

# Обзор оборудования для производства санитарно-гигиенических видов бумаг для малого и среднего бизнеса.

*В этой статье хотелось бы обсудить рентабельность производства и технические особенности оборудования для производства санитарно-гигиенической бумаги малым и средним бизнесом.*

Произведем анализ существующих бумагоделательных машин для производства санитарно-гигиенической бумаги малой производительности от 3 тонн в сутки и до 10-15 тонн в сутки. Нами выбран именно тот диапазон производительности, с которого начинается рентабельность бизнеса. Хотя на рынке и представлены образцы оборудования производительностью от 500 кг до 2 тонн в сутки, но к большому сожалению это оборудование не выдерживает никакой критики, как с точки зрения общей рентабельности производства так и с точки зрения качества готовой продукции. В прочем впоследствии мы опишем и их.

Именно такой класс машин является по карману малому и среднему бизнесу.

Итак, вначале рассмотрим типы оборудования для производства бумаги.

*Бумагоделательное производство состоит из:*

1. Отдела производства бумажной массы
2. Бумагоделательной машины
3. Линий производства конечного изделия (например - перемоточные линии для производства рулончиков санитарно-гигиенической бумаги из больших бобин основы туалетной бумаги)

## **Отдел производства бумажной массы**

Отдел производства бумажной массы из макулатуры в минимальном варианте должна состоять из:

1. Гидроразбиватель. В него загружается макулатура и распускается на волокна и кусочки макулатуры, при этом происходит набухание волокон перед окончательным роспуском, отделение печатной краски от волокон бумаги.
2. Циклон. Очистка массы от тяжелых включений
3. Мельничный комплекс. Окончательный роспуск массы на волокна, расщепление и расчесывание ороговевших волокон макулатуры, для увеличения поверхности бумажных волокон и восстановление бумагообразующих свойств бумажных волокон. Степень помола бумажной массы должна составлять не менее 20-30 градусов ШР.
4. Сортировочное оборудование. Для очистки бумажной массы от не волокнистых включений (например, пленка, скотч, пластмасса и т.д.). В качестве сортировочного оборудования интересующей нас производительности вполне подходит такой тип оборудования как вибросортировки. Вибросортировки комплектуются ситами с круглыми отверстиями или щелями. Чем меньше щелями или отверстиями комплектуются вибросита, тем чище бумажная масса, но потери волокна при этом значительно возрастают. Так, например, при отверстиях диаметром 3 мм потери волокна составляют около 10 %, в то время как при отверстиях 2 мм потери могут составить уже 20 и более процентов. Поэтому обычно применяются сита с отверстиями диаметром 3 мм, что вполне достаточно для производства качественной бумаги и в то же время производство имеет высокую рентабельность.

5. Комплект насосов для перекачки бумажной массы
6. Емкости с мешальными устройствами. Для равномерной обработки бумажной массы необходимо поддерживать постоянство концентрации массы по объёму емкости, это достигается постоянным перемешиванием бумажной массы. В качестве мешальных устройств используются лопастные мешалки с отдельным приводом или барботирование сжатым воздухом.
7. Деинкинг (удаление краски и других гидрофобных включений (мусор)). Существует два способа деинкинга промывка или флотация. Промывка осуществляется обычно с помощью цилиндрических или дисковых фильтров. Огромным недостатком этой технологии является большой расход свежей воды и большие потери качественного волокна при промывке. Это приводит к увеличению себестоимости готовой бумаги и низкой рентабельности производства по этой технологии.

Второй способ флотация бумажной массы. Эта технология не требует дополнительной свежей воды и имеет малые потери волокна. Бумажная масса концентрацией 1-1,2% смешивается с флотореагентами (неионогенные ПАВ) и насыщается сжатым воздухом из компрессоров. Пузырьки воздуха прикрепляются к гидрофобным включениям (краска и другой мусор) и всплывают вверх в виде пены, которую с помощью скребков удаляют из бумажной массы. При этом установки устанавливаются в ряд до пяти последовательных ступеней и добиваются высокой степени очистки бумажной массы от красителей вплоть до 98 %. К сожалению флотационные установки деинкинга выпускаются производительностью минимум 30 тонн в сутки и соответственно имеют большую стоимость, они имеют высокое потребление электроэнергии и также значительно повышают себестоимость бумаги, особенно для производительности интересующего нами диапазона 10-15 тонн в сутки.

В последнее время в мире наблюдается тенденция использования технологии Compact Deinking (Удаление краски и повышение белизны бумаги), которая обеспечивается барботированием сжатым воздухом в емкостях. Эта технология позволяет использовать сжатый воздух прямо с выхода вакуумных насосов бумагоделательной машины (При этом не тратится дополнительная энергия, как в лопастных мешалках и установках деинкинга). Единственным условием для этой технологии является требование, чтобы концентрация массы в емкостях не превышало 3 %. Т.е. переработка бумажной массы должна вестись по этой технологии при низкой концентрации. Бумажная масса насыщается воздухом, часть его растворяется в воде. Находясь в емкостях отдела производства бумажной массы пузырьки воздуха прилипают к гидрофобным включениям (печатная краска, пленка, и другой сор в бумажной массе).

Необходимо иметь ввиду, что время нахождения бумажной массы в соприкосновении с пузырьками воздуха, по этой технологии значительно выше, чем в других способах деинкинга, что позволяет добиться очень высоких показателей очистки бумажной массы от краски и другого сора.

Далее масса разбавляется водой до концентрации 0,3% и подается в напорный ящик. Сердцем технологии Compact Deinking является компактная флотационная установка, встроенная прямо в напорный ящик. За счет очень низкой концентрации массы пузырьки воздуха вместе с гидрофобными включениями (краска и другой мусор.) легко за очень короткий промежуток времени всплывают вверх и образуют плотный слой пены, которая удаляется с помощью вытяжного устройства из массы. При этом белизна бумаги повышается на 5-10 %, и что немаловажно без использования каких-либо дополнительных химикатов (только вода и макулатура), что значительно уменьшает себестоимость бумаги и затраты на экологию. Впрочем, при желании можно дополнительно использовать и химикаты. Степень удаления краски достигает

90 %. Это очень неплохой показатель, учитывая, что он достигается без дополнительных затрат электроэнергии и свежей воды. При этом общие потери годного волокна по этой технологии от макулатуры до готовой бумаги не превышают 12%.

Таким образом, по технологии *Compact Deinking* краска удаляется без дополнительных затрат электроэнергии и свежей воды. При этом еще и обеспечивается качественное перемешивание массы в емкостях.

Для производства качественной бумаги необходимо поддерживать все время одинаковую плотность бумажного полотна. Для этого крайне необходимо постоянно в потоке отслеживать толщину готовой бумаги и при ее изменении сразу же корректировать концентрацию массы, поступающей в бумагоделательную машину. Это обеспечивается установкой на бумагоделательной машине датчика толщины готового бумажного полотна в потоке, который с помощью компьютера автоматически регулирует управляемую задвижкой массы и тем самым корректирует концентрацию поступающей на бумагоделательную машину бумажной массы.

### **Бумагоделательные машины отличаются по типу формирования:**

Плоскосеточные, круглосеточные и другие типы формеров, которые применяются в бумажном производстве.

Плоскосеточные машины применяются во всем мире. Это самые распространенные типы машин. Они зарекомендовали себя как надежные и эффективные типы машин. Основное преимущество плоскосеточных машин – очень эффективное обезвоживание бумажного полотна перед сушильной частью, что приводит к тому, что энергии для сушки бумаги необходимо значительно меньше, чем в других типах формирования бумажного полотна.

Круглосеточные изначально предназначались для производства картона. У них есть преимущество – простота изготовления круглых сеточных цилиндров. Но основным недостатком круглосеточного формирования является отсутствие эффективных узлов обезвоживания на сетке, что приводит к значительной влажности бумажного полотна, поступающего в прессовую и сушильную часть. Круглосеточные машины выпускались многими странами мира вплоть до 60-х годов 20 века. Впоследствии из-за повышенных энергетических затрат их производство сошло на нет. Но известно, что китайские производители выпускают это оборудование и сейчас, причем как для производства картона, так и для производства санитарно-гигиенической бумаги (14-32 г/м<sup>2</sup>). Нужно иметь ввиду, что влажность бумажного полотна тем выше, чем меньшая плотность бумаг. Так для плотности 50 г/м<sup>2</sup> влажность бумаги после прессового вала на круглосеточной машине может достигать 300 % (отношение веса влаги в бумаге к весу сухой бумаги), тогда как при плотности даже 30 г/м<sup>2</sup> влажность может достигнуть показателя в 350% и даже 400 %. В то время как на плоскосеточной машине влажность после прессового вала не превышает 250-280% даже при плотности бумаги 30 г/м<sup>2</sup>. Т.е. для производства 1 тонны бумаги необходимо приложить в  $350\%/250\% = 1,4$  раза больше тепловой энергии для сушки бумажного полотна, причем это в идеальном случае. В итоге себестоимость бумаги значительно увеличивается, и явно проигрывает конкуренцию с плоскосеточными машинами.

Существуют на сегодня и другие типы формеров (например, кресцент-формер), которые являются достаточно эффективными, но лишь при больших линейных скоростях. Это обуславливает их применение на бумагоделательных машинах производительностью начиная от 40 тонн в сутки и

выше. Стоимость таких машин начинается с 4 млн. долларов США, что является явно неподъемной суммой для малого и среднего бизнеса. Поэтому этот класс машин в нашей статье мы рассматривать не будем.

Из плоскосеточных машин стоит обратить внимание прежде всего на машины, поддерживающие технологию Compact Deinking, как самые перспективные по рентабельности и качеству готовой бумаги. В таких машинах бумажная масса поступает в напорный ящик открытого типа со встроенной компактной флотационной установкой. Здесь бумажная масса равномерно распределяется по ширине напорного ящика и тонким слоем не более 150 мм по высоте выливается в компактную флотационную установку. Здесь из массы интенсивно всплывают вверх краска и другие гидрофобные включения вместе с пузырьками воздуха, образуя сверху плотный слой пены, который эффективно удаляется из массы. Далее масса поступает через регулирующую щель и выливается на движущуюся сетку плоского сеточного стола. Сеточный стол должен эффективно обезводить бумажную массу сформировав при этом равномерное по толщине бумажное полотно. Для качественного формирования длина сеточного стола должна быть не меньше 2 метров, а длина периметра сетки не менее 8 метров. В качестве средств отбора эффективно применяются гидропланки и мокрые отсасывающие ящики. Далее мокрое бумажное полотно пересасывается с помощью пересасывающего короба на сукно бумагоделательной машины. Сукна применяются прессовые иглопробивные армированные синтетической сеткой. Далее сформированное бумажное полотно транспортируется сукном в прессовую часть. Здесь бумага проходит между прессовым обрезающим валом и сушильным Янки-цилиндром при этом вода выжимается из бумажного полотна перед сушкой. Сухость бумажного полотна зависит от усилия прижима прессового вала, которое обычно составляет 4-4,5 кН/м ширины бумажного полотна. Поэтому необходимо, чтобы прессовый вал имел минимальный прогиб от усилия не более 0,2 мм, в противном случае влажность бумаги будет сильно отличаться по ширине полотна.

Далее бумажное полотно прилипает к поверхности сушильного Янки-цилиндра и сушится на нем до сухости 93-95%. Затем бумажное полотно снимается с поверхности Янки-цилиндра с помощью крепирующего шабера, при этом бумажное полотно крепируется.

Здесь необходимо обратить внимание, что качество бумажного полотна (его мягкость) зависит от сухости бумажного полотна перед крепированием. При этом необходимо иметь ввиду, для того чтобы получить качественную бумагу необходимо крепировать бумажное полотно исключительно при сухости минимум 93%. Это значит, что для получения качественной бумаги необходимо полностью высушить бумагу на одном сушильном цилиндре без досушивающей группы цилиндров.

Именно из-за этого все промышленные бумагоделательные машины для производства санитарно-гигиенической бумаги используют лишь один сушильный янки-цилиндр. Такие машины называются самосъемными.

Основной элементом сушки является Янки-цилиндр. Внутри подается через паровую головку пар, а с помощью черпаков или сифона удаляется конденсат. Янки-цилиндр приводится во вращение с помощью прессового вала или шестерни. Нагрев сушильного цилиндра насыщенным паром давлением от 1 до 4 атм. является наиболее эффективным как с точки зрения рентабельности (пар получают с помощью паровых котлов, работающих на газе, жидком или твердом топливе) так и с точки зрения производительности. Необходимо обратить внимание, на то

что очень важно чтобы янки-цилиндр был изготовлен из чугуна. Этот необходимо для того, чтобы при трении о шабер с него не снималась стружка как у стали (чугун не образует стружку, а изнашивается в виде порошка). Некоторые производители, экономя на янки-цилиндрах изготавливают их из стали, что приводит к очень быстрому необратимому износу поверхность сушильных цилиндров.

Иногда пар получают с помощью электрических паровых котлов, но это является неприемлемым вариантом с точки зрения себестоимости, т.к. стоимость электроэнергии значительно выше стоимости других видов топлива. К сожалению, существуют производители, которые просто занижают показатели потребления электроэнергии, необходимой для сушки бумаги. Причем занижают почти в 2 раза. Например, указывают, что для производства 2 тонн бумаги в сутки необходимо всего 100 квт/час электроэнергии для сушки бумаги. Это к сожалению, приводит к огромному разочарованию покупателей оборудования, которые по результатам работы потребляют не менее 240 кв/час причем только на обогрев сушильных цилиндров. Речь ведется о так называемых «электрических» машинах. Они имеют огромное энергопотребление. Учитывая, что их цена на рынке низкая, производители настолько экономят на оборудовании, что не оснащают их конвективными сушками, изготавливают их из нескольких стальных сушильных цилиндров (что кстати является недопустимым), обогреваемых нихромовыми спиралями, ТЭНами или напрямую газом. Это приводит к крайне низкому КПД сушильного процесса. Дело в том, что электрические ТЭНы или спирали в основном нагревают воздух в сушильном цилиндре, а коэффициент теплопередачи от горячего воздуха к стенке цилиндра крайне низкий. Например коэффициент теплопередачи при конденсации насыщенного пара на стенке сушильного цилиндра выше коэффициента от воздух-стенка почти в 1000 раз!!!. Даже если учитывать, что температура воздуха может достигать 500 градусов, а насыщенного пара всего 120 градусов, то все равно коэффициент теплопередачи конденсации пара выше почти в 250 раз!!!!. Теплопередача за счет излучения тоже невелика из-за малой поверхности спиралей. Кроме того, такие высокие температуры приводят к очень высокой пожароопасности производства, быстрому выходу из строя нагревающих элементов и подшипников сушильных цилиндров. В итоге эти машины больше простаивают в ремонтах нежели работают. При этом невозможно обеспечить равномерность температуры стенки цилиндра, что приводит к разной влажности бумаги после сушки в пределах одного оборота цилиндра. Для того, чтобы обеспечить необходимую равномерность сухости всей бумаги ее преднамеренно пересушивают, что также крайне отрицательно сказывается на качестве бумаги. Для того, чтобы высушить бумагу применяют несколько сушильных цилиндров, а крепирование проводят при высокой влажности, что приводит к очень жесткому крепу (вместо туалетной бумаги получается так называемая «наждачная бумага».) Из-за мокрого крепирования невозможно выпускать тонкую бумагу плотностью хотя бы 32 г/м<sup>2</sup> (частые порывы). В итоге бумага имеет плотность выше 38 г/м<sup>2</sup>. Из-за низкой стоимости оборудования из подготовки массы исключают даже абсолютно необходимые мельницы и элементы сортировки, что также снижает прочность на разрыв бумажного полотна. В итоге на таких машинах производят бумагу повышенной плотности с вкраплениями не помолотой макулатуры, выходящую далеко за показатели самого понятия туалетная бумага, а также с высокой себестоимостью производства. На сегодня такую бумагу продать практически невозможно, т.к. себестоимость превышает продажную цену, а качество не оставляет маневров для конкуренции.

Именно поэтому в бумажной промышленности применяют исключительно паровой нагрев сушильных цилиндров. При этом происходит равномерная конденсация пара на всей стенке сушильного цилиндра и равномерный прогрев поверхности цилиндра.

Для того, чтобы высушить бумажное полотно на одном сушильном цилиндре, необходимо чтобы избыточное давление насыщенного пара внутри цилиндра было не менее 1 атм., т.к. температура сушильного процесса должна быть не менее 120 градусов. Для того, чтобы интенсифицировать процесс сушки на сушильном цилиндре применяется конвективная скоростная сушка.

Для интенсификации процесса сушки над рабочей поверхностью Янки-цилиндра устанавливают колпак скоростной конвективной сушки. Конструкция и тип конвективной сушки имеет важнейшее значение для производительности машины и качественных показателей бумаги. Долгое время применялись и до сих пор применяются горячие конвективные сушки. Т.е. обдувают бумагу над цилиндром нагретым воздухом вплоть до 400 градусов. Это повышает интенсивность сушильного процесса в десятки раз. Однако, значительно повышается пожароопасность производства. Кроме того, нужно иметь ввиду, что на нагрев воздуха для конвективной сушки необходимо потратить огромное количество тепловой энергии, что при интересующей нас производительности приводит к значительному повышению себестоимости бумаги.

Длительные исследования в этой области привели к созданию принципиально нового «холодного» типа конвективных сушек, которые имеют значительно более высокий КПД, не пересушивают бумагу, не требуют дополнительных затрат энергии, а используют энергию пара испарившегося из бумажного полотна, позволяют вернуть до 90% воды, испарившейся из бумажного полотна, обратно в тех. процесс в виде чистого конденсата, кроме того они интенсифицируют процесс сушки значительно выше, нежели известные аналоги.

### **Принцип работы холодной конвективной сушки.**

*Процесс контактной сушки на сушильном цилиндре состоит из 3-х этапов:*

1. Температура бумажного полотна ниже 100 Градусов.
2. Температура бумажного полотна достигает точки кипения.
3. Температура равна точки кипения.

Известно, что коэффициент теплопередачи от пара к бумаге прямо пропорционален разнице температур между паром внутри цилиндра и бумажным полотном, и зависит в степени 0,8 от скорости ветра над бумажным полотном, что удаляет пограничный слой пара над полотном. Поэтому понятно, что самый эффективный отбор тепла происходит на первом этапе, значительно хуже на втором, и очень плохо на третьем. Из этого следует, что для того, чтобы интенсифицировать процесс сушки на цилиндре необходимо охлаждать бумажное полотно с обратной стороны с одновременным удалением пограничного слоя образовавшегося пара. Ясно, что для того, чтобы находится в зоне первого этапа на всем протяжении сушильного процесса необходимо иметь температуру ветра ниже точки кипения, для этого подходит обычный атмосферный воздух, который имеет максимум 50 Градусов (в зависимости от регионов). Разницы температур в 50 Градусов вполне достаточно чтобы охладить сверху бумажное полотно и добиться продолжения зоны 1-го этапа до конца сушильного процесса. Но естественно, существующие конструкции

конвективных сушек совершенно не подходят для этого, т.к. сразу же приведут к конденсации пара испарившегося из бумажного полотна обратно на бумагу, тем самым влажность останется прежней.

Для того, чтобы этого избежать был разработан совершенно новый тип конвективной сушики, который позволяет сразу же удалить с поверхности бумажного полотна сконденсировавшие капельки воды, не дав им проникнуть внутрь бумажного полотна. При этом бумажное полотно дополнительно получает тепло от конденсации испарившегося из него же пара, а нужно учесть, что основная доля тепла в паре содержится в скрытой теплоте парообразования, что составляет 80 % всего тепла для испарения. Исследования показали, что с эффектом «обратной конденсации» бумаге передается дополнительно до 40% всего тепла, подводимого в цилиндр, при этом надо учитывать, что на это не требуется дополнительная энергия.

Температура на выходе конвективной сушики не превышает температуры окружающей среды +20 Градусов. Т.е. если температура окружающей среды равна 20 Градусов, то температура выходного ветра не превышает 40 Градусов. Ясно, что при атмосферном давлении пар не может существовать при этой температуре, поэтому весь пар уже конденсируется в виде тумана и это значит, что он отдал всю скрытую теплоту парообразования, частично бумажному полотну, а частично окружающей среде, т.е. бесплатно обеспечил нагрев помещения.

Т.к. весь испарившейся пар выходит из вентилятора конвективной сушики в виде тумана, у него значительно больший удельный вес, чем у воздуха (приблизительно в 20 раз). Это позволяет отсортировать его центробежным методом и собрать в виде конденсата в отдельной емкости. Сэкономив тем самым большое количество ценной чистой и абсолютно умягченной воды.

Реальные данные показали, что за счет повышения времени воздействия первого этапа сушильного процесса резко увеличивается расход пара внутрь Янки-цилиндра и тем самым резко интенсифицируется процесс сушики.

Основной показатель эффективности сушильного процесса интенсивность сушики по реальным данным на этом типе конвективной сушики составляет, как минимум, 180 кг/(м<sup>2</sup>ч) испаренной воды из бумажного полотна на 1 кв.м. сушильной поверхности Янки-цилиндра в час. Этот показатель превосходит показатель лучших конвективных сушек даже методом сквозной фильтрации, который составляет на сегодня максимум 141 кг/(м<sup>2</sup>ч) и при этом еще дополнительно требует при тех же показателях до 40 % энергии. В результате таких показателей удалось, используя малую поверхность сушильного цилиндра добиться высоких показателей производительности. Недостатком является достаточно сложная конструкция таких сушек, которая исключает каплеобразование внутри сушики.

Нужно не забывать, что самым экономичным методом подвода тепла остается все-таки подвод тепла в сушильный цилиндр, откуда конденсат возвращается обратно в котел и практически все тепло используется на сушильный процесс. Поэтому увеличение отдачи тепла внутри сушильного цилиндра методом «холодной» скоростной конвективной сушики является самым экономичным, а факты показывают и самым эффективным, способом интенсификации сушильного процесса при относительно небольших производительностях.

Немаловажным фактором является и то, что температура выходящего на намотку на накате бумажного полотна не превышает 80 Градусов, а температура самого намотанного рулона не

превышает 40 Градусов. Что исключает явление «пересушивания» бумажного полотна и делает невозможным «самовозгорание» намотанных рулонов.

Далее высушенное бумажное полотно крепится с помощью крепящего шабера. Шабер — это стальное лезвие с заточенным краем. Угол заточки определяет размер крепа. Необходимо обратить внимание, что бумажное полотно приклеивается к сушильному цилиндру как к «горячей сковородке». Это связано с тем, что в составе целлюлозных волокон присутствует большое количество гемицеллюлоз, которые представляют из себя вид сахаров. При их нагревании они образуют клеевую массу и отлагаются на стенке янки-цилиндра. В результате этого для качественного снятия бумажного полотна с цилиндра необходимо приложить довольно большое усилие на крепящий шабер. При этом его необходимо приложить равномерно по всей ширине, чтобы не было местного износа поверхности цилиндра. Это приведет сразу же к полной поломке янки-цилиндра и обрывам бумажного полотна на этом месте. Поэтому шабер прижимают равномерно либо с помощью грузов, либо с помощью пневматических камер, прижимающих лезвие шабера по всей ширине равномерно. Для очистки цилиндра от клейкого налета устанавливают еще один шабер – чистящий.

Прижим шаберов приводит к их очень быстрому износу и повышенному энергопотреблению на привод машины. Для уменьшения трения и контролирования крепирования применяют постоянное напыление химических водорастворимых веществ синтетических масел, позволяющих создать тончайшую пленку масла на цилиндре. При этом уменьшается коэффициент трения о шабер, износ шаберов, более легкое снятие бумажного полотна и более качественное крепирование. Система химического sprays на янки-цилиндр или на бумажное полотно до цилиндра крайне важная часть бумагоделательной машины, обеспечивающей выпуск тонких видов санитарно-гигиенической бумаги.

Далее бумажное полотно проходит через датчик толщины, который контролирует толщину бумажного полотна в потоке и в случае изменения корректирует положение задвижки массы, изменяя ее концентрацию на входе в напорный ящик бдм. На некоторых машинах контролируют также влажность бумажного полотна и другие показатели бумаги, температуру сушильного процесса и т.д..

Затем бумага поступает в накат периферического типа. Здесь бумажное полотно наматывается на большой рулон туалетной бумаги. Равномерность и плотность намотки зависит от прижима намоточной оси к валу наката. Этот прижим осуществляется обычно с помощью пневмоцилиндров. Привод наката обычно отдельный от основного привода машины. При этом оба привода имеют плавное частотное регулирование. На машинах с компьютерным управлением контролируется скорость машины и наката, а также степень крепирования бумажного полотна. Поэтому на таких машинах, можно задавать с компьютера необходимую степень крепирования. На современных машинах накаты обеспечивают автоматическую выгрузку больших бобин и заправку новых. При управлении от компьютера есть возможность установить по каким критериям производить выгрузку рулона (время, диаметр, длина бумаги)

Процесс работы на машине значительно более стабильный, когда работой бумагоделательного комплекса управляет компьютер. Такие системы уже применяют на машинах интересующей нас производительности.

К сожалению, большинство производителей оборудования не оснащают свои бумагоделательные машины сканерами бумажного полотна и компьютерным управлением, перекадывая ответственность за качество продукции на персонал покупателей. Это приводит к тому, что толщина, влажность, степень крепирования бумажного полотна становится крайне неравномерной по длине и может колебаться в значительных пределах даже в одном большом рулоне туалетной бумаги. За это покупателям приходится расплачиваться плохим качеством продукции и соответственно низкой продажной ценой.

После того как, большая бобина бумаги-основы выгружена она отправляется в склад готовых бобин.

Сегодня существует отдельный рынок бумаги-основы. Причем он достаточно рентабельный и на рынке ощущается явный дефицит бумаги-основы. Ее покупатели приобретают по предоплате. Обычно малый бизнес начинает свою работу после запуска оборудования с продажи бумаги-основы. Однако есть варианты и более глубокой переработки с выпуском уже готовых рулончиков туалетной бумаги. Для этого необходима линия по перемотки и нарезке больших бобин основы в готовые рулончики, упаковка их в полиэтиленовые или картонные ящики.

### **Линии производства конечного изделия (Перемоточные линии для производства рулончиков санитарно-гигиенической бумаги из больших бобин основы туалетной бумаги)**

Большая бобина основы устанавливается на перемоточный станок. Перемоточные станки выпускаются различной производительности, автоматизации, с тиснением и перфорацией или без нее, для намотки однослойной бумаги, так и для многослойной бумаги, намотки на картонную втулку или без нее. На рынке представлен широкий ассортимент линий с различными возможностями, производительностью и соответственно ценой. Приобретая линию необходимо сразу оценить какую конечную продукцию, вы собираетесь выпускать и какие конкуренты представлены на вашем рынке. Обратит внимание стоит на валы тиснения. Дело в том, что на рынке представлены в основном два варианта валов тиснения: с индивидуальным рисунком и так называемым «стандартным». «Стандартный» рисунок тиснения изготавливается прямо на токарном станке и не может быть изменен. «Стандартный» рисунок тиснения представляет из себя расположенные в шахматном порядке пирамидки. Такими валами тиснения комплектуется большое количество станков, но к сожалению этот тип тиснения снижает цену готового рулончика из-за однообразия продукции. Индивидуальный рисунок на валах тиснения производится на станках с ЧПУ. Такие валы стоят значительно дороже, но и готовая продукция, выпускаемая на таких станках, ценится на рынке значительно выше.

На перемоточных станках бумага перематывается с больших бобин на логи туалетной бумаги необходимого диаметра и плотности намотки. Далее бумага обклеивается этикеткой. Этикетка для туалетной бумаги выпускается в рулонах. Процесс оклейки можно проводить как вручную, так и с помощью полуавтоматических или автоматических станков. Они в ассортименте представлены на рынке. Далее оклеенные логи поступают в накопитель после чего отправляются на поперечную резку. Резка логов может осуществляться как с помощью ленточных, так и дисковых станков. Ленточные станки представляют из себя переделанные под нужды туалетной бумаги деревообрабатывающие ленточные пилы. Основным недостатком станка является повышенная опасность для персонала при порывах пилы, а также относительно невысокая производительность.

Дисковые пилы специально изготавливаются для нужд производства туалетной бумаги. Они отличаются высокой безопасностью и высокой производительностью. На всех промышленных автоматических линиях в основном применяются дисковые пилы. Единственным недостатком подобных станков является более высокая цена, по сравнению с ленточными станками.

После порезки готовые рулончики упаковываются обычно в полиэтиленовые пакеты. Упаковка может производиться как вручную, так и с помощью специальных упаковочных станков. Стоимость таких станков немалая. Поэтому рентабельность приобретения упаковочного оборудования необходимо рассчитывать индивидуально. На первом этапе можно рекомендовать с начало ручной способ упаковки, а в дальнейшем уже приобретать упаковочные станки.

### **Теперь немного слов о рентабельности производства.**

Не будем долго описывать теоретические данные о себестоимости бумаги, думаю, что лучше сразу привести выводы из статистики работы подобных предприятий.

**ВЫВОД:** *В результате могу с уверенностью сказать, что минимальная производительность производства из макулатуры или целлюлозы туалетной бумаги, которая реально начинает приносить прибыль начинается с 3-х тонн в сутки бумаги, а оптимальная величина начинается от 5 тонн в сутки и выше.*

*В этой статье мы обсудили минимальные требования к оборудованию для рентабельного производства туалетной бумаги.*

### **Библиографический список:**

1. В. А. Горбушин. Производство санитарно-бытовых видов бумаги. М.: Лесная промышленность, 1996.
2. Новиков Н.Е. Прессование бумажного полотна. М: Лесная промышленность, 2002.
3. Эйдлин И.Я. бумагоделательные и отделочные машины. М: Лесная промышленность, 1970.
4. Оборудование целлюлозно-бумажного производства, Ч.2. Бумагоделательные машины/Под ред. В.А. Чичаева. М: Лесная промышленность, 2014.
5. Лапинский И. Картоноделательные машины. М: Лесная промышленность, 1996.
6. Определение допустимых напряжений и запасов прочности в машиностроении: Учеб. Пособие/ А.Г. Галеев, С.Н. Новиков; ЛТА. Л., 2012.
7. Журнал «Целлюлоза, бумага, картон».

*к.т.н. Свиридов Л.М.  
Украинский государственный  
НИИ целлюлозно-бумажной промышленности*