

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

**ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**Проект цеха по производства картон мощностью 10000 т/г**

**Саидов Бобуржон**

**Научный руководитель:  
Доц. Акмалова Г.Ю.**

**Ташкент - 2017**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b> .....	4
<b>2. Основная часть</b> .....	6
2.1. Свойства целлюлозы.....	6
2.2. Общие сведения о варочных растворах.....	7
2.3. Отбелка целлюлозы.....	8
2.4. Переработка бумаги и картона.....	9
2.5. Этапы технологического процесса переработки бумаги.....	11
2.6. Технология производства парафинированной бумаги. Технологические схемы.....	14
2.7. Технологические схемы переработки макулатуры для производства упаковочных видов бумаги и картона.....	15
2.8. Технологические схемы переработки макулатуры для производства картона для плоских слоев и бумаги-основы для гофрирования.....	16
2.9. Технологические схемы переработки макулатуры для производства коробочного картона.....	19
2.10. Технологические схемы переработки макулатуры для производства санитарно-бытовых видов бумаги.....	20
2.11. Технологические схемы переработки макулатуры для производства писче-печатных видов бумаги.....	21
2.12. Схема подготовки макулатурной массы для производства санитарно-гигиенической бумаги среднего качества.....	26
2.13. Схема подготовки макулатурной массы для производства санитарно-гигиенической бумаги высокого качества из макулатуры и целлюлозы схема подготовки массы из макулатуры.....	26
2.14. схема подготовки массы из привозной целлюлозы.....	27
<b>3. Технологическая часть</b> .....	31
3.1. Бумагоделательная машина для выработки писчепечатных видов бумаги.....	31
3.2. Описание работы бумагоделательной машины.....	32
3.3. Характеристики оборудования подготовки массы гидроразбиватель.....	36
3.4. Вибросито.....	37
3.5. Многофункциональная мельница.....	38
3.6. Промывная установка.....	38
3.7. Очистители легких включений.....	39

3.8. Мешалки.....	39
3.9. Размол.....	40
3.10. Очистка бумажной массы.....	40
3.11. Изготовление писчей бумаги на бумагоделательной машине.....	41
3.12. Основные потребительские свойства расчёт и подбор оборудования.....	50
3.13. Расчёт расхода теплоты и пара на сушку бумаги.....	54
3.14. Расчёт вентиляции зала бумагоделательных машин.....	57
3.15. Расчёт привода.....	58
3.16. Режим работы производства.....	60
3.17. Выбор ассортимента.....	60
3.18. Разбивка ассортимента.....	61
3.19. Расчёт сырья.....	62
3.20. Особенности технологии производства писчей бумаги.....	64
3.21. Расчёт расхода канифоли, применяемой для изготовления писчей бумаги.....	65
3.22. Расчёт расхода каолина (т/сут).....	65
3.23. Расчёт оборудования.....	67
3.24. Расчёт количества оборудования.....	68
3.25. Расчёт оборудования.....	71
3.26. Показатели использования материалов и энергии на 1 тонну бумаги (на машину).....	72
<b>4. Принцип работы основного оборудование.....</b>	<b>73</b>
4.1. Гидроразбиватель.....	73
<b>5. Энергетическая часть.....</b>	<b>76</b>
5.1. Расход электроэнергии на оборудование.....	76
<b>6. Транспортная часть.....</b>	<b>78</b>
6.1. Ленточные конвейеры.....	78
<b>7. Экология.....</b>	<b>82</b>
<b>8. Гражданская защита.....</b>	<b>85</b>
<b>9. Охрана труда.....</b>	<b>88</b>
<b>10. Охрана окружающей среды.....</b>	<b>93</b>
<b>11. Экономическая.....</b>	<b>95</b>
<b>12. Список использованной литературы.....</b>	<b>98</b>

## 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».

Увеличение объема научной и технической информации и частая смена технологий, возникновение новых областей знаний на стыках наук также принципиально изменяет требования к молодым специалистам и задачи высшего образования. Становится главенствующим принцип «Образование через науку и практический опыт». Поэтому, как сказал Президент Республики Узбекистан И.А.Каримов, интеграция образования, науки и производства должна быть принята в основу новой политики образования и стратегии развития научно-образовательной системы республики.

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.

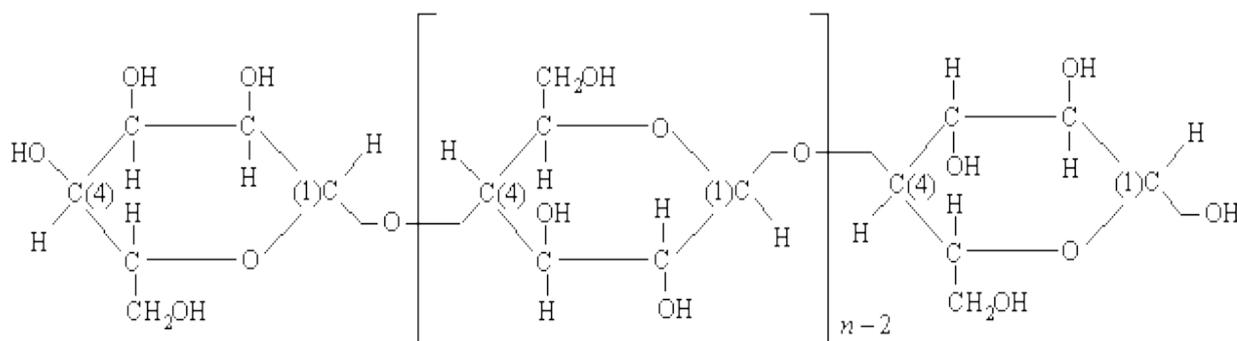
Наряде предприятий действуют технические условия и другая нормативная документация (ГОСТы), выработанная в соответствии с качеством вырабатываемой продукции и требованиями потребителей. Показатели качества писчей бумаги в соответствии с требованиями упомянутых стандартов представлены в таблице.

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

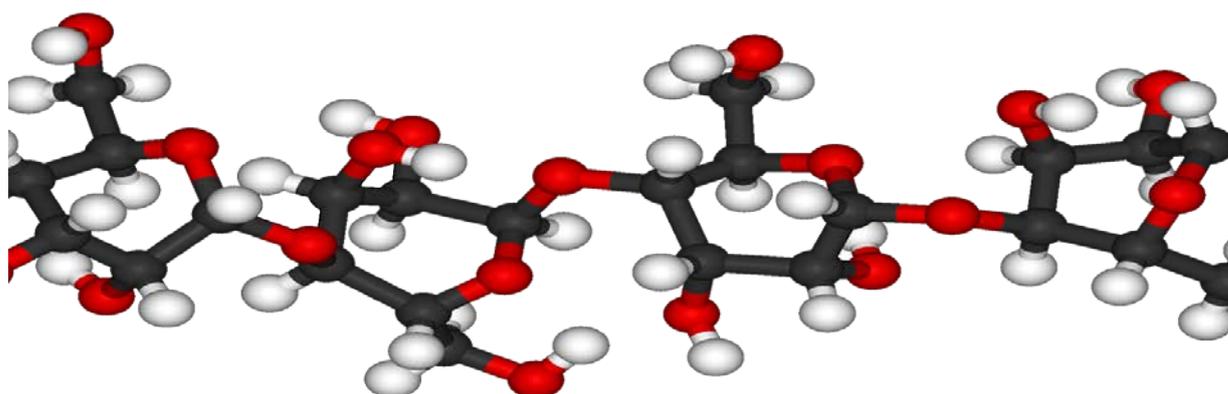
## 2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### 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  $\alpha$ -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<sup>0</sup> 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 щепа обрабатывается раствором, содержащим едкий натр и сульфид натрия.

## 2.2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВАРОЧНЫХ РАСТВОРАХ

Щелочную варку древесины и однолетних растений проводят водным раствором щелочи, активной частью которого является едкий натр (NaOH) в случае натронной варки; смесь едкого натра и сульфида натрия (NaOH + Na<sub>2</sub>S) в случае сульфатной варки; смесь едкого натра, сульфида, полисульфида и тиосульфата натрия (NaOH + Na<sub>2</sub>S + Na<sub>2</sub>S<sub>x</sub> + Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) в случае полисульфидной варки; смеси едкого натра или карбоната натрия с молекулярным кислородом в случае кислородно-щелочной и кислородно-содовой варки (NaOH + O<sub>2</sub>) или (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + O<sub>2</sub>).

Суммарное количество активной щелочи, выраженное в единицах Na<sub>2</sub>OH или Na<sub>2</sub>O и отнесенное в % к массе абсолютно-сухой (а.с.) щепы, называют расходом активной щелочи на варку.

Расход активной щелочи может быть также выражен в килограммах NaOH или Na<sub>2</sub>O на 1 т воздушно-сухой (в.с.) целлюлозы, полученной после варки. Расход щелочи на варку определяется свойствами исходного волокнистого сырья и требуемым качеством получаемого полуфабриката. Обычно расход активной щелочи составляет 10...16 % от массы однолетних растений и 15...30 % от массы древесины (в единицах NaOH).

В случае сульфатной варки помимо термина «активная щелочь» (NaOH + Na<sub>2</sub>S) иногда пользуются термином «эффективная щелочь», под которой следует понимать сумму NaOH + <sup>1</sup>/<sub>2</sub> Na<sub>2</sub>S, так как Na<sub>2</sub>S гидролизует на NaOH + NaSH.

В белом щелоке, кроме активной щелочи, содержится некоторое количество карбоната натрия (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) из-за неполного протекания реакции каустизации. Сумму активной щелочи и карбоната натрия называют общей

титруемой щелочью при сульфатной варке ( $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{CO}_3$ ) и  $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3$  - при натронной варке.

Кроме вышеназванных компонентов, в сульфатном и полисульфидном щелоках содержится сульфат натрия ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), остающийся в относительно небольших количествах в плаве от неполного его восстановления в процессе сжигания черного щелока. Реакция восстановления протекает на 94...98 %. Восстановителем является углерод растворенной в процессе варки древесины. Восстановление серы осуществляется в содорегенерационном котлоагрегате при сжигании упаренного черного щелока, когда основная часть минеральных солей высвобождается при выгорании органической части и накапливается в восстановительной зоне. Реакция восстановления характеризует работу котлоагрегата по степени восстановления. Реакция протекает в зоне высоких температур (900...1000 °C) с поглощением тепла и при недостатке кислорода воздуха

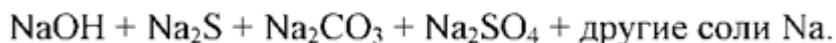


Сульфат натрия добавляют в черный щелок перед его сжиганием для восполнения неизбежных и случайных потерь щелочи в производственном цикле. Отсюда получил название и способ варки целлюлозы, а варочный раствор называют сульфатным белым щелоком, в котором содержится 20.35 % сульфида натрия, а сульфат натрия должен практически отсутствовать, чтобы варочный раствор соответствовал требованиям аналитического контроля и не вызывал накипеобразования.

Во всех белых щелоках содержатся в небольшом количестве силикат натрия ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ), алюминат натрия ( $\text{NaAlO}_2$ ) и хлорид натрия ( $\text{NaCl}$ ) от коррозии металлов и других источников.

Сумму всех солей натрия, содержащихся в белом щелоке, называют всей щелочью.

В сульфатном белом щелоке вся щелочь условно состоит из компонентов:



Состав сульфатного белого щелока характеризуется степенью активности, степенью каустизации, степенью сульфидности и степенью восстановления.

$$A_{\text{щ}} = \frac{\text{Na}_2\text{S} + \text{NaOH}}{\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{др. соли Na}}$$

### 2.3. ОТБЕЛКА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Полученная в оптимальном режиме варки целлюлоза после варки представляет собой бледно-коричневую массу. Для осветления цвета проведен процесс отбеливания целлюлозы. В качестве отбеливающего вещества

была использована перикс водорода ( $H_2O_2$ ), которая является экологически чистым и не токсичным жидким веществом.

Из литературных данных известно, что процесс отбели периксью водорода проводят при температуре  $70^{\circ}C$  в щелочной среде. Для определения оптимальной концентрации  $H_2O_2$  при отбелике целлюлозы, были проведены исследования зависимости белизны целлюлозы от содержания  $H_2O_2$  в отбеливающей смеси при выше указанных условиях. Полученные данные приведены в таблице 1.

*Таблица 1*

**Влияние условий отбелики на основные показатели целлюлозы**

Содержание, $H_2O_2$ , %	Белизна, %	Содержание $\alpha$ -целлюлозы, %	СП	Золь, %
0,5	62	90,0	1210	0,86
1,0	68	89,8	1180	0,84
1,5	72	89,6	1100	0,82
2,0	76	89,7	980	0,81
2,5	76,5	89,0	920	0,80
3,0	78	88,6	890	0,79

Из таблицы 1 следует, что с увеличением концентрации  $H_2O_2$  в отбеливающей смеси, белизна целлюлозы увеличивается от 62 до 78%. Содержание  $\alpha$ -целлюлозы уменьшается до 88,6 % и снижается СП целлюлозы до 980, что объясняется деструктирующим действием атомарного кислорода, образующегося при разложении молекулы перекиси водорода.

Увеличение концентрации перекиси водорода способствует снижению зольности целлюлозы. По-видимому, атомарный кислород окисляет неорганические вещества до максимальной степени окисления, которые являются более растворимыми в воде.

Как видно из таблицы, белизна целлюлозы с увеличением концентрации  $H_2O_2$  увеличивается до 76 % и далее увеличивается не значительно. Исходя из этого, для получения целлюлозы с достаточной белизной и высоким содержанием  $\alpha$ -целлюлозы, большей степени полимеризации за оптимальной концентрацией  $H_2O_2$  можно принять 2% в отбеливающей смеси.

## **2.4. 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.

## **2.5. ЭТАПЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ БУМАГИ**

На данный момент бизнес по переработке бумаги может принести неплохой доход своему владельцу. Главное – наладить сбор сырья для вторичной переработки и организовать технологический процесс, который состоит из нескольких этапов:



После сортировочной линии, где бумага отделяется от лишних материалов, она пакетируется с помощью пресса для отходов. На заводе по переработке бумаги спрессованные кипы подвергаются вымачиванию в специальных резервуарах-гидроразбивателях, которые являются важнейшим оборудованием. Сам процесс вымачивания называется роспуском макулатуры. Добавление во время вымачивания различных веществ позволяет добиться того, что бы частицы типографской краски и чернил больше не прилипали к волокнам.



Под воздействием воды и постоянно вращающегося винта бумажно-картонные кипы превращаются в жидкую волокнистую массу и освобождаются от посторонних тяжелых примесей. Песок, металлические изделия (скрепки, скобки), клей оседают на дно и попадают в так называемый грязесборник, откуда их периодически удаляют.

Для очистки бумажной массы пюреобразной консистенции также используют специальные сита, диаметр ячеек которых не превышает 10-12 мм. Проходя через мелкие отверстия, макулатурная масса освобождается от частиц размером в несколько миллиметров, например, кусочков пластика.

Химический процесс, благодаря которому от макулатурной массы отделяются различные примеси, называется "деинкингом". Для обесцвечивания целлюлозы (что позволяет сделать готовый продукт более чистым и белым) используют сплавные камеры: к бумажной массе добавляют кальцинированное мыло, а потом продувают воздухом. После того, как все красители убраны, осуществляется отбеливание волокон перекисью водорода. Согласно технологии переработки бумаги, очищение целлюлозного "пюре" происходит в несколько циклов, которые на выходе позволяют получить пригодное для производства бумаги и других бумажных изделий сырье.

Если перерабатываются обрезки белой бумаги, то проводить полную очистку нет необходимости, а уже после небольшого очищения они могут использоваться как заменитель целлюлозы. При необходимости к вторсырью добавляют целлюлозу свежего древесного волокна.



Следующий этап переработки макулатуры в бумагу – отделение прошедшей через сито целлюлозной массы от воды, доля которой составляет

около 95%. Остальные 5% - это и есть очищенные целлюлозные волокна. Высушенное и подготовленное к дальнейшей обработке сырье отправляется на бумагоделательные машины. В результате воздействия горячего пресса бумажные волокна переплетаются и скрепляются между собой, образуя бумажную полосу. Готовые полосы скручивают в рулоны и помещают на склад либо передают на следующую линию, где их режут на листы нужного размера.

Технологии переработки бумаги постоянно совершенствуются, а на рынок выходят новые изобретения, которые поражают своей оригинальностью. Взять, к примеру, японскую новинку – аппарат для изготовления туалетной бумаги. Его разработчики считают, что полезная машина будет востребована офисами компаний по всему миру, ведь количество накапливаемых ежедневно листов А4 со временем не уменьшается, а переработка офисной бумаги в современном мире стоит остро. Как работает этот чудо-аппарат? Все очень просто – загрузив в него 40 листов формата А4 и подождав 20 минут, вы получаете один абсолютно новый рулон туалетной бумаги! Конечно, цена этого устройства запредельно высокая – около 90 тыс. долларов, однако изобретатели утверждают, что он окупится уже за 3 года.

## **2.6. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПАРАФИНИРОВАННОЙ БУМАГИ. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ**

Технология переработки вторичного волокна в волокнистый полуфабрикат – более сложный процесс, чем подготовка первичного волокнистого полуфабриката (различные виды целлюлозы или МДМ (механическая древесная масса)), т.к. макулатурное сырье состоит из различных волокон и вспомогательных химических веществ, применяемых при производстве бумаги и картона, а также содержит значительное количество посторонних примесей. В зависимости от используемых методов переработки и марки макулатуры выход вторичного полуфабриката составляет 60–93%. Отходы переработки макулатуры подвергаются обезвоживанию и могут быть использованы для получения энергии и материальных ресурсов в других производствах. Общая технологическая схема переработки макулатуры включает системы обработки отходов и оборотной воды. При наличии в макулатуре небеленых волокон следует учитывать возможность повышения степени загрязненности производственной воды при химической обработке макулатурной массы (ММ). Основное внимание при проектировании технологических схем переработки макулатуры должно быть сосредоточено на их отличии от стандартных схем подготовки первичного волокна, используемых для производства бумаги и картона.

Технологические схемы подготовки макулатурной массы условно можно разделить на три типа:

1. для производства упаковочных видов бумаги и картона;

2. для производства санитарно-бытовых видов бумаги (СББ);
3. для производства писче-печатных видов бумаги.

Требования к качеству макулатурной массы из волокон небеленой целлюлозы и МДМ (коричневой ММ) для производства упаковочных видов бумаги и картона ограничивают содержание неразволокненных фрагментов исходного сырья, мелкого волокна, частиц липких веществ и зольных элементов. Основные свойства СББ – мягкость и впитываемость – обуславливают отсутствие в макулатурной массе частиц зольных элементов, печатной краски и липких веществ. Требования к качеству макулатурной массы из волокон беленой целлюлозы и МДМ (белой макулатурной массы) для производства писче-печатных видов бумаги предусматривают повышенные оптические свойства, отсутствие частиц печатной краски и липких веществ.

## **2.7. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ МАКУЛАТУРЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА УПАКОВОЧНЫХ ВИДОВ БУМАГИ И КАРТОНА**

Основной целью подготовки макулатурной массы для производства картона и упаковочных видов бумаги является достижение оптимальных показателей механической прочности, что особенно важно при использовании высокоскоростных бумагоделательных машин (БДМ). Сырьем для получения макулатурной массы, используемой для производства бумаги-основы для гофрирования и картона для плоских слоев гофрированного картона, является макулатура из тароупаковочных видов бумаги и картона, а также бытовых бумажных отходов. Достижение максимальной чистоты макулатурной массы позволяет избежать проблем с отложениями на оборудовании и, соответственно, исключение обрывов бумажного полотна. Получение макулатурной массы высокой чистоты осложняется неуклонным снижением качества макулатурного сырья. Увеличение содержания липких веществ и зольных элементов в исходном сырье и снижение прочности волокна характерны для предприятий Центральной Европы, которые в течение продолжительного времени (более 50 лет) перерабатывают макулатуру. Данные проблемы следует ожидать в ближайшие годы и предприятиям России. Дополнительные проблемы возникают с утилизацией постоянно увеличивающихся объемов твердых отходов и шлама. Необходимо адаптировать процесс подготовки макулатурной массы к новым условиям с учетом данных проблем. Совершенствование процесса переработки макулатуры предполагает включение в технологическую схему дополнительных операций и ступеней обработки макулатурной массы, оптимальное управление водопользованием и эффективную систему обезвоживания отходов и шлама.

## **2.8. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ МАКУЛАТУРЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КАРТОНА ДЛЯ ПЛОСКИХ СЛОЕВ И БУМАГИ-ОСНОВЫ ДЛЯ ГОФРИРОВАНИЯ**

Картон для плоских слоев гофрированного картона, полученный из макулатурной массы, называется тест-лайнер (testliner), бумага-основа для гофрирования – флютинг (corrugating medium, или fluting). Процесс подготовки макулатурной массы для производства бумаги-основы для гофрирования довольно прост, т. к. данный полуфабрикат может иметь относительно низкие показатели механической прочности и чистоты по сравнению с макулатурной массой для производства тест-лайнера. Тем не менее для получения полуфабриката, который можно успешно использовать для изготовления бумаги-основы для гофрирования, необходимо включать в технологическую линию по переработке макулатуры все основные операции по подготовке макулатурной массы: разволокнение, грубую очистку, дополнительное разволокнение и сортирование, тонкую очистку и тонкое сортирование. Отсутствие в технологической линии двух последних операций значительно снизит показатели механической прочности макулатурной массы и качество бумаги. Разволокнение макулатуры осуществляется в гидроразбивателе, после грубой очистки производится дополнительное разволокнение и грубое сортирование макулатурной массы, удаление из нее тяжелых частиц в гидроциклонах, затем тонкое сортирование. При тонком сортировании макулатурной массы могут быть использованы сита с большей шириной щелей. Технологическая схема переработки макулатуры для производства тест-лайнера намного сложнее и может включать ряд дополнительных операций: дефлокуляцию, фракционирование и сгущение, что значительно улучшает бумагообразующие свойства макулатурной массы. Следует учитывать, что использование той или иной схемы переработки макулатуры обусловлено экономической, технологической и экологической целесообразностью для каждого конкретного предприятия.

Непрерывное разволокнение макулатуры при низкой концентрации (LC) производится в гидроразбивателе. Эффективное управление системой удаления примесей является неизменным условием переработки макулатуры. Продолжительность разволокнения определяется маркой макулатуры и режимом эксплуатации гидроразбивателя. В технологической схеме после гидроразбивателя устанавливается бассейн разволокненной массы. Содержание неразволокненных фрагментов макулатуры в полученной макулатурной массе составляет примерно 20%. Хранение в бассейне в течение 30 минут при температуре 50 °С способствует набуханию волокон, сохранению их длины при повышении гибкости и пластичности на ступенях дополнительного разволокнения, сортирования и размола, а также гомогенизации массы.

Технологическая схема включает грубую очистку макулатурной массы в гидроциклонах для удаления тяжелых включений. Очищенная

суспензия подается в дисковую сортировку-сепаратор для окончательного разволокнения и грубого сортирования. В технологической схеме предусмотрены две ступени дефлокуляции. Диаметр отверстий сита дисковых сортировок на обеих ступенях составляет 2,4 мм. При достаточной степени разволокнения макулатуры после гидроразбивателя возможно использование сортировки с отверстиями сита диаметром 1,6 мм как на первой, так и на второй ступенях грубого сортирования. Содержание неразволокненных фрагментов макулатуры после дефлокуляции и грубого сортирования макулатурной массы уменьшается до 4%, и они могут быть удалены как отходы на последующих ступенях тонкого сортирования и очистки.

Далее производится тонкая очистка макулатурной массы в гидроциклонах. Отделенные тяжелые отходы очистки макулатурной массы сгущают путем седиментации или фильтрации. Избыток оборотной воды используется для разбавления макулатурной массы в технологической линии.

Фракционирование макулатурной массы осуществляется при низкой концентрации (LC) в сортировках с шириной щели 0,15 или 0,2 мм. Коротковолокнистая фракция макулатурной массы направляется на производство верхнего слоя двухслойного тест-лайнера. Длинноволокнистая фракция макулатурной массы подвергается дополнительному сортированию в сортировке с шириной щели 0,25 мм и используется для производства нижнего слоя тест-лайнера. Длинноволокнистая фракция содержит недостаточно разволокненные фрагменты макулатуры и большое количество примесей, поэтому ее сортирование производится в три ступени. При переработке макулатуры необходимо соблюдать основное правило сортирования: на всех ступенях одной системы сортирования макулатурной массы сита сортировок должны иметь либо круглые, либо щелевые отверстия. В представленной технологической схеме это правило нарушено: на первой ступени сортирование длиноволокнистой фракции макулатурной массы производится в щелевой сортировке, а промежуточная стадия сортирования предполагает использование сортировки с круглыми отверстиями для удаления основного количества примесей из отходов сортирования первой ступени. Сортированная масса после второй ступени сортирования подается на третью ступень сортирования с щелевыми ситами для снижения потерь волокна. При низком содержании примесей можно ограничиться двухступенчатым сортированием длиноволокнистой фракции на щелевых сортировках. В рассматриваемом примере отходы второй и третьей ступени сортирования удаляются из системы. При повышенном содержании неразволокненных фрагментов макулатуры возможно использование дефлокулятора вместо сортировки второй ступени. Однако в этом случае частицы примесей будут значительно измельчены, что затруднит их удаление из макулатурной массы при тонком сортировании и увеличит количество сгустков загрязнений. Сортированная макулатурная

масса сгущается и подается в башню хранения. Контур водопользования системы подготовки макулатурной массы обычно отделен от контура БДМ. При сгущении макулатурной массы одновременно возможно удаление мелкого волокна и частиц зольных элементов. Фильтрат может подаваться в гидроразбиватель без дополнительной очистки или после очистки на установке микрофлотации.

Длинноволокнистая фракция макулатурной массы может дополнительно подвергаться фибриллирующему размолу без укорочения волокон с целью повышения показателей механической прочности картона. После тонкого сортирования в сортировках с шириной щели 0,35 мм обе фракции макулатурной массы направляются на картоноделательную машину (КДМ). При скорости КДМ более 1000 м/мин необходимо предусмотреть удаление воздуха из волокнистой суспензии.

В отличие от подготовки макулатурной массы для производства писчебечатных видов бумаги очистка с одновременной деаэрацией не может осуществляться по двум причинам. Во-первых, на современных БДМ в напорном ящике концентрация массы составляет 1,5%, а при концентрации более 1,2% эффективность очистки макулатурной массы в щелевых сортировках резко снижается. Во-вторых, масса в полной мере очищена на предыдущих ступенях. В связи с этим в данной технологической схеме исключена дополнительная степень очистки макулатурной массы в гидроциклонах. Для очистки оборотной воды возможно использование дискового фильтра или установки микрофлотации DAF (dissolved air flotation). В случае очистки оборотной воды на установке DAF уловленное волокно направляется на утилизацию вместе с другими отходами переработки макулатуры. Сеточная часть КДМ выполняет функцию промывного аппарата макулатурной массы. В подсеточной воде содержатся мелкие волокна и их обрывки, удаление которых способствует формированию прочного картонного полотна. Количество мелкого волокна определяется условиями размолки длиноволокнистой фракции макулатурной массы.

Выход макулатурной массы, полученной по данной технологической схеме, зависит от содержания посторонних примесей в исходном сырье и достигает 93%. Отходы тонкого сортирования макулатурной массы составляют 1,5%. Важным показателем качества макулатурной массы является содержание липких веществ, которое по ступеням ее обработки снижается до минимума.

После ступени грубой очистки содержание липких веществ в макулатурной массе зависит от свойств макулатурного сырья. Средняя площадь поверхности частиц липких веществ в макулатурной массе составляет более 20000 мм<sup>2</sup>/кг. Фракционирование макулатурной массы в сортировках с шириной щели 0,15 мм позволяет уменьшить содержание липких веществ: площадь поверхности липких веществ в коротковолокнистой фракции, используемой для изготовления верхнего слоя тест-лайнера, снижается до 700–800 мм<sup>2</sup>/кг. Ступенчатое сортирование длиноволокнистой фракции, используемой для изготовления нижнего слоя

тест-лайнера, на сортировках с шириной щели 0,25 мм уменьшает площадь поверхности липких веществ до 1800 мм<sup>2</sup>/кг, несмотря на то что суспензия, поступающая на сортирование, содержит липкие вещества в количестве, соответствующем площади поверхности, более 11000 мм<sup>2</sup>/кг. Присутствие в контуре водопользования растворенных веществ и мелких частиц примесей является нежелательным. При максимально замкнутом водопользовании расход воды составляет 4 м<sup>3</sup>/т оборотной воды, что соответствует 5,5 м<sup>3</sup>/т свежей воды. Производственный опыт показывает, что при данных условиях растворенные вещества поступают с промывными водами; ХПК достигает 7,5 кг/т.

При уменьшении объема сточной воды происходит накопление вредных веществ в производственной воде, что приводит к ухудшению показателей механической прочности картона, снижению производительности КДМ, коррозии оборудования и появлению неприятного запаха в производственных помещениях. В полностью замкнутой системе водопользования концентрация ХПК достигает более 30 кг/т. Концентрация ХПК оборотной воды в контуре водопользования увеличивается с понижением объема сточной воды. Повышение величины ХПК необходимо ограничить за счет удаления небольшого объема сточной воды из системы и добавления свежей воды. Определенный объем воды удаляется из системы с отходами, а часть воды испаряется при сушке картонного полотна на КДМ. При производстве тест-лайнера и упаковочной бумаги требования к оптическим свойствам макулатурной массы значительно снижены по сравнению с производством писче-печатных видов бумаги. Применение биологической обработки сточной воды в процессе переработки макулатуры позволяет полностью замкнуть систему водопользования.

## **2.9. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ МАКУЛАТУРЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОРОБОЧНОГО КАРТОНА**

Требования к качеству коробочного картона и картона для упаковки жидких продуктов определяются их назначением упаковочного материала и носителя рекламы. Особые требования предъявляются к жесткости на изгиб и гладкости поверхности картона, а также белизне и чистоте волокнистого полуфабриката. Дополнительным требованием к картону для упаковки пищевых продуктов является микробиологическая и химическая чистота. Производство многослойного коробочного картона дает возможность использовать наиболее подходящий волокнистый полуфабрикат для каждого слоя. Например, в верхнем и нижнем слоях можно использовать беленую сульфатную целлюлозу, в верхнем подслое – макулатурную массу, из которой удалена печатная краска (DIP – deinked pulp), в средних слоях – ХТММ (химико-термомеханическая масса) или макулатурная масса. Технологический процесс подготовки отдельного волокнистого полуфабриката для получения какого-либо слоя картона определяется видом используемого макулатурного сырья. Например, переработка макулатуры

из смеси газет и журналов с целью получения макулатурной массы для использования в верхнем подслое картона предполагает включение в технологическую схему двухступенчатой флотации. Особенность многослойного картона заключается в сочетании различных компонентов волокнистой суспензии, что обеспечивает требуемые показатели качества, такие как жесткость на изгиб и гладкость. Подготовка композиции слоев картона производится на отдельных технологических линиях с последующей подачей на КДМ многослойного формования. При этом негативное влияние на процесс подготовки отдельных потоков волокнистых полуфабрикатов оказывает использование для разбавления подсеточной воды, полученной при обезвоживании отдельных слоев многослойного картона при формовании в мокрой части КДМ. Обратная вода, отделяемая при формовании отдельных слоев картона, имеет различную степень загрязнения, поэтому на КДМ необходимо производить раздельное управление циркуляцией воды. Оптимальное управление системой водопользования позволяет контролировать качество получаемой продукции. В общей технологической схеме подготовки волокнистых полуфабрикатов для производства многослойного картона каждый слой имеет отдельный контур водопользования. Избыток обратной воды должен подаваться в контур следующего слоя более низкого качества. Следует учитывать, что использование отдельных технологических линий переработки макулатуры для каждого слоя экономически нецелесообразно. При использовании первичного волокна макулатурной массы применяют для производства средних слоев картона. При производстве всех слоев многослойного картона из макулатурной массы необходимо применять раздельную подготовку потоков волокнистой суспензии в двух или трех технологических линиях.

## **2.10. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ МАКУЛАТУРЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА САНИТАРНО-БЫТОВЫХ ВИДОВ БУМАГИ**

Основной проблемой подготовки макулатурной массы для производства СББ (tissue) является снижение содержания липких веществ и зольных элементов (частиц наполнителей и меловальных покрытий). На рисунке 2 показана технологическая схема подготовки макулатурной массы из макулатуры с минимальным содержанием офсетной бумаги. Следует учитывать экономическую эффективность процесса переработки макулатуры, т.к. содержание зольных элементов в макулатурной массе должно быть уменьшено до 1–1,5%. В системе удаления зольных элементов необходимо контролировать количество удаляемых наполнителей и мелкого волокна, которое может достигать 50%, что существенно понизит выход макулатурной массы – до 60% и менее.

Включение флотации в технологическую схему переработки макулатуры является необходимым условием подготовки макулатурной массы для производства СББ. Сортирование массы на целевых сортировках при

средней концентрации (МС) производится после сортирования (МС) на сортировках с круглыми отверстиями. При этом исключено тонкое сортирование (LC), но используется промывка и сгущение, позволяющие повысить концентрацию макулатурной массы перед диспергированием до 30%. После флотации макулатурной массы при нейтральной величине рН в технологическую схему включена промывка II. Удаление частиц зольных элементов при промывке сопровождается сгущением макулатурной массы. Отбелка восстановительными реагентами осуществляется при концентрации макулатурной массы 8–10%. Промывной фильтрат обрабатывается на микрофлотационной установке DAF-2. Шлам от промывки вместе с отходами тонкой очистки и флотошлагом обезвоживаются для последующей утилизации. В технологической схеме переработки макулатуры, не содержащей МДМ, для производства СББ высокого качества в контуре 1 после грубой очистки разволокненной макулатурной массы осуществляется сортирование (МС) в сортировке с круглыми отверстиями. Тонкое сортирование (LC) макулатурной массы в сортировке с широкими щелями производится после очистки массы в гидроциклонах. Преимуществами данной схемы являются высокая эффективность очистки и возможность включить в контур 1 промывку вследствие низкой концентрации макулатурной массы при сортировании. Использование второй ступени промывки в контуре 2 позволяет эффективно удалить зольные элементы из макулатурной массы. Для достижения максимальной белизны макулатурной массы необходимо применение двухступенчатой отбелки окислительными и восстановительными реагентами. При содержании в макулатурном сырье волокон МДМ в технологическую схему необходимо включать вторую ступень флотации макулатурной массы, при этом первая флотация производится в контуре 1. После очистки и тонкого сортирования (LC) производится промывка I, что обеспечивает удаление зольных элементов и сгущение макулатурной массы. Обработка макулатурной массы на последующих ступенях технологического процесса позволяет получить высококачественный полуфабрикат для производства СББ.

## **2.11. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ МАКУЛАТУРЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИСЧЕ-ПЕЧАТНЫХ ВИДОВ БУМАГИ**

Облагороженную макулатурную массу широко используют для производства писче-печатных видов бумаги: газетной (NS – news), легкомелованной (LWC – light weight coated) и суперкаландрированной (SC – super calandered). Сырьем для получения белой макулатурной массы служит макулатура из смеси газет и журналов, содержащая МДМ, а также офисная макулатура с небольшой площадью запечатанных участков. Технологическая схема переработки макулатуры для производства газетной бумаги включает диспергирование и двухступенчатую отбелку макулатурной массы, а также

две ступени флотации и две ступени промывки макулатурной массы с целью удаления печатной краски и повышения белизны. Данная макулатура обычно содержит МДМ, в частности ДДМ (дефибрерная древесная масса) или ТММ (термомеханическая масса) из хвойной древесины или ХТММ из лиственной древесины. Газетная бумага массой менее 45 г/м<sup>2</sup> из макулатурной массы, содержащей МДМ, имеет более низкую прочность, чем газетная бумага из целлюлозы и ТММ.

Для производства LWC и SC-бумаги, имеющей более высокие показатели механической прочности и белизны, чем газетная бумага, необходимо использовать макулатуру с повышенным содержанием белой целлюлозы. При повышенном содержании МДМ в макулатурной массе могут возникнуть трудности по обработке оборотной и сточной воды из-за увеличения содержания растворенных и коллоидных веществ. При подготовке макулатурной массы для производства газетной бумаги разволокнение макулатуры осуществляется в узле разволокнения. Полученная макулатурная масса подается в аккумулялирующий бассейн, а далее в гидроциклон для отделения грубых тяжелых примесей. Отходы узла разволокнения макулатуры направляются на обезвоживание и утилизацию. Сортирование макулатурной массы при средней концентрации массы (МС) производится на сортировках с круглыми отверстиями в три ступени по каскадной схеме. Сортированная макулатурная масса направляется на флотационную установку для удаления частиц печатной краски, липких веществ и сгустков загрязнений. При грубой очистке макулатурной массы отделяются тяжелые загрязнения, такие как песок, фрагменты стекла и т.д. Необходимо избегать потери волокна при удалении отходов. Грубодисперсные отходы узла разволокнения макулатуры и грубого сортирования макулатурной массы обезвоживаются на винтовом прессе. Тяжелые отходы грубой очистки макулатурной массы обезвоживаются путем седиментации в специальных камерах. Мелкие тяжелые отходы тонкой очистки макулатурной массы не отделяются при седиментации, поэтому обезвоживаются на ленточном фильтре вместе с отходами тонкого сортирования и флотошламом. Промывка и сгущение макулатурной массы позволяют удалить присутствующие в суспензии тонкодисперсные примеси и повысить концентрацию макулатурной массы до 30%. На данной операции завершается первый цикл водопользования – контур 1. При последующем диспергировании макулатурной массы осуществляется отделение остаточных частиц печатной краски от волокна, а также размягчение и равномерное распределение частиц липких веществ на поверхности волокон. Высокая концентрация массы (НС) при отбелке макулатурной массы пероксидом водорода наиболее эффективна для данной операции. По завершении отбелки осуществляется вторая ступень флотации макулатурной массы. Беленую макулатурную массу промывают и сгущают до концентрации 30%, что позволяет предотвратить нежелательный перенос химических веществ и примесей на дальнейшие операции технологического процесса. На данной операции

завершается контур 2. Отбелка макулатурной массы восстановительными реагентами позволяет значительно повысить белизну и чистоту полученного волокнистого полуфабриката, но может быть исключена из технологической схемы по экономическим соображениям. Далее осуществляются тонкая очистка с одновременной деаэрацией и тонкое сортирование беленой макулатурной массы.

Концентрация является основным параметром эффективной эксплуатации оборудования при сортировании и очистке макулатурной массы. Содержание зольных элементов незначительно влияет на вязкость суспензии и параметры сортирования, поэтому концентрация макулатурной массы должна соответствовать оптимальным условиям эксплуатации используемого оборудования.

В первом контуре концентрация макулатурной массы уменьшается до 0,8% для эффективной очистки в гидроциклонах и последующего сортирования (LC) с использованием сортировки с щелевыми отверстиями. Концентрация макулатурной массы повышается во втором контуре после промывки и сгущения. Повышенное содержание зольных элементов в макулатурной массе требует регулирования их содержания в фильтрате от промывки, т.к. удаление зольных элементов (частиц наполнителей и меловальных покрытий) и других твердых веществ снижает выход макулатурной массы. При высоком содержании частиц зольных элементов в фильтрате увеличивается нагрузка на оборудование локальной очистки оборотной воды. В первом контуре водопользования при разбавлении оборотной водой, содержащей зольные элементы, происходит увеличение их содержания в макулатурной массе до первой ступени флотации. При флотации макулатурной массы осуществляется избирательное удаление частиц печатной краски, наполнителей и мелких волокон. Дальнейшее снижение содержания зольных элементов в макулатурной массе происходит при промывке и сгущении, а затем на второй ступени флотации. В контуре БДМ сохраняется некоторое количество частиц наполнителя в системе короткой циркуляции, что позволяет сократить до минимума расход свежего наполнителя. Концентрация макулатурной массы и содержание наполнителя в контуре БДМ оказывает определенное влияние на качество формования бумажного полотна. Присутствие частиц липких веществ в значительной степени снижает оптические свойства и чистоту макулатурной массы, а также влияет на стабильность работы БДМ.

Крупные частицы липких веществ удаляются при очистке, сортировании и флотации макулатурной массы. Значительное уменьшение площади липких веществ – от 2000 до 1000 мм<sup>2</sup>/кг – происходит при MC и LC сортировании на щелевых ситах. Диспергирование макулатурной массы также способствует снижению содержания частиц липких веществ за счет их отделения от волокна и последующего удаления из суспензии на второй ступени флотации. При подаче на БДМ содержание липких веществ в макулатурной массе составляет менее 100 мм<sup>2</sup>/кг. Следует учитывать, что перед диспергированием макулатурной массы должна быть тщательно

очищена от липких веществ. Диспергирование макулатурной массы с повышенным содержанием липких веществ может привести к последующей агломерации этих частиц. Агломераты диспергированных частиц образуются в макулатурной массе при изменении температуры, величины рН и других факторах. Соединение мелких частиц липких веществ с образованием агломератов происходит в аккумулялирующих бассейнах или в контурах водопользования. Частицы липких веществ небольшого размера могут поступать в фильтрат при промывке и сгущении макулатурной массы. Использование неочищенного фильтрата для разбавления макулатурной массы приводит к возврату частиц липких веществ в основной технологический поток переработки макулатуры. Важнейшим показателем оптической чистоты макулатурной массы является наличие сгустков загрязнений, видимых невооруженным глазом, т.е. размером более 50 мкм. Значительная часть сгустков загрязнений удаляется при флотации. Диспергирование макулатурной массы при расходе энергии 75 кВт/ч имеет существенное влияние на снижение содержания сгустков загрязнений. Сгустки загрязнений, не удаленные при сортировании и флотации, отделяются от волокон и уменьшаются в размере при диспергировании. Полученная макулатурной массы имеет остаточное содержание сгустков загрязнений менее 100 мм<sup>2</sup>/м.

Значительная часть частиц печатной краски удаляется из макулатурной массы на первой ступени флотации. Оставшиеся частицы печатной краски, прочно прикрепленные к волокнам на данной операции, отделяются от них при диспергировании макулатурной массы с последующим удалением на второй ступени флотации. Снижение белизны макулатурной массы при диспергировании происходит вследствие равномерного распределения частиц печатной краски и сгустков загрязнений и компенсируется при отбелке окислительными реагентами. Смешивание отбеливающих и вспомогательных химических реагентов с макулатурной массой может производиться в узле диспергирования. Пероксид водорода добавляют в макулатурной массе непосредственно перед диспергатором. Отбелка макулатурной массы осуществляется в башне отбелки при высокой температуре и концентрации. Значительное повышение белизны макулатурной массы происходит после второй ступени флотации. Завершающей ступенью второго контура водопользования является промывка макулатурной массы с отделением фильтрата, содержащего остаточное количество отбеливающих реагентов. Вторая ступень отбелки осуществляется с использованием FAS (формамидин сульфоновой кислоты, formamidine sulfinic acid) или дитионита натрия, при этом необходимо исключить присутствие воздуха и остаточного количества пероксида водорода в макулатурной массе.

В современных технологических схемах применяют двухступенчатое сгущение мелких отходов от 1–2% до 60% а.с.в. При обезвоживании отходов используют флокулянты – органические полимеры или неорганические абсорбенты. Обезвоживание отходов переработки макулатуры является

важной технологической операцией, которую необходимо осуществлять подбором оптимальной комбинации оборудования, обеспечивающей максимальную производительность и экономическую эффективность. Оптимальное использование воды в процессе подготовки макулатурной массы для производства писче-печатных видов бумаги осуществляется за счет создания отдельных контуров водопользования. Свежая вода используется только в контуре БДМ. Фильтраты от сгущения и промывки макулатурной массы подвергаются локальной очистке на установках микрофлотации (DAF). Очищенный фильтрат используется в качестве производственной воды в технологической линии подготовки макулатурной массы. Небольшое количество фильтрата от обезвоживания отходов используется для разбавления макулатурной массы. Фильтраты контура 2 водопользования подвергаются очистке на установке микрофлотации DAF-2. Загрязненный фильтрат от сгущения отходов возвращается в контур 1 через установку микрофлотации DAF-3. Растворенные и коллоидные вещества распределены в волокнистой суспензии и оборотной воде. Для оценки их содержания используется величина ХПК. Оптимальная система управления водой позволяет контролировать величину ХПК и анионное загрязнение производственной воды. Повышение концентрации вредных веществ в контуре 2 негативно влияет на формование бумажного полотна и качество продукции. В данном случае величина ХПК в контуре 1 составляет 4300 мл/л, в контуре 2 – 2400 мл/л, в контуре БДМ – 1100 мл/л. Это означает, что соотношение концентрации ХПК в контурах водопользования технологической линии подготовки макулатурной массы составляет приблизительно 100:50:30. Степень рециркуляции очищенного фильтрата в DAF-3 определяет потребление свежей воды всей технологической линии подготовки макулатурной массы – от гидроразбивателя макулатуры до прессовой части БДМ. Технологическая схема получения макулатурной массы для производства писче-печатных видов бумаги высокого качества (SC и LWC), в отличие от представленной выше схемы, включает грубое сортирование (MC) с использованием щелевых сит после сортировки (MC) с круглыми отверстиями (рис. 3). Для достижения оптимальной белизны макулатурной массы и удаления зольных элементов в контуре 1 устанавливается промывной аппарат. При этом необходимо контролировать удаление мелкого волокна и наполнителя. Фильтрат от промывки макулатурной массы далее обрабатывается на микрофлотационной установке DAF-3 для возврата уловленного волокна в поток макулатурной массы. Технологическая схема подготовки макулатурной массы для производства писче-печатных видов бумаги включает две ступени отбеливания. Отбеливание макулатурной массы пероксидом водорода не только повышает ее белизну, но и обесцвечивает волокна. Отбеливание макулатурной массы дитионитом натрия или FAS позволяет дополнительно повысить степень и стабильность белизны макулатурной массы.

Диспергирование макулатурной массы проводится при высоком УРЭ (более 100 кВт\*ч/т). После отбеливания восстановительными реагентами

осуществляется дополнительный размол макулатурной массы для обработки грубых волокон ТММ, что способствует уменьшению содержания грубой длинноволокнистой фракции 14 и 30 меш. Обработка волокон ТММ способствует улучшению бумагообразующих свойств макулатурной массы, используемой для производства SC и LWC. Макулатурная масса, очищенная от частиц печатной краски (DIP), содержащая волокна целлюлозы, имеет более высокие показатели механической-прочности, чем макулатурная масса с содержанием МДМ. При использовании DIP для производства писче-печатных видов бумаги в ее композиции также может содержаться значительная доля первичных волокон.

## **2.12. СХЕМА ПОДГОТОВКИ МАКУЛАТУРНОЙ МАССЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОЙ БУМАГИ СРЕДНЕГО КАЧЕСТВА**

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 пульсационную мельницу и далее на сортирование. Сортирование производится на вибросите, имеющим сито отверстиями 2,5 мм. После сортирования масса поступает на промывную установку, где производится очистка массы от краски и наполнителей. Из промывной установки очищенная масса поступает в машинный бассейн.

Из машинного бассейна масса через бак постоянного уровня поступает на смесительный насос, где разбавляется до концентрации 0,25-0,35% и подается на систему вихревых конических очистителей, на которых производится очистка от мелких включений не волокнистого характера. С очистителей масса поступает на бумагоделательную машину.

## **2.13. СХЕМА ПОДГОТОВКИ МАКУЛАТУРНОЙ МАССЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОЙ БУМАГИ ВЫСОКОГО КАЧЕСТВА ИЗ МАКУЛАТУРЫ И ЦЕЛЛЮЛОЗЫ СХЕМА ПОДГОТОВКИ МАССЫ ИЗ МАКУЛАТУРЫ**

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 дороспуск. После пульсационной мельницы масса поступает во второй массный 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.

Мим в 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.

## **2.14. СХЕМА ПОДГОТОВКИ МАССЫ ИЗ ПРИВОЗНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ**

Роспуск целлюлозы 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 дороспуск. После пульсационной мельницы масса поступает во второй массный бассейн, из которого насосом подается на размол. Размол массы производится в одну-две ступени на дисковых мельницах.

И 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 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.

**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 картона.
	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 переплётков, 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 копирующим 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.

**Примечания.**

1. По согласованию с потребителем допускается в составе макулатуры марки МС-4А наличие бумажных мешков из-под каолина, цемента, мела, соды, абсеста, гипса, минеральных удобрений и других химических нетоксичных продуктов без остатка затариваемых веществ.

2. По согласованию с потребителем допускается в макулатуре марок МС-5Б, МС-6Б наличие этикеток, торговых ярлыков, трудноотделяемой бумажной клеевой и полимерной ленты. (п. 2 в ред. Изменения N 1, утв. Приказом Ростехрегулирования от 27.12.2004 N 126-ст)



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

В общем, процесс переработки макулатуры состоит из нескольких этапов. Сначала выполняется роспуск на волокна, осуществляемый в гидроразбивателях, в которых макулатура вращается в водной среде. На этом этапе происходит также отделение включений. После его завершения суспензия содержит волокна и неразбитые частички макулатуры. Затем происходит очистка суспензии макулатурной массы от посторонних примесей. Тяжелые примеси удаляются за счет вращения в барабане, когда песок, стекло, скрепки и т.д. оседают в грязесборнике, а легкие при помощи пропускания массы через сито. При переработке картона и бумаги сложного состава применяется термомеханическая обработка для нейтрализации действия включений клея, парафина, воска и т.д. Далее бумажная масса дораспускается при помощи размалывания на мельнице и подвергается тонкой очистке.

Перед использованием полученной массы в процессе производства новой бумаги также может проводиться обесцвечивание, т.е. удаление печатной краски, поскольку ее наличие может привести к снижению качества конечного продукта.

Цикл переработки может обычно повторяться до 7 раз, при этом при каждой последующей переработке волокна становятся короче и в конечном итоге они становятся непригодными для изготовления новой бумаги. Поэтому, при производстве бумаги, в любом случае необходим новый исходный материал.

### 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. БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНАЯ МАШИНА ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ПИСЧЕПЕЧАТНЫХ ВИДОВ БУМАГИ

**Назначение.** Предназначена для выработки офисной бумаги с поверхностной проклейкой или пигментацией массой 1 м<sup>2</sup> 50-80 г.

**Описание.** Бумагоделательная машина состоит 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 сетноведущего калов, всасывающего гауч-вала, формующего ящика обезвоживающих элементов на ящиках, наборов ручных автоматических сетноправок и сетнонатяжек, системы sprысков, 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 обрешиненный вал с глухими отверстиями, центральный отсасывающий обрешиненный вал, верхний гладкий прессовый вал с твердым покрытием (заменителем гранита), а так же отдельно всасывающий пресс с нижним обрешиненным 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 частью включает систему кондиционирования сукна.

**Сушильная часть.** Двухрядная, состоит из шести 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/м<sup>2</sup> на сторону. Дозирование пасты осуществляется изменением степени прижима к валам.

**Каландр.** Открытый, четырехвальный. Нижний и третий снизу валы имеют регулируемый процесс. Все валы с корпусами из отбеленного материала. Шаг равен полотну канатиковой. В качестве альтернативы в потоке бумажные могут использоваться «мягкий» каландр.

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

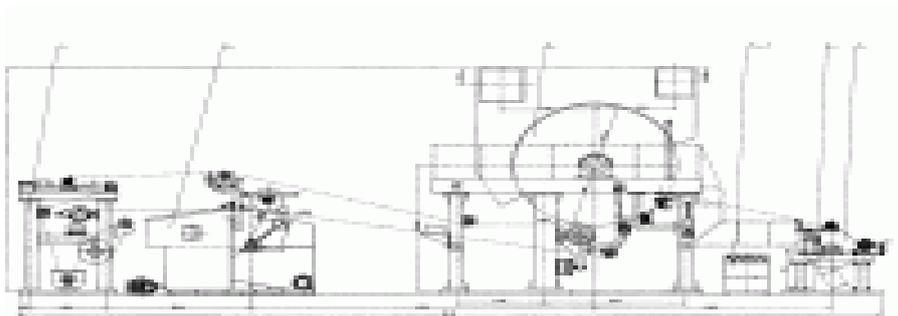
**Система автоматического управления.** Автоматизированная микропроцессорная система управления всеми механизмами бумажными.

### **3.2. ОПИСАНИЕ РАБОТЫ БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ**

Задача бумажной машины - сформировать бумажное полотно и высушить. Пройдя все этапы роспуска, 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 ящику цилиндру. На сукне с помощью вакуумных отсасывающих ящиков происходит активная водоотдача, к ящику 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

Для производства туалетной бумаги используется в качестве сырья макулатура марок МС-1 , МС-2, МС-3, МС-7, МС-10. МС-1 - Белая бумага из беленой целлюлозы без печати и линовки. МС-2 Белая бумага с линовкой и черно-белой или цветной полоской. МС-3 Книжно-журнальная, архивная. (Без переплетов, обложек и корешков). МС-7 Картон и обрезки картона. МС-10 Газетная бумага и газеты, газетная обрезь.



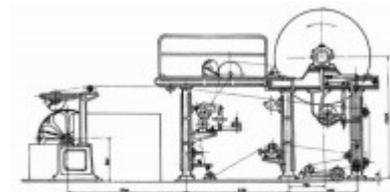
Чертеж буммашины 1575-5.0



Сукномойка и формирующий ящик буммашины Буммашина 1575-5.0 1575-5.0



Буммашина 1575-5.0



Чертеж буммашины 1092-2.0

## Комплектность оборудования

В состав завода входит:

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

К оглавлению

### Характеристики бумагоделательных машин и цены бумагоделательные машины с производительностью от 1,5 до 3,5 тонн в сутки

Номер модели	1092- 1.5	1092- 2.0	1575- 2.5	1575- 3.5
Ширина бумаги (мм)	1300	1300	1700	1700
Рабочая скорость (м / мин)	30-80	30-80	30-80	30-80
Плотность бумаги (гр. / м2)	16-30	16-30	16-30	16-30
<b>Производительность (тонн/день)</b>	<b>1,5-2,0</b>	<b>2,0-2,5</b>	<b>2,5-3,0</b>	<b>3,0-3,5</b>
Диаметр янки цилиндра (мм)	1800	2000	2000	2500
Давление пара в цилиндре до (МПа)	0,3	0,3	0,3	0,3
Установленная мощность буммашины и насосов буммашины (кВт) работает постоянно	37	46	55	60
Установленная мощность подготовки массы (кВт) работает периодически	80	108	118	132
Длина машины (мм)	10000	10000	11000	11000
Ширина машины (мм)	4050	4050	5570	5570
Высота машины (мм)	4000	4000	4000	4400
Вес машины кг	18000	22000	30000	28000
<b>Стоимость всего комплекта оборудования (с подготовкой массы) долларов США</b>	<b>60 000</b>	<b>85 000</b>	<b>100 000</b>	<b>140 000</b>

### Бумагоделательные машины с производительностью от 5 до 8 тонн в сутки

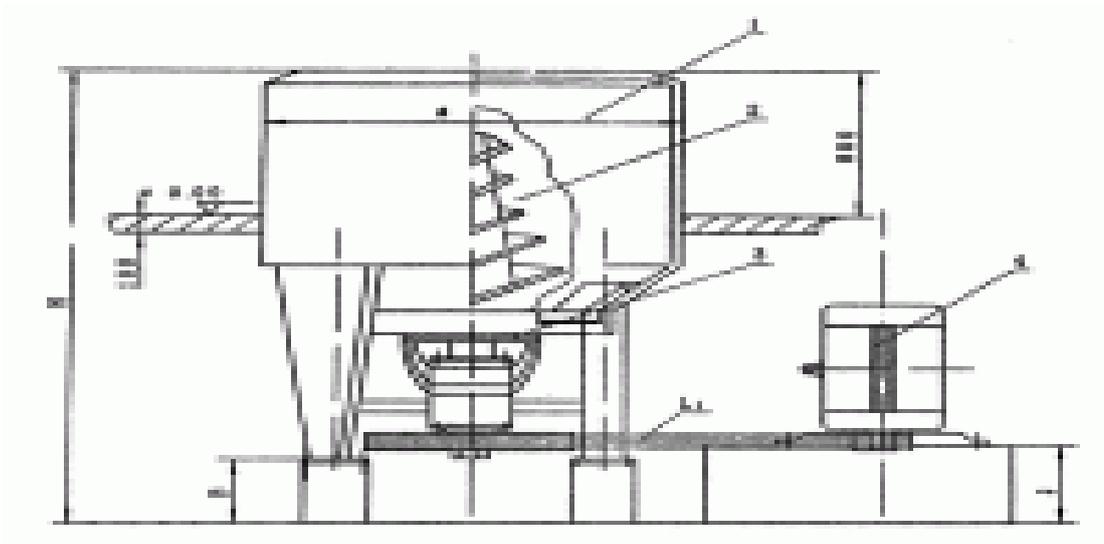
Номер модели	1575- 5.0	1760- 6.0	2100- 7.0	2300- 8.0
Ширина бумаги (мм)	1700	1900	2100	2300
Рабочая скорость (м / мин)	150- 180	150- 180	150- 180	150- 180
Плотность бумаги (гр. / м2)	16-30	16-30	16-30	16-30
<b>Производительность (тонн/день)</b>	<b>5,0-6,0</b>	<b>6,0-7,0</b>	<b>7,0-8,0</b>	<b>8,0-9,0</b>
Диаметр янки цилиндра (мм)	2500	2500	2500	2500

Давление пара в цилиндре до (МПа)	0,3	0,3	0,3	0,3
Установленная мощность буммашины и насосов буммашины (кВт) работает постоянно	85	100	115	125
Установленная мощность подготовки массы (кВт) работает периодически	213	213	230	230
Длинна машины (мм)	12850	13180	13180	13180
Ширина машины (мм)	5570	5900	6250	6500
Высота машины (мм)	5080	5080	5080	5080
Вес машины кг	50000	50000	57000	62000
<b>Стоимость всего комплекта оборудования (с подготовкой массы) долларов США</b>	<b>180 000</b>	<b>200 000</b>	<b>250 000</b>	<b>270 000</b>

### Бумагоделательные машины с производительностью от 9 до 14 тонн в сутки

Номер модели	1575-9.0	1760-10.0	2100-12.0	2400-14.0
Ширина бумаги (мм)	1700	1900	2100	2400
Рабочая скорость (м / мин)	180-230	180-230	180-230	180-230
Плотность бумаги (гр. / м2)	13-40	13-40	13-40	13-40
<b>Производительность (тонн/день)</b>	<b>8,0-9,0</b>	<b>9,0-10,0</b>	<b>11,0-12,0</b>	<b>13,0-14,0</b>
Диаметр янки цилиндра (мм)	3000	3000	3000	3000
Давление пара в цилиндре до (МПа)	0,5	0,5	0,5	0,5
Установленная мощность буммашины и насосов буммашины (кВт) работает постоянно	96	115	145	155
Установленная мощность подготовки массы (кВт) работает периодически	270	270	310	310
Длинна машины (мм)	13900	13900	13900	13900
Ширина машины (мм)	5570	5900	6250	6600
Высота машины (мм)	5580	5580	5580	5580
Вес машины кг	70000	75000	81000	88000
<b>Стоимость всего комплекта оборудования (с подготовкой массы) долларов США</b>	<b>по запросу</b>	<b>по запросу</b>	<b>по запросу</b>	<b>по запросу</b>

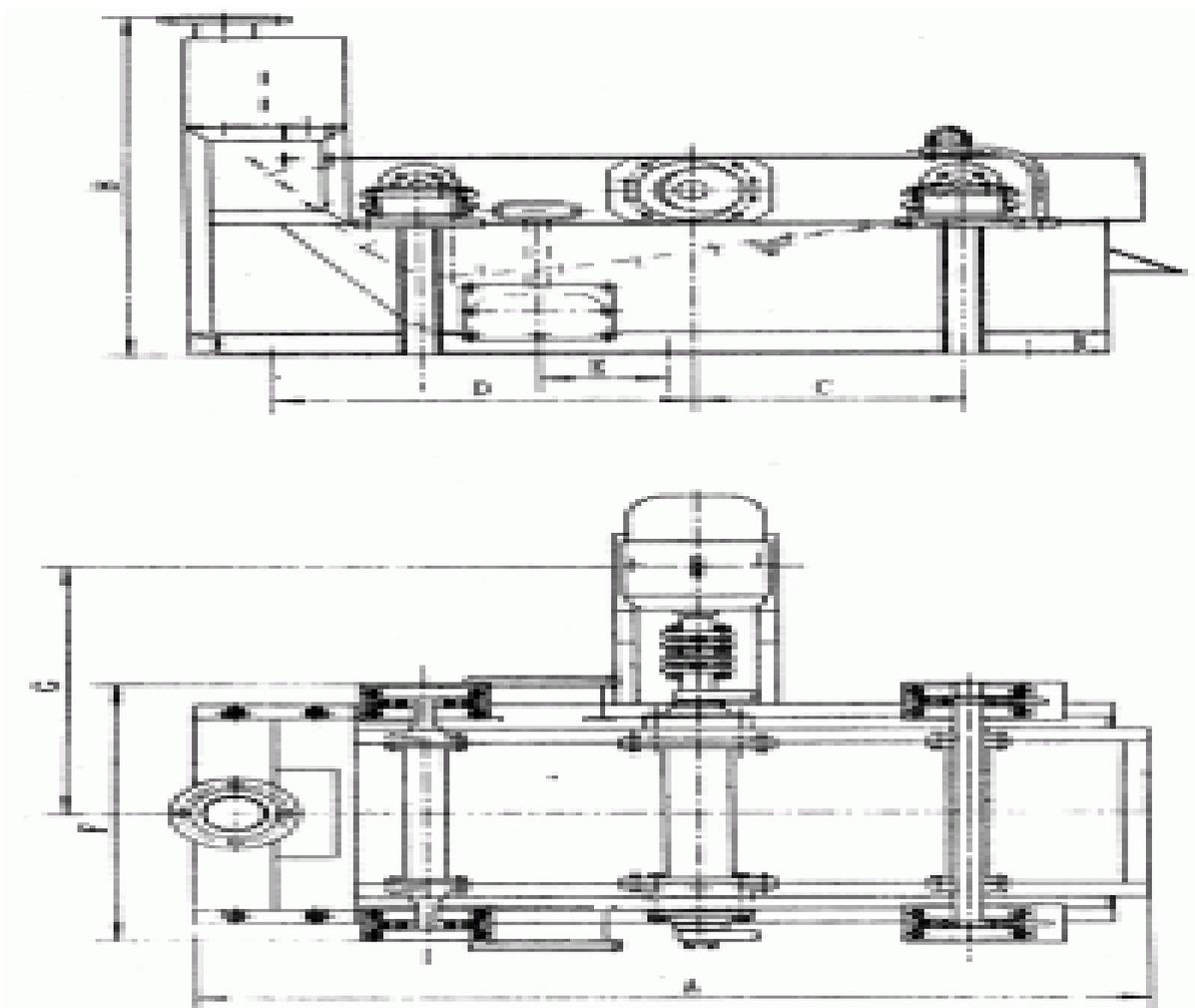
### 3.3. ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ ПОДГОТОВКИ МАССЫ ГИДРОРАЗБИВАТЕЛЬ



**Рис. 2.** Чертеж вертикального гидроразбивателя

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

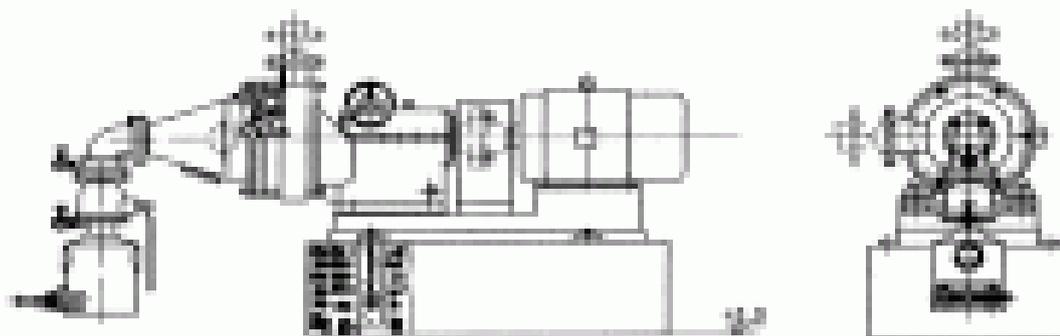
### 3.4. ВИБРОСИТО



**Рис. 3.** Чертеж 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.

### 3.5. МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МЕЛЬНИЦА



**Рис. 4.** Чертеж 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.

### 3.6. ПРОМЫВНАЯ УСТАНОВКА



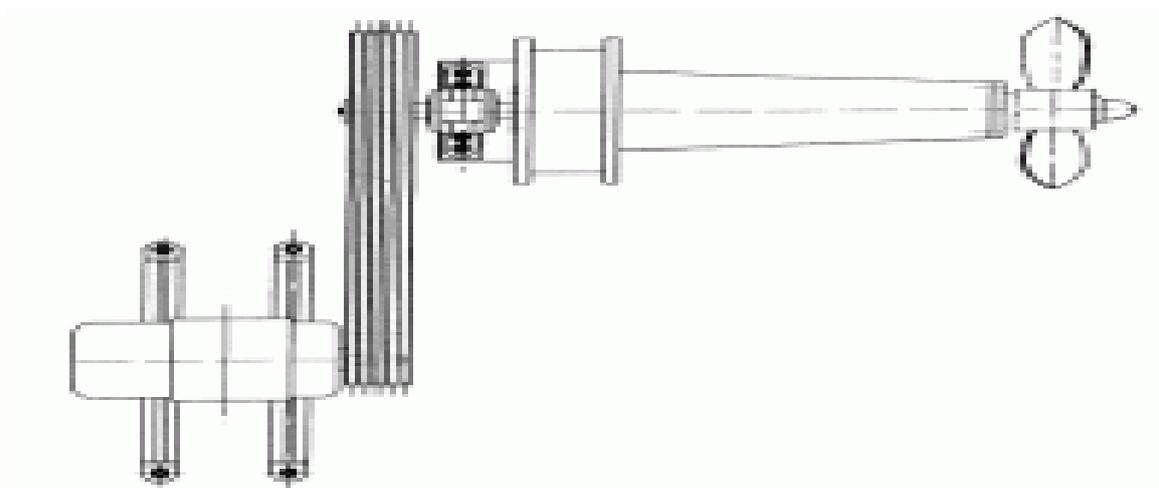
**Рис. 5.** Чертеж промывной установки

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.

### 3.7. 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.

### 3.8. МЕШАЛКИ



**Рис. 6.** Чертеж мешалки

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

#### Технико-экономические данные

Для производства 1 тонны туалетной бумаги необходимо:

Макулатура (тонн)	1,1
Пар (тонн)	4
Электричество (кВт)	600-800
Вода (куб. м2)	10-20

### ПРОЦЕСС ПЕРЕРАБОТКИ МАКУЛАТУРЫ

После использования бумаги ее необходимо собрать и отсортировать по различным категориям в зависимости от типа. Технология переработки макулатуры зависит от перерабатываемого материала и конечного продукта. Обычно на этапе сбора и сортировки крафт-бумага, гофрокартон и упаковочный картон отделяются от бумаги с графикой.

### **3.9. 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<sup>0</sup> ШР. Размол товарной предварительно высушенной целлюлозы осуществляют до степени помола 30... 45<sup>0</sup> ШР в зависимости от воды волокнистого полуфабриката.

При использовании в композиции бумаги совместно, так и отдельно. 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.

### **3.10. 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 размолом, 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.

### **3.11. 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.

### 3.12. 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 м<sup>3</sup>.

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 м<sup>3</sup>.

Подбор бассейнов целесообразно свести в табл. 2.

Таблица 2

#### Унификация бассейнов

Наименование бассейна	Часовой объём массы, м <sup>3</sup> , согласно балансу	Унифицированный объём бассейна, м <sup>3</sup>	Коэффициент заполнения, $\varphi$	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	6,5 4
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:  $t = 2 \cdot 120 \cdot 0,8 \cdot 60 : 220,8 = 52,2 \text{ мин}$

Удельный расход электроэнергии на перемешивание массы в этих бассейнах составит:  $N_{уд} = 2 \cdot 17 \cdot 1 : 5,2174 = 6,54 \text{ кВт} / \text{т} = 23,54 \text{ МДж} / \text{т}$   
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, $\text{м}^3$	30-150	50-200	100-200	50-100
Пропеллер (крылатка): диаметр, мм	590	790	990	750
	частота вращения, $\text{мин}^{-1}$	398	294	294
Электродвигатели: тип	A02-71-6	A02-81-8	A02-82-8	A02-62-8
	мощность (при частоте вращения $750 \text{ мин}^{-1}$ ), кВт	17	22	30
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, $\text{м}^3$	70-150	50-250	200-250	250-500
Пропеллер (крылатка): диаметр, мм	900	1200	1500	1800
	частота вращения, мин	180	210	135

-1				
Электродвигатели: тип мощность (при частоте вращения $750 \text{ мин}^{-1}$ ), <i>кВт</i>	A02-92-8  17	A02-92-8  40	A02-22-10  40	A02-92-8  55
Габаритные размеры (длина x ширина x высота), мм	1550x1720x1000	2280x2575x1400	3250x1700x3150	2900x2200x940

**Расчёт и подбор насосов по потоку.** Этот расчёт также целесообразно свести в таблицу (табл.4). Выбор насоса производится по количеству перекачиваемой массы в час и по высоте, на которую надо поднять эту массу.

Таблица 4

Название насоса	Объём перекачиваемой массы, $\text{м}^3$	Характеристика насоса				
		марка	подача, $\text{м}^3/\text{ч}$	напор, $\text{м}$	мощность, <i>кВт</i>	$N_{\text{уд.}}$ <i>кВт·ч/т</i>
Массный насос	220,8	X	X	X	X	X
Насос мокрого брака	4,4	X	X	X	X	X
Насос сухого брака	-	X	X	X	X	X
Смесительный насос	705,6	X	X	X	X	X
Насос II ступени очистки	236,4	X	X	X	X	X
Насос III ступени очистки и т. д.	124,1	X	X	X	X	X

Производительность насоса выбирается на 20...30 % большей, чем поток перекачиваемой массы.

При подборе насосов следует для массных потоков подобрать насосы бумажной массы, при перекачивании конденсата – насосы для конденсата.

**Расчёт и подбор очистной аппаратуры.** Для очистки массы от узлов, закатышей целесообразно устанавливать узлоловители закрытого типа марки УЗ, изготавливаемые Российскими машиностроением.

Оборудование для очистки массы от механических примесей (песка и др.) подбирают с учётом требований, предъявляемых к бумаге. Можно установить центробежные очистители и вихревые конические очистители. Российским машиностроением выпускаются очистители марки ОК, Е-4, и Е-4М.

Если для очистки массы принята 2 – или 3 – ступенчатая схема, то очистители подбирают на каждую ступень.

Необходимо предусмотреть деаэрирование массы по потоку, особенно при производстве бумаги с высоким содержанием золы.

Подбор оборудования для расчёса бумажной массы (рафинирования). Для устранения узлов, пучков волокон, лепестков в бумажной массе целесообразно устанавливать рафинирующее оборудование на основной поток и на поток брака. Степень помола массы возрастает незначительно (на 1 – 2 °ШР).

Оборудование для роспуска сухого брака. Роспуск брака производится в гидроразбивателях. Производительность гидроразбивателя зависит от степени проклейки бумаги и от того, каким клеем бумага проклеивается (канифольным, крахмальным или другим). Это обстоятельство необходимо учитывать при выборе гидроразбивателя.

Расчёты по бумагоделательной машине. Прежде всего подбирают способ подвода к напорному ящику. При выборе типа напорного ящика исходят из напора массы ( $h$ , м), поступающей на сетку, определяемого по формуле

$$h = \left( \frac{K_c K_m}{60\mu} \right)^2 \frac{g^2}{2g},$$

где  $K_c$  – коэффициент отставания скорости сетки от скорости бумаги на накате (обычно находится в пределах 0,85...0,95);  $K_m$  – коэффициент соотношения между скоростью массы и скоростью сетки (обычно  $K_m = 0,9 \dots 1,0$ );  $\mu$  – коэффициент вытекания массы, равный 0,6...0,7 для обычных линеек; для напорных ящиков с выпускной губой он составляет 0,94 ... 0,98, в случае наличия пластинчатого распределителя потока перед щелью 0,97 ...0,98 и 0,94...0,95 при наличии перфорированного валика;  $g$  – скорость бумаги на накате, м/мин;  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

Тип напорного ящика выбирают по Справочнику бумажника.

Ширину сетки  $B_c$  (мм) определяют по формуле

$$B_c = \frac{B_u + 2a}{(100 - y)} 100 + 2b + 2c + l,$$

где  $B_c$  – ширина бумаги на накате, мм;  $a$  – ширина обрезки кромок на отделочном станке, мм;  $y$  – усадка бумаги при сушке по ширине машины, %;  $b$  – ширина отсечки, мм;  $c$  – ширина декельных приспособлений, мм;  $d$  – ширина свободных кромок за декельными приспособлениями, мм;  $l$  – разбег сетки, мм. Обычно  $B_c = B_g + (250 \dots 500)$ , мм.

Длину сеточного стола определяют по формуле:  $L_{cm} = F/B_c$

$$F = P_u/S,$$

где  $F$  - площадь сеточного стола,  $m^2$ ;  $P_c$  – часовая выработка (брутто) бумагоделательной машины,  $кг$ ;  $S$  - съём бумаги с  $1 m^2$  сеточного стола,  $кг/ч$ , (см. табл. 5).

Таблица 5

**Показатели удельного съёма бумаги и воды**

Вид бумаги	Масса 1 $m^2$ , г	Скорость машины, м/мин	Удельный съём бумаги на сеточном столе, $кг/(m^2 \cdot ч)$	Удельный съём воды с рабочей сушильной поверхности, $кг/(m^2 \cdot ч)$
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 м<sup>2</sup> поверхности отсасывающих ящиков, кг/ч;  $f$  – площадь одного отсасывающего ящика, м<sup>2</sup>. 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 валики, 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, м<sup>3</sup>/мин;  $p$  – удельная подача насоса, л/мин;  $b$  - ширина машины, м;  $V$  - скорость машины, м/мин (табл.б).

Таблица б

#### 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  $1 \text{ м}^2$  поверхности бумагосушильных цилиндров. Различают общую поверхность и полезную (или рабочую) поверхность цилиндров.

Удельный съём воды с  $1 \text{ м}^2$  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:

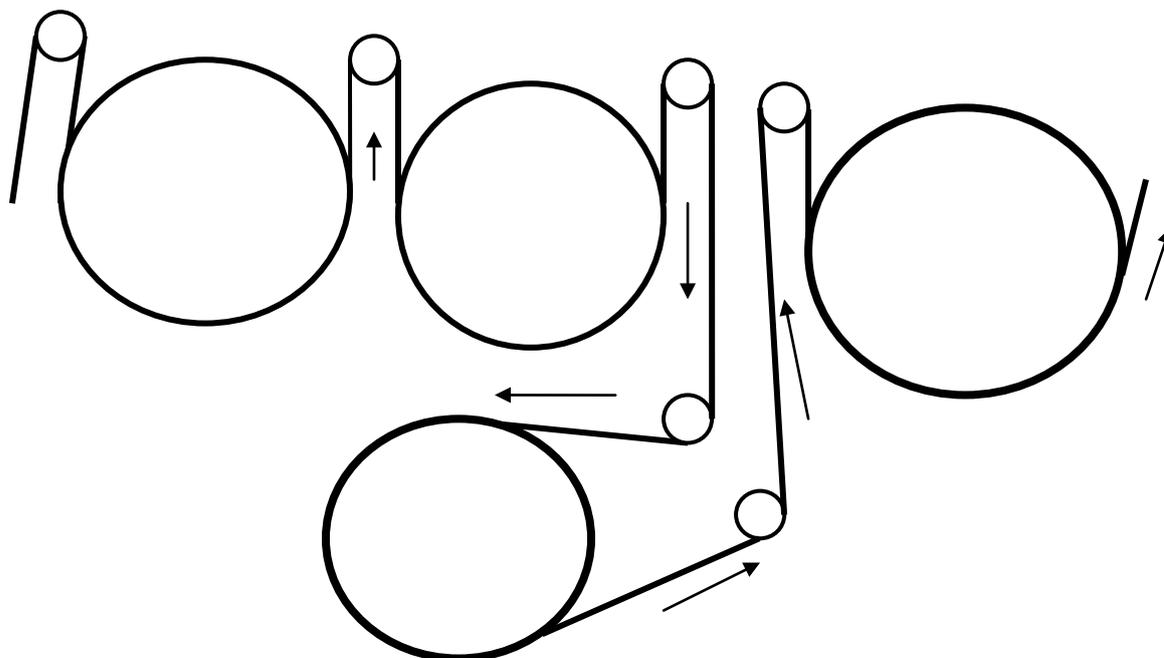
$$n = W/(q\pi d l \alpha),$$

где  $W$  – количество испарённой воды в час (по расчёту баланса воды и волокна, кг;  $q$  – удельный съём воды с  $1 \text{ м}^2$  полезной сушильной поверхности, кг/( $\text{м}^2 \cdot \text{ч}$ ) (табл. 12);  $d$  – диаметр сушильного цилиндра, м;  $\alpha$  – 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-четвертому 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.

### 3.13. 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  $Q_{\text{пол}}$  и тепловых потерь в окружающее пространство  $Q_{\text{пот}}$  (кДж/ч):  $Q_{\text{общ}} = Q_{\text{пол}} + Q_{\text{пот}}$ .

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

$$Q_{\text{пол}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = G_{\text{сб}}(t_{\text{к}} - t_{\text{н}}) + W_{\text{н}} c_{\text{в}}(t_{\text{к}} - t_{\text{н}}) + W(i - c_{\text{в}} t_{\text{с}}),$$

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;  $c_{\text{б}}$  - теплоёмкость абсолютно сухой бумаги, кДж/(кг·°C) ( $c_{\text{б}} = 1,22 \dots 1,30$  кДж/(кг·°C));  $t_{\text{н}}$ ,  $t_{\text{к}}$  - температура бумаги перед сушильной частью и после нее, °C;  $W_{\text{н}}$  - масса воды в мокром полотне бумаги, поступающей на сушку, кг/ч;  $c_{\text{в}}$  - теплоёмкость воды, кДж/(кг·°C) ( $c_{\text{в}} = 4,19$  кДж/(кг·°C));  $t_{\text{с}}$  - средняя температура сушки (практически можно принять  $t_{\text{к}} \approx t_{\text{с}}$ , °C;  $W$  - 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  $\eta_T$ :

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

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

$$Q_{\text{зат}} = Q_{\text{общ}} = Q_{\text{пот}} : \eta_T = 24684918 : 0,666 = 3704441 : 0,52174 = 7104 \text{ кДж/кг бумаги.}$$

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. 7.

Таблица 7

### 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:

$$Q_1 = 3,6 F_6 \alpha (t_6 - t_e),$$

где  $F_6$  - площадь боковой поверхности свободных участков бумажного полотна с двух сторон,  $\text{м}^2$ ;  $\alpha$  - 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,  $^\circ\text{C}$ ;  $t_e$  - 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.

$$q_2 = 3,6 F_c \alpha_1 (t_c - t_e),$$

где  $F_c$  - площадь свободных участков сушильных сукон,  $\text{м}^2$ ;  $\alpha_1$  - 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.

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

где  $d_c$  - диаметр бумагосушильного цилиндра, м;  $K$  - коэффициент теплопередачи пара воздуха через торцевую стенку цилиндра, Вт/(м<sup>2</sup> · °С);  $t_1, t_2, t_3$  - температура пара в сушильных группах, °С.

Коэффициент теплопередачи  $K$  [Вт/м<sup>2</sup> · °С] вычисляется по формуле

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

где  $\alpha_1$  - коэффициент теплоотдачи от пара стенке сушильного цилиндра, Вт/(м<sup>2</sup> · °С);  $\delta$  - толщина торцевой стенки цилиндра, м;  $\lambda$  - коэффициент теплопроводности материала стенки цилиндра, Вт/(м<sup>2</sup> · °С);

$\alpha_2$  - коэффициент теплоотдачи от торцевой стенки цилиндра воздуху, Вт/(м<sup>2</sup> · °С).

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

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

где - 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.

$$q_5 = 3,6 \cdot K \pi d_\sigma [(1 - \beta_\sigma)l_\sigma + (1 - \beta_c)(l_c - l_\sigma) + (l_n - l_c)] \cdot [(t_1 - t_\sigma)n_1 + (t_2 - t_\sigma)n_2 + (t_a - t_\sigma)n_3],$$

где  $\beta_\sigma$  - коэффициент охвата сушильного цилиндра бумагой;  $\beta_c$  - коэффициент охвата сушильного цилиндра сукном;  $l_\sigma$  - ширина бумаги, м (условно принимают ширину бумаги на накате);  $l_u$  - 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;  $t_\sigma$  - температура окружающего воздуха, °С;  $d_\sigma$  - диаметр бумагосушильного цилиндра, м;  $K$  - коэффициент теплопередачи пара воздуху через боковую поверхность бумагосушильного цилиндра, Вт/(м<sup>2</sup> · °С).:  $K = 1 / (1/\alpha_1 + \delta/\lambda + 1/\alpha_2)$ ,

где  $\delta$  - толщина боковой стенки бумагосушильного цилиндра м;

$\lambda$  - коэффициент теплопроводности материала цилиндра (для чугуна равна 62,8 Вт/(м<sup>2</sup> · °С).

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

$$q_6 = 3,6 \cdot K \pi d_c [(1 - \beta_c)l_\sigma + (l_u - l_c)] \cdot (t_{au} - t_\sigma) n_c,$$

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

$$q_7 = 3,6 \cdot K \pi d_\sigma l_\sigma \beta_\sigma [(t_1 - t_\sigma)n_1 + (t_2 - t_\sigma)n_2 + (t_3 - t_\sigma)n_3],$$

$$K = 1 / (1/\alpha_1 + \delta/\lambda + \delta_\sigma/\lambda_\sigma + \delta_c/\lambda_c + 1/\alpha_2),$$

где  $\delta_\sigma$  - толщина бумаги, м;  $\lambda_\sigma$  - коэффициент теплопроводности бумаги, Вт/(м<sup>2</sup> · °С);  $\delta_c$  - толщина сукна, м;  $\lambda_c$  - коэффициент теплопроводности сукна, Вт/(м · °С).

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

$$q_8 = 3,6 \cdot K \pi d_6 l (\beta_6 - \beta_c) [(t_1 - t_6)n_1 + (t_2 - t_6)n_2 + (t_3 - t_6)n_3],$$

$$K = 1 : (1/\alpha_1 + \delta/\lambda + \delta_6/\lambda_6 + 1/\alpha_2).$$

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

$$q_9 = 3,6 \cdot K \pi d_6 (l_c - l_6) \beta_c [(t_1 - t_6)n_1 + (t_2 - t_6)n_2 + (t_3 - t_6)n_3],$$

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

10. Потери теплоты (кДж/ч) боковой поверхностью сукносушильных цилиндров, покрытых сукном:  $q_{10} = 3,6 \cdot K \pi d_c l_c (t_n - t_6)n$ ,

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):  $D_{\text{уд}} = Q_{\text{уд}} / (I_n - I_{\text{к}})$ ,

где  $I_n$  – энтальпия, кДж/кг;  $I_{\text{к}}$  – энтальпия конденсата, кДж/кг.

В табл. 8 приведены значения коэффициентов, встречающихся в расчёте тепловых потерь при сушке бумаги.

Таблица 8

### Коэффициенты тепловых потерь

Наименование коэффициента	Единица	Значение
Коэффициент теплоотдачи бумаги воздуху, $\alpha'$	Вт/(м <sup>2</sup> · °С)	5,58 + 3,95 $\vartheta$
Коэффициент теплоотдачи сукна воздуху, $\alpha'_1$	Вт/(м <sup>2</sup> · °С)	6,16 + 4,187 $\vartheta$
Коэффициент теплоотдачи пара стенке сушильного цилиндра $\alpha_1$	Вт/(м <sup>2</sup> · °С)	5815
Коэффициент теплоотдачи торцевой стенки цилиндра воздуху $\alpha_2$	Вт/(м <sup>2</sup> · °С)	5,58 + 3,95 $\vartheta$
Коэффициент теплопроводности бумаги $\lambda_6$	Вт/(м <sup>2</sup> · °С)	0,0465
Коэффициент теплопроводности сукна $\lambda_c$	Вт/(м <sup>2</sup> · °С)	
хлопчатобумажного		0,058
шерстяного		0,038

### 3.14. 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  $\varphi_y$   $60 - 65$  %. Температуру в помещении зала бумагоделательной машины принимают равной  $20 - 23$  °С.

Расход сухого воздуха (кг/ч) для удаления испаряющейся влаги определяют по формуле:  $L = W 1000 \cdot 1,1 / (d_y \varphi_y - d_n \varphi_n)$ , где  $d_y, d_n$  - содержание влаги в 1 кг уходящего и поступающего воздуха при полном насыщения, г (Справочник бумажника, т. 2;  $\varphi_n, \varphi_y$  - 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:

$$L' = L / \gamma_t$$

где  $\gamma_t$  - 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

$$\gamma / \gamma_1 = T_1 / T_0$$

$$\gamma_t = \gamma_0 T_0 / T_t$$

где  $\gamma_0$  - плотность воздуха при абсолютном нуле, равная  $1,293$  кг/ $m^3$ ;

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

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

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/(м<sup>2</sup> · °С);  $F$  – площадь излучающей поверхности, м<sup>2</sup>;  $t_{\text{в}}, t_{\text{к}}$  – 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/(м<sup>2</sup>·°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

$$Q_v = Q_{yx} - Q_{прих}$$

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.:  $F = Q_v / K\Delta t_{cp}$ , где  $F$  – площадь поверхности теплообменника, м<sup>2</sup>;  $K$  – коэффициент теплопередачи, Вт/(м<sup>2</sup>·°С) (зависит от типа теплообменника);  $\Delta t_{cp}$  – 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  $f = 5 * 370 = 1850$  мм<sup>2</sup> = 0,00185 м<sup>2</sup>.

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. м<sup>3</sup>/ч и давление 490 Па, а в качестве вытяжных осевые вентиляторы, обеспечивающие подачу до 80 тыс. м<sup>3</sup>/ч и давление 245 Па.

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

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

Максимальное тяговое усилие:  $T_{\max} = T_{200} K_{\max} K_{п} [1 + Cg (g - 200)]$ ,  
где  $T_{200}$  – среднее тяговое усилие секции при скорости машины 200 м/мин, Н;  $K_{\max}$  – коэффициент максимума, для сеточной части и холодильника  $K_{\max} = 1,4$ , для мокрых прессов сушильной части, каландра и наката  $K_{\max} = 1,25$ ;  $K_{п}$  – поправочный коэффициент, зависящей от типа подшипника (скольжения или качения); он различен для секции машины;  $Cg$  – 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:  $N = \alpha(V_c + 0,55) \left(1 + \frac{g}{630}\right)g$ ,

где  $V_c$  – ширина сетки, м;  $g$  – масса 1 м<sup>2</sup> бумаги, г;  $g$  - скорость бумажного полотна, м/мин;  $\alpha$  – 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

$$N_{уд} = \sum NT/P_{сут},$$

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

Удельный расход электроэнергии при выработке бумаги на машине

$$N_{уд} = N_{уд} + N^{`}_{уд}$$

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  $1 \text{ м}^2$ , степень проклейки, близка прозрачность, гладкость, прочность поверхности. Масса бумаги площадью  $1 \text{ м}^2$  определяется по ГОСТ. Писчая бумага вырабатывается массой 60 до 80 г в  $1 \text{ м}^2$ . Для изготовления школьных тетрадей должна использоваться бумага массой не меньше 65 г в  $1 \text{ м}^2$ . Масса бумаги для современных копировальных аппаратов, лазерных и матричных принтеров должна быть не менее 80 г в  $1 \text{ м}^2$ . 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  $1 \text{ м}^2$  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.

### **3.16. 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.

### **3.17. 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 % Сульфитной целлюлозы. В год изготавливаются 20 % бумаги № 0 от общей массы производимой продукции.

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 % сульфитной целлюлозы в год 30 % от общей массы.

3. Выбираю бумагу № 1 В 1-сорт.

Она изготавливается из 80 % сульфитной целлюлозы и 20 % макулатуры – 25 % от общей массы в год.

4. Выбираю бумагу № 2.

Бумагу №2 изготавливают из белой целлюлозы с введением на более 50 % белой древесной массы.

Бумага предназначена для изготовления бланка бухгалтерской отчетности, первичной учетно – отчета, сопроводительно - транспортной документации и дешевых бумажно – беловых изделий. Бумага № 2 изготавливается из 70 % сульфитной целлюлозы и 30 % древесной массы. Изготавливают 25 % от общей бумажной массы в год.

### Показатели качества писчей бумаги по ГОСТ 18510-87

Показатель	Номер бумаги				Метод испытания
	№ 0	№1 А	№1 В1с	№2	
Масса 1м <sup>2</sup> бумаги					
Степень проклейки не менее 1мм					
Разрывная длина в среднем по 2 направлениям, м, не менее.					
Гладкость бумаги каландрированной маш.гладкости.					
Белизна 150 % не менее без оптич отбел.с оптич отбел.					
Непрозрачность %, не менее. Для бумаги массой 60 г в 1 м <sup>2</sup> .					
Влажность %					
Сорность-число соринки на 1 м <sup>2</sup> площадь св.0.1 до 0.5 мм 2. Соринки пл.св.0,5 мм 2.Число соринки на 1м <sup>2</sup> площадью: св. 0,1 до 0,5 мм 2 вкл Св. 0,5 до 1,0 мм 2 вкл.свыше 1,0 мм.					

### 3.18. РАЗБИВКА АССОРТИМЕНТА

- 20 % 1. №0 60 % хлопковой целлюлозы,  
40 % сульфитной целлюлозы.
- 30 % 2. №1 А 100 % сульфитной целлюлозы.
- 25 % 3. №1 В 1-сорт 80 % сульфитной целлюлозы,  
20 % макулатуры.
- 25 % 4. №2 70 % сульфитной целлюлозы,  
30 % древесной массы.

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.

### 3.19. РАСЧЁТ СЫРЬЯ

1. Расчет сырья по бумаге №0

Хлопковая целлюлоза	сульфитная целлюлоза
2,9-100%	2,9-100%
X-60%	X-40 %
X=1,74 т/с.	X=1,16 т/с

2. Расчет сырья по бумаге № 1А.

100 % сульфитной целлюлозы = 348,9 т/с.

3. Расчет сырья по бумаге № 1 В

Сульфитная целлюлоза	макулатура
3,6 - 100%	3,6-100%
X-80%	X-20 %
X=2,88 т/с	X=0,72 т/с

4. Расчет сырья по бумаге № 2.

Сульфитная целлюлоза	Древесная масса
3,6 – 100%	3,6- 100 %
X-70 %	X-30 %
X=2,52 т/с.	X=1,08 т/с.

Таблица 9

## 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

Таблица 10

## 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
Сульфитная целлюлоза	1.16 тонн	2,393 тонн
	0,72 тонн	0,801 тонн

Макулатура		
Древесная масса	1,08 тонн	1,202 тонн

### 3.20. 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 акилпетенов 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 6,5 ...8,5. 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.

### **3.21. 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 %.

### **3.22. 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%

$$x=0,54 \text{ т/сут}$$

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

$\text{Na}_2 \text{CO}_3$  – 0,1 % от массы

$\text{NaCl}$  - 1,0 % от массы

2,9 -100 %

x- 50 %

$$x= 1,45 \text{ т/сут}$$

Расчет  $\text{Na}_2 \text{CO}_3$

1,45 – 100 %

x-0,1 %

$$x=0,0015 \text{ т/сут}$$

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

Расчет  $\text{NaCl}$

1,45-100%

x- 1,0 %

$$x=0,015 \text{ т/сут}$$

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

Таблица 11

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

### 3.23. 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.

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

### 3.24. 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, жгутовытаскивателя, 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.

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

Жгуторезка предназначена для разрезания образующегося жгута на транспортбельные части. В детали гидроразбивателей, соприкасающиеся с массой, изготовлены из коррозионостойких 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:

$$\hat{e} = \frac{42,05}{50 \cdot 0,9} = 0,93 \rightarrow 1 \text{ машина.}$$

$$\hat{e} = \frac{42,05}{50 \cdot 0,9} = 0,93 \rightarrow 1 \text{ машина.}$$

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

$$\hat{e} = \frac{42,05}{70 \cdot 0,9} = 0,66 \rightarrow 1 \text{ машина.}$$

С запасом берем 2 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

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

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

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

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

$$\hat{e} = \frac{14}{30 \cdot 0,8} = 0,58 \rightarrow 1 \text{ машина.}$$

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

$$\hat{e} = \frac{14}{30 \cdot 0,8} = 0,6 \rightarrow 1 \text{ машина}$$

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

$$\hat{e} = \frac{14}{40 \cdot 0,6} = 0,6 \rightarrow 1 \text{ машина}$$

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

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

Таблица 12

Наименование машин	Количество машин		€ машина
	Для изготовления	Для изготовления бумаги с	

	бумаги без макулатуры.	макулатурой	
1. Гидроразбиратель	1 м	1 м	2 м
2. Мельница	2 м	2 м	4 м
3. Центроклинер	7 м	2 м	9 м
4. Узлоловитель	5 м	1 м	6 м
5. ГНС	5 м	1 м	1 м
6. БДМ	5 м	1 м	1 м

### 3.25. РАСЧЁТ ОБОРУДОВАНИЯ

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

$$D = \frac{\hat{A} \cdot v \cdot 60}{1000} = 0.06 B v q$$

Где Р- 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 м<sup>2</sup> 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<sub>1</sub> – коэффициент, учитывающий холостой пробег машины из-за обрывов. Холостой ход машин обычно составляет 2-5 %, т.е K<sub>1</sub> = 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.

$$P_2 = 0,06 \cdot V \cdot K_1 \cdot K_2$$

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  $1 \text{ м}^2$  бумаги большую или меньшую сторону.

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

$$1 \text{ шт} - 140 \text{ т/сут}$$

$$X - 93,4 \text{ т/сут}$$

$$X = 0,67 \rightarrow \text{следует закупать 1 БДМ.}$$

### **3.26. ПОКАЗАТЕЛИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ И ЭНЕРГИИ НА 1 ТОННУ БУМАГИ (НА МАШИНУ)**

#### 1. Расход свежей воды:

$$1 \text{ тонна бумаги} - 19 \text{ м}^3$$

$$54,44 \text{ т/сут} - x$$

$$X = 1034,36 \text{ м}^3$$

#### 2. Расход пара на контактную сушку бумаги

$$1 \text{ тонна бумаги} - 2,36 \text{ т}$$

$$54,44 - x$$

$$X = 128,5 \text{ т}$$

#### 3. Расход электроэнергии

$$1 \text{ тонна бумаги} - 500 \text{ кВт/час}$$

$$54,44 - x$$

$$X = 27220 \text{ кВт/ч}$$

$$\text{В сутки: } 27220 \cdot 23 = 626 \cdot 060 \text{ кВт/сут}$$

$$\text{В год: } 218494940 \text{ кВт/год}$$

## 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 с 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.

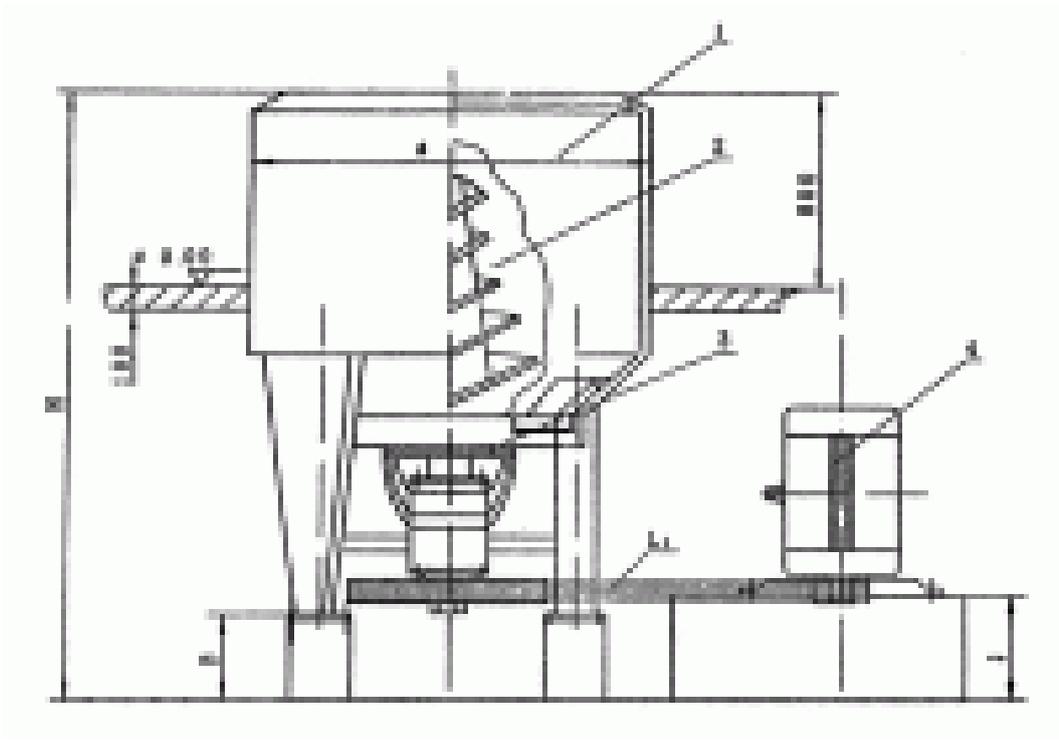
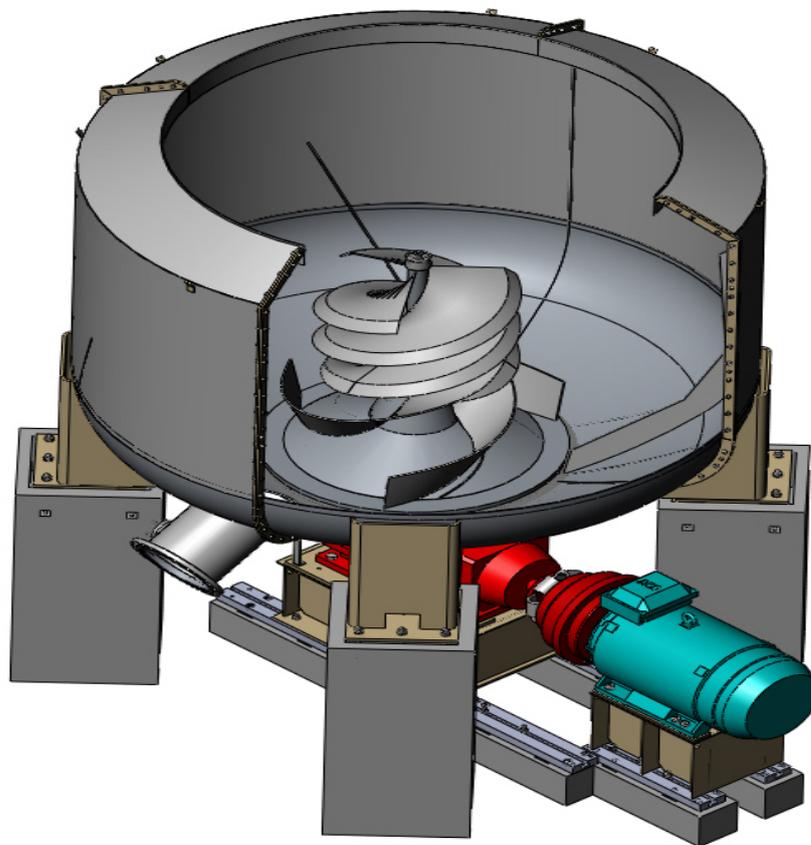
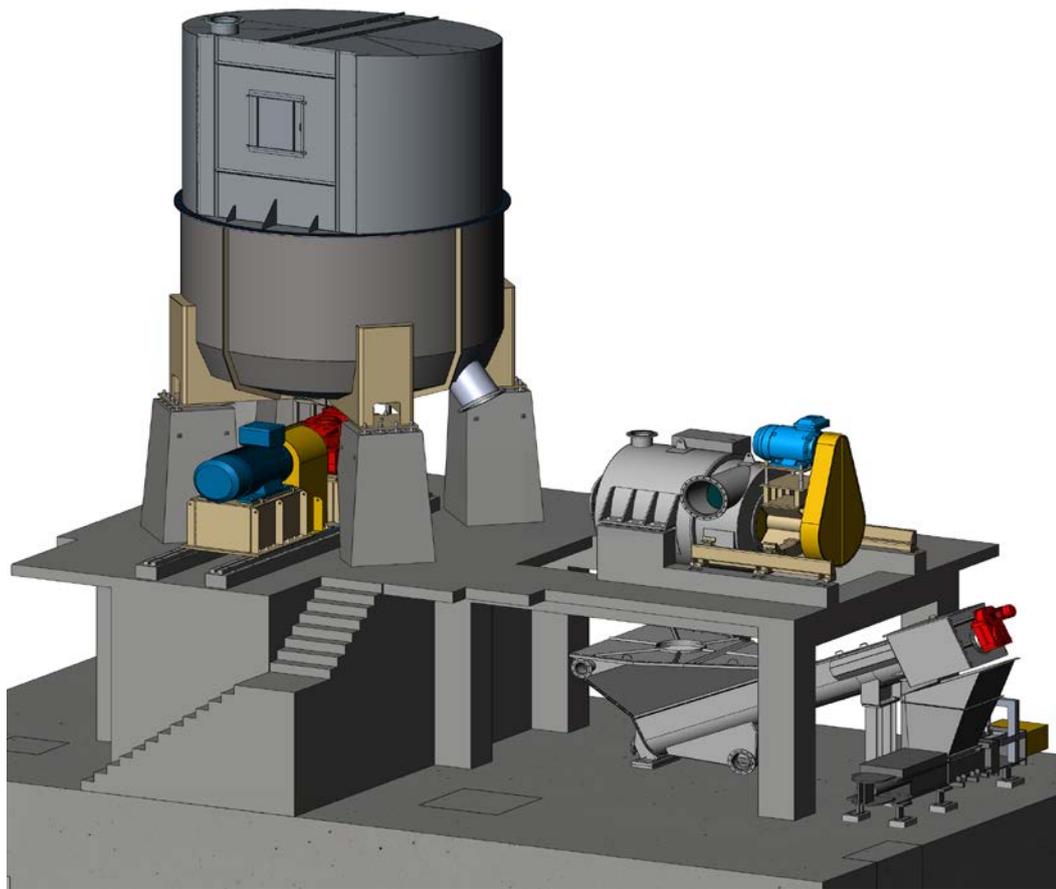


Рис 8. Гидроударник





**Рис. 9.** 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.

Узловитель 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.

**ЦЕНТРОКЛИНЕР РАБОТАЕТ АВТОМАТИЧЕСКИ**

Наименование оборудования	Расход электроэнергии	
	В сутки	В год
Гидроразбиватель	6440	2247560
Диск мельница	6679	2331041
Изготовитель	164	57132
	524,4	183015,6
		€240207,6
	756	263844
Центроклинер	Работает автоматичном	
Итого	14863,4	5082653

## 6. ТРАНСПОРТНАЯ ЧАСТЬ

### 6.1. ЛЕНТОЧНЫЕ КОНВЕЙЕРЫ

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

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. 10 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.

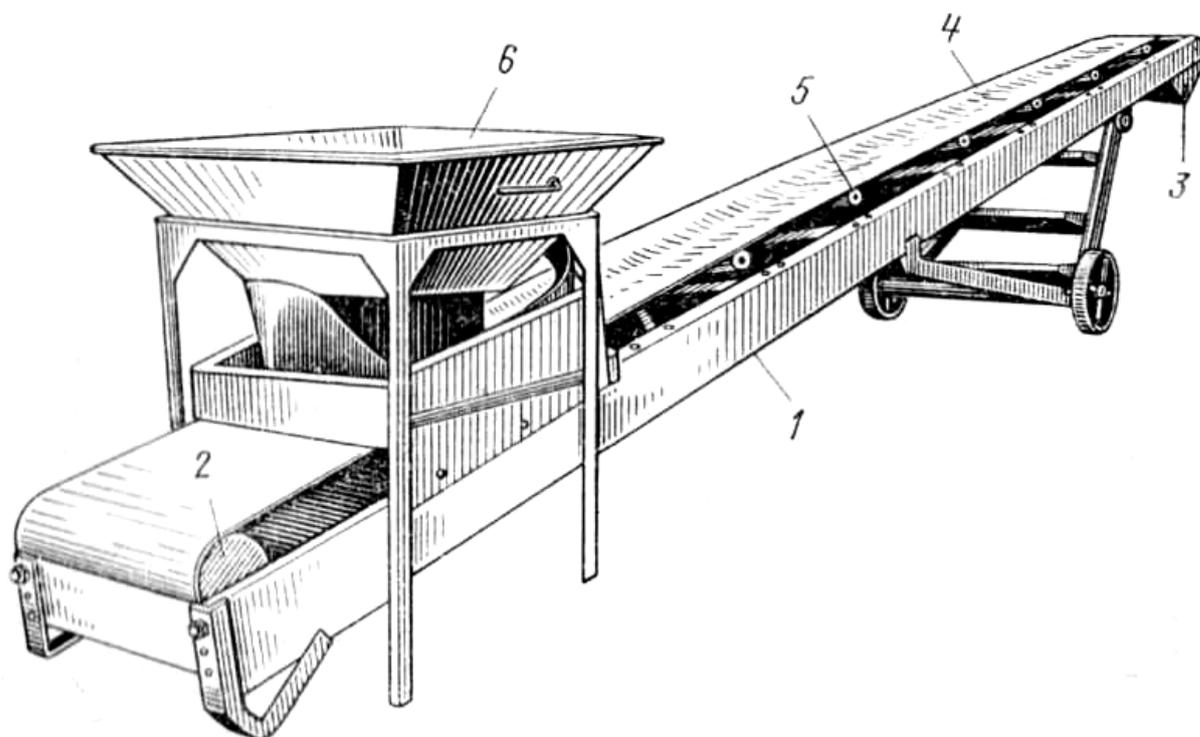
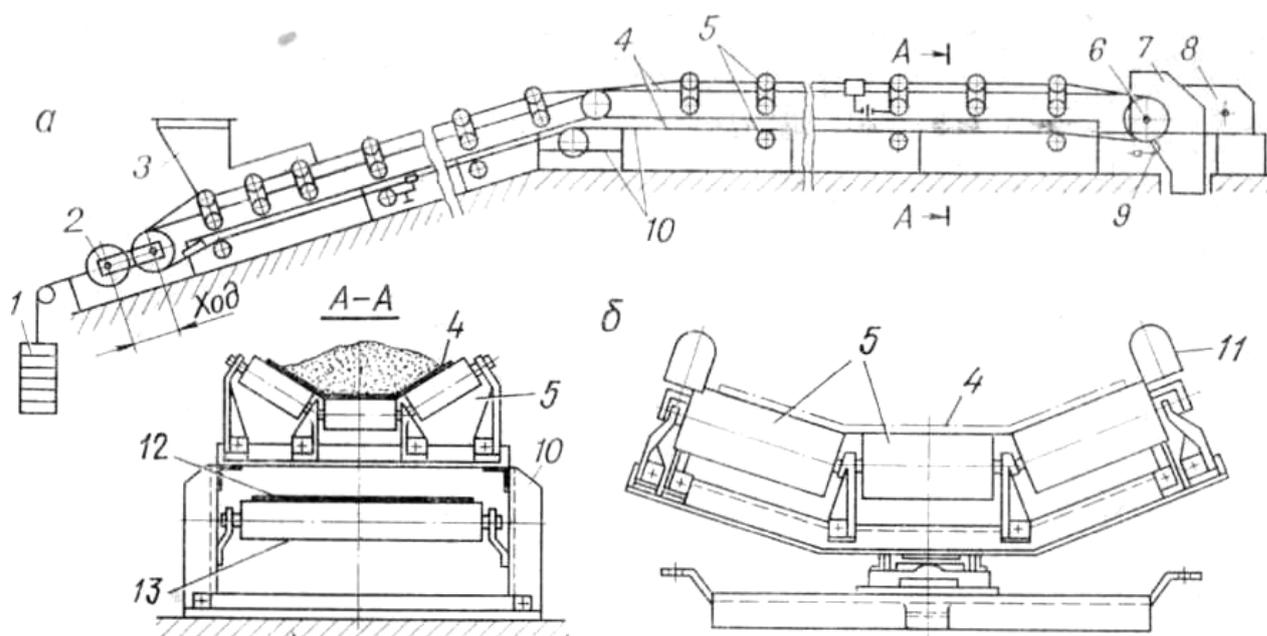


Рис. 10. Ленточный передвижной конвейер



**Рис. 11.** Стационарный ленточный конвейер:

*а* — общий вид; *б* — роликоопора; 1 — натяжной груз; 2 — натяжной барабан; 3 — загрузочная воронка; 4 — лента; 5 — роликоопоры; 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 м<sup>3</sup>/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 м<sup>3</sup>/ч.

## Вилочный погрузчик Komatsu FG15-20



**Рис. 12.** 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):

$$T_{\text{ц}} = t_n + \frac{L_{\text{ср}}}{v_{\text{гр}}} + t_p + \frac{L_{\text{ср}}}{v_x} = 120 + \frac{150}{12} + 100 + \frac{150}{15} = 242,5 \text{ сек};$$

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

$L_{\text{ср}}$  — средняя длина пути перемещения, м;

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

$t_p$  — время разгрузки (включая расцепку и маневр).

Часовая производительность

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

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:

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

**Требуемое количество машин 1 шт.**

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

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

## 7. ЭКОЛОГИЯ

Экологически опасным очагом загрязнения являются и хвостохранилища в Навоийской области, где имеется радиоактивный песок с реальной угрозой ветрового выноса.

Острейшей экологической проблемой, можно сказать национальным бедствием, стала проблема исчезновения Аральского моря.

Законодательные акты Республики Узбекистан.

Основной Закон Республики Узбекистан от 08.12.1992г. "Конституция Республики Узбекистан".

Закон Республики Узбекистан 657-ХII от 03.07.1992 г. "О государственном санитарном надзоре".

Закон Республики Узбекистан №754-ХII от 09.12.1992г. "Об охране природы" Закон Республики Узбекистан NB837-ХII от 06.05.1993 г. "О воде и водопользовании".

Постановление Олий Мажлиса Республики Узбекистан К.-32-1 от 26.04.1996 г. "Об утверждении Положения о Государственном Комитете Республики Узбекистан по охране природы".

Закон Республики Узбекистан №353-1 от 27.12.1996г. Об охране атмосферного воздуха.

Закон Республики Узбекистан №417-1 от 25.04.1997 г. О геодезии и картографии Закон Республики Узбекистан №543-1от 26.12.1997г. Об охране и использовании растительного мира.

Закон Республики Узбекистан №545-1 от 26.12.1997г. Об охране и использовании животного мира.

Закон Республики Узбекистан №73-11 от 25.05.2000г. Об экологической экспертизе Закон Республики Узбекистан от 31.08.2000г. О радиационной безопасности Закон Республики Узбекистан от 31.08.2000г. О защите сельскохозяйственных растений от вредителей, болезней и сорняков.

Закон Республики Узбекистан №871-ХII от 05.04.2002 г. Об отходах Закон Республики Узбекистан №444-1 1 от 13.12.2002 г О недрах Закон Республики Узбекистан от 03.12.2004 г. Об охраняемых природных территориях.

Реализация этих и других действенных мир но защите окружающей среды позволит уже в ближайшее время искоренить многие изъяны и упущения в области экологии, доставшиеся в наследство молодой республике от предыдущей системы, ликвидировать нависшую угрозу глобального по своим масштабам экологического кризиса, создат необходимые условия и экологически чистую среду обитания для населения республики, рождения и развития физически здорового подрастающего поколения.

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха вредными веществами являются дымовые газы, образующиеся при сжигании природного газа в топках, и отходящие газы пылеулавливающих установок отделений дробления, сушки и охлаждения, упаковки. Кроме того, происходит загрязнение атмосферы вентиляционными и неорганизованными выбросами.

Таблица 14

## Газопылевые выбросы производства в атмосферу и их очистка

Источники выброса газов или пыли в атмосферу	Состав газопылевых выбросов	Кол-во выделяемых выбросов, м <sup>3</sup> /мае		Кол-во газопылевых выбросов м <sup>3</sup> /час		ПДВ	Применяемые методы очистки. Очистные установки	Рекупера газопылевых выбросов
		газообразные	пылевых	поступают в атмосферу без очистки	подаваемы. \ на очистку			
производственный отдел	целлюлозно-бумажная пыль		1.5-2		1.5-2	5,2	циклон	Выбрасывается в атмосферу через вытяжной ВСН ГИ.

Таблица 15

## Потребление воды производством (цехом, участком)

Источники водоснабжения	Нормы водопотребления. м <sup>3</sup> /час		Объем оборотной воды. м <sup>3</sup> /час	Экономия чистой воды
	Проектная	Фактическая		
1	2	3	4	5
Городская Водопроводная сеть	10	8	7,5	85.5

## Сточные воды и их очистка

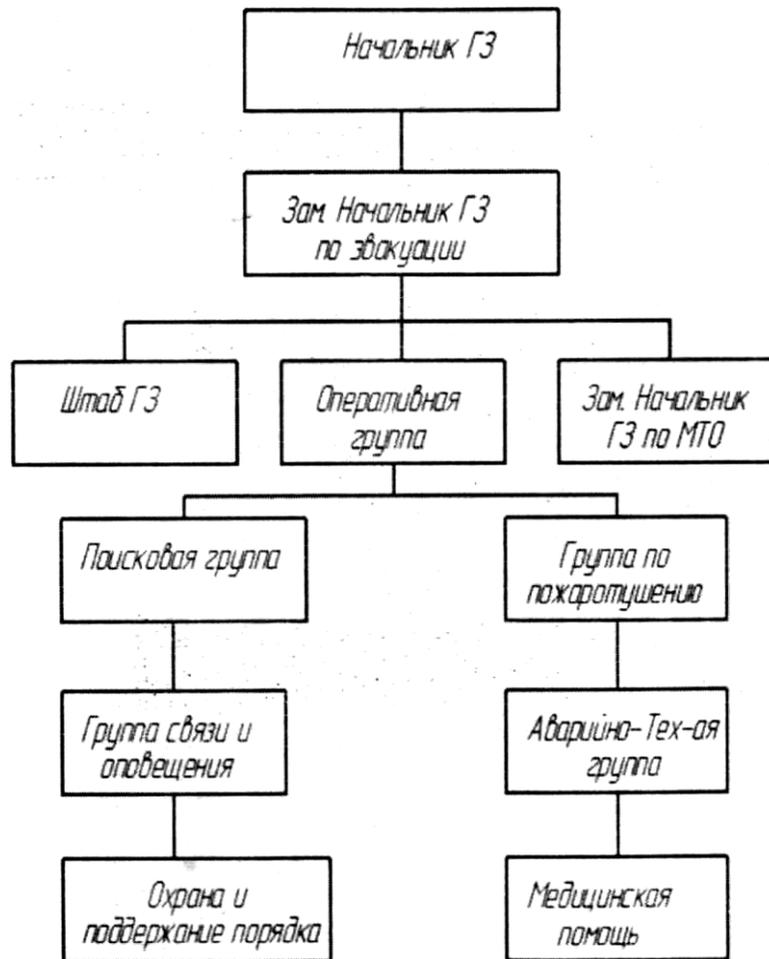
Виды сточных вод	Объем сточной воды, м <sup>3</sup> /час		Состав загрязнителя г/л	Методы очистки	Очистные аппараты и сооружения	Пути зования очищенной воды
	Очищаемой	сбрасываемый				
1	2	3	4	5	6	7
Производственные	7	-	Нерастворимые в воде мелкие грубодисперсные частицы	Механический реагентный	Отстойник циклон	городская канализационная сеть
Хозяйственные и бытовые	0.3		Растворимые вещества	Механический биологический	Отстойник	

В нашей технологии твердые отходы отсутствуют.

## 8. ГРАЖДАНСКАЯ ЗАЩИТА

Для ликвидации последствий ЧС природного и техногенного характера, а также для проведения спасательных и других неотложных работ на предприятии «Жухоли калин когозн» созданы следующие формирования Гражданской защиты из числа рабочих и служащих.

Организация гражданской защиты на предприятии «Жухоли калин когози»



Все формирования оснащены необходимой техникой, материально-техническими средствами согласно норме с учётом особенностей объекта. Для каждого формирования разработаны «план проведения в готовность» по которым проводится тренировки личного состава, а также все формирования участвуют на объектах тактико- специальных учениях и учебных 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 личного состава, поддержание постоянной готовности и своевременное выполнение поставленных задач, за сохранность имущества.

Для каждого формирования разработаны «План проведения в готовность» по который проводятся тренировки личного состава, а также все

формирования участвуют на объектовых тактико-специальных учениях и учебных мероприятиях проводимых штабом ГЗ и службами города Ташкента.

Согласно постановлению кабинет министров Республике Узбекистан №455 на предприятии «Жухоли калин когози» возможны следующие чрезвычайные ситуации:

Чрезвычайная ситуация техногенного характера. Нарушение технологического процесса может привести к авариям, пожаром, взрывам. Неисправность оборудования и приборов, возможно образование в помещениях, аппаратах, газопроводах, колодцах взрывоопасных смесей с воздухом и при этом различных источников возгорания.

Чрезвычайная ситуация природного характера возможны землетрясения; бури, ураганы, наводнения, вспышки опасных инфекционных заболеваний.

Оповещение и ликвидация последствий аварий и катастроф природного и техногенного характера осуществляется согласно плана ГЗ и плана основных мероприятий предприятия «Жухоли калин когози».

Оповещение осуществляется с помощью специальной аппаратуры, комплекса технических средств связи и сигнализации. Оповещение включает: передачу информации об опасности работникам, находящимся на рабочих местах: передачу или 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 предприятия обеспечены средствами индивидуальной защиты, спецодежды и спецобувью.

Для защиты работающих на предприятии от опасных, вредных, производственных факторов в соответствии с профессией и на основании типовых отраслевых норм бесплатной выдачи средств индивидуальной защиты работникам, в производстве азотных удобрений, выдается с учетом роста, размера и пола работника спецодежда, спецобувь и другие средства индивидуальной защиты и предохранительные приспособления.

Для защиты головы работающего от механических повреждений, влаги, электрического тока выдаются защитные каски, гарантийный срок эксплуатации которых установлен не более двух лет. В холодное время года защитные каски должны применяться совместно с утепляющим подшлемником.

Для защиты органов зрения от производственных вредностей выдаются защитные очки в зависимости от требований безопасности по выполняемой работе:

-для защиты глаз от ветра, пыли, твердых частиц служат очки защитные ЗП1-80. ЗП2-80 и другие аналогичные;

- для защиты глаз от слепящих яркостей света, ультрафиолетового, инфракрасного излучений и от их сочетания с воздействием твердых частиц и брызг расплавленного металла для газосварщиков и вспомогательных рабочих очки ЗНД 2В, ЗНРБ-64-80. ЗНРЗ- 70и другие со светофильтрами, и для электросварщиков щитки защитные со светофильтрами.

Для защиты органов слуха от производственного шума, когда техническими и другими мерами не удастся снизить уровень шума, должны применяться индивидуальные средства защиты: противно шумные беруши. заполняющие наружный слуховой канал или ушную раковину, противно шумные наушники, шлемы, закрывающие часть головы и ушные раковины.

Для защиты органов дыхания от пыли, когда безопасность работ не может быть обеспечена конструкцией оборудования, организации производственных процессов, применяются противопылевые респираторы, обеспечивающие защиту от высоко или среднедисперсных аэрозолей (радиус частиц до 1мкм). при концентрациях, превышающих предельно допустимую - до 200 раз.

На случай возникновения аварийной ситуации работники предприятия для защиты органов дыхания обеспечиваются персональными фильтрующими противогазами марки А. В.

При работах в условиях недостатка кислорода в окружающем воздухе, в закрытых сосудах, емкостях, колодцах и т.д. для защиты органов дыхания должны применяться шланговые противогазы марок ПШ-1. ПШ-2.

Для обеспечения безопасности при работе на высоте 1,3 м и выше, в колодцах, приямок, бункерах и т.д. должны применяться предохранительные, спасательные пояса и страховочные канаты (пояс предохранительный для монтажников ТУ 36-2103-82. пояс спасательный, канаты страховочные по ГОСТ 12.4.107-82).

Для защиты электротехнического персонала, обслуживающего электроустановки обогатительной фабрики напряжением до и выше 1000 В. должны применяться защитные средства в соответствии с «Правилами применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках».

## 9. ОХРАНА ТРУДА

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

Охрана труда как институт трудового право-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, не совершеннолетних работников, лиц с пониженной трудоспособностью; нормы регулирующие организацию работы по охране труда: правила расследования и учёта несчастных случаев. Предприятие «Жухоли калин когози» находится на Яшнаабадском районе города Ташкента

Предприятие, включает в себя одну технологические линии.

В производстве применяются химические вещества.

Канифоль - смола, которая остается после прогонки скипидара на деревянном клее с помощью водяного пара, её примняют в бумажной промышленности в качестве бумажного клея.

Пыль - с воздухом образует взрывоопасную смесь.

Гипохлорид кальция  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  - представляет собой безцветный кристаллический порошок, сильный окислитель, применяется при отбеливании бумаги.

Предприятия «Жухоли калин когози» согласно СН-245-71 СНИП 2.01.03.96 относится ко второму классу помещений по вредности, при этом предусмотренная санитарно-защитная зона составляет 500м. Предприятие расположено с подветренной стороны к ближайшему населённому пункту, что способствует рассеиванию вредных выбросов и исключает попадание их в жилой район.

Оповещение и ликвидация последствий аварий и катастроф природного и техногенного характера осуществляется согласно плана ГЗ и плана основных мероприятий предприятия «Жухоли калин когози»

Строгое соблюдение инструкций по приготовлению растворов реагентов и правил промсанитарии исключает случаи отравлений, ожогов, профзаболеваний.

На предприятии «Жухоли калин когози» спроектировано согласно СНИП 2.01.-83 с учётом «розы ветров», во избежание попадания нежелательных выбросов на территорию жилого массива предприятие расположено с подветренной стороны относительно жилого района.

На предприятии «Жухоли калин когози» разработаны и изложены меры безопасности при эксплуатации согласно ГОСТ 12.003-91 и СНиП 3-05-05-98.

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

Большое значение предприятию «Жухоли калин когози» 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 вибрацией предусмотрены мероприятия направленные на шумоподавление и виброизоляции;

правильная эксплуатация оборудования, своевременное его осведительствование и проведение профилактических ремонтов:

-своевременная смазка вращающихся частей машин механизмов:

-применение средств индивидуальной защиты от шума и вибрации:

-применение виброгасящих устройств и покрытий невибрирующих коммуникаций;

ликвидация и ослабление шума непосредственно в источнике образований.

Во всех производственных и подсобных помещениях предприятия «Жухоли калин когози» приняты меры к максимальному использованию естественного освещения.

Световые проёмы не загромождаются производственным оборудованием, готовыми изделиями, сырьём и т.п. как внутри, так вне здания.

Естественное освещение производственных помещений отвечает требованиям строительных норм и правил СНиП 2-01-05-98, СНиП 2-4-79. Остекленная поверхность световых проёмов (окон, фонарей т.п) очищается от пыли и копоти по мере загрязнения, но не реже один раз в квартал.

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

Помещения предприятия «Жухоли калин когози» 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.

Также предусмотрены установки для сохранения сырья в помещениях в течение 12 часов.

Вентиляционные установки не создают шума, превышающего допустимые нормы.

В холодные и переходные периоды года на предприятии «Жухоли калин когози» предусмотрено центральное отопление.

С повышением уровня механизации и автоматизации процессов на предприятии «Жухоли калин когози» 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 является правильная установка электрооборудование, и надёжное заземление всего стационарного технологического, транспортного и энергетического оборудования, а также металлических площадок и конструкций. Для заземления к оборудованию и конструкциям приваривают металлический шины, по которым отводится в землю электрический ток. случайно попавший или возникшей 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 предприятие на предприятии «Жухоли калин когози» обеспечен средствами индивидуальной защиты, спецодеждой и спецобувью.

Для защиты работающих на на предприятии «Жухоли калин когози» от опасных, вредных, производственных факторов в соответствии с профессией и на основании типовых отраслевых норм бесплатной выдачи средств индивидуальной защиты работникам, занятым в производстве, выдается с учетом роста, размера и пола работника спецодежда, спецобувь и другие средства индивидуальной защиты и предохранительные приспособления.

Для защиты головы работающего от механических повреждений, влаги, электрического тока выдаются защитные каски, гарантийный срок эксплуатации которых установлен не более двух лет. В холодное время года защитные каски должны применяться совместно с утепляющим подшлемником.

Для защиты органов зрения от производственных вредностей выдаются защитные очки в зависимости от требований безопасности по выполняемой работе:

для защиты глаз от ветра, пыли, твердых частиц служат очки защитные ЗП1-80, ЗП2-80 и другие аналогичные;

для защиты глаз от слепящих яркостей света, ультрафиолетового, инфракрасного излучений и от их сочетания с воздействием твердых частиц и брызг расплавленного металла для газосварщиков и вспомогательных рабочих очки ЗНД 2В. ЗНРБ-64-80. ЗНРЗ- 70и другие со светофильтрами, и для электросварщиков щитки защитные со светофильтрами.

Для защиты органов слуха от производственного шума, когда техническими и другими мерами не удастся снизить уровень шума, должны применяться индивидуальные средства защиты: противо шумные беруши.

заполняющие наружный слуховой канал или ушную раковину, против шумные наушники, шлемы, закрывающие часть головы и ушные раковины.

Для защиты органов дыхания от пыли, когда безопасность работ не может быть обеспечена конструкцией оборудования, организацией производственных процессов, применяются противопылевые респираторы, обеспечивающие защиту от высоко или среднedisперсных аэрозолей (радиус частиц до 1 мкм). при концентрациях, превышающих предельно допустимую - до 200 раз.

На случай возникновения аварийной ситуации работники отделения для защиты органов дыхания обеспечиваются персональными фильтрующими противогазами марки А. В. .

При работах в условиях недостатка кислорода в окружающем воздухе, в закрытых сосудах, емкостях, колодцах и т.д. для защиты органов дыхания должны применяться шланговые противогазы марок ПШ-1. ПЩ-2.

Для обеспечения безопасности при работе на высоте 1,3 м и выше, в колодцах, приямок, бункерах и т.д. должны применяться предохранительные, спасательные пояса и страховочные канаты (пояс предохранительный для монтажников ТУ 36-2103-82. пояс спасательный, канаты страховочные по ГОСТ 12.4.107-82).

Для защиты электротехнического персонала, обслуживающего электроустановки обогатительной фабрики напряжением до и выше 1000 В. должны применяться защитные средства в соответствии с «Правилами применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках».

На территории предприятия «Жухоли калин когози» 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 предприятия «Жухоли калин когози» по пожаро- взрывоопасности относится к категории «В» .

Предприятию «Жухоли калин когози» по пожароопасное<sup>TM</sup> относится к классу 11-2а. по взрывоопасное относится к классу В-2а.

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

Согласно нормам и правилам предприятия «Жухоли калин когози» относится к I степени огнестойкости.

При проектировании и строительстве предприятия «Жухоли калин когози» согласно СНиП 2.090.4.-87, СНиП2.090.2-85 и СНиП 2.02.12-98 были предусмотрены эвакуационные пути и выходы на случай возникновения и здания пожара или аварии. Эвакуационные пути обеспечивают безопасность движения людей по ним за минимальное количество времени. В цехах предусмотрено два эвакуационных выхода.

Согласно СНиП-2.04.02-85 на предприятии «Жухоли калин когози» предусмотрено противопожарное водоснабжение, применяемое для

ликвидации пожаров на предприятии. Цеха предприятия за исключением электрощитовой обеспечиваются противопожарным водопроводом с установкой на нём 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 предприятия «Жухоли калин когози» снабжены первичными средствами пожаротушения. Противопожарный инвентарь размещается на территории предприятия на отведённых и подготовленных для этой цели местах с учетом пожарной опасности производства в строго установленном количестве. В помещениях цехов установлены ящики с сухим просеянным песком. При ящике с песком находится лопата. Используемые на предприятии «Жухоли калин когози» огнетушители: ОХЛ-Ю. ОУ-2.

С целью своевременного оповещения о возникновении ЧС (пожара) на предприятии «Жухоли калин когози» 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 предприятии Жухоли калин когози возложен на добровольную пожарную дружину (ДГ1Д) состоящую из числа рабочих и ИГР. 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 предприятии «Жухоли калин когози» предусмотрена защита от молний. Предприятие «Жухоли калин когози» соответствует II категории по молнезащите.

## 10. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

На современном этапе развития общества научно-технического прогресса все больше значения приобретает комплекс проблем связанных с охраной окружающей среды рациональным использованием природных ресурсов.

Эта проблема еще больше обострилась за последние годы. В результате стихийного, хаотичного перехода в ряде стран СНГ к рыночной экономике, утраты управляемости, контроля за использованием природных и минерально-сырьевых ресурсов они стали растаскиваться, хищнически добываться и экспортироваться по низким ценам, превратились в источник получения для отдельных так называемых "новых" и целых коррумпированных групп сверхприбылей. При этом в угоду своим алчным интересам они приносят в жертву экологическую безопасность, здоровье и благополучие ныне живущих и будущего поколения. Бессовестным образом разворовываются, истребляются не только огромные материальные ценности, уникальное достояние человечества, но и наносится огромный вред всей окружающей среде, нарушается климат, а главное - уродуются естественные условия жизни и деятельности не одного поколения людей.

Сегодня, в преддверии XXI столетия, в условиях стремительного научно-технического прогресса и изменения геополитической структуры мира все большую актуальность приобретают проблемы регулирования воздействия, оказываемого человеком на биосферу, гармонизации взаимодействия общественного прогресса и сохранения благоприятной природной среды. достижения равновесия во взаимоотношениях "человек-природа". Можно с горечью сказать, что в Центральноазиатском регионе сложилась одна из опаснейших зон экологического бедствия. Сложность ситуации не только в том, что она несет в себе аккумулятивный результат игнорирования этой проблемы на протяжении многих десятилетий, но и в том, что практически все сферы обитания и жизнедеятельности человека в регионе подвержены экологическому риску. Мы имеем горький опыт доказательства того, что природа не терпит вульгарного и самонадеянного обращения с ней. Этого она не прощает. Ложный социалистический идеологический постулат, что человек - хозяин природы, обернулся, особенно в Центральноазиатском регионе, трагедией для жизни многих людей, целых народов и наций, поставил их на грань вымирания, исчезновения генофонда.

Постоянно возрастает угроза ограниченности земли и ее низкий качественный состав. В условиях Центральной Азии земля является бесценным даром - она в буквальном смысле кормит, одевает людей, создает материальную основу для благополучия жизни многих семей, не только непосредственно связанных с сельскохозяйственным производством, но и всего населения республики, где так или иначе все отрасли тесно связаны с землей и щедро пользуются ее плодами. В то же время земля - это не только огромное достояние, но и фактор, от которого зависит будущее страны. Особенно сильно это проявляется в Узбекистане, где от года к году усиливается экономическая и демографическая нагрузка на землю.

Особенность республики состоит в том, что из общей площади, равной свыше 447.4 тыс.кв.м. только 10 процентов составляют посевные площади.

К сожалению, эти процессы не минули и Узбекистан, где, по оценке специалистов складывается крайне сложная, можно сказать опасная ситуация

Большой экологической проблемой Узбекистана стала высокая степень засоленности земель. К этому привело массовое их освоение, когда в оборот крупными.

Сплошными массивами вводились даже засоленные и непригодные к мелиорации земли. За последние 50 лет площадь орошаемых земель возросла с 2,46 млн га до 4.28 млн га. Только за 1975-1985 годы освоено около 1 млн га новых земельных массивов. К 1990 году площадь орошаемых земель по сравнению 1985 годом увеличилась в 1,5 раза.

Особую опасность представляет радиоактивное загрязнение. Вдоль берегов реки Майлуу-Суу (Кыргызстан) в период с 1944 по 1967 годы захоронены отходы переработки урановой руды и к настоящему времени имеется 23 хвостохранилища, требующих укрепления селезащитных дамб и выполнения работ по обеспечению устойчивости склонов в оползнеопасных участках.

## 11. 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 бумаги и картона на предприятии «Жўхоли қалин қогоз».

### **Производственная годовая программа - выпуск продукции в натуральном выражении и стоимостном измерениях на предприятии «Жухоли калин когоз»**

Таблица 17

№	Наименование	Ед. измерения	Цена ед. сум	Годовой выпуск	
				В нат. выраж.	В стоим. выражении тыс. сум
1	2	3	4	5	6
1	Бумага для гофрирования	тн	26000	10000	260000000
<b>Итого:</b>			26000	10000	260000000

**Калькуляция себестоимости продукции**  
**Годовой выпуск - 10000**  
**Калькулируемая ед.измерения продукции – тонн**

*Таблица 18*

№	Наименование статей затрат	Стоимость	
		Единицы, сум/шт	Годовой выпуск тыс.сум
1	2	3	4
1	Прямые материальные затраты	14117	14117125000
2	Прямые затраты на труд	2584	25840000
	а) затраты на рабочих	1938	19380000
	б) отчисление на соц. страхование	646	6460000
3	Косвенные затраты на материалы	1620	16200000
4	Косвенные затраты на труд	875	8750000
5	Амортизация основных фондов	925	9250000
6	Прочие расходы	879	8790000
7	Производственная себестоимость	21000	210000000
8	Расходы периода	856	8560000
9	Общие затраты или полная себестоимость	21856	218560000
10	Прибыль	5000	50000000
11	Рентабельность производства	24	24
12	Оптово-отпускная цена	26000	260000000
13	Розничная цена продукции с НДС	31200	312000000

**Основные технико-экономические показатели производства**

*Таблица 19*

№	Наименование показателей	Ед. измер.	Показатели проекта
1	2	3	4
1	Годовой выпуск продукции:	тн	10000
	а) в натуральном выражении		
1	б) стоимость товарной продукции	тыс. сум	260000000
2	Себестоимость единицы продукции	сум/ед	21000
3	Себестоимость годового выпуска продукции	тыс. сум	210000000
4	Оптово-отпускная цена ед. продукции	сум/ед	26000

5	Необходимая прибыль	тыс. сум	5000
6	Рентабельность продукции	%	24%
7	Зарплата рабочего за месяц	сум	300000
8	Зарплата цехового персонала за месяц	сум	420000
9	Удельный вес материальных затрат в с/с продукции	%	66%

### Калькуляция

1) Себестоимость - сумма затрат

2) Прибыль – разница между выручкой и затратами на изготовление бумаги.

3) Рентабельность (доходность предприятия)  $P = \frac{\Pi}{с/с} \times 100\%$  ;

$\Pi$  – прибыль  
с/с – себестоимость продукции, сум

4) Чтоб найти прибыль надо – с/с

$$\Pi = (O_{ц}(26000) - с/с) \times M$$

$M$  – масштаб производства -10000 тн  
 $O_{ц}$  – отпускная цена

5) Розничная цена =  $O_{ц} + \text{НДС (20\%)}$

6) Удельный вес материальных затрат

$$\frac{\sum \text{мат.зат.}}{с/с} \times 100\%$$

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Мыслить и работать по новому требованию времени» И.А.Каримов Ташкент 1997 г.
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 Ғ.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 Ғ.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.1. 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](http://www.производства-бумага.ru).
12. [www.paperprodoshion.com](http://www.paperprodoshion.com).
13. [www.целлюлоза-бумаги.ru](http://www.целлюлоза-бумаги.ru)
14. [www.переработка бумаги и картона.ru](http://www.переработкабумагиикартона.ru)