.000	5000	1.000.000.000

Калькуляция себестоимости продукции

Годовой выпуск – 5000

Калькулируемая ед.измерения продукции – тонн

Таблица 13

№	Наименование статей затрат	Стоимость	
		Единицы, сум/шт	Годовой выпуск тыс.сум
1	2	3	4
1	Сырье и прямые материальные затраты	103000	515000000
2	Прямые затраты на труд	26850	134250000
	а) затраты на рабочих	20138	100690000
	б) отчисление на соц. страхование	6712	33560000
3	Косвенные затраты на материалы	5640	28200000
4	Косвенные затраты на труд	2040	102000000
5	Амортизация оборудования	12430	621500000
6	Прочие расходы производственного назначения	9640	482000000
7	Производственная себестоимость	159600	798000000
8	Расходы периода	21500	107500000
9	Общие затраты	181100	905500000
10	Прибыль	35400	177000000
11	Рентабельность производства	22	22
12	Свободно-отпускная цена	200000	1000000000
13	Розничная цена продукции	350000	1750000000

Основные технико-экономические показатели производства.

Таблица 14

№	Наименование показателей	Ед. измер.	Показатели проекта
1	2	3	4
1	Годовой выпуск продукции: а) в натуральном выражении б) стоимость товарной продукции	тн тыс. сум	5000 1000000000
2	Себестоимость единицы продукции	сум/ед	159600
3	Себестоимость годового выпуска продукции	тыс. сум	79800000
4	Оптово-отпускная цена ед. продукции (без НДС)	сум/ед	200000
5	Необходимая прибыль	тыс. сум	177000000
6	Рентабельность продукции	%	22
7	Зарплата рабочего за месяц	сум	800000
8	Зарплата цехового персонала за месяц	сум	960000
9	Удельный вес материальных затрат в с/с продукции	%	64

Калькуляция

№	Наименование расчета	Формула
1)	Себестоимость	Сумма затрат
2)	Прибыль– разница между выручкой и затратами.	$П = (O_{отп} - c/c) \times M$ М – масштаб производства O _{отп} – отпускная цена
3)	Рентабельность	$P = \frac{П}{c/c} \times 100\% ;$ П – прибыль c/c – себест. продукции, сум
4)	Розничная цена	O _{отп} x НДС
5)	Удельный вес материальных затрат	$\frac{\sum \text{мат.зат.}}{c/c} \times 100\%$

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va oliy janob xalqimiz bilan birga quramiz. T.: “O‘zbekiston”. 2017.488 bet.
2. Кадыров Б.Г., Ташпулатов Ю.Т., Примкулов М.Т., Технология хлопкового линта, целлюлозы и бумаги. Ташкент Изд. «Фан Академии наук РУзб.» 2005 г.
3. Рахмонбердиев Ф.Р., Примкулов М.Т., Тошпулатов Ю.Т. Основы целлюлозно-бумажной технологии. –Т.: “Алокачи”, 2009 г.
4. Примкулов М.Т., Гулямова Н.С. Машины и аппараты целлюлозно-бумажного производства –Т.: “Фан ва технология”, 2011 г.
5. Рахмонбердиев Ф.Р., Примкулов М.Т.Сборник практических и лабораторных задач по целлюлозно-бумажной промышленности. – Ташкент: Ўқитувчи, 2011 г.
6. Смоляницкий Б.З. Переработка макулатуры. - М.: Лесная промышленность, 1980 г.
7. Гаузе А.А., Гончаров В.Н., Кугушев И.Д. Оборудование для подготовки бумажной массы: учебник для вузов. - М.: Экология, 1992.
8. Технология целлюлозно-бумажного производства. В 3 т. Т.І. Сырье и производство полуфабрикатов. - СПб.: Политехника, 2004 г.
9. 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 г.
10. Ванчаков М.В., Кишко А.В. Теория и конструкция оборудования для подготовки макулатурной массы: учебное пособие/СПбГТУРП. - СПб, 2003 г.
11. www.производства-бумага.ru.
12. www.целлюлоза-бумаги.ru
13. www.переработка бумаги и картона.ru
14. www.google.ru