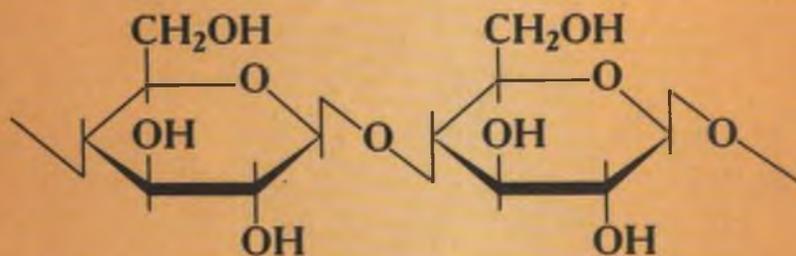


**Б.Г. КАДЫРОВ, Ю.Т. ТАШПУЛАТОВ,
М.Т. ПРИМКУЛОВ**

**ТЕХНОЛОГИЯ
ХЛОПКОВОГО ЛИНТА,
ЦЕЛЛЮЛОЗЫ И БУМАГИ**



«Фан»



677
К-13

Б.Г. КАДЫРОВ, Ю.Т. ТАШПУЛАТОВ,
М.Т. ПРИМКУЛОВ

**ТЕХНОЛОГИЯ ХЛОПКОВОГО ЛИНТА,
ЦЕЛЛЮЛОЗЫ И БУМАГИ**

«Фан»

БИБЛИОТЕКА
Бух. ТИП и ЛП
№ 43827

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Ташкентский государственный педагогический
Университет им Низами

Б.Г. Кадыров, Ю.Т. Ташпулатов,
М.Т. Примкулов

ТЕХНОЛОГИЯ ХЛОПКОВОГО ЛИНТА,
ЦЕЛЛЮЛОЗЫ И БУМАГИ

Ташкент

Издательство «Фан» Академии наук Республики Узбекистан
2005



УДК 677.21.03:676.1.052/.066

Кадыров Б.Г., Ташпулатов Ю.Т., Примкулов М.Т.
Технология хлопкового линта, целлюлозы и бумаги. Ташкент: Фан,
2005. 290 с., с иллюстр.

В книге описываются технологические особенности образования хлопкового линта, производства целлюлозы и бумаги. Хлопковый линт является сырьем для производства хлопковой целлюлозы, а хлопковая целлюлоза – для производства из нее бумаги. Содержатся также сведения о наполнителях, подготовке технологической воды, обезвреживании сточных вод, данные о выбросах в атмосферу вредных веществ, содержащихся в воздухе, в сточных водах этих производств, методы расчетов ПДВ, ПДС, ВДВ и др.

Для студентов химических, биологических специальностей вузов изучающих курс химической технологии, промышленной экологии, химиков-технологов, изучающих курс технологии целлюлозы и бумаги, а также инженеров, технических работников производства хлопковой целлюлозы и бумаги.

Ответственный редактор:

доктор технических наук, профессор **М.Т. Ходжиев**

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор **А.К. Кудрагов**

доктор химических наук, профессор **А.С. Тураев**

кандидат химических наук, доцент **Н.А. Федорова**

ISBN 5-648-03249-8 © Издательство «Фан». АНРУз, 2005 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Проводимая в Республике Узбекистан реформа по подготовке кадров направлена на формирование гармонично развитой личности. Президент И.А.Каримов в своем выступлении «Гармонично развитое поколение – основа прогресса Узбекистана» на 11 сессии Олий Мажлиса 29 августа 1997 года обратил внимание на необходимость создания системы реформирования воспитательно-образовательного процесса в учебных заведениях.

В подготовке педагогов химиков-экологов для школ, академических лицеев большое значения имеет знание технологии переработки материалов из местного сырья. Узбекистан-хлопковая страна. При отделении хлопкового волокна от семян на его поверхности остается коротковолокнистая часть – хлопковый линт – волокно длиной 7 – 15 мм. Он непригоден для текстильной промышленности, но бесценное сырьем для химической и целлюлозно-бумажной промышленности. Поэтому в республике за последние 10 лет создано несколько производств по выпуску хлопковой целлюлозы и бумаги на основе хлопкового линта. Эти предприятия оснащены новейшим технологическим оборудованием, максимально автоматизированы. Однако качество хлопкового линта далеко не отвечает требованиям стандарта. Известно, что низкое качество отечественной целлюлозы связано с тем, что линт, используемый для получения хлопковой целлюлозы, бумаги, имеет большую сорность. В зависимости от типа и сорта массовая доля примесей доходит до 10 %, а целых семян – до 15%. Это зависит не столько от несовершенства конструкции линтеровальных машин, а сколько от исполнительской дисциплины производственников. Низкое качество сырья вызвало необходимость установки дополнительного оборудования на участках механической очистки производства хлопковой целлюлозы и бумаги. Это привело к

перерасходу сырья, химикатов, увеличению времени процессов варки, отбелки, промывки. При этом качество получаемого продукта несколько ниже, чем аналогичного продукта, производимого зарубежом, хотя технология и аппаратурное оформление почти идентичны.

В настоящее время в республике ряд предприятий сумел наладить работу, отвечающую требованиям Международного стандарта ИСО – 9000. В их числе Ташкентская бумажная фабрика. Пора подумать руководителям предприятий хлопкоочистительных заводов, пора им перенять этот опыт. Всем известно, что выгодно экспортировать продукт переработки, чем сырье. Президент Республики Узбекистан И.А. Каримов в книге «Узбекистан по пути углубления экономических реформ» подчеркнул, что на данном этапе стратегическая задача – коренное изменение структуры нашей экономики, переход от сырьевой ориентации на выпуск готовой продукции, доведение ее качества и конкурентоспособности до уровня требований мирового рынка» (стр. 163).

В настоящей монографии описаны особенности технологии хлопкового линта, целлюлозы и бумаги, обобщён опыт работы этих предприятий по экологии, приведены сведения о стандартизации (в том числе международной) по указанным продуктам.

Авторы

ВВЕДЕНИЕ

Ежегодно в Узбекистане заготавливается около 3,5 млн. тонн хлопка-сырца. При переработке хлопка-сырца на хлопкоочистительных заводах образуется 70 – 90 тыс. тонн хлопкового лintersа, который является сырьем для химической и целлюлозно-бумажной промышленности. Из лintersа производят целлюлозу для химической переработки, бумагу и продукты лакокрасочной промышленности.

Первое упоминание о получении из отходов хлопка целлюлозы, о создании производства бумаги на территории Узбекистана относится к середине VIII века. В то же время в г. Самарканде было организовано кустарное, по нынешним меркам, производство по измельчению ваты («тегирмон» – мельница). Несколько позже появилась отливка бумаги вручную. В последующие годы технология несколько усовершенствована и построено около 10 таких производств. К началу XIX века бумажное производство было организовано в Коканде, Ташкенте и Бухаре. Хотя многие операции выполнялись вручную, качество бумаги было высокое. В состав бумаги, кроме хлопковой ваты, входили отходы шелка и кенафа. В зависимости от состава и водяного знака её называли бумага «хатма», «харирий», (с добавкой отходов шелка) и «султоний» (с водяным знаком). По такой технологии выпускалась бумага до 1915 г. В том же году в Ташкенте началось строительство завода по производству хлопковой целлюлозы для бездымного пороха. Однако до завершения строительства завод был переоборудован на выпуск бумаги, и с 1932 г. действует до наших дней. Нынешнее название этого завода ОАЖ «Ўзбек когози». Хронология развития производства хлопковой целлюлозы и бумаги в Узбекистане приведена ниже:

Годы	Этапы развития производства бумаги
751	Введено в действие производство бумаги в г. Самарканде.
1420 -1470	Руководитель Кашмира Зайнул Обиддин пригласил из Самарканда в Кашмир группу мастеров, занимающихся производством бумаги, организовал и ввел в действие производство бумаги.
1450	Мастерская по производству бумаги перешла в распоряжение Хожа Ахрор-вали. Увеличение темпов развития.
1520	Мощность мастерской по производству бумаги, расположенной на берегу арыка Карасу в Самарканде, доведена до 7 – 8 тегирмон. Качество бумаги известно во многих странах мира.
1715 -1720	Введены в действие мастерские по производству бумаги в городах Коканде, Бухаре и Ташкенте.
1715 -1724	Мастерская по производству бумаги, расположенная в 2,5 – 3 км от г. Коканда, рядом с кишлаком Черки, просуществовала около 200 лет. Последние потомки создателя мастерской – усто Убайдуло Арипова и усто Маразак эшан Маякубовы, работали до 1924 года. Махалля, в которой они жили, называлась махалля «Когозгир».
Конец XX в.	Действовала мануфактура купца Ахмада, где работали 20 рабочих.
1915	В Ташкенте началось строительство завода по производству хлопковой целлюлозы для бездымного пороха. В 1921 – 1922 гг. на заводе работали 158 человек.
1918	В местечке Гурбун близ Бухары создана мастерская по выпуску бумаги для денег, которая работала до 1922 г.
1932	Введена в действие Ташкентская бумажная фабрика (ныне ОАЖ «Ўзбек когози»).
1988	В г. Ангрене Ташкентской области введено в действие производство картонной бумаги.
1995	В Ташкентском тумане введено в действие Ташкентская Бумажная фабрика.
1997	В Намангане введена в действие бумажная фабрика.

2000	В г. Янгиюле введена в действие фабрика по производству хлопковой целлюлозы и бумаги.
2002	В г. Фергане введена в действие производство хлопковой целлюлозы.

Завод по выпуску бумаги для денежных купюр был создан в Бухаре и просуществовал до 1922 г. Последние 10-13 лет производство хлопковой целлюлозы и бумаги в Узбекистане развивалось бурными темпами. Были введены новые мощности в городах Фергана и Янгиюль, налажено производство бумаги в Ташкенте и Намангане. Для координации работы предприятий в Республике организован Концерн «Целлюлозно-бумажная промышленность».

Глава 5 написана совместно с Алиевой Н.В.

Материалы данной книги будут полезны студентам высших учебных заведений при изучении предмета «Химическая технология», «Промышленная экология»; студентам, обучающимся по специальности целлюлоза и бумага, а также инженерно-техническим работникам, специализирующимся в области производства хлопковой целлюлозы и бумаги.

Книга не лишена недостатков. Все замечания по книге, которые помогут повысить ее качество, будут приняты с благодарностью.

Глава I. ХЛОПКОВЫЙ ЛИНТ

Технология первичной обработки хлопка

Собранный урожай из хлопчатника – хлопок-сырец принимается и заготавливается на хлопкозаготовительных пунктах хлопкоочистительных заводов. В результате переработки хлопка-сырца на хлопкоочистительных заводах из него получают хлопковое волокно, хлопковый лент, посевные и технические семена. Для этого хлопкоочистительные заводы организуют и осуществляют приемку, централизованную сушку и очистку хлопка-сырца, поступающего из фермерских хозяйств, производят джинирование- отделение волокна от семян, линтерование хлопковых семян с предварительной очисткой, а также очистку волокна и лент от сорных и других посторонних примесей. Хлопкоочистительные заводы осуществляют обработку волокнистых отходов, прессование волокна, лент и волокнистых материалов в кипы, производят химическую обработку и централизованное обеззараживание посевных семян, снабжают ими хозяйства, занимающиеся возделыванием хлопчатника.

Для осуществления указанных операций хлопкозаводы оснащены специальным технологическим оборудованием, таким как: сушильные агрегаты, очистительные машины для хлопка-сырца, джины, лифтера, очистители волокна, лент и хлопковых семян, сепараторы, конденсоры и другие, средствами механизации для внутри-и междехового транспорта хлопка-сырца и готовой продукции (пневмотранспортные установки, винтовые и ленточные конвейеры, элеваторы и др.), машинами для переработки волокнистых отходов и гидропрессовыми установками для прессования волокна, лент и волокнистых материалов.

Для обеспечения полного технологического процесса хлопкозаводы также оснащены центробежными вентиляторами, шклонами и другими различными установками.

Хлопковый лент – волокно (короткой и средней длины - 6 – 16 мм), получаемое с поверхности семян после процесса джинирования, т.е. получения прядомого волокна с поверхности семян.

Своим основанием волокно прикреплено к кожере семени, поэтому на поверхности семян хлопка в разном количестве имеются волокна различной длины.

После процесса джинирования на семенах еще остается покров, состоящий из сравнительно коротких волокон, носящих название хлопкового линта.

1.1. Опущенность семян после джинирования

В зависимости от селекционного и промышленного сорта перерабатываемого хлопка-сырца количество оставшегося на семенах после джинирования хлопкового линта различно и колеблется в среднем от 11 до 16% (к исходной массе семян) для хлопка средневолокнистых разновидностей и от 2,4 до 5% - для длиноволокнистых разновидностей.

Общую массу линта, остающегося на семенах после джинирования, выраженную в процентах от исходной массы, называют полной опущенностью семян.

1.2. Технологический процесс линтерования

Как уже было отмечено, после процесса джинирования на поверхности семян остаются волокна различной длины. Отделение этих волокон с поверхности семян называется процессом линтерования. Процесс линтерования происходит следующим образом: длинные волокна, оставшиеся на поверхности семян, джинируются, т.е. зубья пил на линтерах захватывают и отрывают эти волокна, хотя они составляют очень малое количество. Этот процесс происходит за короткое время, которое зависит от количества длинных волокон на поверхности семян. Оставшуюся основную массу волоконца зубья пил соскабливают с поверхности семян. Поэтому процесс линтерования делится на: захват и отрыв волокна, и соскабливание оставшихся волоконца с поверхности семян, т.е. снятие линта.

В зависимости от зрелости и сорта семян хлопка-сырца хлопковый линт при линтеровании семян делится на четыре сорта.

Хлопковый линт в зависимости от штапельной длины делится на два типа: А и Б. Каждый тип разделяется на первый и второй сорт. По требованию к качеству зольность обоих типов находится в пределах от 1,0 до 1,9%. Массовая доля целых семян не должна

превышать 0,5%. Другие показатели качества приведены в разделе «Технические требования».

Снятие линта происходит постоянно, однако с течением времени его масса уменьшается, хотя встреча семян с зубом пилы не уменьшается. Этот процесс можно объяснить отношением массы семян (Q) к секундной производительности (n)

$$t = \frac{Q}{n}$$

Если Q или n будут постоянными, то t тоже будет постоянным.

Исходя из изложенного выше, процесс линтерования — это переход семян из одной группы в другую, т.е. из более опушенного состояния в менее опушенное.

Съем линта с поверхности зубьев пил происходит с помощью воздуха, нагнетаемого воздушной камерой.

3. Современные типы линтеров

Процесс снятия хлопкового линта с поверхности семян называется линтерованием, а машины, с помощью которых осуществляется этот процесс, — линтерами.

По конструктивному устройству основных рабочих органов, важнейших узлов и ответственных деталей, а также принципу построения технологического процесса отделения хлопкового линта от семян современные линтерные машины во многом сходны с пыльными джинами.

В линтерах основным рабочим органом является пыльный цилиндр с пыльными дисками, зубья которых отрывают от семян или соскабливают с них линт. В линтере имеется рабочая (семенная) камера, ограниченная фартуком с семенной гребенкой и ворошителем внутри. В ней происходит процесс линтерования семян. Для съема линта с зубьев пил имеется воздухосъемное устройство с приспособлениями для регулирования выделения улюка и сорных примесей.

Для обеспечения равномерной подачи семян в семенную камеру линтера имеются питатели специальной конструкции, позволяющие автоматически регулировать в процессе линтерования производительность в зависимости от заданной плотности семенного валика.

В настоящее время в промышленности применяется линтер марки 5 ЛП (рис. 1.1).

Он состоит из питателя, рабочей камеры, пыльного цилиндра и воздушной камеры для съема линта с зубьев пил.

Процесс линтерования на этой машине осуществляется следующим образом. Семена равномерным потоком по всей длине рабочей камеры поступают по лотку питателя в рабочую камеру линтера. Под воздействием вращающихся в рабочей камере ворошителя и пыльного цилиндра семена образуют уплотненный вращающийся семенной валик. Зубья пил, проникая в массу семенного валика, соскабливают с поверхности семян волокнистый покров-линт и выносят его за колосниковую решетку.

С зубьев пил линт снимается воздушной струей, нагнетаемой через сопло воздушной камеры. Снятый воздушной струей линт уносится в отводящую часть воздушной камеры, затем транспортируется через линтоотвод к батарейному конденсору.

Семена по мере снятия с них линта и оголения выделяются из массы семенного валика и проваливаются между пил, сбрасываются на колосники, по которым скатываются вниз и, пройдя между семенной гребенкой и колосниками, падают в сборный семенной конвейер, транспортирующий их к следующим машинам.

Для облегчения регулировки положения семенной гребенки к нижней части фартука прикреплена стрелка, а на внутреннюю поверхность левой боковины колосниковой решетки нанесена шкала, по которой определяют величину зазора между семенной гребенкой и колосниками. Наличие лотка питателя с резиновым рукавом и лотка для линтерованных семян позволяет устранить потери семян и выделение пыли в помещении. Щель между фартуком рабочей камеры и нижней частью фартука также уплотнена резиновой прокладкой.

Винтовыми конвейерами улюк и сор удаляются из линтера и общими батарейными пневмотранспортными установками транспортируются к месту их скопления.

Рабочая камера линтера поднимается и опускается пневмоцилиндрами двойного действия, соединенными посредством гибких шлангов с распределительной коробкой и золотниковым электропереключателем. Управление машиной (пуск и останов двигателей, подъем и опускание рабочей камеры) предусматривается

как непосредственно у машины, так и с центрального пульта управления.

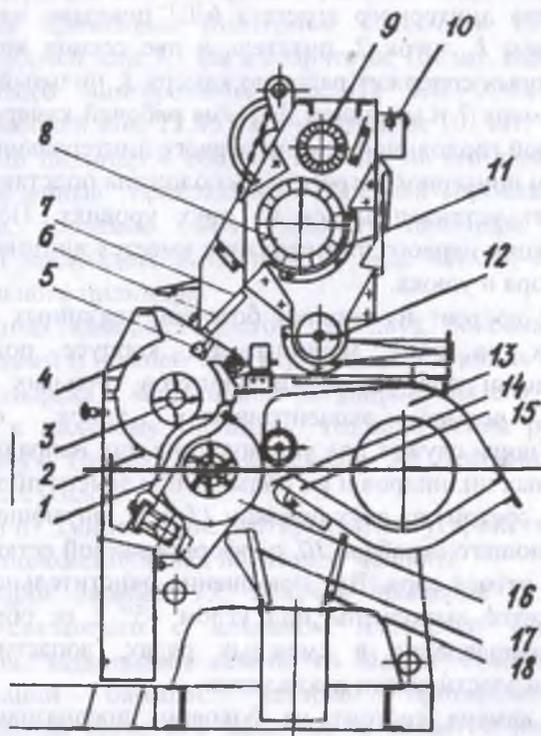


Рис.1.1. Линтер 5 ЛП

- 1— колосниковая решетка; 2— семенная гребенка; 3— ворошитель;
- 4— рабочая камера; 5— клапан плотности; 6— магнитная плита;
- 7— лоток семенной; 8— разравнивающий барабан; 9— питающий барабан;
- 10— питатель линтера; 11— перфорированная сетка;
- 12— сорный шнек; 13— воздушная камера; 14— улючный козырек;
- 15— горловина; 16— пыльный цилиндр; 17— лоток малый;
- 18— лоток большой.

Линтерный агрегат 6 ЛП

Устройство линтерного агрегата 6ЛП показано на рис. 1.2 и включает корпус 1, лоток 2, питатель и две секции линтерования, каждая из которых содержит рабочую камеру 3, пыльный цилиндр 4, воздушную камеру 7 и механизм подъема рабочей камеры. Питатель связан с входной горловиной секции первого линтерования лотком. В передней части линтерного агрегата расположена подставка 6, высота которой может устанавливаться на двух уровнях. Под пыльным цилиндром секции первого линтерования имеется винтовой конвейер 5 для отвода сора и улюка.

Корпус 1 состоит из четырех боковин, связанных стяжками и установленных на раме машины. На корпусе под местами, предназначенными для установки корпусов пыльных цилиндров, расположены четыре эксцентриковых упора, снабженных рукоятками. Упоры служат для установки на них направляющих для выкатки пыльных цилиндров и их подъема при замене пил.

Питатель состоит из двух боковин 11 и 12, питающего барабана 13, разравнивающего барабана 10, перфорированной сетки 9, бункера 8 для сбора и отсоса сора. Для повышения очистительного эффекта отверстия в сетке выполнены под углом 45° с ее образующей с изменением направления в смежных рядах, лопасти снабжены разновысокими эластичными накладками.

Рабочая камера состоит из боковин, предназначенных для монтажа брусьев под колосники, клапана плотности для поддержания заданной производительности, направляющих и средней распорок для крепления боковин и образования профиля камеры, верхнего и нижнего брусьев для крепления колосников; гребенок — верхней и нижней для равномерного распределения колосников по камере, фартука верхнего для образования профиля камеры и доступа к колосникам при его открывании, ворошителя для активного перемешивания семян в камере в процессе линтерования, семенной гребенки для регулирования опушенности линтерованных семян; фартука нижнего для просмотра положения семенной гребенки; колосников. В верхней части камеры установлен поворотный отражательный щиток, снабженный фиксатором, служащий для

отражения отскакивающих от семенного валика семян, улучшения условий обслуживания, а также для уменьшения пылевыведения.

В рабочей камере секции первого линтерования исполнения линтерного агрегата 6ЛП, а также в рабочей камере секции второго линтерования применены линтерные колосники ЕН. 109-67Б с шириной в рабочей зоне 7,1 мм в количестве 161 шт. В рабочей камере секции первого линтерования агрегата 6ЛП-01-ЕН 109-67Д с шириной в рабочей зоне 12,86 мм в количестве 101 шт.

Пильный цилиндр 4 состоит из вала, на котором установлены пилы, разделенные прокладками. Средняя прокладка на валу запрессована, торцевые гайки пильного цилиндра, стягивающие пакет пил и прокладок, выполнены в виде катков, служащих для выкатки пильного цилиндра.

Воздушная камера 7 состоит из двух боковин, обшивки – верхней, средней и нижней труб и уголка, образующих сопло, а также улючного козырька с механизмом регулирования его положения по отношению к пильному цилиндру. Ширина сопла регулируется с помощью двух болтов, установленных на боковинах камеры и прижимающих уголок.

Семена от джинов транспортирующими устройствами подаются в шахту, расположенную над питателем машины.

Питающий барабан 13, получая вращение от импульсного вариатора, связанного с клапаном плотности секции второго линтерования, захватывает семена из шахты и сбрасывает их на разравнивающий барабан, который протаскивает их по перфорированной сетке 9 и равномерно подает в рабочую камеру через лоток 2.

Под действием центробежной силы и воздушного потока мелкий сор выделяется через сетку. Выделенный сор попадает в бункер 8, откуда отсасывается системой пневмотранспорта.

В рабочей камере секции первого линтерования при воздействии ворошителя и пильного цилиндра 4 образуется вращающийся семенной валик. Зубья пил снимают с семян линт и протаскивают его через щели между колосниками. С зубьев пил линт снимается воздушным потоком, выходящим из сопла воздушной камеры и подается через линтоотводящий канал в линтоотвод и далее в конденсор.



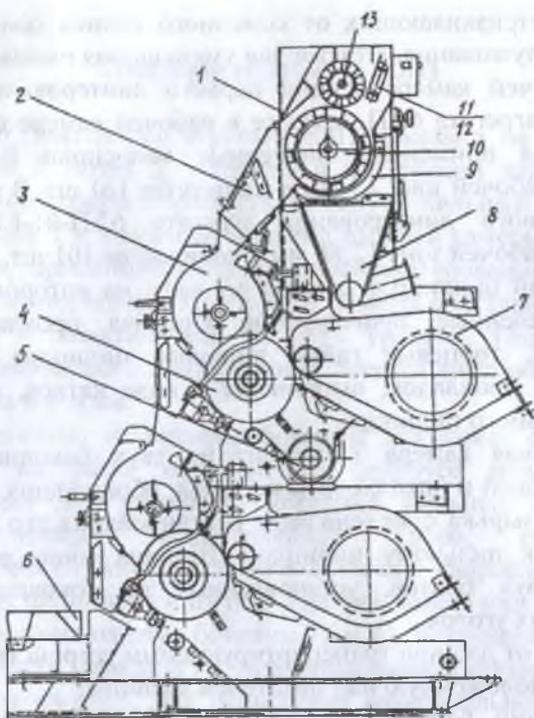


Рис.1.2. Линтерный агрегат БЛП

- 1—питатель; 2—лоток; 3—рабочие камеры; 4—пильные цилиндры;
 5—винтовой сорный конвейер; 6 — подставка;
 7—воздушные камеры; 8—бункер для сбора и отсоса сора;
 9—перфорированная сетка; 10— разравнивающий барабан;
 11, 12—боковины питателя; 13—питающий валик

Улук и сорные примеси под воздействием центробежной силы выделяются и по лоткам поступают в винтовой конвейер 5, который через отверстия к боковине, по лотку, направляет их на сборный ленточный конвейер.

Техническая характеристика линтеров 5 ЛП и 6 ЛП

Показатель	Ед.изм	5ЛП	6ЛП
Производительность: по линту	кг/ч	1200-2300	88-100
по семенам	кг/ч		1100
Прирост механической поврежденности семян не более	%	2,5	2,5
Расход воздуха для съема линта	м ³ /с	0,5	1,0
Расход воздуха для отсоса свра	м ³ /с	0,12	0,15- 0,25
Установленная мощность: в т.ч. для привода:	кВт		
пильного цилиндра		18,5	18,5
ворошителя и питателя		11	11
второго ворошителя			11
механизма подъема рабочей камеры		1,1	1,1x2
Частота вращения:	об/мин		
пильного цилиндра		735	735
ворошителя		500	500
барабана разравнивающего		270	200
питающего валика		0-15	0-12
Технологические зазоры			
между:	мм		
колосниками		2,4+0,6	2,4+0,6
колосниками в нижней части		4,2+0,8	-
разравнивающим барабаном и		10-15	10-15
сеткой		0,5-3,0	0,5-3,0
пильным цилиндром и трубой		10-14	10-16
воздушной камеры			
пильным цилиндром и			
ворошителем			
Выступ пил над колосниками	мм	25-30	25-30
на расстоянии 126 мм от планки			

Количество пил	шт	160	160x2
Диаметр пил (установленный)	мм	320	320
после перешейки		290	290
Габаритные размеры:	мм		
длина;		3265-65	3300
ширина;		1775-35	2000
высота.		2095-40	2630
Масса	кг	2314-50	4000
Эл.двигатель			
1,1 кВт 920 об/мин	шт	1	2
1,1 кВт 960 об/мин	шт	1	2
18,5 кВт 735 об/мин	шт	1	2

Семена из рабочей камеры секции первого линтерования поступают в рабочую камеру секции второго линтерования, где аналогично описанному выше происходит второй съем линта.

Линтерованные семена до требуемой опушенности из рабочей камеры секции второго линтерования поступают в сборный винтовой конвейер, расположенный под машиной.

4. Технология процесса получения линта с хлопковых семян

Процесс линтерования так же, как и процесс джинирования, осуществляется в результате взаимодействия пыльного цилиндра с массой семян, образующей семенной валик, вращающийся в рабочей камере линтера. Эти процессы отличаются тем, что в пыльных джинах обрабатывается хлопок-сырец, состоящий на 30-35% из прядомого волокна, 11-16% -линта и 50-60% -семян, а в линтерах – джинированные семена с относительно небольшим волокнистым покровом в основном из коротких волокон. Благодаря большим силам сцепления между отдельными летучками хлопка-сырца, для вращения сырцового валика в рабочей камере джина достаточно импульса, получаемого от пыльного цилиндра. При линтеровании связь между отдельными семенами слабее и для вращения семенной массы в рабочей камере линтера недостаточно одного импульса от пыльного цилиндра. Поэтому для вращения массы семян в рабочей камере установлен ворошитель.

Роль ворошителя заключается не только в том, чтобы осуществлять принудительное вращение семенного валика, но и совместно с пильным цилиндром интенсивно перемешивать массу семян, распределяя их равномерным слоем над пилами; тем самым он обеспечивает нормальное протекание процесса линтерования.

Наибольшее воздействие зубья пил оказывают на семена в момент, когда последние проходят между ворошителем и пилами, т.е. через плоскость, находящегося по линии, соединяющей центры ворошителя и пильного цилиндра, а также около рабочего места колосниковой решетки. На этих участках семена наиболее уплотнены, что необходимо для протекания процесса.

На ход линтерования семян большое влияние оказывает скорость движения вершин зубьев пил и планок ворошителя.

Для линтера ПМП-160М окружная скорость зубьев пил равна

$$v_n = \frac{\pi d_n n_n}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,32 \cdot 730}{60} = 12,2 \text{ м/с}$$

где d_n — диаметр пилы, мм;

n_n — частота вращения пильного цилиндра, мин^{-1} ,

Окружная скорость концов планок ворошителя

$$v_n = \frac{3,14 \cdot 0,130 \cdot 500}{60} = 3,4 \text{ м/с}$$

Следовательно, в месте наименьшего расстояния от вершин зубьев пил до кромки планок ворошителя относительная скорость зубьев, с которой они врезаются в неподвижную массу семенного валика, равна:

$$v_0 = v_n - v_b = 12,2 - 3,4 = 8,8 \text{ м/с}$$

Благодаря наличию такой относительной скорости на участке рабочего воздействия пил, семена словно удерживаются планкой ворошителя и массой уплотненного слоя семенного валика; при этом они приобретают устойчивость, необходимую для осуществления соскабливания линта с поверхности семян рабочими кромками зубьев пил. Наибольшая устойчивость создается в слое, который расположен

до линии пересечения между центром пильного цилиндра и ворошителя.

По мере увеличения плотности семенного слоя при его движении от точки захвата до точки пересечения линии между пильным цилиндром и ворошителем отделение линта все усиливается и, наконец, в зоне точки пересечения достигает своей наибольшей величины.

В месте ухода пил за колосники, в точке линтерования семян задержанные колосниками семена приобретают максимальную устойчивость, что способствует усиленному съему линта.

Устойчивость семян характеризуется, прежде всего, плотностью семенного валика: чем он плотнее, тем больше их устойчивость. При недостаточной плотности валика семена лишены нужной опоры, и процесс линтерования замедляется. Опорами для семян в процессе линтерования являются планки ворошителя и рабочая поверхность колосников.

В момент встречи с зубом пилы семена опираются на неподвижную твердую массу, тогда оболочка семени и его ядро могут быть повреждены и даже раздроблены. Но, вследствие того, что семенной валик имеет некоторую упругость, он амортизирует удар при встрече зуба и семени; рабочие грани зуба, скользя по поверхности семян, соскабливают с них волокнистый покров из коротких волокон.

В настоящее время в промышленности получают линт типа А и Б. Линт типа А имеет длину 7-8 мм, Б — менее 7 мм. Для получения линта вышеуказанным параметрами линтер регулируют по питаниям (поступлениям семян), а также по выходу семян из рабочей камеры семенной рейкой.

Установлено, что максимальная нагрузка на лопасть ворошителя находится на линии, отклоненной на некоторый угол от линии пересечения между центром пильного цилиндра и ворошителя в сторону вращения пилы.

Опытная проверка показала, что волокнистый слой срезается с поверхности семян значительно легче, чем кожица. Поэтому при правильном взаимном расположении рабочих органов линтера можно получить линт с минимальным содержанием кожицы.

Движение семенного валика ограничено объемом рабочей камеры. Обновление семян в рабочей камере происходит через определенный промежуток времени — примерно через 5 мин (360с).

поэтому семенной валик неоднократно совершает круговое движение с одними и теми же семенами; семена же, подвергаясь воздействию пыл, теряют свою опушенность и по мере достижения определенной степени оголения выводятся в определенное время из рабочей камеры.

На линтере последней марки 5ЛП объем рабочей камеры увеличен, поэтому повышена производительность машины по ленту до 100 кг/ч; а по семенам – 2200 кг/ч.

Очистка линта на хлопкозаводе. При линтеровании хлопковых семян выработанный лент по качественным показателям должен соответствовать требованиям государственного стандарта. Поэтому в непрерывный технологический процессе первичной обработки хлопка включено линтерование хлопковых семян с последующей очисткой полученного линта на батарейных лентоочистительных машинах, которые установлены после конденсора линта до прессовой установки. Для очистки линта от сорных примесей применяется оборудование, предназначенное для очистки волокнистых материалов марки «ОВМ-А-1», которое представляет собой унифицированную машину, изготовляемую в двух вариантах.

Трамбование, прессование, упаковка и маркировка кипы линта

Технологический процесс первичной переработки хлопка завершается прессованием хлопкового волокна и в том числе хлопкового линта в удобные для транспортирования и хранения кипы, которые упаковывают в ткань и обвязывают стальными ленточными поясами. Полученный в результате линтерования лент транспортируется в смеси с воздухом по лентоотводу при помощи нагнетательной пневмотранспортной установки в общебатарейные конденсоры линта, установленные в прессовом цехе. В конденсорах лент отделяется от воздуха, сгущается и слабоуплотненной массой выходит из конденсоров непрерывным потоком в виде широкой рыхлой (распушенной) ленты-холста. Поэтому хлопковый лент, выходящий из батарейных конденсоров, путем прессования уплотняют и далее упаковывают в кипы.

Подача хлопкового линта из конденсоров в пресс осуществляется с помощью валкового податчика, помещаемого между конденсором и прессом.

Хлопковый лент в разрыхленном и распушенном состоянии представляет серьезную опасность в пожарном отношении, не позволяет использовать в необходимой степени грузоподъемность железнодорожных вагонов и тоннаж судов при их перевозках, требует больших площадей и кубатуры помещений при хранении. При разрыхленном состоянии наиболее возможны загрязнение, потери и порча этой продукции. Для предотвращения порчи, загрязнения, засорения и потерь, а также по условиям пожарной безопасности хранение незапрессованного в кипы хлопкового лент не допускается.

Объемная плотность хлопкового лент, выходящего из батарейных конденсоров, находится в пределах $12-15 \text{ кг/м}^3$. Лент, подаваемый в пресс податчиком, в процессе прессования уплотняется до $800-900 \text{ кг/м}^3$, при этом средняя плотность их в готовой кипе, запессованной на прессовой установке с усилением прессы 5000 кН , из-за разбухания лент снижается и составляет $550-600 \text{ кг/м}^3$.

Прессование и упаковка в кипы хлопкового лент облегчает механизацию погрузочно-разгрузочных работ, связанных с внутризаводской и внутрицеховой транспортировкой кип, закладкой их в штабеля и разборкой штабелей, погрузкой кип в железнодорожные вагоны или трюмы и выгрузкой из них.

В соответствии с регламентированным технологическим процессом первичной обработки хлопка, каждый хлопкоочистительный завод должен иметь комплектные прессовые установки, оснащенные современным оборудованием: один комплект для прессования хлопкового волокна на каждую батарею джинов и один комплект для раздельного прессования лент по очереди в непрерывном потоке первого и второго типов лент.

Производительность прессовой установки должна быть сопряженной с производительностью батареи линтеров. Кипы лент, запессованные и упакованные в ткань, обвязанные стальными поясами, взвешиваются вслед за поступлением их из-под прессы на специальных весах и подаются ленточными транспортерами из верхнего (второго) этажа прессового цеха на погрузочную площадку для кратковременного хранения.

На погрузочной площадке укладку кип в штабеля осуществляют с помощью аккумуляторных погрузчиков. Помещения прессовых цехов являются составной частью здания главного корпуса хлопкоочистительного завода. Чтобы разместить пресс, а также

оборудование, входящее в комплектную прессовую установку (трамбовка, гидравлические насосы, гидрокommуникации, электродвигатели, баки рабочей жидкости и др.), прессовые цехи обычно строят двухэтажными.

На первом этаже прессового цеха размещают нижнюю часть рамы пресса с колоннами, фундаментной рамой (траверсой), рабочий цилиндр (с плунжером) и ограждаемые поворотные ящики пресса. Здесь же устанавливают гидронасосы с электродвигателями для их привода, баки рабочей жидкости, распределители.

На втором этаже прессового цеха, кроме прессового оборудования, устанавливают общепатарейные конденсоры для хлопкового волокна и линта, а также податчики их в прессовый ящик (под трамбовку). На этом этаже размещают трамбовку и верхнюю часть рамы прессы-траверсы, колонны, пресс-камеры, механизмы для поворота прессовых ящиков и выталкивания кип из пресса.

Технические требования

1. Хлопковый линт в зависимости от штапельной длины подразделяют на тип А – от 7-8 мм и более; и тип Б – от 6-7 мм и менее.

2. В зависимости от внешнего вида, цвета и зрелости хлопковый линт подразделяют на I и II сорта. Внешний вид должен соответствовать утвержденным образцам (табл. I.1).

Нормы зрелости указаны в таблице I.1.

Таблица I.1. Нормы зрелости, %

Сорт	Зрелость, не менее	
	Определенная микрохимическим методом	Определенная в поляризованном свете
I	80	55
II	менее 80	менее 55

3. Хлопковый линт каждого типа и сорта в зависимости от массовой доли сорных примесей и целых семян подразделяют на три

класса: высший (1), средний (2), сорный (3), в соответствии с нормами, приведенными в таблице 1.2.

Таблица 1.2. Массовая доля примесей

Тип	Сорт	Массовая доля сорных примесей и целых семян по классам, не более		
		Высший (1)	Средний (2)	Сорный (3)
А	I	4,5	6,0	8,5
	II	8,0	11,0	15,0
Б	I	4,5	6,0	8,5
	II	8,0	11,0	15,0

4. При превышении норм массовой доли сорных примесей и целых семян сорного (3) класса хлопковый линт переводят в пониженный сорт, в тот класс, которому он соответствует.

5. Нормированное массовое отношение влаги для расчета кондиционной массы 8,5%.

6. В одной партии не допускается смешение хлопкового линта разных типов, сортов и классов.

7. В хлопковом линте не допускается наличие посторонних предметов, горелого и гнилого запаха, а также гнилых участков поверхности и плотных пластов, образовавшихся в результате увлажнения, гнезд целых семян.

8. Упаковка и маркировка хлопкового линта производится по РСТ Уз. - 841.

9. В сопроводительном документе должны быть указаны:

- наименование хлопкоочистительного завода и его местонахождение;
- номер партии;
- наименование продукции;
- промышленный сорт, тип и класс;
- количество кип в партии;
- номера кип;
- масса брутто каждой кипы;
- масса брутто и нетто партии;

- кондиционная масса партии;
- результаты испытаний на длину, зрелость, массовую долю сорных примесей и целых семян, массовое отношение влаги;
- дата выпуска.

10. Номенклатура показателей качества хлопкового линта может дополняться и изменяться при взаимном согласии поставщика и потребителя.

Приемка

1. Хлопковый линт принимают партиями. Партией считают количество кип хлопкового линта одного типа, сорта и класса, оформленное одним сопроводительным документом о качестве.

Максимальный размер партии — не более одного железнодорожного вагона.

2. Проверка хлопкового линта на качество.

2.1. Проверке соответствия маркировки и упаковки хлопкового линта подвергают 100% кип.

2.2. Для проверки качества хлопкового линта от партии отбирают 10% кип, но не менее 2 кип.

2.3. При получении неудовлетворительных результатов испытаний, хотя бы по одному показателю, проводят повторные испытания линта по этому показателю из вновь отобранных кип в тех же количествах.

Результаты повторных испытаний распространяют на всю партию.

3. Приемка хлопкового линта по количеству.

3.1. Партию хлопкового линта принимают по кондиционной массе из расчета на нормированное массовое отношение влаги.

Кондиционную массу (M_k) в килограммах вычисляют по формуле

$$M_k = M_\phi \cdot \frac{100 + W_H}{100 + W_\phi}$$

где M_ϕ — фактическая масса партии хлопкового линта, предъявленная к приемке, кг;

W_H — нормированное массовое отношение влаги, равное 8,5 %;

$W_{\text{ф}}$ – фактическое массовое отношение влаги в партии хлопкового линта, %.

Вычисления производят с точностью до первого десятичного знака и округляют до целых единиц.

3.2. При возникновении разногласий между поставщиком и потребителем в определении кондиционной массы хлопкового линта производят поквартирный контроль массы.

Методы испытаний

1. Отбор проб и испытания хлопкового линта осуществляются по

РСТ Уз 657- РСТ Уз. 661.

2. Внешний вид хлопкового линта определяют визуально, сличением с утвержденными образцами.

3. Массовую долю сорных примесей и целых семян определяют суммированием результатов анализов засоренности и содержания целых семян по РСТ Уз 622.

4. Расхождения результатов испытаний показателей качества хлопкового линта в одной и той же партии между поставщиком и потребителем допускаются:

- по зрелости – не более $\pm 3,5$ абс. %;
- по массовой доле сорных примесей и целых семян: до 10% - не более $\pm 0,5$ абс.%, свыше 10% - не более $\pm 1,0$ абс.%;
- по массовому отношению влаги – не более $\pm 0,5$ абс. %.

Транспортирование и хранение

1. Транспортирование и хранение осуществляются по РСТ Уз 841.

2. Допускается погрузка в один вагон нескольких партий хлопкового линта одного типа, сорта и класса, оформленных отдельными документами о качестве.

Глава II. ТЕХНОЛОГИЯ ХЛОПКОВОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

2.1. Технология хлопковой целлюлозы для химической переработки

Для производства хлопковой целлюлозы применяют в качестве основного сырья хлопковый линт (далее линт, по Уз РСТ 645-95). Линт содержит ряд механических примесей. Механические примеси (шелуха, семена хлопка, древесные частицы, песок, камни, металлические примеси) и целлюлозно-сопутствующие примеси (протеины, пектины, эфиры, воски) являются посторонними включениями.

Технология удаления примесей осуществляется в промышленности механическими и химическими методами. Механическая очистка линта может производиться в сухом состоянии и в водной суспензии (мокрая очистка). При сухой очистке удается снизить засоренность до 3%, а при мокрой — до 2%. В данной работе описывается мокрая очистка, применяемая для получения хлопковой целлюлозы, а также механическая очистка хлопковой целлюлозы для производства бумаги.

Основные процессы получения хлопковой целлюлозы для химической переработки приведены на схеме 2.1.А, Б, В.:

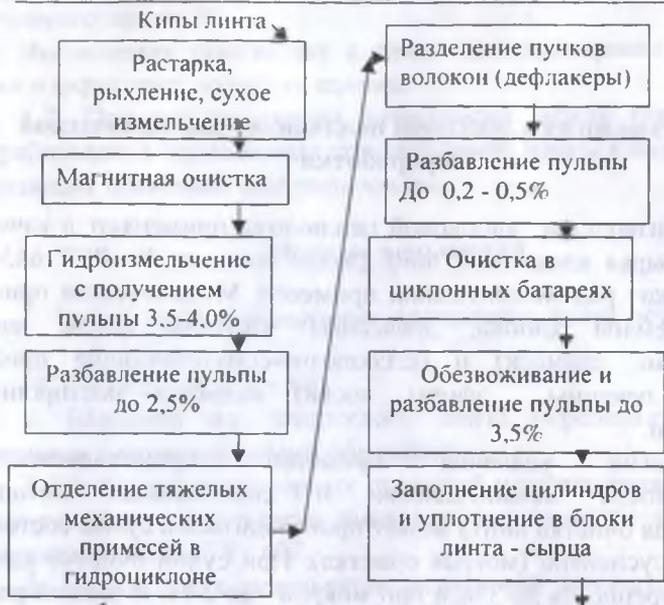
- подготовка сырого линта для химической переработки (мокрая очистка),
- химическая обработка — бучение и отбеливание,
- расщепление блоков очищенного линта (получение суспензии) и промывка.

Первая стадия процесса осуществляется для удаления механических примесей, вторая — для удаления целлюлозно-сопутствующих примесей.

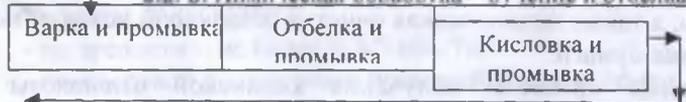
Для удаления механических примесей применяется процесс механической (мокрой) очистки с 4-х ступенчатой системой удаления примесей в гидроциклонах.

Первая стадия процесса осуществляется для удаления механических примесей, вторая — для удаления целлюлозно-сопутствующих примесей.

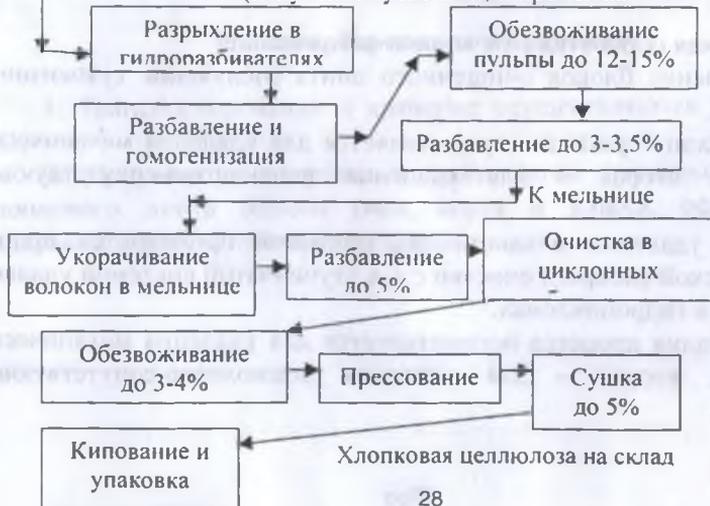
2.1. А. Подготовка хлопкового лinta для химической обработки



2.2. Б. Химическая обработка – бучение и отбелка



2.3. В. Расщепление блоков очищенного лinta (получение суспензии) и промывка



Хлопковая целлюлоза на склад

Предварительно линт перемешивается для укорачивания волокон размером от 8 до 16 мм, чтобы при дальнейшей обработке не произошло прядения волокон, так как насосы имеют склонность к скручиванию волокон, которое может привести к формированию длинных волокон, что приводит к поломкам оборудования и блокированию технологической линии.

Целлюлозно-сопутствующие вещества являются неотъемлемой частью клетки (сырья, линт — растительное вещество, клеточное). Удаление их осуществляется химическим путем: первично щелочью (едким натром) в процессе варки, бучения, затем отбелки гипохлоритом натрия или перекисью водорода.

При обработке целлюлозы щелочью происходит:

- удаление пектинов из волокон,
- омыление жирных и смоляных кислот,
- растворение жиров и воска,
- удаление протеинов из волокон,
- удаление лигнина из древесных примесей линта,
- разрушение семян с экстракцией гемицеллюлозы.

При отбелке целлюлозы окислителями гипохлорита натрия, перекисью водорода остаточный лигнин окисляется до низких карбоновых кислот, которые удаляются путем многократной промывки водой.

Гипохлорит натрия является более сильным окислителем, чем H_2O_2 . Однако при использовании гипохлорита натрия требуется более тщательное соблюдение производственного режима.

Скорость, с которой происходит отбелка H_2O_2 возрастает с ростом pH, активной частицей в данном случае является ион пергидроксида HO_2^- который образуется в результате ионизации H_2O_2 :



Повышение щелочности раствора перекиси водорода снижает концентрацию водородных ионов и увеличивает концентрацию пергидроксильных ионов, тем самым увеличивается скорость отбелки. С другой стороны, при высокой щелочности необходим

весьма тщательный контроль для обеспечения надлежащей отбелки без деструкции целлюлозы.

Роль силиката натрия, который вводится в состав отбеливающего раствора перекиси водорода, многосторонняя. Он действует в качестве стабилизатора, снижая потери перекиси водорода из-за разложения, а также, как буфер, способствует поддержанию pH на надлежащем уровне. Вместе с тем он обладает определенной моющей и пропитывающей способностью и антикоррозионными свойствами в отношении металлического оборудования.

Технологический процесс по переработке линта в чистую целлюлозу включает следующие стадии:

1. Предварительная очистка и подготовка линта – сырца;
2. Наполнение уплотнительных цилиндров и прессование линта-сырца;
3. Химическая обработка линта – сырца в варочных аппаратах бучение и беление.
4. Опорожнение уплотнительных цилиндров и окончательная очистка линта.
5. Получение рулонов целлюлозы, сушка с последующей резкой и упаковки.

Предварительная очистка и подготовка линта-сырца

Кипы линта-сырца транспортируются с помощью автопогрузчика из склада линта – сырца, кипы освобождаются от скрепляющих лент. Затем кипы укладываются перед подъемной частью транспортера, где освобождаются от упаковки. На стол перед кипоразрыхлителем помещаются по две кипы рядом.

Цепной конвейер, работающий по всей ширине кипоразрыхлителя, передвигает кипы по питающему столу к игольчатой питающей ленте разрыхлителя и дальше сквозь разрыхлительные валки. При этом линт измельчается до такой степени, что его можно в пушистом виде транспортировать пневматическим путем.

Образующаяся при разрыхлении линта пыль отсасывается с помощью вентилятора и отделяется в рукавном фильтре.

С помощью транспортирующего вентилятора линт подается в сепаратор. В сепараторе линт-сырец отделяется от воздуха и

смывается водой, содержащейся гидроксид натрия, который подается из бассейна щелочной темной воды (промывная щелочная вода с варочных аппаратов после процесса варки) в гидроразбиватель, расположенный под сепаратором. Для лучшего смачивания в линию подачи темной воды добавляется смачивающий агент из резервуара, находящегося на суточном складе химикатов.

В гидроразбивателе сырой линт сильно разбивается разрыхлителем «Торнадо» и смешивается с щелочной темной водой до получения 3,5-4,0 % пульпы. Торнадо состоит из ротора и статора. Интенсивность измельчения регулируется изменением расстояния между ротором и статором. Гидроразбиватель имеет подвод уплотнения и охлаждающей воды. Для этой цели используется технологическая вода. Количество жидкости для получения пульпы устанавливается по расходомеру. Из гидроразбивателя пульпа линта-сырца перемещается в сборный бассейн с мешалкой. Здесь она разбавляется темной водой до концентрации приблизительно 2,5%. Темная вода подается из резервуара с помощью насоса. Количество подаваемой темной воды контролируется.

Из сборного бассейна с помощью насоса пульпа линта-сырца поступает в циклон, где отделяются тяжёлые вещества (песок, камни), которые выпускаются через шлюз в улавливающую емкость. Процесс выпуска примесей управляется автоматически. Разгрузочный шлюз очищается периодически технологической водой (артезианская вода, отфильтрованная от взвешенных веществ на фильтрах обратной промывки установки деминерализованной воды).

Выпущенная грязь подается насосом в емкость сбора сточных вод. Освобожденная от тяжёлых грязевых частиц в циклоне суспензия линта-сырца проходит первую машину для разрыхления пучков волокон – дефлакер, питающий бассейн, и транспортируется насосом к машинам для укорачивания волокон. Затем суспензия попадает в массный бассейн. Машины расположены таким образом, что позволяют вести как параллельный, так и последовательный режим работы. Другая машина для измельчения – дефлекер между массными бассейнами, используется для повторного разрыхления пучков волокон.

Степень измельчения, эффект диспергирования и гомогенизации устанавливается изменением ширины зазора между ротором и статором.

Очистка пульпы линта-сырца от загрязнений – кожи семян, коробочек семян и остатков стеблей–происходит в четырехступенчатой установке гидравлической очистки. Для достижения эффективной очистки суспензия линта-сырца разбавляется до концентрации 0,2-0,5% в бассейне. Используемая вода подаётся насосом из резервуара темной воды.

Из массного бассейна разбавленная суспензия линта-сырца транспортируется насосом на первую ступень очистительной установки.

Подлежащая очистке суспензия линта – сырца закачивается насосом через тангенциальный входной патрубок циклонных батарей очистительной установки. Внутри батареи суспензия направляется по спирали вертикально вниз. За счет увеличения скорости потока при постоянно уменьшающемся диаметре развивается центробежная сила, посредством которой более тяжелые частицы прижимаются к стенке циклона и выводятся через находящиеся внизу сопла. Очищенная суспензия (акцент) первой ступени выводится из верхней части циклонных батарей и подаётся к обезвоживающим машинам.

Остаточная масса первой ступени сливается в приемную емкость, где разбавляется темной водой. Подача разбавляющей воды регулируется поплавковыми клапанами. Для предотвращения выделения волокон и достижения лучшего распределения приемная емкость, состоящая из двух отделений, оснащена с каждой стороны мешалкой. Из приемной ёмкости с помощью насоса остаточная масса первой ступени подаётся на вторую ступень очистителя. Акцент второй ступени поступает в массный бассейн. Остаточная масса второй ступени сливается в приемную емкость, отсюда насосом подаётся на третью ступень очистки. Акцент третьей ступени поступает в приёмную емкость, а остаточная масса насосом направляется на четвертую ступень очистки.

Акцент четвёртой ступени очистки поступает в приёмную ёмкость. Остаточная масса разбавляется при необходимости технологической водой и сливается в улавливающую ёмкость. Получаемая в очистителе суспензия линта - сырца с концентрацией 0,4% должна подвергаться обезвоживанию до концентрации приблизительно 3-4%.

Обезвоживание осуществляется машинами типа «Турводрайн» на ленточном сите. Напускной ящик с переливом обеспечивает равномерное распределение линта по ширине ленточного сита.

Скорость ленточного сита регулируется от 7 до 42 м/мин путём привода частотного управления, что позволяет изменять мощность машины и степень обезвоживания пульпы.

Установленный скребок с быстро вращающимися щётками счѐсывает линт с ленточного сита. Сконцентрированный приблизительно до 4% линт спускается по спускным лоткам в расположенный ниже массный бассейн.

Ленточные сита периодически очищаются технологической водой. Вода для очистки сита добавляется в фильтрат, который стекает в резервуар темной воды. В массном бассейне линт-сырец разбавляется темной водой из бассейна до стабильной концентрации около 3,5%. Затем он подаѐтся насосами на дуговые сита установки уплотнения.

Наполнение уплотнительных цилиндров и прессование линта-сырца

Для дальнейшей химической обработки линт загружается в перфорированные цилиндры, изготовленные из нержавеющей стали (уплотнительные цилиндры) и уплотняется таким образом, что образуются компактные блоки. Такое уплотнение необходимо для того, чтобы достичь равномерной обработки линт-сырца реактивами на стадии химической обработки. С помощью прессов достигается степень уплотнения – 300 кг/м^3 . В уплотнительные прессы линт-сырец транспортируется насосами по двум кольцевым трубопроводам через дуговые сита и дозировочный бункер. От каждого кольцевого трубопровода ответвляется трубопровод к дуговым ситам. На дуговых ситах суспензия линта обезвоживается до концентрации 5-6%. Наполнение партии линта регулируется клапанами. Количество наполнения для одной партии линта составляет, при исходной концентрации около 3,5%, примерно $10,3 \text{ м}^3$. Стекающий с дуговых сит фильтрат улавливается для дальнейшей обработки в находящихся под прессами сборных бассейнах, куда также поступают воды от промывки сит и трубопровода подачи линта. В этих жидкостях находятся вымытые сквозь перфорацию уплотнительных цилиндров волокна линта. С помощью насосов, содержащий волокна фильтрат подается на вращающийся дисковый фильтр. Отделенные волокна задерживаются на металлической решѐтке и транспортируются в ѐмкость. Из ѐмкости волокна линта

возвращаются с помощью насоса в массный бассейн. Очищенный фильтрат стекает гравиметрически с фильтра в ёмкость тёмной воды. Сконцентрированная на дуговых ситах суспензия линта спускается в дозировочный бункер, откуда поступает на уплотнительную установку. Установка уплотнения состоит из двух уплотнительных прессов с принадлежащими к ним вспомогательными устройствами.

Основные элементы уплотнительного пресса:

- тележка пресса с поворотным диском и неподвижным брызгозащитным кожухом;
- подкрановый путь для насаживания пустых уплотнительных цилиндров на тележку пресса;
- пресс с гидравлическим агрегатом;
- уплотнительный цилиндр, расположенный в подъемном устройстве и состоящий из внешнего и внутреннего цилиндра;
- пуансон пресса с автоматическим соединительным приспособлением для крышек.

Уплотнительные цилиндры наполняются с соответственного, принадлежащего каждому прессу, дозировочного бункера, оснащенного пневматическим спуском.

Концентрированный линт спускается и попадает в уплотнительный цилиндр, находящийся на поворотном диске.

Химическая обработка линта-сырца в варочных аппаратах

Химическая обработка линта-сырца едким натром и белильными растворами гипохлорита натрия или перекиси водорода осуществляется в 7 идентичных по конструкции варочных аппаратах типа Турбостат.

Варочный аппарат снабжен двумя встроенными нагревательно-охлаждающими змеевиками с поверхностью 37 м^2 и 22 м^2 . В зависимости от проводимой технологической операции в змеевики подаётся пар давлением 0,9 МПа, охлаждённая (30°C) или холодная (6°C) вода.

Каждый варочный аппарат имеет собственный функциональный узел, в который входит:

- подготовительный резервуар химикатов;
- дополнительный бак химикатов для точной регулировки рабочих концентраций и pH в варочном аппарате;

–циркуляционный насос для перекачивания варочного, белильных и промывных растворов, регулируемый по числу оборотов и направлению;

–дополнительный насос для последующей дозировки химикатов.

С помощью цехового крана три наполненных уплотнительных цилиндра вставляются в варочный аппарат.

В варочном аппарате проводятся следующие технологические процессы:

– предварительная очистка;

– варка щелочью при температуре 130 – 140°C и давлении 0,5

МПа:

– промывка и охлаждение;

–промывка зеленым щелоком (хлорсодержащий отбеливающий раствор с варочных аппаратов после проведения процесса отбелики) или черным щелоком (отработанная щелочь с варочных аппаратов после варки линта);

–2-х ступенчатая отбелка раствором гипохлорита натрия (1-я ступенчатая отбелка белильным раствором перекиси водорода;

– промывка водой;

– промывка серной кислотой;

– промывка водой.

Все операции в варочных аппаратах управляются определенной программой.

Следует отметить, что Д.С.Набиевым разработана технология получения реакционноактивной низковязкой хлопковой целлюлозы с узким диапазоном значений вязкости, предназначенной для химической переработки.

Технологической схемой предусмотрено использование двух программ: программа 1 – 2-ступенчатая отбелка гипохлоритом натрия; программа 2–1-ступенчатая отбелка белильным раствором перекиси водорода.

Крышка варочного аппарата поднимается и опускается гидравлическим путём. Подъем и опускание производится клавишами, причем в целях безопасности опускание крышки возможно только при одновременном нажатии двух клавиш. Один гидравлический агрегат обслуживает группу трех варочных аппаратов, другой – группу четырёх варочных аппаратов.

Натриевый щелок готовится концентрацией 21%.

Белильные растворы гипохлорита натрия и перекиси водорода подготавливаются в суточном складе.

Образующиеся после химической обработки линта отработанные растворы (чёрная щелочь, зелёный щёлок и щелочная тёмная вода) собираются в специальных ёмкостях.

У.А.Саидахмедовым и Ю.Т.Ташпулатовым разработана технология переработки линта на картон для очистки высоковязких растворов.

Опорожнение уплотнительных цилиндров и окончательная очистка линта

Готовые уплотнительные цилиндры с очищенным линтом вынимаются с помощью мостового крана из варочных аппаратов и транспортируются на соответствующие места разгрузки, к устройству для выталкивания отбеленных блоков линта из перфорированного цилиндра.

Устройство выталкивания состоит в основном из следующих элементов:

- выталкивателя с 8 – ю выталкивающими стержнями;
- толкателя поперечного действия для передвижения вытолкнутого кека («коржа»);
- гидравлического агрегата.

Заполненные очищенным линтом уплотнительные цилиндры устанавливаются с помощью мостового крана над круглым отверстием в столе устройства выталкивателя и опускаются. Горизонтальный гидравлический цилиндр передвигается вперёд и сталкивает кек на наклонный роликовый конвейер, по которому кек попадает в гидроразбиватель, служащий для разрыхления и гомогенизации суспензии линта. Затем поперечный гидравлический цилиндр возвращается в исходную позицию. До поступления кека линта разбавители заполняются с помощью насосов производственной водой из резервуара воды.

Разрыхление кеков в гидроразбивателях происходит периодически по установленному рабочему ритму варочного цеха.

После разрыхления пульпы отбеленный линт переливается в ёмкости. Для разбавления линта к ёмкости подведена производственная, горячая, деминерализованная вода. Насосами

пульпа линта с концентрацией около 2,5% подаётся к обезвоживающей машине «Турбодрайн».

Напускной ящик обезвоживающей машины с переливным устройством равномерно обезвоживает распределение линт по всей ширине (2м) ленточного сита.

Дополнительный нажимной валик позволяет обезвоживать пульпу до концентрации 12-15%. Отдельно приводимый очистительный нож с быстро вращающимися щётками снимает линт с ленточного сита. Линт попадает по скату в расположенный ниже приёмный бункер. С помощью устройства очистки вращающееся сито промывается деминерализованной водой. Вода от очистки сита переливается в фильтрат, который поступает для очистки от взвешенных частиц во флотационную установку. В приёмном бункере, сгущённый до 12-15%, линт разбавляется деминерализованной водой до концентрации около 4% для дальнейшей транспортировки насосом. Подача деминерализованной воды осуществляется снизу, прямо в зону, где находится мешалка.

Массным насосом суспензия отбеленного линта поступает в резервуар. В резервуаре путем добавки, деминерализованной или производственной воды устанавливается точная концентрация массы 3-3,5%. Из резервуара насосом суспензия линта поступает на дисковые мельницы для повторного укорачивания волокон. После обработки линта в дисковых мельницах пульпа попадает в резервуар, который служит буферной ёмкостью.

В резервуаре суспензия линта разбавляется до концентрации около 0,5%. Из массного бассейна разбавленная суспензия линтасырца транспортируется насосом на первую ступень очистительной установки. Очищенная суспензия (акцент) первой ступени выводится из верхней части циклонных батарей и подаётся к обезвоживающим машинам. Остаточная масса первой ступени сливается в приемную ёмкость, где разбавляется водой. Из приёмной ёмкости с помощью насоса остаточная масса первой ступени подаётся на вторую ступень очистителя. Акцент третьей ступени поступает в приёмную ёмкость, а остаточная масса сливается в приемную ёмкость и насосом направляется на 4-ю ступень очистки.

Акцент 4-й ступени очистки поступает в приёмную ёмкость, а остаточная масса 4-й ступени при необходимости разбавляется технологической водой и поступает в резервуар. Оттуда волокнистые

частицы перекачиваются насосом на участок изготовления пресс-материалов.

Флотационная установка

Вода, использованная для первой промывки отбеленного линта и отделённая в машинах обезвоживания, содержит взвешенные вещества, которые могут влиять на качество продукта.

Для предотвращения скопления грязевых частиц в производственной воде взвешенные частицы удаляются способом флотации. Стекающий из машин обезвоживания фильтрат под действием силы тяжести поступает снизу в центе резервуара. Для укрупнения (коагуляции) взвешенных частиц непосредственно в трубопровод насосом дозируется раствор коагулянта. Раствор коагулянта образуется путём растворения концентрата коагулянта в деминерализованной воде. Растворение осуществляется в 2-х камерной ёмкости, снабжённой мешалками. В первую камеру насосом подаётся концентрат коагулянта и деминерализованная вода из сети, из второй – отводится раствор коагулянта, который насосом транспортируется через смеситель в трубопровод подачи фильтрата в флотационную ёмкость. В этот же трубопровод подаётся циркулирующий поток, насыщенный сжатым воздухом очищенной воды. Во флотационной ёмкости, коагулированные взвешенные частицы всплывают вверх. Посредством медленно вращающегося скребка они удаляются с поверхности и по отводящим трубам стекают в ёмкость, оттуда насосом подаются в резервуар участка нейтрализации сточных вод.

Осветлённая (производственная) вода стекает по отводящим трубам в ёмкость чистой воды.

Получение рулонов линта (целлюлозы), сушка, с последующими стадиями резки и упаковки

Получаемую в очистительной установке суспензию отбеленного линта с концентрацией около 0,4% необходимо снова сгустить до концентрации 3-4%. Повышение концентрации достигается машинами обезвоживания типа «Турбодрайн». Сгущенный линт с концентрацией 3-4% попадает по скатам в расположенный непосредственно под машиной машинный бассейн, из которого он

транспортируется дальше посредством насоса в напускной ящик двухсеточного ленточного пресса. Концентрация массы регулируется в точке измерения с помощью клапана подачи деминерализованной воды в трубопровод всоса насоса. Вода от очистки сита сливается совместно с фильтром для повторного употребления в сборный бассейн. Из этого бассейна вода подаётся;

- в трубопровод всоса насоса;
- в гидроразбиватели;
- в приёмные ёмкости;
- в приёмный бункер обезвоженного линта.

Напускной ящик обеспечивает равномерное распределение массы на нижнем сите ленточного пресса. Уровень регулируется числом оборотов подающего насоса, что позволяет производить равномерный напуск массы. Клиновидная часть пресса, находящаяся за напускным ящиком, по бокам защищена от выхода массы. Защита состоит из износостойкой пластмассы и регулируется по высоте.

Нижнее сито проходит от натяжного валика горизонтально под напускным ящиком, а затем совместно с верхним ситом к клиновидной зоне пресса. Оттуда сито проходит через подпрессовывающие валики и стадию промывки к главным прессующим валикам. В зоне обратного хода сита вмонтированы устройства очистки, управления ситом и приспособления для натяжения сита. Непосредственно у главных прессующих валиков расположены два вращающихся щёточных валика, удаляющих остатки массы с поверхности сита. Затем следует мокрая очистка сита распылителями. Очистка сита осуществляется деминерализованной водой. Существует возможность повторной очистки линта посредством подачи горячей воды. Между продольными балками станины находится приёмный бассейн, куда отводится фильтрат вместе с водой от очистки сита. Вода из бассейна подаётся насосом для повторного употребления в сборный бассейн. Выходящее непосредственно после двухсеточного пресса полотно линта передаётся на пресс высокого давления и ведётся между прессующими валиками, где ещё раз впрыскивается вода до остаточной влажности линта примерно 40%. Скорость прессующих валиков соответствует режиму работы двух сеточного пресса. После прохождения пресса высокого давления линт направляется к ярусной сушилке. Сушилка имеет 6 контуров обогрева. Каждый контур имеет 4 вентилятора подачи горячего

воздуха. Полотно линта проходит через сушилку по 5 транспортным лентам. У первой ленты зона входа удлинена и находится под наклоном. Она оснащена устройством натяжения ленты, которое необходимо для транспортировки полотна. Остальные 4 транспортирующие ленты оснащены маятниками-регуляторами, которые с помощью потенциометров непосредственно влияют на число оборотов приводных двигателей. Обогрев сушилки осуществляется насыщенным паром под давлением 0,9 МПа при использовании специальных калориферов. Образующийся в калориферах конденсат пара подается насосом в сборный бассейн. Выходящее из сушильной установки полотно линта разрезается на листы нужного формата, которые укладываются в штабель, взвешиваются и упаковываются на установке кипования и упаковки (формат листа 800x600 мм, масса одного штабеля около 200 кг).

Установка кипования и упаковки состоит из следующих элементов:

- устройство продольной резки;
- измельчитель кромок;
- транспортная тележка;
- натяжной пресс;
- устройство поперечной резки;
- роликовый транспортёр к подъёмному столу, 2480 мм;
- роликовый транспортёр, 4460мм;
- весы;
- откидной стол, 1200мм;
- устройство подачи;
- ленточный транспортёр, 4500мм;
- разматывающее устройство для упаковочной бумаги;
- кран с поворотной стрелкой на колонне;
- роликовый транспортёр к прессу обвязки, 1200мм;
- пресс для обвязки пачек;
- роликовый транспортёр.

Устройством продольной резки обрезаются выходящее из сушилки полотно линта и делится на три равные по ширине полосы (800мм). Полученные при этом кромки измельчаются в расположенных по бокам устройствах продольной резки, затем транспортируются к разбавителям отбеленного линта, возвращаются в производство. Следующий после устройства продольной резки вытяжной пресс протягивает разрезанное на три части полотно линта

и передаёт полосы машине поперечной резки, в которой они разрезаются на листы длиной 600мм. С помощью листоукладчика листы, выходящие из машины поперечной резки, укладываются в штабель на шарнирный подъёмный стол с роликовым транспортёром. После взвешивания штабель перемещается на последующий откидной стол и вместе со столом поворачивается на 90°, откуда транспортируется к установке упаковки. Установка упаковки состоит из устройства подачи упаковочной бумаги, крана с поворотной стрелкой на колонне и транспортёрной ленты. Упаковочная бумага укладывается под штабелем. После обёртывания бумагой и заклеивания липкой лентой, пачка транспортируется дальше к прессу обвязки. Пресс для обвязки листов (пачек) сжимает обвёрнутый бумагой штабель листов и обвязывает его два раза стальной лентой. Готовые пакеты снимаются погрузчиками, укладываются на поддон для отправки на склад.

Основное технологическое оборудование

Таблица 2.2. Спецификация на основное технологическое оборудование

№	Наименование оборудования	Техническая характеристика
1	2	3
1. Предварительная очистка		
1.1	Сборный бассейн	Ёмк. =80 м ³ Д = 4600 мм Н = 6350 мм
1.2	Мешалка	Тип -70Д
1.3	Фильтр	Тип 0708-86-01 Н=5215 мм Д=1330 мм Дл.рукова=3500 мм
1.4	Транспортёр кип	Ширина=3200 мм Длина=5000 мм
1.5	Насос	Мощн.=100 м ³ /ч Папор=25 м
1.6	Гидроразбиватель	Мощн.=2400 кг/ч Гидропульпер-Торнадо Тип Болтон – Эмерсон

Продолжение таблицы 2.2.

1	2	3
1.7	Кипоразбиватель	Тип 0208-86-04 Мощн.=2400 кг/ч
1.8	Дефлектор	Мощн.=96 м ³ /ч
1.9	Питающий бассейн	Ёмк.=8 м ³ Д=2210 мм Н=3256 мм
1.10	Мешалка	Тип-70Д
1.11	Циклон	Мощн.=1299 л/ч
1.12	Мешалка для резки волокон	Мощн.=96 м ³ /ч
1.13	Улавливающая ёмкость	Ёмк.=2 м ³ Д=1500 мм Н=1505 мм
1.14	4-ступенчатая установка гидравлической очистки	Тип 3038 1 – ступень – 32 очистителя 2–ступень –14 очистителей 3–ступень – 6 очистителей 4–ступень – 2очистителя Производительность по каждому очистителю 19-21 м ³ /ч
1.15	Массный бассейн	Ёмк.=80 м ³ Д=4000 мм Н=4700 мм
1.16	Обезвоживающая машина	Тип Турборайн ТДС-3 Мощн.=2416 кг/ч Дл.=5700 мм Шир.=2200 мм Скорость-7-42 м/мин
1.17	Сепаратор	Дл.=3755 мм Н=870 мм Шир.=1100 мм
2. Наполнение уплотненных цилиндров и прессование линта-сырца		
2.1	Уплотнительный пресс	Мощн.=1170 кг/ч Усилие до 120 т Плотность упаковки=300 кг/м ³ Вес блока из линта-1080 кг/ч

Продолжение таблицы 2.2.

1	2	3
2.2	Дозировочный бункер	Ёмк.=7,7 м ³ Д=1800 мм Н=4125 мм
2.3	Дуговое сито	Тип И1572 Ширина зева-0,5 мм Мощн.=100 м ³ /ч
2.4	Насос	Погружной насос Мощн.=45 м ³ /ч Напор=20 м Глубина установки-705 мм
2.5	Уплотнительный цилиндр	Д=2342 мм Н=1474 мм Размер внутреннего цилиндра Д=700 мм Н=2095 мм Нижняя половина внешнего и внутреннего цилиндров перфорированы
2.6	Дисковый фильтр, Тип 393-10	Диаметр ситового отверстия- 250 мм Количество дисков-3 пары Диск-990 мм Мощн.=65 м ³ /ч
2.7	Сборный бассейн	Ёмк. =10 м ³ Дл = 5715 мм Н = 1404 мм Шир.=3500 мм
2.8	Ёмкость	Ёмк.=10 м ³ Д=2340 мм Н=3500 мм
2.9	Насос	Тип 32-80 Мощн.=20 м ³ /ч Напор=25 м

**3. Химическая обработка линта в варочных котлах -
бучение, отбелка**

Продолжение таблицы 2.2.

1	2	3
3.1	Варочный аппарат, Тип ТУРБОСТАТ- 2130	Объём.=19 м ³ Д=2130 мм Н=4600 мм Поверхность теплообмена: 1- змеевика-37 м ² ; 2-змеевика - 22 м ²
3.2	Уплотнительный цилиндр	Перфорированный цилиндр Н=1353 мм Днар=2040 мм Двн.=700 мм
3.3	Циркуляционный насос	Тип 20,5 Мощн.=1150 м ³ /ч Напор=18 м
3.4	Подготовительный резервуар химикатов	Ёмк.=9,5 м ³ Д=1500 мм Н=5500 мм
3.5	Дополнительный насос	Тип 209 Мощн.=2,9 м ³ /ч Напор=60 м
4. Опорожнение уплотнительных устройств и окончательная очистка		
4.1	Устройство выталкивания кека линта	Тип 209,7 Выталкивающие стержни-8 Сила выталкивания -60 т Ход-1400 мм Мощность-3 кека/ч
4.2	Роликовый конвейер	Длина транспортёра - 2200 мм Диаметр ролика-80 мм

Продолжение таблицы 2.2.

1	2	3
4.3	Ёмкость	Ёмк.=30 м ³ Д=3850 мм Н=3800 мм
4.4	Мешалка. Тип 70Д	322 об/мин Длина вала=665 мм Диаметр вала=70 мм
4.5	4-хступенчатая установка гидравлической очистки.	Тип 3038 1-ступень-32 очистителя 2-ступень -14 очистителей 3-ступень -6 очистителей 4-ступень-2очистителя Производительность по каждому очистителю 19-21 м ³ /ч
4.6	Дисковая мельница (рафинер). Тип 111	Мощн.=1800 кг/ч Число обор. 400 об/мин Высота ножа-36 мм Ширина ножа-0,6мм
4.7	Обезвоживающая машина. Тип ТДС-1	Мощн.-1895 кг/ч Длина сита =5700 мм Ширина сита = 1200 мм

5. Получение рулонов линта, сушка с резкой и упаковкой

5.1	Масный бассейн	Ёмк.=60 м ³ Д=4250 мм Н=5840 мм
5.2	Машина обезвоживания	Тип Турборайн Мощн.=1895 кг/ч Дл=5700 мм Ширина сетки =1700 мм
5.3	Двухступенчатый пресс	Длина полотна =2900 мм Ширина сита=2600 мм Длина=10200 мм Н=1655 мм Ширина=4100 мм

Продолжение таблицы 2.2.

1	2	3
5.4	Ярусная сушилка	Мощность =45 т/г Количество сит=5 Ширина ленты=2800 мм Количество сушильных камер - 6 шт длиной по 3м Количество контуров парового обогрева – 6 шт Количество воздуходувок -4шт на секцию Вентилятор тип 0800/7010 Мощн.=18000м ³ /с
5.5	Бассейн для фильтра	Емк.=10,8 м ³ Дл.=10040 мм Шир.=2840 мм Высота=982 мм
5.6	Установка для кипования и упаковки	Мощн.=1880 кг/ч Размер кипы: Дл=800 мм Шир.=600 мм Высота -500 мм, мах-1200 мм Масса кипы-200 кг
5.7	Устройство продольной резки	Тип 78 Количество ножей - 4 Длина верхних острых ножей-220 мм Рабочая ширина - 2400 мм
5.8	Устройство поперечной резки	Тип Симплекс АВ 2400 мм Ширина = 2400 мм Длина листа = 600 мм Ширина листа = 800 мм

2.2. Технология хлопковой целлюлозы для бумаги

Технология очистки линта состоит из операций:

- смешивание партии (кипы);
- улавливание тяжёлых механических примесей и семян;

- разрыхление и очистка от мелких механических примесей.

Для смешивания и разрыхления киты различных партий линта устанавливаются по 20 штук в автоматический питатель марки АП-18М. Разрыхленные и смешанные волокна направляются к двум циклонам, где производится непрерывное улавливание тяжелых механических примесей, целых семян, фрагментов коробочек хлопка. Вакуум в циклонах создается с помощью двух вентиляторов. Затем линт поступает в смеситель СН-4У, где производится дополнительное смешение партий и очистка от более мелких примесей. Следующий этап очистки линта производится в двух наклонных очистителях марки ОН-6-П. Затем линт поступает на аппарат тонкой, окончательной очистки. Она проводится в высокоскоростном очистителе. Внутри аппарата имеются три барабана, по конструкции идентичные с конструкцией барабана наклонного очистителя ОН-6-П. Особенностью конструкции барабанов является то, что по всей поверхности трех барабанов имеются тонкие расчесывающие иглы, длина которых не более 6 мм. В очистителе окончательно отделяют волокно от загрязнений. После этой стадии очистки образуется два вида отходов: тяжелые отходы, состоящие из мелких частей листьев, коробочек, стеблей листьев хлопчатника, семена, металлических предметов, камней; легких отходов — пыли, мелких волоконцев. Этот вид отходов называется «лабазной». Тяжелые отходы отводят в отвал, легкие — прессуют на малогабаритном прессе МГП — 2У. Легкие отходы направляются на переработку.

Изготовление «кека» или «коржа». Очищенный хлопковый линт поступает в силосную башню — накопительный бункер, установленный над аппаратом для смачивания и прессования кека («коржа»). Далее следует процесс прессования коржа, который проводится на уплотнительном прессе. Очищенные волокна непрерывно поступают с наклонного лотка в формовочный цилиндр-пресс. Слой волокон должен быть равномерным и не содержать отдельных, слишком крупных комков. Такие условия создаются с помощью формовочного цилиндра, который вращается со скоростью 40 — 50 об/ч. Конструкция пресса аналогична конструкции пресса для изготовления кека при производстве хлопковой целлюлозы (далее целлюлоза) при ее химической переработке. Уплотняющий пресс, оборудованный

устройством автоматического отклонения, при достижении заданной высоты «коржа» автоматически отключается

Технические характеристики очистительных аппаратов приведены в табл. 2.3.

Таблица 2.3. Технические характеристики очистительных аппаратов

№	Наименование	Техническая характеристика	Норма
1	Питатель кипный, автоматический, марки АП-18 М	1. Производительность, кг/ч 2. Диаметр ножевых барабанов, мм 3. Мощность эл. двигателя, кВт	750 250 7
2	Машина смешивающая, марки СН-4У	1. Производительность, кг/ч 2. Рабочая ширина, мм 3. Диаметр барабанов, мм: - разрывного; - съемного конденсата; - перфорированного барабана	800 152 406 375 375
3	Очиститель наклонный, марки ОН-6-П	1. Производительность, кг/ч 2. Рабочая ширина машины, мм. 3. Диаметр наклонных барабанов, мм 4. Диаметр выпускных цилиндров, мм 5. Расстояние между цилиндрами соседних ножевых барабанов, мм	650 1060 406 160 416
4	Высокоскоростной очиститель	1. Производительность, кг/ч 2. Мощность эл. двигателя, кВт	500 7,5

Таблица 2.4. Техническая характеристика уплотняющего пресса типа 6

№	Наименование	Величина
1	Уплотняющая головка, шт	2
2	Наружный формовочный цилиндр: - диаметр, мм; - высота, мм; - высота перфорированной части, мм; - диаметр перфорации, мм; - расстояние между перфорацией, мм	1600 1100 800 6 50
3	Внутренний формовочный цилиндр: - диаметр, мм; - высота, мм; - диаметр перфорации, мм; - расстояние между перфорацией, мм	46 1100 6 50
4	Габариты цилиндра, мм: - высота; - диаметр верхний; - диаметр нижний	700 1500 1470

Увлажнение волокон проводится теплой водой. Внутри формующего цилиндра, находится внутренний второй цилиндр, размеры которого согласованы с размерами котла для варки и отбелки линта. Влажность линта-сырца составляет около 70 %. Готовый корж снимается с помощью крана. Продолжительность изготовления коржа 30 – 40 мин. Техническая характеристика уплотняющего пресса приведена в табл. 2.4.

Процессы варки и отбелки проводятся в одном аппарате. В начале проводится варка. Затем после промывки проводится отбелка линта. Хлопковый линт после варки приобретает серый цвет с различными оттенками. Окраска линта вызывается соединениями, образующимися из сорных примесей в процессе варки, а также наличием азотсодержащих и красящих веществ в самом волокне.

Основными задачами процесса отбелки являются:

1. Получение целлюлозы с высокой устойчивой и долговечной белизной.

2. Понижение степени полимеризации макромолекулы целлюлозы до требуемых пределов.

3. Удаление остатков азотсодержащих, воскообразных и других нецеллюлозных примесей.

4. Улучшение реакционной способности целлюлозы.

5. Выравнивание разброса по молекулярно-массовому распределению.

Отбелку хлопкового линта в зависимости от применяемых для этой цели аппаратов можно производить как с малым модулем, следовательно, с большой концентрацией массы, так и с большим разведением. Ниже описывается отбелка хлопкового линта с малым модулем. При этом использовался варочный аппарат емкостью 5 м^3 .

Снятый корж загружается в варочный котёл (объем 5 м^3) для варки и отбелки (беление) в варочные котлы загружают по 3 коржа. Это около 800 кг линта-сырца. Для облегчения процесса варки после загрузки коржа в котел (турбостат) добавляют поверхностно-активное вещество (ПАВ), синтетические моющие средства (СМС), которые необходимы для снижения поверхностного натяжения между хлопковым волокном и варочным раствором, и, кроме того, они увеличивают процессы тепло-массообмена, ускоряя тем самым процесс варки. Варка и отбелка хлопкового линта проводится в две стадии, первая стадия - варка (содержание варочного раствора - едкий натр - 2 - 7 г/л), вторая стадия - варка-отбелка (содержание отбелочного раствора - 1,3 - 6 г/л перекиси водорода). Раствор подается снизу в цилиндрическую часть коржа, под высоким давлением (насос производительностью - $480 \text{ м}^3/\text{ч}$) проходит через слой коржа и поступает в насос. Для прохождения раствора и удержания волокон, внутри котла имеется перфорированная корзина, из листа нержавеющей стали. После завершения процессов варки-отбелки коржи промывают до нейтральной среды сначала умягченной горячей водой ($70-80^\circ\text{C}$), затем холодной. Отваренный и отбеленный хлопковый линт (целлюлоза) с содержанием влаги около 70% вынимается из варочного котла.

При очистке линта-сырца его потери составляют до 17%. (табл. 2.5).

Таблица 2.5. Потери линта при производстве хлопковой целлюлозы после каждой технологической стадии

Стадия технологического процесса	Потери, %
Грубая очистка, после автоматического питателя АП-18М	2,8
Тонкая очистка, после агрегатов СН-4У, ОН-6П (лабазные)	6,5
С отсасывающим воздухом (с нылью)	1,1
Прессование кека	0,0
Варка, варка-отбелка (химическая потеря)	7,0
Итого	16,4

Стадии процессов варки, варки-отбелки:

1. Варка линта-сырца раствором щелочи, концентрацией 6 - 8 г/л, при температуре 130 - 135°C.

2. Отбелка линта - сырца:

- гипохлоритом натрия с концентрацией активного хлора 170 - 190 %;

- перекисью водорода концентрацией 4 - 5 г/л.

3. Отбелка перманганатом калия:

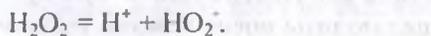
- вначале пропитка линта-сырца, после варки водным раствором перманганата калия концентрацией 5-7г/л при температуре 30-60°C, в кислой среде, в течение 15-45 мин, затем обработка раствором шавелевой кислоты, концентрацией 3-4 г/л.

После отбелки хлопковую целлюлозу промывают в варочном котле теплой водой до нейтральной среды, затем передают на следующую стадию – стадию получения бумажной массы.

Химизм процессов варки и отбелки линта-сырца

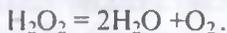
1. Отбелка перекисью водорода

При перекисной отбелке, кроме белящих реагентов, применяются некоторые добавки, которые определяют характер разложения перекисей и регулируют процесс отбелки. Диссоциация перекиси водорода выражается следующим уравнением:



Считается, что ионы HO_2^- являются активным белящим реагентом. Процесс их образования усиливается при нейтрализации щелочью ионов водорода.

При неблагоприятных условиях (под влиянием ионов тяжелых металлов, которые являются инициаторами распада перекиси водорода) перекись водорода разлагается на воду и газообразный кислород по уравнению



В качестве обязательных добавок применяют едкий натр, силикат натрия, серноокислый магний.

С и л и к а т н а т р и я может поступать на производство в виде раствора в стальных бочках ёмкостью 200 л или в твердом состоянии (растворимое стекло).

Помимо буферных свойств, силикат натрия стабилизирует перекисные отбеливающие растворы и препятствует коррозии оборудования, образуя защитный слой на металлических поверхностях.

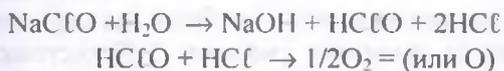
В отбельный раствор могут попасть ионы различных металлов (железа, марганца, алюминия), что окажет отрицательное влияние на отбелку, степень белизны целлюлозы, так, например, ионы железа способствуют значительному потемнению целлюлозы (снижение белизны около 2%); ионы марганца являются очень сильным катализатором разложения перекиси водорода.

2. Отбелка гипохлоритом натрия

По данным научной литературы, реакция окисления хлопковой целлюлозы протекает через стадию свободных радикалов с образованием оксида хлора:



В водном растворе гидролизует по схеме:



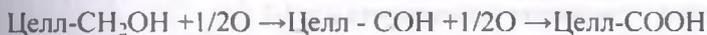
В процессе окисления хлопковой целлюлозы участвует хлор, хлорноватистая кислота и ионы гипохлорита. Окисление изучалось при pH растворов 2; 5,2; 7; 9; 10. pH растворов выбран таким, чтобы в растворе доминировал один из компонентов гипохлоритного раствора.

По данным Е.Д.Каверзневой, при длительном окислении хлопковой целлюлозы гипохлоритными растворами реакция пойдёт по схеме:

В кислой и слабокислой среде (pH 2 и 5,2).



В нейтральной среде (pH 7)



В щелочной среде (pH 9-11)



Далее образование эндиол, дикетон разрыв цикла образования более короткой углеродной цепи. Эти схемы не дают полного представления о процессах, протекающих при взаимодействии соединений хлора с хлопковой целлюлозой. Известно, что часть хлора связывается полимерной основой целлюлозы или продуктами ее окисления, особенно при длительной ее обработке.

Окислительное действие гипохлорита на хлопковую целлюлозу исследовали Х.У.Усманов с сотрудниками. Они изучали влияние окислительного действия гипохлорита на молекулярно-массовое распределение образцов хлопковой целлюлозы (табл.2.6).

Окислительное действие гипохлорита в нейтральной среде вызывает сильное разрушение и накопление фракции с СП 500. При действии гипохлорита окисление может протекать до различной степени, процесс окисления при этом сопровождается разрывом глюкозидных связей, хлорит окисляет альдегидные группы без разрыва связей.

Влияние процессов варки и отбелки на структуру хлопкового волокна изучалось многими учеными Узбекистана: академиками Х.У.Усмановым, Ю.Т.Ташпулатовым, профессорами Г.В.Никоновичем, К.Х.Разиковым и их сотрудниками. Структурным исследованиям посвящены несколько книг и монографий, в которых на основе химических, физических и физико-химических методов показаны структурные превращения хлопковой целлюлозы при воздействии на нее технологических процессов.

Изменение функциональных групп целлюлозы при обработке растворами гипохлорита с pH 10-12 отвечает уменьшению карбонильных групп и увеличению карбоксильных. Карбоксильные группы могут образоваться при окислении:



при гликолевом расщеплении между C_2 и C_3OH^- группами, при окислении первичной спиртовой группы $-\text{CH}_2 - \text{OH}$ у C_6 до карбоксильных $-\text{COOH}$.

Наибольшее изменение альдегидных групп наблюдается при окислении в растворах гипохлорита с pH 7.

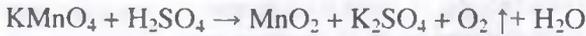
Для отбелки используется гипохлорит натрия с содержанием 12,5- 13 % активного хлора и содержанием 0,3 % свободной щелочи.

Таблица 2.6. Влияние среды отбеливающих растворов (рН) на СП хлопковой целлюлозы после отбели гипохлоритом

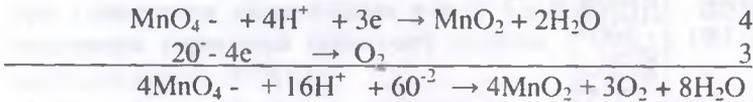
рН отбел. раствора	СП	Массовая доля содержания фракции, %, со степенью полимеризации																
		200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3200	3400
7,5	1166	4,0	8,0	27,5	8,0	5,5	5,5	11,0	15,0	7,5	15,0	2,0	1,5	1,0	-	1,0	-	-
7,0	1527	1,5	3,5	7,0	16,5	19,0	8,0	6,0	5,0	7,0	8,0	5,0	3,0	3,0	3,0	2,5	2,0	0,5

3. Отбелка перманганатом калия

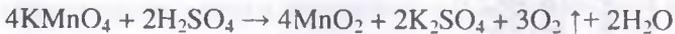
Отбелка перманганатом калия протекает в кислой среде. Выделяющийся по реакции кислород окисляет линт:



При разложении KMnO_4 изменяется степень окисления марганца и кислорода. Характер окислительно-восстановительной реакции внутримолекулярный, так как окислитель и восстановитель находится в одной молекуле. Серная кислота выполняет роль среды, усиливающий окислительные свойства марганца. Схему реакции можно представить так:



окончательно получим:



MnO_2 - сильный окислитель, черно-бурого цвета, проявляющий амфотерные свойства. После обработки с KMnO_4 целлюлоза пропитывается раствором щавелевой кислоты, являющейся восстановителем. Целлюлоза восстанавливается и приобретает белый цвет (табл. 2.7).

Таблица 2.7. Изменение свойства хлопкового волокна при щелочной варке и отбелке

Компоненты	Содержание компонентов (% от массы волокна) в хлопковом пухе		
	сырец	после варки	после варки и отбелки
1	2	3	4
Целлюлоза	91	98-98,5	99,0-99,5
Белковые вещества	1,2	0,14	0,08

1	2	3	4
Воск и жиры	0,8	0,35	0,15
Пектиновые вещества и пентозаны	3,0	1,0-1,2	0,8-1,0
Зола	1,5	0,5	0,15-0,3
Засорённость	2,7	0,4	0,25
α – целлюлозы	-	-	94-99
β – целлюлозы	-	-	2-3

Контроль качества хлопковой целлюлозы

Методы контроля качества хлопковой целлюлозы, а также ссылки на источники литературы приведены в табл. 2.8.

Таблица 2.8. Основные показатели хлопковой целлюлозы, методы их контроля

Показатель	Методы анализа, испытания
1	2
Внешний вид	Визуально, ГОСТ 595
Массовая доля альфа-целлюлозы	-//-
Смачиваемость	-//-
Массовая доля воды	-//-
Массовая доля золы	-//-
Массовая доля остатка, нерастворимого в серной кислоте	-//-
Массовая доля волокнистой пыли	-//-
Белизна	-//-
Масса железа	-//-
Динамическая вязкость	ГОСТ 9105*

* или из таблицы зависимости удельной вязкости медно-аммиачного раствора хлопковой целлюлозы – СП. См. «Узбекский химический журнал» 2002/2, 42-44. Удельная вязкость от 0,010 до 3,80, соответствующей ей СП от 199 до 3628.

Химические материалы, применяемые в процессе варки и отбели

Поверхностно - активные вещества. Поверхностно-активные вещества (ПАВ) повышают смачиваемость хлопковых волокон (линта), способствуют равномерности варки, отбели и промывки. ПАВ разделяют на ионогенные и неионогенные. Неионогенные вещества при растворении в воде диссоциируют на ионы, неионогенные – не диссоциируют. В зависимости от заряда, который несет органический углеводородный радикал, ионогенные вещества разделяют на анионактивные и катионактивные. Анионактивные вещества диссоциируют на положительно заряженный ион натрия и отрицательно заряженный органический углеводородный радикал. Катионактивные вещества растворяются в воде с образованием положительно заряженного длиноцепного гидрофобного радикала и отрицательно заряженного иона. Растворимость неионогенных веществ обусловлена образованием гидратов между молекулами воды и кислородными атомами полиэтиленгликолевого остатка.

Серная кислота. (ГОСТ 2184, 667).

Формула: H_2SO_4

Молекулярная масса: 98,076.

Химической промышленностью выпускается несколько видов серной кислоты: техническая, олеум, регенерированная и аккумуляторная.

Содержание свободного серного ангидрида SO_2 (%): в улучшенной олеум марки А – 24; марки Б – 20; технической – 18,5. Содержание железа (Fe) в улучшенной марки А – 0,007 и марки Б – 0,015, технической марки А – 0,02; аккумуляторной марки А – 0,006 и марки Б – 0,012; регенерированной – 0,2.

Щавелевая кислота (ТУ 57.06-73).

Формула: $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$.

Молекулярная масса: 126,05.

Внешний вид – бесцветные кристаллы. Содержит не менее 96 – 97 % основного вещества, в первом сорте допустимо содержание не более 0,005 % железа и во втором – 0,01 %.

Технический едкий натр. (ГОСТ 2263).

Формула: NaOH .

Молекулярная масса: 40,01.

По ГОСТ 2263 в техническом продукте в зависимости от марки содержится едкого натра (%):

Твердый:

Марки А

1 сорт – 96

2 сорт – 95

марка Б – 92.

Жидкий:

марки А «ругутный» - 42

марки Б «диафрагменный, улучшенный» - 50

марки В «диафрагменный» - 42

марки Г «химический» - 43

марки Д «химический» - 42

При наружных ожогах щелочью немедленно промыть пораженный участок большим количеством чистой воды, обильно смазать растительным маслом или салом. При ожоге глаз промыть их из шприца чистым маслом и закапать в глаза масло, белок, но не воду.

Силикат натрия. (ГОСТ 13078).

Силикат натрия (жидкое натриево-стекло) – густая жидкость желтого или серого цвета без механических включений, видимых невооруженным глазом, содержащая от 28,5 до 33,0 % двуокиси кремния (SiO_2) и от 10 до 12 % окиси натрия (Na_2O). Плотность от 1,30 до 1,50 г/см³.

Перекись водорода. (ГОСТ 177).

Формула: H_2O_2 .

Молекулярная масса: 34,016.

Перекись водорода выпускают в виде водного раствора двух марок: техническая и медицинская. Содержание перекиси водорода в растворе должно быть 27,5 – 31 %. Свободной кислоты в пересчете на серную кислоту должно содержаться до 1 г/л.

Перекись водорода применяют как активное bleaching средство для отбеливания хлопковых волокон.

Гипохлорит натрия. (ГОСТ 11086).

Формула: NaClO .

Молекулярная масса: 74,454.

Гипохлорит натрия, приготовленный ПО «Навоазот» — прозрачная зеленовато-желтая жидкость без осадка и взвешенных частиц. Содержание активного хлора не менее 185 г/л; щелочи в пересчете на едкий натр в пределах 10 - 29 г/л; железа не более 0,07 г/л (все нормы относятся к моменту отгрузки гипохлорита натрия потребителю).

Раствор гипохлорита натрия хранят в специальных гуммированных или покрытых винилпластом емкостях в помещениях, защищенных от солнечного света, при температуре не выше 25°C, так как продукт в процессе хранения непрерывно разлагается и содержание активного хлора понижается.

Глава III. ТЕХНОЛОГИЯ БУМАГИ

Размол целлюлозы

Технология производства хлопковой целлюлозы для бумаги описана выше. Следующая стадия технологического процесса – приготовление бумажной массы. Под приготовлением бумажной массы понимают совокупность процессов, обеспечивающих ее пригодность для изготовления бумаги и подачи ее на бумагоделательную машину. Среди этих процессов очень важными являются размол, проклейка, наполнение, крашение и др.

После отбелки, перед процессом размола целлюлоза находится в виде коржа. Разрыхление коржа проводится на аппарате системы «Дило». Корж распускается с помощью разбивающих стержней, установленных на барабане аппарата «Дило». Распушенная целлюлоза поступает на ленточный конвейер, затем загружается в аппарат «Торнадо» для резки (размол). Резка проводится путем регулирования нагрузки режущего узла Торнадо. Режущий узел состоит из ротора и корпуса. На ротор, имеющий коническую форму, установлены ножи. Путем возвратно-поступательного движения ротора в корпусе регулируются нагрузка, напряжение электродвигателя и величина зазора между ножами ротора и корпуса. При увеличении напряжения электродвигателя уменьшается зазор, а при уменьшении нагрузки его зазор увеличивается. Продолжительность процесса предварительного измельчения 60 – 90 мин. Затем массу пропускают через выравнивающий рафинер с целью усреднения длины волокон. После выравнивания длины волокон и степени помола массу перекачивают в сборный бассейн. В сборном бассейне накапливают 3 – 4 партии массы, смешивают (для усреднения показателей), затем перекачивают в циклический бассейн. Здесь, кроме резки волокон, проводится фибрилляция концов волокон. Путем сдавливания раскрывают концы волокна. Количество циклических бассейнов – 2. Масса из одного бассейна, через рафинеры перекачивают во второй циклический бассейн. После того как масса из первого циклического бассейна переходит полностью во второй, – один цикл считается завершенным.

Степень помола также регулируется путем увеличения или уменьшения нагрузки на электродвигатель и количеством дозируемой массы. Обычно число циклирования составляет 4-7. Затем готовая масса накапливается в сборном бассейне. После смешивания партий и определения показателей качества массу из циклированных емкостей перекачивают в мешальный бассейн.

Ножи рафинера и измельчителя время от времени проходят расточку, так как в процессе резки волокон они затупляются. Степень фибрилляции концов волокон зависит от остроты ножей и расстояния между ножами. В случае острых ножей и большом зазоре волокно может расщепляться по длине или его концы могут быть срезаны вкось. Это операция носит название фибриллирования. Фибриллы легко переплетаются друг с другом при производстве бумаги. Полученная из таких волокон бумага обладает значительной прочностью. В случае острых ножей и малом зазоре в основном происходит рубка волокон, а фибриллирования почти отсутствуют. В случае тупых ножей и малом зазоре фибрилляция и рубка волокна не происходит, волокна претерпевают воздействия, при которых происходят механическое расщипывание и раздавливание, волокна теряют четкое очертание, в массе имеется большое количество обрывков волокон. Полученная из такой массы бумага будет плотной, жесткой и прозрачной. Такая бумага обладает малым сопротивлением к раздиранию и высоким сопротивлением к продавливанию.

Размол является одной из важнейших технологических операций, предопределяющих свойства готовой бумаги. Этот процесс наиболее энергоёмкий в бумажном производстве, на его осуществление расходуется до 60-70% энергии от общего потребления при изготовлении бумаги.

В настоящее время для размола применяют аппараты различного типа, принцип их действия примерно одинаков и заключается в том, что волокно в виде волокнистой суспензии различной концентрации в присутствии воды обрабатывается между скрещающимися ножами ротора и статора размалывающего аппарата. В результате такой обработки волокна подвергаются гидравлическому удару, укорачиванию, расщеплению, истиранию, сжатию, раздавливанию и другим механическим воздействиям, которые в процессе размола изменяют размеры волокон по длине, толщине и фракционному составу.

Хлопковая целлюлоза, при размоле в присутствии воды, подвергается не только чисто механическим воздействиям, одновременно происходит и изменение ее коллоидно-химических свойств: она становится более гибкой, эластичной, жирной на ощупь, труднее обезвоживается, а бумага, полученная из таких волокон, несмотря на их укорачивание, становится более прочной. Вся эти изменения в волокнах при размоле трудно объяснить изменением только их механической структуры, поэтому были предложены различные теории размола – химическая, физическая и др. Установлено, что межмолекулярная связь между цепями целлюлозы осуществляется водородной связью именно через гидроксильные группы. Открытие водородной связи в целлюлозе стало фундаментом современной теории размола.

По теории Я.Г. Хингина, при размоле полярные гидроксильные группы участвуют в образовании водородной связи в готовой бумаге. Характер межволоконных связей в бумажном листе подобен межмолекулярным боковым связям целлюлозных цепей и осуществляется через водородные мостики – $\text{OH} \dots \text{O}$.

Аппарат Ролл для размола. Для размола волокна применяются эффективные и распространённые аппараты (ролл, мельница), действующие по принципу скрещивания ножей. Аппарат Ролл был изобретён в Голландии в 1670 г. Основные конструкционные элементы ролла сохранились до настоящего времени. Ролл состоит из железобетонной или металлической ванны овальной формы, разделенной вдоль перегородкой на две неравные части, в одной из которых (более широкой) находится горка, размалывающий барабан и планки с ножами. Горка возвышается над осью барабана на 70-250 мм для создания напора, необходимого для обратного движения массы. Рольный барабан, вращающийся над планкой, состоит из стального вала, на который насажены 2,3 или 4 чугунных диска с прорезями для ножей, которые плотно закрепляются с помощью сухих деревянных брусков из бука или дуба. Ножи устанавливаются на расстоянии 35-40 мм один от другого при выступе их над поверхностью барабана на 25-40мм.

Планка ролла представляет собой пачку из 15-25 ножей, разделенных деревянными прокладками толщиной 8-12 мм и стянутых болтами. Планки вставляются в чугунную коробку и закрепляются в ней клиньями. Чтобы не было ударной нагрузки при работе ролла, ножи планки устанавливаются под углом $3-7^\circ$ к ножам

барабана. Глубина ячеек планки 10-20 мм, ширина 8-12 мм. Ножи планки делают либо из более мягкого металла, чем ножи барабана, либо из того же, но тоньше на 2-3 мм. Планку закрепляют внизу горки таким образом, чтобы ось барабана была первым ножом планки. Ставят обычно 2-3 планки. Ножи, планки и барабан изготавливают из высококачественной стали, бронзы или базальта. Материал выбирают в зависимости от требований к качеству размола. Схема работы ролла показана на рис. 3.1.

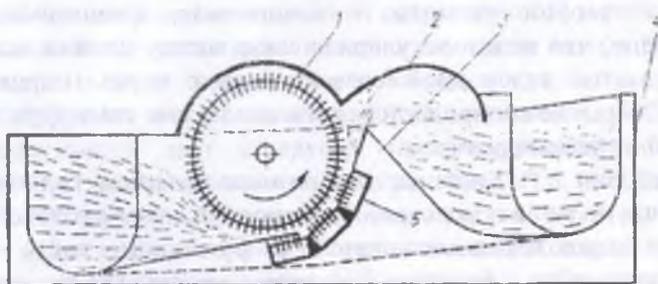


Рис.3.1. Схема работы ролла:
1 – барабан; 2 – колпак; 3 – горка; 4 – ванна; 5 – планка

Процесс размола в ролле заключается в том, что полуфабрикат – волокнистая хлопковая целлюлоза, проходит между ножами ротора (барабана) и статора (планок), размалывается и перебрасывается ножами барабана через горку во второе отделение ванны, а оттуда по уклону снова движется на размол. В процессе размола в ролле масса многократно проходит между ножами, при этом барабан не только осуществляет размол, но и действует как циркулирующее устройство. Для регулирования зазора между ножами и создания необходимого удельного давления при размоле барабан имеет присадочное устройство, которое бывает разного типа. Основные параметры роллов, выпускаемых в России, приведены в табл.3.1.

В роллы загружают хлопковую целлюлозу после варки и отбелки с влажностью около 70%, так как роспуск является не экономичным.

Таблица 3.1. Техническая характеристика роллов*

Параметры	РМБ-5	РМБВЦ-5	РМБ-7	РМБ-8	РМБ-02
Производительность, т/сут	3,4	3,4	6-8	4,2	0,16
Объем ванны, м ³	5	5	8	8	0,2
Диаметр размалывающего барабана, м	1,35	1,35	1,5	1,5	0,45
Число, шт.:					
ножей на барабане	12	84	90	90	48
ножей в планке	базальт 3	16	51	20	10
планок	3	2	3	2	1
Окружная скорость барабана, м/с	10,6	10,6	11,4	10,0	8,0
Давление в зоне размола, МПа, не более	0,15	1,0	3,1	1,1	1,0
Мощность привода, кВт	75	75	132	110	75
Габаритные размеры, м:					
-длина	5,9	6,3	7,0	6,9	1,7
-ширина	4,3	4,1	5,1	5,2	1,4
-высота	2,0	2,0	2,5	2,2	1,5
Масса (без железобетонной ванны), т	11	9,4	17,5	15,2	2,0

* Индексы в марке роллов обозначают: Р – ролл, М – массный, Б – гарнитура базальтовая, Ц – гарнитура из нержавеющей или цветных металлов, В – массовое присадочное устройство стали

При получении бумажной массы с небольшой степенью помола размол ведут при постоянном удельном давлении, иногда в конце размола его снижают для лучшей гидратации волокон. В случае необходимости получения бумажной массы с высокой степенью помола размол вначале ведут при небольшом удельном давлении, затем постепенно повышают, а в конце размола опять снижают и осуществляют «расчѐс» волокна. По окончании размола массу

выпускают в бассейн, который устанавливается под роллом. Общий оборот ролла в зависимости от вида вырабатываемой бумаги и требований к бумажной массе составляет от 2 до 10 ч.

Коническая мельница для размола. Конические мельницы разделяются на две группы: с горизонтальным и вертикальным расположением вала, которые в свою очередь подразделяются на три вида в зависимости от того, как движется масса в мельнице:

1. От малого диаметра мельницы к большому;
2. От большого диаметра к малому;
3. Поперёк зоны размола.

Наибольшее распространение получили мельницы с горизонтальным расположением вала, малым углом конуса ($16-22^\circ$), присадкой ротора и направлением движения массы от малого диаметра ротора к большому.

По технологическому назначению конические мельницы разделяют на два типа: мельницы, предназначенные для гидратации и фибриллирования волокна (гидрофайнеры) и мельницы для гидратации и укорачивания волокна. Первые работают при малых удельных давлениях, повышенной концентрации массы (до 5%), высокой окружной скорости (до 25-35 м/с), имеют литую гарнитуру и более толстые ножи (до 6-20 мм).

Мельницы для гидратации и укорачивания волокна работают при больших удельных давлениях, низкой концентрации массы (2,5-3,5%), сравнительно низких окружных скоростях (15-20 м/с).

Схема конической мельницы с литой гарнитурой показана на рис.3.2.

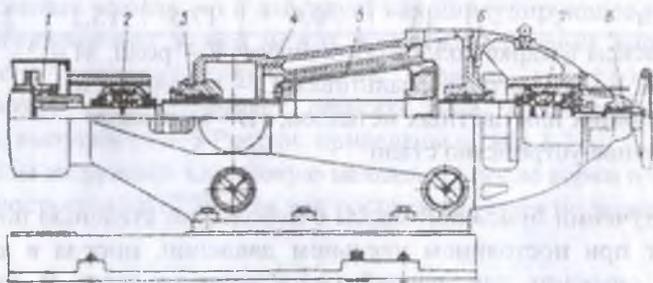


Рис. 3.2 Схема конической мельницы:

- 1 – муфта; 2, 7 – подшипники; 3, 6 – сальники; 4 – статор; 5 – ротор; 8 – механизм присадки.

Таблица 3.2. Техническая характеристика конических мельниц

Параметры	МКЛ-01	МКЛ-01М	МКБ-01
Производительность, т/сут.	До 15	4-16	1,5-5,0
Частота вращения ротора, мин	1500	1000	750
Угол конуса	16	16	16
Площадь поверхности соприкосновения ножей ротора и статора, м ²	0,4	0,4	0,4
Мощность привода, кВт	110	75	30
Затраты энергии на холостой ход, кВт	52	26	-
Скорость, режущая длина, км/с	15,3	17,7	-
Габаритные размеры с эл. двигателем, м:			
-длина	3,45	3,22	3,08
-ширина	1,00	0,76	0,63
-высота	0,90	0,83	0,63
Масса, т	2,31	2,78	1,64

Мельница состоит из цельного чугунного статора и ротора с ножами. Ножи ротора и статора отлиты из высокопрочной хромистой стали. Вал ротора может перемещаться в осевом направлении за счет присадочного механизма, который действует автоматически, за счет чего регулируется зазор между ножами и обеспечивается постоянная нагрузка мельницы. Максимальная эффективность размала достигается при угле скрещивания ножей 12-25°.

Другой тип мельниц – рафинеры. Различают три типа рафинеров: с одним неподвижным и одним вращающимся диском; с двумя дисками, вращающимися в противоположных направлениях; с тремя дисками, из которых вращается только средний. Присадка диска осуществляется механическим или гидравлическим способом. К первой группе рафинеров относятся аппараты «Сутерленд» (рис. 3.3.)

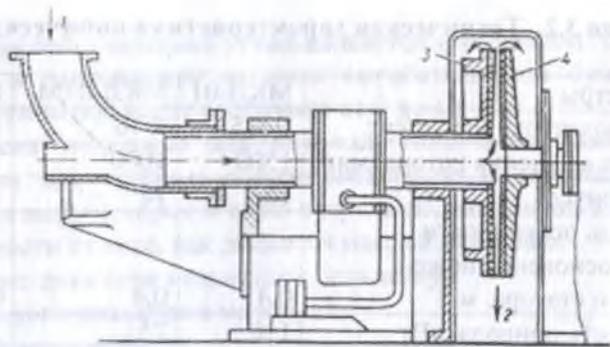


Рис. 3.3. Рафинер системы «Сутерленд»:
1 – впуск массы; 2 – выпуск массы; 3 – статор; 4 – ротор.

О теории размола. Межмолекулярная связь между цепями целлюлозы осуществляется водородной связью именно через гидроксильные группы. Наличие водородных связей в целлюлозе стало основой для объяснения современной теории размола. Межмолекулярная связь в бумаге аналогична межмолекулярной связи между боковыми цепями целлюлозы, т.е. через водородный мостик, связывающий два свободных гидроксила соседних молекул. В процессе размола происходит фибриллирование волокон, следовательно, и образование на его поверхности гидроксильных групп, которые в дальнейшем при формировании бумажного полотна и его сушке образуют межмолекулярные связи.

На размол волокон влияют: продолжительность размола, давление, концентрация массы, тип размалывающей гарнитуры, окружная скорость, кислотность и температура массы, вид волокнистых материалов и др.

Продолжительность размола. С ростом продолжительности размола степень помола изменяется неодинаково: в начале процесса, когда идёт набухание и разбивка волокна, степень помола увеличивается незначительно, затем в зависимости от условий размола наблюдается почти прямолинейная зависимость роста степени помола; далее прирост степени помола идёт медленнее, достигая максимума.

Продолжительность размола в роллах составляет от 0,5 до 20 ч. а для аппаратов непрерывного действия процесс помола исчисляется секундами.

С повышением степени помола увеличивается удельная поверхность волокна, что способствует лучшему удержанию и распределению клея в бумаге, при повышении степени помола до 70 - 80 °ШР, и дальнейшем увеличении помола волокна проклейка бумаги начинает резко снижаться.

Д а в л е н и е п р и р а з м о л е. Зазор между ножами обусловлен многими факторами и на практике составляет, мм: 0,8-1,5 при роспуске; 0,6-0,8 при расчесе и фибрилляции; 0,2-0,4 при легком размоле и фибриллировании; 0,1-0,2 при среднем размоле; 0,1-0,0 при сильном размоле с рубкой волокна (рис. 3.4).

При размоле давление на волокна неодинаково по всей поверхности ножей и максимальное его значение приходится на рабочую кромку шириной 2-3 мм. Давление на кромке ножей достигает 2,4 МПа, что в 13 раз выше удельного давления, рассчитанного на всю площадь контакта ножей.

К о н ц е н т р а ц и я м а с с ы. С увеличением концентрации массы увеличивается толщина волокнистой прослойки между ножами и поэтому относительно меньшее количество волокон подвергается режущему действию ножей. В этом случае, вследствие увеличения межволоконных сил трения, возрастает степень набухания и фибриллирования волокон. Наряду с достоинством размола массы высокой концентрации имеются и существенные недостатки, сдерживающие широкое внедрение этого процесса. При концентрации более 10 % масса теряет свойства текучести и превращается во влажную крошку, которая трудно разделяется при размоле на отдельные волокна. При размоле массы высокой концентрации волокно сильно нагревается и происходит деструкция низкомолекулярной фракции целлюлозы, приводящая к флокуляции массы при отливе бумаги, ухудшающая ее просвет, печатные свойства и физико-механические показатели, а также уменьшающая белизну и светонепроницаемость. Поэтому нами предложен двухступенчатый размол: первая ступень при высокой концентрации и вторая — при низкой. С повышением концентрации массы необходимо увеличивать зазор между ножами.

Т е м п е р а т у р а м а с с ы. При низкой температуре размол протекает лучше и быстрее и идет в направлении гидратации и фибриллирования, что обуславливает повышение физико-механических показателей бумаги. Снижение температуры массы приводит также и к снижению расхода на энергию размола.

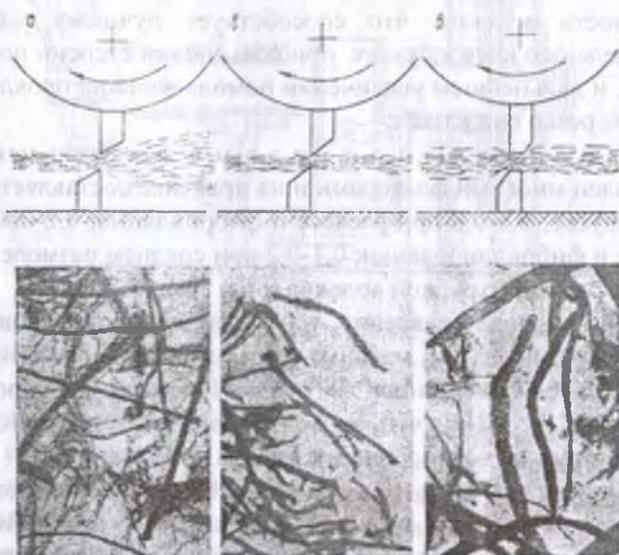


Рис. 3.4. Микрофотографии размолотых волокон (увеличено в 120 раз):

а – льняного (фибриллирование); *б* – хлопкового (рубка); *в* – древесной целлюлозы (гидратирование).

Влияние pH среды. При pH 4,5-8,0 набухание волокон практически не меняется, а при pH 9-11 набухание значительно возрастает. Поэтому наиболее благоприятным условием с точки зрения размла является pH 9,5-10,5. При pH 11,5 и выше наблюдается заметное пожелтение бумажной массы и снижение механической прочности бумаги вследствие щелочной деструкции целлюлозы.

Размол ведется при концентрации массы около 3%. Затем устанавливают промежуточные бассейны с целью выравнивания фракционного состава массы, а также для дальнейшего набухания и гидратации волокна и подготовки его к последующей ступени размла. Вторая ступень размла преследует цель окончательной разработки волокна в соответствии с требованиями, предъявляемыми к качеству готовой бумаги. Схема размла массы приведена на рис. 3.5.

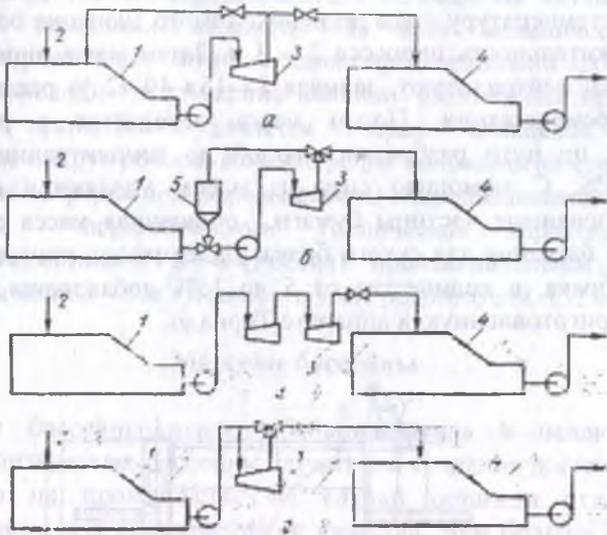


Рис. 3.5. Схема размола массы:

- а* – циклический размол с рециркуляцией массы на приемный бассейн;
б – циклический размол с рециркуляцией массы в отдельную емкость – питатель;
в – размол с дросселированием массы на выходе из мельницы; *г* – размол с рециркуляцией на мельницу; 1 – приемные бассейны; 2 – поступление полуфабрикатов на размол; 3 – мельницы; 4 – бассейн размолотых полуфабрикатов; 5 – емкость-питатель.

Гидроразбиватели

Они служат для периодического или непрерывного роспуска волокнистых полуфабрикатов, поступающих в сухом виде, а также сухого бумажного брака из цеха отделки и бумагоделательной машины.

Сухой брак перерабатывается в гидроразбивателях, в основном вертикального типа (рис. 3.6). Масса при концентрации 3 – 8 % подвергается механическому воздействию и внутреннему трению (в результате турбулентности). За короткое время она превращается в массу такой концентрации, при которой ее можно транспортировать насосом.

Принцип переработки сухого брака заключается в распускании в гидроразбивателе с водной, кислой средой при температуре 85°C

воды. Наливают около 6 л концентрированной серной кислоты и доводят температуру воды до необходимого значения острым паром. Продолжительность процесса 2 – 3 ч. Затем массу при проведении промывки нейтрализуют, заливая 14–15л 40–42 % раствора щелочи при перемешивании. Потом масса передается в разгрузочный бассейн, по пути разбавляясь водой до концентрации целлюлозы около 3%. С помощью сита из массы удаляются крупные, не гидролизованные частицы бумаги, очищенная масса собирается в сборном бассейне для сухого брака. Далее масса, приготовленная из сухого брака, в количестве от 5 до 15% добавляется в основную массу, приготовленную в аппарате Торнадо.

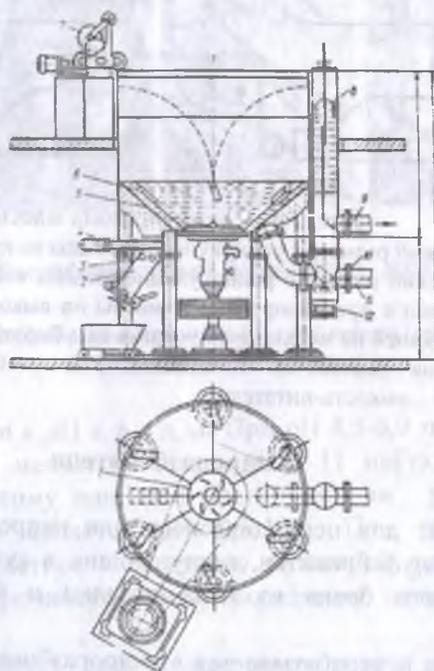


Рис. 3.6. Гидроразбиватель (Германия):

- 1 – разбивной диск; 2 – грязевик; 3 – подвод воды; 4 – заслонка;
- 5 – перфорированный диск; 6 – потокоразбиватель;
- 7 – жгутуоулавливатель; 8 – регулятор перелива массы; 9 – выпуск массы;
- 10 – заслонка; 11 – разгрузка; 12 – отстойник для песка.

Принцип действия гидроразбивателя основан на интенсивном турбулентном движении жидкости. За счет механических и гидродинамических сил, возникающих при вращении ротора с лопастями происходит распускание волокон. Получаемая при этом волокнистая суспензия удаляется через кольцевое сито, расположенное вокруг ротора. Концентрация волокнистой суспензии 2,5 – 5,5 % при непрерывном режиме работы гидроразбивателя и 3,5 – 6,5 % при периодическом. Техническая характеристика гидроразбивателя типа ГРВи-6 (Россия): производительность – 18 т/сутки, объем ванны – 6 м³, мощность электродвигателя, 132 кВт.

Масные бассейны

Масные бассейны играют большую роль в целлюлозно-бумажном производстве. Бассейны служат для создания достаточного запаса массы на производстве на случай останова отдельных участков, а также для обеспечения ее качества. Чем больше запас – тем стабильнее работа предприятий. Они подразделяются на приемные или буферные, аккумулирующие волокнистые полуфабрикаты перед размолом, промежуточные-между ступенями размола, мешальные – для тщательного перемешивания разных полуфабрикатов и химических добавок в соответствии с заданной композицией бумаги и машинные (рабочие), из которых масса подается в бумагоделательную машину.

Одна из конструкции таких бассейнов приведена на рис. 3.7.

Концентрация поступающей в бассейн массы составляет около 10 %, а уходящей – около 3%.

Мешальные бассейны, в отличие от буферных предназначены не только для хранения бумажной массы, но и для поддержания всех ее составных элементов (волокна, проклеивающих веществ, наполнителей и других добавок) во взвешенном, равномерно распределенном по всему объему массы состоянии, а также для быстрого перемешивания поступающей массы с имеющейся в бассейне. Мешальные бассейны бывают горизонтального и вертикального типов. Принцип работы мешальных бассейнов с пропеллерным циркуляционным устройством показан на рис. 3.8.

Регуляторы концентрации массы обеспечивают постоянство ее концентрации на разных стадиях технологического процесса производства бумаги, и особенно перед операциями размол,

составление композиции и подача массы на бумагоделательную машину. Регуляторы работают на разбавление ее оборотной водой при перекачке из бассейнов. Хорошее качество регулирования достигается при условии понижения концентрации менее 0,5 %. Чем меньше интервал колебания концентрации массы, тем точнее ее степень регулирования. Поэтому на практике часто регулирование концентрации массы осуществляют в 2-3 ступени при каждой ее перекачке из бассейнов.



Рис. 3.7. Бассейн для массы высокой концентрации:

- 1 – корпус; 2 – разбрасыватель массы; 3 – разбивательное устройство;
4 – перемешивающее устройство; 5 – рассекающий поток.

Регуляторы композиции массы предназначены для регулирования количества подаваемых компонентов: волокнистых, наполняющих, проклеивающих, крашащих и др.

Все они работают по принципу регулирования объемов поступающих материалов, поэтому эти компоненты должны иметь строго постоянную концентрацию. Принципиальная схема работы регуляторов концентрации и композиции приведена на рис. 3.9.–3.10.

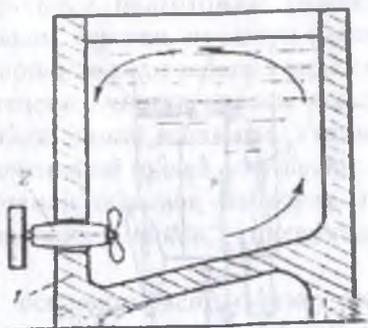


Рис. 3.8. Вертикальный мешальный бассейн с пропеллерным устройством:

1 – бассейн; 2 – пропеллерное циркулирующее устройство.

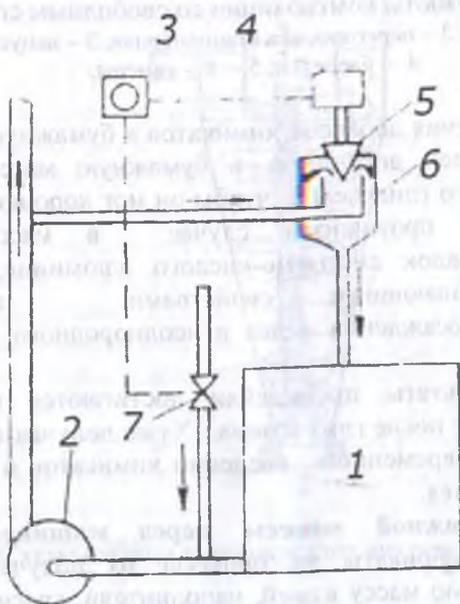


Рис. 3.9. Схема работы регулятора концентрации массы типа РКБМ-62:

1 – массный бассейн; 2 – насос; 3 – регулирующий блок; 4 – электродвигатель; 5 – конус; 6 – цилиндр; 7 – задвижка.

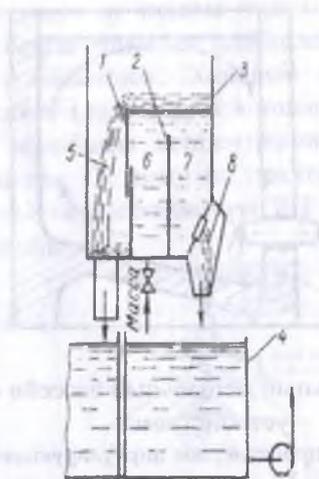


Рис. 3.10. Схема работы композиции со свободным спуском массы:
 1 – перегородка; 2 – перегородка стационарная; 3 – напускник;
 4 – бассейн; 5 – 8 – камеры.

Порядок введения добавок химикатов в бумажную массу играет большую роль. Клей добавлять в бумажную массу необходимо раньше сернокислого глинозема, чтобы он мог хорошо смешаться с волокнами. В противном случае в массе образуется грубозернистый осадок смоляно-кислого алюминия, обладающий худшими проклеивающими свойствами в результате преждевременного осаждения клея и неоднородного распределения осадка в волокне.

Лучшие результаты проклейки достигаются при введении наполнителя в массу после глинозема. Хуже получаются результаты проклейки при одновременном введении химикатов и введении глинозема раньше клея.

Очистка бумажной массы перед машиной. Исходные волокнистые полуфабрикаты в процессе их получения а также вводимые в бумажную массу клей, наполнители, красители и другие добавки подвергаются тщательной очистке, однако перотливом бумаги разбавленная бумажная масса всегда подвергается дополнительной очистке. Способ очистки аналогичен очистке целлюлозы, указанной в гл. 2. «Опорожнение уплотнительных цилиндров и окончательная очистка линта». Ее цель – удалить

образовавшиеся в процессе подготовки бумажной массы узелки, пучки волокон, закатыши, сгустки, кусочки грязи и слизи, пузырьки воздуха, а также посторонние включения в виде песка, металлических частиц и т.д. От степени очистки массы перед машиной зависит качество бумаги и работа самой машины. Указанные образования и дополнительные включения не только ухудшают качество бумаги, но часто являются причиной обрывов полотна, повреждения сетки, поверхности отсасывающих ящиков, процессов и других деталей машины.

Для очистки в основном используют вихревые конические очистители. Они имеют высокую производительность, простую и надежную конструкцию и высокую степень очистки не только от тяжелых минеральных и металлических включений, но при соответствующей схеме подключения обеспечивают и удаление воздуха из массы. Принципиальная схема конического вихревого очистителя приведена на рис. 3.11, 3.12.

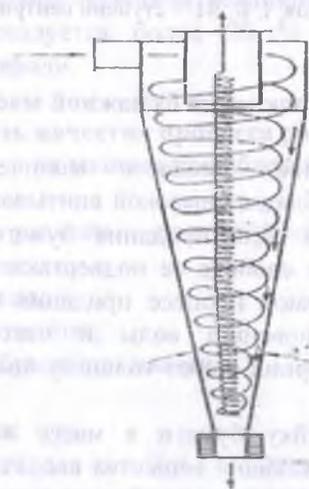


Рис. 3.11. Схема работы конического вихревого очистителя.

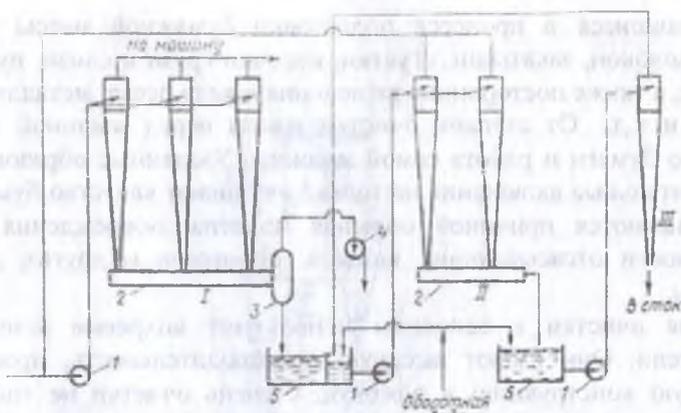


Рис. 3.12. Схема работы конических вихревых очистителей с деаэрацией массы:

- 1 – массовый насос; 2 – коллектор; 3 – бак-деаэратор; 4 – вакуум-насос; 5 – сборник отходов; I, II, III – ступени центриклинеров.

Проклейка бумажной массы

Благодаря наличию большого количества гидроксидов, хлопковая целлюлоза обладает высокой впитывающей способностью по отношению к воде. Для придания бумаге гидрофобности и улучшения ряда других свойств ее подвергают проклейке. Обычно под проклейкой понимают процесс придания бумаге способности противостоять проникновению воды и некоторых коллоидных растворов, например чернил, через толщину листа и растеканию их по поверхности бумаги.

Различают проклейку бумаги в массе и поверхностную. В первом случае проклеивающие вещества вводят непосредственно в бумажную массу перед отливом бумаги на бумагоделательной машине, вследствие чего эти вещества распределяются примерно равномерно по всей толщине листа. Во втором случае проклейке подвергают уже готовую бумагу путем нанесения на ее поверхность клея. В этом случае проклеивающие вещества распределяются в основном на поверхности, а толщина листа остается непроклеенной. При поверхностной проклейке достигается значительная экономия проклеивающих веществ, исключается их потеря со сточными

водами. Однако для осуществления поверхностной проклейки требуется специальное оборудование, а для проклейки в массе оно не нужно. Поэтому более 50 % вырабатываемой бумаги проклеивается в массе. Иногда используются оба метода одновременно.

Вещества, применяемые для проклейки бумаги, можно разделить на три группы: придающие бумаге гидрофобность (канифоль и различные ее модификации, парафин, стеараты, воски, силиконы и др.); усиливающие гидрофобность и одновременно повышающие ее прочность (животный клей, крахмал, казеин, латексы, полиакриламид, карбоксиметилцеллюлоза и др.); обеспечивающие влагопрочность (карбамидо- и меламиноформальдегидные смолы).

По степени проклейки (шрифтовым методом) все бумаги разделяют на четыре вида: неклееные (до 0,25 мм), слабоклееные (0,25 - 0,75 мм), клееные (0,75 - 1,75 мм) и высококлееные (выше 1,75 мм). Из всех известных видов клеев для проклейки бумаги наиболее широкое распространение получили различные виды канифоля, для чего расходуется более 20 % от всего количества вырабатываемой канифоли.

Контроль качества процесса размола и массы с мешального бассейна

В процессе размола полуфабрикатов контролируются следующие показатели:

- структура помола;
- вид (характер) помола;
- концентрация бумажной массы;
- рН среды;
- степень помола;
- длина волокна;
- степень удержания наполнителя (каолина);
- канифоль и сульфат алюминия.

Для оценки изменения с т р у к т у р ы волокон при размоле, используют микроскоп. Рассматривая волокна под микроскопом при увеличении в 60-80 раз, можно заметить изменение их размеров по длине и толщине. В зависимости от этих изменений различают следующие виды помола: садкий, жирный.

Определение вида помола. Размол на садкую массу осуществляется при низкой концентрации (3 – 4 % в ролле, 2,5 – 3% в рафинере) и соответствующей присадке ножевой гарнитуры с применением узких ножей. В этом случае сокращается время размола, что препятствует сильному набуханию волокна.

Размол на жную массу осуществляется при высокой концентрации (4 – 8 в ролле, 4 – 6 % в рафинере). Размол в этом случае продолжается длительное время, что обеспечивает эффективное набухание волокон. На рис.3.13 показан способ определения садки жирного помола.

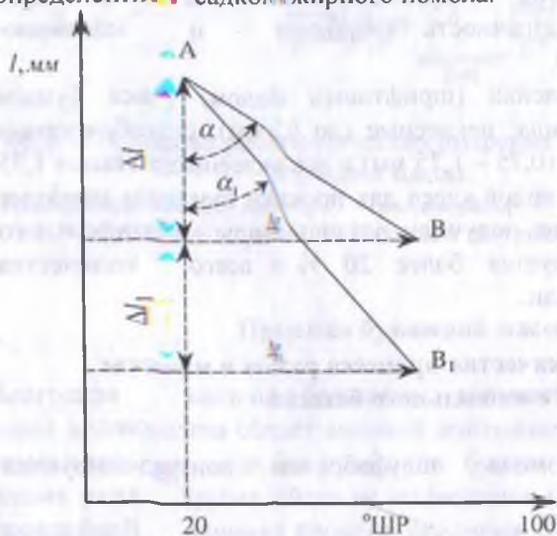


Рис. 3.13. Схема зависимости средней длины волокон от степени помола

здесь Δg — прирост степени жирности (в $^{\circ}\text{ШР}$) при размоле; Δl — сокращение средней длины волокна, в % от исходной; α — угол наклона кривой размола к оси ординат.

Коэффициент жирнения (К): $K = \Delta g / \Delta l = \text{tg} \alpha$.

Садки помолы К меньше или равно 1,1.

Средний помол при $K = 1,1$ –1,3.

Жирный помол при $K > 1,4$.

При садком инноволокнистом помоле имеет место слабое укорачивание волокон без заметного расщепления их на фибриллы.

Такая помол используется для изготовления бумаги обёрточных видов.

При садком коротковолокнистом помол получают сильное укорачивание волокон без их расщепления на фибриллы, это применяется для бумаги с высокой впитывающей способностью.

Жирный длиноволокнистый помол даст – слабое укорачивание волокон и хорошее разделение их на фибриллы его рекомендуют для изготовления бумаги типа конденсаторная, папиросная, чертёжная прозрачная, под пергамент и т.д.

При жирном коротковолокнистом помоле происходит заметное укорачивание волокон при одновременном хорошем их фибриллировании. Такое сырье пригоден для бумаги типа кабельной и др.

Концентрация бумажной массы. Для определения концентрации массы пробу берут из бассейна в объеме 800 мл и разбавляют до 6 литров водой в цилиндрическом сосуде объемом 8 литров. Потом хорошо перемешивают, производят отбор проб (по 75 мл) и массу фильтруют. После фильтрования массу отделяют от фильтровальной бумаги до последнего волокна и ставят сушить в ламповую печь (при температуре 200°C) на 10 мин, концентрация около 3 %.

рН среды. Величина рН бумаги оказывает влияние на долговечность, механическую прочность, сохранение белизны и т.д. рН среды можно определить индикаторной бумагой или с помощью потенциометра (рН-метра).

Степень помола. Степень помола бумажной массы определяют с помощью аппарата СР-2, КСП-А1 или другой марки и выражают в градусах Шоппер – Риглера (°ШР). На многих предприятиях России применяют установку КСП – А2 с выдачей унифицированного сигнала для автоматического регулирования и передачи информации о размоле на ЭВМ. Эта установка состоит из напорно – переливного устройства, подключаемого к магистральному трубопроводу с бумажной массой, и пульта управления. Принцип действия установки КСП – Ф2 заключается в том, что степень помола бумажной массы определяется периодически посредством замера количества фильтра, прошедшего через сетку № 40 сосуда – датчика, по заданной программе через реле времени, погружаемого на постоянный уровень в анализируемую бумажную массу. При этом количество фильтра зависит от степени помола последней, и оно

измеряется с помощью специальной барботажной трубки со сжатым воздухом, соединенной с диффонометром, преобразующим пневматический сигнал в электрический, пропорциональный степени помола бумажной массы и поступающий на самопишущий миллиамперметр.

Д л и н а в о л о к н а. Длина волокон может определяться тремя методами: определением длины волокон под микроскопом; при помощи специального аппарата; определение средневзвешенной массы волокон при помощи измерителя показателя средней длины волокон бумажной массы — метод Сликта. Третий метод разработан шведским исследователем Сликтом 30 лет назад. Длина волокна измеряется сликтом. «Сликт» является эмпирической величиной и может сравниваться лишь с одинаковыми видами массы. Для каждого предприятия прибор должен калиброваться с учетом качество массы, при котором степень помола и длина волокна соответствует установленным регламентам. Принцип работы аппарата основан на оседании волокон на тонких лезвиях прибора.

Массу мокрых волокон в дециграммах (дг) выражает весовой показатель, который характеризует длину волокна. Пользуясь таблицей, весовой показатель переводят в средневзвешенную длину волокон, выраженную в миллиметрах (табл. 3.3).

Таблица 3.3. Зависимость длины волокон от массы мокрых волокон

Массовый показатель, дг	Длина волокна, мм
90	1,9
97	2,0
104	2,1
112	2,2
124	2,3
140	2,4
167	2,5

Была установлена зависимость средней длины волокон: сликт — миллиметры. Средняя длина волокон в сликтах установлена на специальном приборе, который определяет средневзвешенную длины волокон, а среднюю длину волокон «мм» — с помощью

бинокулярного микроскопа типа Вилла путем усреднения 20 волокон определенной длины (табл. 3.3).

Таблица.3.4. Средняя длина волокон в массе, приготовленной из хлопковой целлюлозы

Концентрация, %	Степень помола, °ШР	Средняя длина, сликт	Средняя длина, мм
3,0	44	290	1,33
2,8	45	265	1,15
3,0	52	220	1,1
2,4	64	115	0,9
2,4	73	85	0,47
2,4	75	75	0,45

Степень удержания наполнителя (каолина). Определялся степенью удержания каолина при получении малозольной бумаги (менее 6%) из хлопковой целлюлозы. Степень помола составляла 45 - 52 °ШР. Под степенью удержания наполнителя в бумаге понимается отношение в процентах количества наполнителя, содержащегося в бумаге на накате к количеству наполнителя в массе перед его поступлением на сетку бумагоделательной машины. Наиболее крупные зерна наполнителей задерживаются механически между волокнами бумажной массы. Степень удержания наполнителя рассчитывается по формуле

$$Y = \frac{(Z_m - Z_b)(100 - Z_a - C)100}{(Z_m - Z_b)(100 - Z_b - C)}$$

где Z_m , Z_b , Z_a – содержание золы соответственно в абсолютно сухой массе = 5,74 %, бумаге = 3,77%, волокне = 0,05, %; C – потери при прокаливании абсолютно сухого каолина = 12,4, %.

Известно, что степень удержания наполнителей зависит от многих факторов, в частности, от кислотности массы (с повышением рН с 5.5 до 6,5 степень удержания каолина понижается с 55 до 45%); степени помола (при степени помола 34 °ШР – 60%, 45 °ШР – 85%, 60 °ШР – 88%).

Степень удержания каолина при получении бумаги из хлопковой целлюлозы составила 57,9%. По данным Э.Л.Акима, введение в систему катионного полиакриламида (ПАА) повышает степень удержания с 63% до 71%. Дополнительное введение в систему бентонита несколько повышает степень удержания наполнителя-мела до 75%. Механизм действия объясняется следующим образом. Высокомолекулярный катионоактивный ПАА может непосредственно связывать между собой отрицательно заряженные частицы за счет образования мостичных связей. Образующиеся флоккулы больших размеров обладают меньшей устойчивостью к действию сил среза и разрушаются на мелкие с положительно заряженной поверхностью микрофлокулы. Введение в систему диспергированного анионного бентонита непосредственно перед отливом вызывает, так называемую, «суперкоагуляцию» и образование структуры, обладающей хорошим формованием, быстрым обезвоживанием и высокой удерживающей способностью.

Степень удержания различных наполнителей по сравнению с каолином, принятая за 100%, примерно следующая:

Каолин – 100; тальк – 150; диоксид титана – 100; сульфид цинка – 76; асбестин – 166; мел – 55; гипс – 55.

К а н и ф о л ь и с у л ь ф а т а л ю м и н и я. Степень проклейки бумаги не находится в прямой зависимости от расхода клея. Обычно расход клея составляет от 5 до 35 кг на 1 т бумаги. Между расходом клея и расходом сульфата алюминия нет прямой зависимости. Это объясняется тем, что различные виды канифоля содержат различное количество свободной смолы; чем меньше свободной смолы, тем больше расход сульфата алюминия, однако последний реагирует не только с резинатом натрия, но и с солями жесткости воды, поэтому при жесткой воде его расход увеличивается. Для обеспечения хорошего закрепления клея на волокне необходимо ввести в бумажную массу только сульфат алюминия. Чтобы создать pH среды 4,5 – 5,5, требуется независимо от расхода клея примерно одинаковое количество сульфата алюминия, порядка 30-40 кг на 1 т бумаги.

Частичная замена сульфата алюминия алюминатом натрия позволяет проводить проклейку при более высоком значении pH среды порядка 5,5 – 6,5 и выше. При расходе алюмината натрия 0,1 – 0,7 кг на 1 кг канифоли или 0,3 – 0,5 % от массы абсолютно сухого волокна, можно сократить расход сульфата алюминия на 20 – 25 %.

стабилизировать проклейку и сократить расход канифоли на 10 – 15,5 за счет лучшего удержания клея и более равномерного распределения его частиц в бумаге.

Алюминат натрия целесообразно использовать при белом и высокомолекулярном клее и мягкой производственной воде. Вводить алюминат натрия в бумажную массу следует непосредственно перед напорным ящиком бумагоделательной машины.

Формование бумажного полотна

Процесс формования является одним из наиболее существенных этапов в получении бумаги. На стадии формования происходит преобразование бумажной массы в бумажный лист, закладываются основы структуры этого листа, создаются условия для развития прочностных характеристик готовой продукции, удаляется нужное количество воды для осуществления фазового перехода из жидкого состояния бумажной суспензии в твердое состояние бумажного листа. Формование можно разделить на две следующие одна за другой стадии – напуск и отлив. Цель напуска – выравнивание бумажной массы и придание ей скорости, соответствующей скорости сетки. В процессе отлива происходит обезвоживание слоя волокон и образование первичных связей с участием воды. Таким образом, формование бумаги представляет процесс образования листа из бумажной массы путем создания равномерной структуры, придания соответствующей формы и обезвоживания на стадиях напуска и отлива.

Перед поступлением массы на сетку бумагоделательной машины она разбавляется оборотной водой до концентрации обычно до 0,1 – 1,3 %. Разбавление необходимо для обеспечения последующей тщательной очистки массы перед машиной и для лучшего формования бумажного полотна из нее на сетке. Степень разбавления зависит от массы 1 м^2 вырабатываемой бумаги, природы волокна и его помола, температуры массы, конструкции сеточного стола и других факторов. Чем ниже концентрация массы перед отливом, тем более равномерно распределяются волокна на сетке и тем более однородной будет структура получаемой бумаги. С увеличением степени помола массы уменьшается скорость ее водоотдачи, что также способствует улучшению структуры бумаги. Во избежание снижения производительности машины концентрация

массы должна быть не ниже 0,2 – 0,3 % и отлив бумаги следует вести при температуре 35 – 40°С. С повышением температуры массы уменьшается вязкость воды и увеличивается скорость обезвоживания массы на сетке.

При открытой системе подачи массы на машину масса и вода поступают в отдельные (или совмещенные ящики постоянного напора рис. 3.14), затем смешиваются в заданном соотношении в желобе или в смесительном ящике и самотеком поступают на очистку и далее на машину.

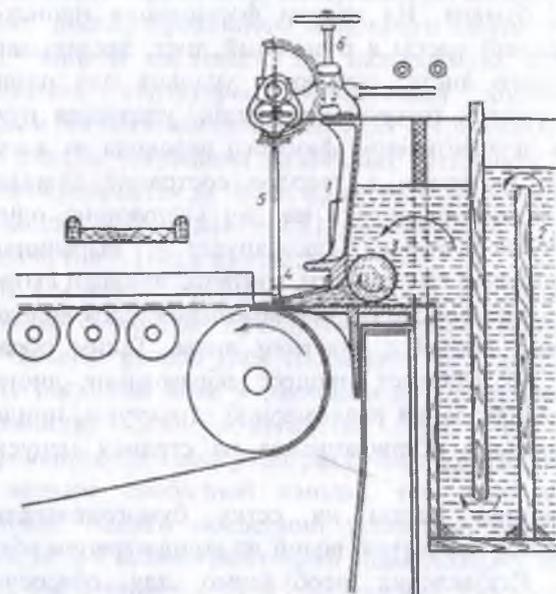


Рис. 3.14. Напорный ящик открытого типа:

- 1 – напорный ящик; 2 – распределительный ящик; 3 – перфорированный валик; 4 – выпускная щель; 5 – винт для местного регулирования ширины выпускной щели; 6 – маховичок общей системы потоко распределения.

В настоящее время разбавление массы осуществляется в центробежном насосе, который называется смесительным. В насосе масса не вспенивается и хорошо перемешивается. По этой схеме (рис.3.15) масса из ящика постоянного напора поступает через

расходомер и регулирующую задвижку во всасывающий трубопровод смесительного насоса под углом 45° в направлении движения потока, в который также под постоянным напором самотеком поступает регистровая вода из сборника регистровых вод. Поскольку уровень массы в ящике постоянного напора на 4 – 6 м выше уровня регистровых вод, то при перемещении регулирующей задвижки в большую или меньшую сторону расход массы и количество поступающих в насос регистровых вод будет соответственно меняться, а общее количество разбавленной массы, подаваемой на машину, будет постоянным.

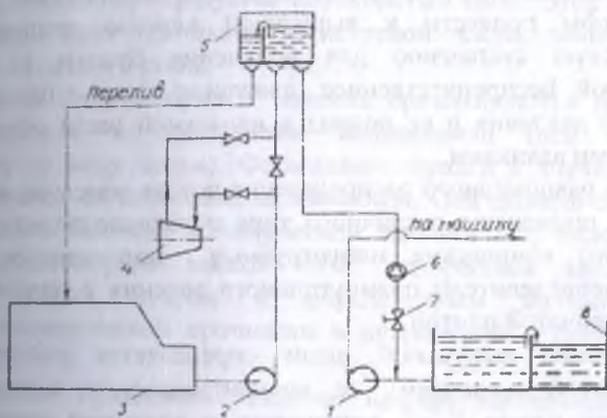


Рис. 3.15. Схема разбавления и регулирования подачи массы на машину:

- 1 – смесительный насос; 2 – массный насос; 3 – массный бассейн;
- 4 – мельница рафинирующая; 5 – ящик постоянного напора;
- 6 – расходомер; 7 – задвижка дозирующая; 8 – сборник регистровых вод.

Распределение массы перед ее напуском. Разбавленную волокнистую суспензию, после очистки и деаэрации выпускают равномерным потоком по всей ширине напускного устройства без завихрений при оптимальном угле встречи струи массы с движущейся сеткой. Одинаковая скорость по всему сечению

потока обеспечивает равномерное распределение волокна в сильно разбавленной суспензии.

Напуск суспензии волокна в сетку бумагоделательной машины (БДМ) осуществляется напорными ящиками. Из поперечного распределителя масса поступает при равномерной скорости истечения на сетку по всей ее ширине. Скорость истечения массы из выпускной щели напорного ящика должна несколько отставать от скорости движения сетки, чтобы предотвратить ориентировку волокон вдоль продольной оси сетки. Важно, чтобы поток массы поступал на сетку по всей ширине выпускной щели при заданной толщине слоя. Хороший просвет (следовательно, равномерное распределение волокон в бумаге) достигается при выпуске массы параллельно движущейся сетке. Основная задача таких устройств в том, чтобы подвести к выпускной хорошо диспергированную волокнистую суспензию для получения бумаги с однородной структурой. Беспрепятственное движение массы в напорном ящике высокого давления и ее подвод к напускной щели обеспечиваются дырчатыми валиками.

Для равномерного распределения потока массы по всей ширине машины применяют различного типа потокораспределители. У нас применяют конические многотрубные потокораспределители и потокораспределители прямоугольного сечения с перфорированной двухступенчатой плитой.

Ширина выпускной щели определяется расходом массы (волокнистой суспензии), ее концентрацией и высотой напора. Изменение массы 1 м^2 достигается в основном регулированием объема волокнистой суспензии, вытекающей из щели, что достигается с помощью массных задвижек.

Изменение массы 1 м^2 или объема массы, напускаемой на сетку, не может быть достигнуто одним лишь регулированием ширины выпускной щели. С увеличением ее ширины уменьшаются высота напора массы у напускного устройства и скорость потока при одних и тех же условиях ее подвода. С уменьшением ширины выпускной щели возрастает высота напора, в результате чего увеличивается скорость истечения массы из щели. Однако в обоих случаях объем волокнистой суспензии, поступающей на сетку, не изменяется. Объем струи, вытекающей из выпускной щели, можно изменять только регулированием подвода массы.

Существуют две системы подачи массы на машину: открытая и закрытая. Первая система применяется в основном на тихоходных машинах (до 200 м/мин), когда масса течет медленно, предотвращая скручивание волокон. В этих двух системах масса после машинного бассейна с помощью массного насоса подается в ящики постоянного напора, перед которыми очень часто устанавливают дисковые или конические мельницы с целью устранения образованных пучков волокна и выравнивания степени помола, которая может возрасти при этом на 0,5 – 2,5 °ШР.

Формование бумаги на круглосеточном цилиндре. Отлив бумаги представляет собой по существу процесс фильтрации, в результате которого по мере удаления из бумажной массы избытка влаги на сетке машины образуется волокнистый слой. Этот процесс особенно интенсивно протекает регистровой части, занимающей первую треть сеточного стола.

В процессе отлива бумаги волокна ориентируются на сетке столовой машины в продольном направлении (ось волокна располагается по ходу сетки). Формование бумаги в значительной мере определяется ее конечным назначением. Она должна обладать возможно более высокой механической прочностью, однородной структурой, равномерной массой 1 м², однородным характером поверхности обеих сторон и определенным соотношением показателей механической прочности в продольном и поперечном направлениях.

Формование бумажного полотна на круглосеточной БДМ состоит из двух частей:

- постоянная (мокрая) часть;
- формовочная часть.

В постоянной части БДМ присутствуют следующие количественные параметры процесса: давление воды; степень помола; концентрация массы. В этой части БДМ системы «Райхнера» расположена устройство подачи бумажной массы, которая должна обеспечивать однородность концентрации волокнистой суспензии и равномерный расход ее при поступлении к напорному устройству. Кроме того, необходимо, чтобы масса поступала при минимальном содержании в ней пузырьков воздуха, с равномерной скоростью по всему потоку и без флокуляции. Такое качество целлюлозной массы обеспечивается за счет дополнительного размола в выравнивающем рафинере, а также 3 – 4 ступенчатого разбавления массы до

концентрации 0,52 – 0,54% после миштурма, 0,33 – 0,34 после очистки тяжелых отходов и перед подачей в ванну формования – 0,25 – 0,30%, 2–3-х кратной очистки в центроклинерных очистителях.

Масса из мешального бассейна поступает в машинные бассейны. Машинные бассейны – взаимосоединяющиеся, поэтому при переливе бумажная масса из второго машинного бассейна возвращается в первый. После второго машинного бассейна масса через выравнивающий рафинер поступает к ящику дозирования массы. В выравнивающем рафинере, при необходимости, проводится дополнительный помол на 5 – 8 °ШР с помощью выравнивающего рафинера. Затем масса поступает в дозирующий ящик, отсюда – через первую колонну башни подсеточной воды, которая состоит из двух колонн с переливным устройством, в центроклинерных легких и тяжелых загрязнений. Отходы после центроклинеров легких загрязнений поступают в стоящую трубу легких загрязнений, затем бумажная масса проходит по второй ступени очистки через центроклинерные легких загрязнений и как очищенная масса возвращается в первую колонну башни подсеточной воды. Отходы от второй ступени центроклинерной ступени очистки легких загрязнений сбрасываются в канализационный лоток. Очищенная масса от центроклинеров легких загрязнений сбрасывается в сточную трубу тяжелых загрязнений и подводится к центроклинерам тяжелых загрязнений. Очищенная масса от центроклинеров тяжелых загрязнений поступает во вторую колонну башни подсеточной воды, отходы центроклинеров тяжелых загрязнений идут на вторую ступень очистки центроклинеров тяжелых загрязнений. Очищенная масса после второй ступени очистки центроклинеров тяжелых загрязнений возвращается в стоящую трубу тяжелых загрязнений, а отходы сбрасываются в канализационный лоток. Во вторую колонну башни подсеточной воды подается пеногаситель для погашения пенообразования. Для придания бумаге влагопрочности в массу добавляют клеящий раствор (раствор меламиноформальдегидной смолы или канифоли), затем бумажная масса разбавляется подсеточной водой в три стадии. После второй колонны башни подсеточной воды масса очищается через первичную вертикальную сортировку и с концентрацией около 0,3% потокораспределителем подается в ванну круглосеточного цилиндра БДМ.

Отходы от первичной сортировки через ящик отходов поступают на вторичную сортировку, откуда очищенная масса вновь

возвращается во вторую колонну башни подсеточной воды, а отходы выводятся в канализационный лоток. Подсеточная вода, проходящая внутри круглосеточного цилиндра, отводится в регулировочный ящик уровня подсеточной воды, в котором с помощью шабера можно задать необходимую высоту уровня внутри круглой сетки. Подсеточная вода через шабер перекачивается в переливную емкость подсеточной воды, из которой запитывается высокая емкость подсеточной воды. Высокая емкость подсеточной воды имеет постоянный уровень, за счет емкости свежей воды. Из этой же емкости запитывается при подготовке массы смесительный бассейн, выравнивающий рафинер, ящик отходов, БДМ и др.

Формовочная часть БДМ. На машине выполняются следующие технологические операции:

- формирование на цилиндрической сетке с последующими этапами обработки полотна в прессовой части;
- предварительная сушка;
- проклеивание полотна;
- аэрофонтанная сушка;
- досушивание полотна;
- охлаждение бумажного полотна;
- каландрирование;
- намотка готового бумажного полотна в рулоны на накате.

Формование на цилиндрической сетке с последующими этапами обработки полотна в прессовой

части. Бумажная масса с концентрацией 0,25 – 0,32% обезвоживается на круглой сетке БДМ, превращаясь во влажное бумажное полотно с шириной 1860 мм и содержанием влаги около 80%. В результате удаления из бумажной массы избытка влаги на сетке машины образуется волокнистый слой. В процессе отлива бумаги волокна ориентируются на сетке в продольном направлении. Положение волокна на сетке определяется характеристикой массы: скоростью подачи массы к сетке; ее концентрацией; отношением скорости сетки и интенсивности обезвоживания. С дозирующего распределительного устройства бумажная масса непрерывно поступает в ванну формования. Схема формовочной части круглосеточной машины приведена на рис. 3.16.

Вакуум в круглом цилиндре создается за счет разницы уровня массы в ванне круглой сетки и уровня подсеточной воды внутри

круглосеточного цилиндра, а также посредством вакуум-насоса. Сформованное влажное полотно посредством отжимного вала (гауч-вала) подается с круглой сетки на съемную сетку, которая далее подает полотно вверх на вакуум отсасывающий вал для отсоса воды из полотна.

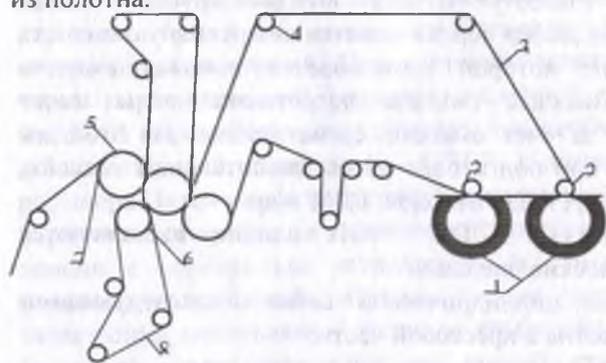


Рис. 3.16. Схема формовочной части круглосеточной машины:

1 – первый и второй сеточный цилиндр; 2 – гауч-вал; 3 – съемная нейлоновая сетка; 4 – прижимной и отсасывающий вал; 5 – прессовой вал (пресс верхний); 6 – пресс нижний; 7 – кромка мокрого бумажного полотна; 8 – нижнее сукно.

После этого полотно со съемной сетки переходит на прессовую часть. На прессовой части под давлением 60-80 кН/м и посредством отсоса влаги достигается отжим полотна до содержания сухости 35 – 40 %. Прессовая часть БДМ состоит из сдвоенного пресса типа «Пикап» с отсасывающим съемом через центральный отсасывающий вал и валами с полиуретановым специальным покрытием и верхним сукном. Бумажное полотно передается со съемной сетки на вакуум-пересасывающий вал, в котором оно проходит две зоны прессования: зону прессования в расположенном внизу прижимном вале и нижним сукном; зону прессования на гладком валу с покрытием «микророк» и съемным шабером. По двухцилиндровому методу формования можно получить двухслойную бумагу. Толщина слоя регулируется. Обычно толщина первого слоя в 6–8 раз тоньше, чем второго; $\frac{3}{4}$ окружности сеточного цилиндра погружается в ванну, наполненную бумажной массой. При этом под действием перепада давления за счет разности уровней между суспензией в ванне и фильтратом в цилиндре на цилиндре образуется волокнистый слой. Различают два основных способа подачи разбавленной бумажной массы в ванну

цилиндрической машины: по принципу прямотока и противотока. Противоточный круглосеточный цилиндр вращается против потока поступающей суспензии. При прямоточном способе подачи массы, движение ее совпадает с направлением вращения круглосеточного цилиндра.

Различают ламинарные и турбулентные потоки массы. Турбулентность возникает частично в результате эффекта перемешивания и дефлокуляции. Ее в свою очередь разделяют на макро- и микротурбулентность, что в последнем случае сопровождается большим числом малых завихрений при высокой интенсивности, обеспечивающей наибольшую степень дисперсности. Флокуляция эффективно предупреждается медленно вращающимся перфорированным валиком при живом сечении валика в пределах 50 %. В обоих случаях могут образовываться турбулентные потоки массы. Это нежелательно, так как при этом образуются пробелы на поверхности бумаги. Формование полотна происходит в основном на участке погружения цилиндров в массу, у его крайней нижней вершины, т.е. на участке наиболее интенсивного движения суспензии массы. Регулирование вращения сеточного цилиндра и потока массы осуществляется путем регулирования переливом, а также оборотами смесительного насоса.

С первой круглой сетки тонкая бумажная масса переходит на поверхность бесконечной сетки из полиэфирного волокна, характеризующегося высокой прочностью и незначительной сжимаемостью. Со второй круглой сетки на поверхность сукна осажается основная часть бумажной массы. Бумажная масса в виде бумажного полотна, проходя через мокрые прессы, гауч-вал, отжимается от основной жидкости. Часть жидкости удаляется в вакуум-барабане с помощью прижимного цилиндра. Здесь кромки полотна вырезаются и направляются на повторное использование. Бумажное полотно со степенью сухости 38 – 42 % поступает на сукно, затем на сушильные барабаны.

Предварительная сушка. Готовое бумажное полотно накатывают в рулоны. Под действием сушки увеличивается не только механическая прочность бумаги, но и плотность, гладкость, степень проклейки, пористость, впитываемость и воздухопроницаемость. Сушка влияет и на усадку полотна. Она зависит от качества волокна, степени его фибриллированности. Усадка происходит по ширине и толщине бумажного полотна. Усадка в поперечном направлении

достигает 1–8 %. При этой длине происходит удлинение полотна. В сушку бумажное полотно поступает с сухостью около 40%. Содержащуюся влагу удалить механическим путем невозможно. Поэтому дальнейшее обезвоживание бумажного полотна осуществляют подводом тепла. Вода с бумажным полотном связывается физико-химически и механически. Физико-химически связанную воду удалить трудно. Механически связанную воду удаляют путем контактной сушки. В предварительной сушильной части БДМ установлено 8 цилиндрических сушильных барабанов в два ряда по 4, нагреваемых водяным паром. Сушат бумагу контактным способом на нагретой поверхности цилиндра до сухости 92 – 94 %.

Основных фаз контактной сушки три:

- нагрев полотна в условиях увеличения температуры и начального периода испарения воды;
- диффундирование влаги на поверхность полотна из его внутренних слоев и в сушильное сукно;
- сушка бумажного полотна в результате испарения физико-химически связанной воды при увеличении температуры и скорости сушки.

Движущееся бумажное полотно прижимается к нагретой поверхности цилиндра при помощи сушильных сеток, улучшающих теплопередачу, предотвращающих коробление и образование морщин на поверхности бумаги при сушке. Сушка бумажного полотна осуществляется постепенно, температура сушки, в зависимости от скорости БДМ и плотности бумажного полотна, устанавливается от 60 до 135°C. Насыщенный и перегретый пар подают к средней части сушильных цилиндров. Конденсат поступает в кондиционный горшок и отводится к резервуару для снятия давления. После сушильных цилиндров бумажное полотно с 80 % сухости подается в проклеивающую часть БДМ.

Проклеивание полотна. Сначала осуществляется намотка готового бумажного полотна в рулоны на накате.

Нанесением тонкого слоя клея на поверхность бумажного полотна бумаге придают новые свойства. При этом волокна прочно связываются, в результате чего исключается их выщипывание, а также пыльность поверхности, что особенно важно для печатных видов бумаги.

Проклеивающая часть бумагоделательной машины состоит из клеильной ванны, погружных валов, отжимных валов, предназначенных для отжима излишков клея с бумажного полотна, вогнутой штанги для сбора излишков клея, препятствующей образованию сгустков клея на бумажном полотне. В результате перелив клея из ванны он поступает обратно в рабочую емкость.

Аэрофонтанная сушка (Конвективная сушка). Бумажное полотно перед поступлением в клеильную ванну имеет сухость около 80 %. При этом достигается достаточная прочность, позволяющая наносить клей на бумагу и пропускать ее без повреждения между валами пресса. Затем бумажное полотно поступает на сушку. Количество нанесенного клея на бумаге составляет порядка 2,5 – 5,0%. После клеильной части бумажное полотно подается в аэрофонтанную сушилку. Здесь полотно сушится бесконтактно при температуре 60 – 140°C. Воздух обдувает полотно сверху и снизу. Конвективная сушка состоит из 3-х секции: нижней части – неподвижной, верхней части, которая может подниматься на 500 мм, и узла подачи подогретого воздуха. После аэрофонтанной сушки полотно поступает в досушивающую часть.

Досушивание полотна. Оно проводится в досушивающие части машины, часть которой состоит из двух сушильных цилиндров с хромированной поверхностью. Бумажное полотно проводится сверху и снизу сушильными сукнами, пар, образующийся при испарении влаги пар через колпак, расположенный над досушивающей частью машины, подается в систему для обогрева воздуха. После сушильной части бумажное полотно передается в охлаждающую часть БДМ.

Охлаждение бумажного полотна. Эта операция выполняется в охлаждающей части БДМ. Температура бумаги после сушки составляет 75 – 85°C. Ее необходимо охладить до 20 – 30°C, чтобы предотвратить дальнейшее пересыхание, особенно у красв, уменьшить хрупкость и содержание статических зарядов. Для этой цели используют аналогичные сушильным цилиндрам холодные цилиндры, которые омываются изнутри холодной водой, подаваемой через полую цапфу. «Холодная группа» состоит из двух диагонально расположенных друг над другом хромированных цилиндров: увлажнительной части системы «Армстрон», состоящей из верхних и нижних спрысковых труб, предназначенных для придания полотну мягкости и эластичности и предотвращающего электризацию сухой

бумаги при трении о валы каландра и намотке. Охлажденное и увлажненное полотно передается на каландр.

К а л а н д р и р о в а н и е. Назначение каландра – придание бумаге машиной гладкости с двух сторон. Каландр состоит из двух пар валов, каждая из которых имеет жесткий и плавающие валы. По направлению бумаги верхний вал первой пары и нижний вал второй пары – термовалы. Благодаря такому расположению валов и нагрузке до 4,0 МПа достигается одинаковая гладкость бумаги с двух сторон. Все валы каландров снабжены шаберами для очистки их от приставших кусочков бумаги, загрязнений и предотвращающими намотку бумаги при ее заправке и обрывах. Готовая бумага наматывается на накате. Накат вращается от привода через кулачковую муфту. Готовый рулон бумаги, диаметром около 1500 мм и шириной бумажного полотна до 1550 мм, снимается краном с машины и выдерживается в течение 2 – 3 ч. до следующей технологической операции.

Концентрация массы, %, в различных зонах обезвоживания приведена в табл. 3.5:

Таблица 3.5. Кинетика обезвоживания бумажной массы по переходам технологии формования бумаги

Зона обезвоживания БДМ	Концентрация массы, %
Слив массы на сетку	0,5
После регистровой части	3,0
После отсасывающих ящичков	10,0
После гауч-вала	18,0
После прессовой части	36,0
После сушильной части	94,0

Формование бумаги на машине с плоской сеткой

Обезвоживание бумажного полотна осуществляется, с одной стороны, под влиянием силы тяжести самой воды, содержащейся в бумажной массе, а с другой, – под действием вакуума, создаваемого при перепаде движения между регистровыми валиками и сеткой. В результате все возрастающей толщины волокнистого слоя на сетке при листообразовании увеличивается и сопротивление фильтрации.

что вынуждает применять отсасывающее устройство для интенсификации обезвоживания бумажной массы. Процесс листообразования на сетке БДМ может быть разделен на три зоны:

– зона напуска волокнистой суспензии на сетку. Исходный период водоотдачи в пределах зоны на сеточном столе;

– зона листообразования. В качестве обезвоживания элементов в этой зоне используются регистровые валики или гидропланки, либо комбинация обоих устройств, а также частично «мокрых» отсасывающих ящиков (при небольшом перепаде давления). В этой зоне установлены обезвоживающие элементы, обеспечивающие повышенный перепад давления (вакуум-насосы, отсасывающие ящики с барометрической трубой), а также отсасывающие валы.

Основной орган сеточной части – сама сетка. Ее изготавливают из фосфористой бронзы, представляющей собою сплав фосфора с медью и оловом. В последнее время широко применяют синтетические сетки. Размер сеток определяется конструктивными особенностями машины. Выпускная щель напорного ящика расположена примерно на уровне грудного вала. Вода, поступающая через ячейки сетки, отводится в подсеточную ванну, откуда поступает на разбавление массы или к системам улавливания волокна (ловушки отстойного типа или фильтры).

На качество бумаги большое влияние оказывают соотношение скорости поступающей массы на сетку и скорости сетки. Если скорость массы значительно меньше скорости сетки, то волокна при первом же касании сетки будут увлекаться ею и ориентироваться на ней преимущественно в машинном направлении. А если скорость массы больше скорости сетки, то масса будет образовывать на ней набегающие потоки, приводящие к образованию поперечных волн и полос. Обычно скорость массы к скорости сетки поддерживают близким к единице - 0,9 – 1,1.

Срыв с гауч-пресса или выплески волокон через кромки сетки называются мокрым браком. У современных БДМ для этой цели под гаучем предусмотрена яма. Шнек на днище ямы подводит массу к бассейну большой емкости, в котором может скапливаться значительное количество мокрого брака на случай неполадок в машине. Этот брак затем поступает к сгустителю, после чего возвращается в систему подачи бумажной массы на машину.

Рабочие органы БДМ

Гауч-пресс. Гауч-прессы (рис. 3.17) предназначены только для БДМ с максимальной скоростью 200 м/мин. Они состоят в основном из нижнего и верхнего валов, отжимного валика Киттнера с шабером и щеточного валика. Оба гауч-вала сдвинуты относительно друг друга, в результате чего верхний вал соприкасается с сеткой до зоны прессования, что предотвращает раздавливание бумаги. Этот процесс, называемый форпрессованием, происходит при определенном угле смещения верхнего вала гауч-пресса относительно нижнего.

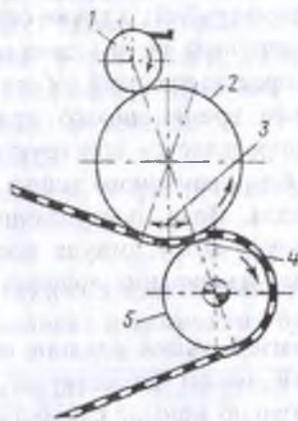


Рис. 3.17. Гауч-пресс:

- 1 - вал Киттнера с шабером; 2 - «чулок»; 3 - угол смещения верхнего вала гауч-пресса относительно нижнего;
- 4 - линейное давление 100 - 180 Н/см; 5 - медная рубашка.

Отсасывающий гауч-вал (рис. 3.18.) состоит из большого отсасывающего вала и маленького прижимного валика. Просвет бумаги лучше, когда на БДМ установлен гауч-вал.

Отсасывающий гауч-вал камерного типа состоит из двух вакуум-камер с пневматическими уплотнительными шинами. В первой камере поддерживается более низкий вакуум, чем в другой. Отсасывающие гауч-валы ячеистой конструкции используются на тихоходных БДМ.

Переводная отсечка. Это устройство представляет собою водяной нож, к которому присоединена труба или гибкий шланг, позволяющие перемещать отсечку по всей ширине БДМ. Если нужно перенести бумагу с гауча на прессовую часть в начале работы машины или после обрыва, от полотна отсекается полоска требуемой ширины. Это осуществляется посредством переводной гидравлической отсечки. Отрезанная полоска поступает на следующую ступень обезвоживания и сушки. Если полотно вновь переводится на нормальный формат, отсечка устанавливается в исходное положение в металлическую гильзу. При этом струя воды переводится через сетку с рабочей стороны машины на приводную.



Рис. 3.18. Отсасывающий вал камерного типа:

1 – уплотнительные шины; 2 – отсасывающая камера; 3 – рубашка отсасывающего вала.

Съём полотна. Бумажное полотно после гауч-вала направляется в сеточную часть. При этом влажное полотно испытывает большие растягивающие нагрузки в продольной оси, которые могут привести к его обрыву. Если полотно переносится отсасывающим валом с помощью сукна, то оно автоматически снимается с сетки вакуум-пересасывающим устройством.

Сетки БДМ. Сетка должна обладать высокими фильтрующими свойствами и обеспечивать минимальные потери в волокне и наполнителе. Кроме того, готовая бумага не должна носить заметных следов маркировки от проволок ткани. В связи с этим сетку

выбирают в зависимости от качества вырабатываемой бумаги. Длина сетки и вид ее ткани зависят от типа и скорости БДМ, а также от свойств обезвоживаемой массы. При использовании хорошей сетки, в сеточной части удаляется не менее 95% всей воды поступающей вместе с волокном из напорного ящика. При этом значительная ее часть удаляется в регистровой части.

Бумагоделательные машины

Бумагоделательные машины делятся на следующие основные группы: плоскосеточные, круглосеточные (цилиндровые), вакуумформирующие, двухсеточного формования, комбинированные и машины сухого формования. Указанные группы в свою очередь имеют отдельные разновидности, отличающиеся между собой методом формования бумаги и другими признаками. На предприятиях Узбекистана установлены следующие БДМ: плоскосеточные, простые круглосеточные (цилиндровые), вакуумформирующие.

П л о с к о с е т о ч н ы е м а ш и н ы — самые распространенные и применяются для производства почти всех видов бумаги. Они имеют длинную сетку и плоский сеточный стол. В эту группу входят также самосъемочные и многосеточные машины с двумя-четырьмя сеточными столами, расположенными в несколько ярусов. Многосеточные машины предназначены для производства многослойной бумаги высокой прочности.

К р у г л о с е т о ч н ы е м а ш и н ы могут иметь от одного до восьми формирующих цилиндров и используются в основном для производства многослойных видов бумаги.

В а к у у м - ф о р м у ю щ и е м а ш и н ы, как и круглосеточные, могут иметь один или несколько формирующих цилиндров, однако отличаются от предыдущего типа тем, что они работают под разрежением, которое создается в трех-четырёх камерах, расположенных последовательно внутри цилиндров в зоне формования слоя бумаги.

Ц и л и н д р о в ы е м а ш и н ы. На цилиндрических (круглосеточных) бумагоделательных машинах формируется бумажное полотно за счет обезвоживания суспензии массы с концентрацией около 0,3 %. Этот процесс протекает непрерывно при вращении сеточного цилиндра, с которого съемным валиком передается на

сукно бесконечное полотно. Как в случае с плоскосеточными машинами, здесь тоже важно обеспечить равномерный подвод массы. Кроме того, для предупреждения хлопьеобразования необходимо избегать микротурбулентных потоков как в системах подвода массы и ее напуске, так и в ванне. Цилиндровые машины по особенностям конструкции могут быть разбиты на три группы: простые цилиндрические машины с погруженным в ванну цилиндром; с частично погруженным цилиндром; вакуум – формирующие машины. Эти машины, различаясь по своей конструкции, позволяют не только повысить выпуск продукции, но и улучшить ее качественные характеристики.

Простые цилиндрические машины. К таким машинам относятся агрегаты, у которых $\frac{3}{4}$ окружности сеточного цилиндра погружено в ванну, наполненную волокнистой суспензией. При этом под действием гидростатического давления (перепада давления за счет разности уровней между суспензией в ванне и фильтратом в цилиндре) на цилиндре образуется волокнистый слой. Различают два основных способа подачи разбавленной бумажной массы в ванну простой цилиндрической машины по принципу прямотока или противотока. Противоточный круглосеточный цилиндр вращается против потока поступающей суспензии. При прямоточном способе подачи массы движение ее совпадает с направлением вращения круглосеточного цилиндра.

При формировании на противоточном цилиндре сильная турбулентность потока массы, поступающей в ванну, значительно снижается в направлении погружения сеточного цилиндра (рис. 3.19).

Между сеточным цилиндром с волокнистым слоем на его поверхности и потоком суспензии, устремляющимся к стенке ванны, возникает пограничный слой, перемещающийся в направлении вращения цилиндра. С продолжением фильтрации через сетку обезвоживается и этот пограничный слой, при этом возникает различие в концентрации поступающей и циркулирующей суспензии. Непрерывное перемешивание обоих потоков в свою очередь приводит к завихрениям, пенообразованию, следовательно, к неравномерной концентрации массы по ширине сеточного цилиндра.

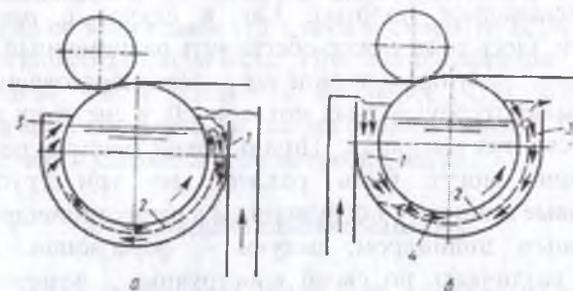


Рис.3.19. Схематическое изображение прессов формирования на цилиндрических машинах:

а – с подачей массы по принципу противотока; *б* – с подачей массы по принципу прямотока; 1 – впуск массы; 2 – граница раздела противоположных потоков; 3 – глубина погружения или перелив; 4 – стояние обратных потоков массы.

Граничный слой массы более высокой концентрации, не удерживаясь на цилиндре, при его выходе из суспензии смешивается с поступающим потоком. Кроме того, уже образованный слой волокна на самом важном участке образования смывается с поверхности цилиндра перед его выходом из массы, что нарушает равномерность структуры по всему полотну и снижает качество готовой продукции.

При формировании на прямоточном сеточном цилиндре выпуск массы в ванну сопровождается возникновением турбулентных потоков. Формование полотна происходит в основном на участке погружения цилиндра в массу у его крайней нижней вершины, т. е. на участке наиболее интенсивного движения суспензии массы. Турбулентность потока снижается в направлении вращения сеточного цилиндра.

С уплотнением волокнистого слоя на поверхности цилиндра и в данном случае образуется пограничный слой, концентрация которого непрерывно возрастает. Поступающая суспензия движется в ванне с разной скоростью. На входе она составляет 50% скорости вращения сеточного цилиндра. Граничный слой приближается к скорости вращения сеточного цилиндра, а масса у стенки ванны почти неподвижна. В данном случае с поверхности цилиндра смывается уже отформованное полотно, особенно перед его выходом из массы. Суспензия волокна, не захваченная сеткой цилиндра в месте его

выхода из массы, меняет направление своего давления, возвращается в ванну и частично удаляется. Часть потока массы, меняя направление своего движения внутри ванны, возвращается в нее навстречу вращению сеточного цилиндра. При этом происходит непрерывное перемешивание с граничным слоем, что также является причиной неравномерной концентрации массы. Возвращающийся поток массы приостанавливает свое движение в точке 4.

Таким образом, на процесс формования бумаги, с одной стороны, влияет соотношение скоростей вращения сеточного цилиндра и потоков массы в ванне, регулируемые переливом, с другой, — смывы волокна с поверхности цилиндра. Оба проблемы в свою очередь зависят от рабочей скорости самого сеточного цилиндра, так как с увеличением частоты его вращения возрастают турбулентность массы и смывы отформованного слоя.

Цилиндровые машины с частично погруженным сеточным цилиндром. Волокнистый слой в данных системах обезвоживается так же, как и в цилиндрических машинах простой конструкции — под действием гидростатического напора в результате сопротивления фильтрации на сетке и за счет разности уровней жидкости в ванне и фильтрата внутри цилиндра. Управление интенсивностью обезвоживания достигается регулированием величины напора фильтрата в сеточном цилиндре.

Цилиндровые вакуум-формирующие машины. Основные отличия вакуум-формирующих систем от обычных круглосеточных машин заключаются в том, что у них отсутствует ванна для массы, предусмотрено напускное устройство и вакуум-камера. Напускное устройство состоит из одной неподвижной нижней губы, надвинутой на сетку, что предохраняет от провалов массы и верхней подвижной губы. Щель между верхней губой и сеточной рубашкой уменьшается с увеличением водоотдачи. Через напускное устройство проходит ровно столько массы, сколько необходимо для листообразования. Зона формования занимает от $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{2}$ окружности цилиндра. Скорость движения массы в начале зоны формования примерно в 1,5 раза превышает частоту вращения цилиндра. У конца верхней губы это соотношение скоростей почти уравнивается.

Обезвоживание суспензии достигается за счет высоты напора жидкости на сеточном цилиндре и величины разложения в вакуум-камере. С учетом необходимости обеспечения высокой степени

удержания мелкого волокна и наполнителя, а также предотвращения разносторонности бумаги, разрежение в вакуум-камерах сетоного цилиндра возрастает постепенно. Величина вакуума зависит от характера массы, ее концентрации, массы 1 м^2 и скорости сетки. У этих машин нет ванн. Вместо них предусмотрены желоба для отвода воды.

Прессовая часть машины

Сырое бумажное полотно, полученное в сетоной части машины, имеющее сухость в среднем от 18 до 22 %, для дальнейшего обезвоживания направляется в прессовую часть. В процессе прохождения бумажного полотна между валами прессов, давление в которых по ходу машины заметно повышается, происходит не только обезвоживание бумажного полотна до сухости 32 – 45 %, но и его уплотнение, в результате чего повышается его прочность во влажном и сухом состоянии. Под действием прессования волокна сближаются, увеличиваются площадь контакта и силы сцепления между ними, благодаря чему изменяются и свойства готовой бумаги: снижается механическая прочность, воздухопроницаемость и повышаются ее физико-механические показатели. Поэтому, регулируя условия прессования, можно изменять в определенном направлении и качество бумаги.

Прессовая часть машины состоит из двух-трех прессов различного типа. Число прессов зависит от вида вырабатываемой бумаги. При выработке бумаги из массы жирного помола машина может иметь четыре-пять прессов, а из массы садкого помола – всего лишь один пресс.

Передача бумажного полотна из сетоной части в прессовую. На некоторых машинах бумажное полотно передается из сетоной части в прессовую часть следующим образом. На сетке перед гауч-валом с помощью специального передвижного водяного sprыска с отверстием 1 – 2 мм с лицевой стороны машины отрезают полосу бумаги шириной 50 – 150 мм и перебрасывают ее на сукно первого прессы вручную или с помощью сжатого воздуха, подаваемого во время заправки в трубку. Остальная часть бумажного полотна в это время снимается на первом сетководущем валике с помощью sprыска и шабера и поступает в гауч – мешалку. Туда же идут и отсежки, отсекаемые водяными

спрысками с обеих сторон перед гауч-валом для получения ровных краев бумажного полотна. После заправки узкой полоски на прессах и подачи ее в сушильную часть плавно перемещают передвижной спрыск, в крайнее противоположное положение на сетке, получая при этом постепенно расширяющееся полотно бумаги. Схема заправки бумажного полотна с гауч-вала приведена на рис. 3.20.

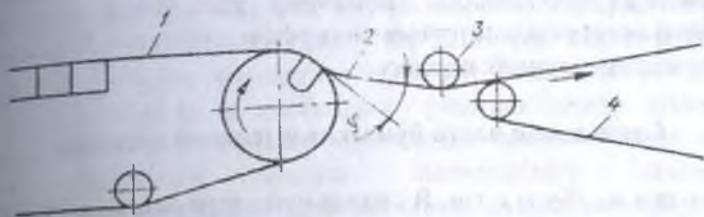


Рис. 3.20. Схема съема бумажного полотна с гауч-вала:
1 - сетка; 2 - бумажное полотно; 3 - бумаговедущий валик;
4 - прессовое сукно.

Прессовые сукна

Сукно должно обладать хорошей впитывающей способностью, а также определенной пористостью, чтобы быстро поглощать и отдавать воду. Оно должно обладать достаточной прочностью ввиду растягивающих усилий, которые оно непрерывно испытывает. Под непрерывным действием сжимающих усилий ворс вдавливается в ткань сукна, поэтому для его изготовления необходимо применять достаточно упругие материалы, чтобы волокна возвращались в исходное положение после прохождения через валы пресса. Все эти требования могут быть удовлетворены применением высококачественной шерсти с добавкой дедерона или полиэфирных волокон.

В зависимости от требуемой толщины различают сукна с гарнитурным, киперным или сатиновым плетением. Верхняя сторона сукна подвергается разрыхлению. При этом ворс направлен против хода бумаги. При прохождении прессов бумага под воздействием шерстяных волокон легко отделяется от сукна. Пропитка соответствующими химикатами увеличивает срок службы сукон. Благодаря этому значительно повышаются механическая прочность сукна и его сопротивление воздействию микроорганизмов.

В последнее время стали выпускать ряд сукон новой конструкции, которым приданы улучшенные свойства благодаря применению новых материалов и более современной технологии. Повышенная эластичность и благоприятное соотношение показателей прочности при использовании на прессах новой конструкции позволяют удлинить срок службы сукон и повысить их впитывающую способность. Разработка этих типов сукон стала решающей предпосылкой повышения эффективности обезвоживания на вакуумотсасывающих прессах.

Сушильная часть бумагоделательной машины

Сушка бумаги. В сушильной части машины происходит окончательное удаление воды из бумажного полотна до допустимой влажности, установленной стандартами для каждого вида продукции. Однако задача процесса сушки не ограничивается только испарением воды. В процессе сушки бумаги происходит окончательное обезвоживание бумажного полотна и дальнейшее сближение волокон за счет сил поверхностного натяжения воды с образованием межволоконных водородных связей, которые в основном и определяют прочность готовой бумаги.

Различают три основных способа сушки: контактную, конвективную, радиационную.

Контактная сушка. Эта сушка бумаги на нагретой поверхности цилиндра протекает в условиях непрерывной смены режимов при переходе от одного цилиндра к другому. После контакта нижней стороны полотна с нагретой поверхностью сушильного цилиндра сушка прерывается. Далее перехода полотна на следующий цилиндр с поверхностью последнего соприкасается противоположная, верхняя сторона бумаги.

Скорость сушки зависит в основном от характера бумажной массы, толщины волокнистого слоя и перепада влажности между бумагой и сушильным сукном или между бумагой и окружающим воздухом, т.е. от эффективности удаления влажного воздуха. При очень высоком содержании в бумаге влага перемещается из нее путем диффундирования через пограничный слой в сушильное сукно или испарения в окружающую среду. При небольшом влагосодержании перенос воды протекает в основном в виде испарений.

Конвективная сушка. При этом способе сушки перенос тепла осуществляется через окружающий воздух. Процесс конвективной сушки состоит из трех фаз: предварительного подогрева; сушки с постоянной скоростью при неизменных значениях температуры; сушки с убывающей скоростью в условиях повышения температуры. Данный способ сушки бумаги является менее эффективным, так как внутри полотна содержится больше влаги, чем на его поверхности. На БДМ обе системы работают попеременно. После контакта с греющей поверхностью цилиндра сушка продолжается на свободных участках между сушильными цилиндрами. В этой области происходит конвекционная сушка в потоке нагретого воздуха, нагнетаемого специальным приспособлением. Способ конвекционной сушки используется при наличии колпаков скоростной сушки под давлением, установленных над гладильными цилиндрами, сушильными барабанами самосъемных машин и сушильной частью БДМ.

Радиационная сушка. Этот способ используется в дополнение к существующим системам контактной сушки, особенно на мелованных станках.

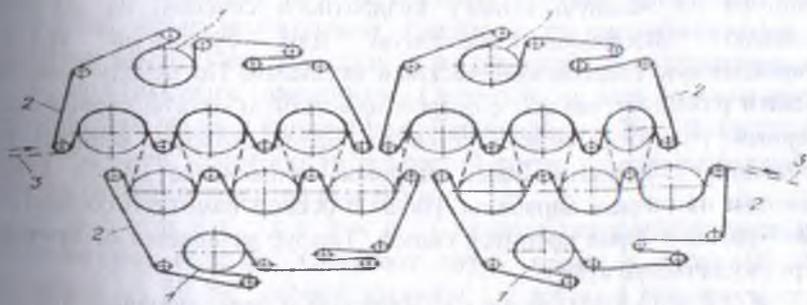


Рис. 3.21. Схема расположения цилиндров в сушильной части БДМ:
1 – сукносушильные цилиндры; 2 – сукно; 3 – бумажное полотно.

Работа сушильных цилиндров (рис. 3.21). Сушильные цилиндры работают под давлением и находятся под постоянным техническим надзором. Подвод пара и отвод конденсата осуществляются с приводной стороны через неподвижную паровпускную головку. Давление пара в цилиндрах составляет около 0,25 МПа.

Концевая часть бумагоделательной машины

К концевой части БДМ относят устройства для обработки бумаги после сушки — холодный цилиндр, машинный каландр, увлажнитель и накат.

Х о л о д н ы й ц и л и н д р. Температура бумаги после сушки составляет 75 – 85°C. Ее необходимо охладить до 20 – 30°C, чтобы предотвратить дальнейшее пересыхание, особенно у краев, уменьшить хрупкость и содержание статических зарядов. Для этой цели используются аналогичные сушильные холодильные цилиндры, которые омываются изнутри охлаждающей водой, подводимой с рабочей стороны через полуу цапфу. Вода воспринимает тепло бумаги через стенки цилиндра. Эти цилиндры могут быть также снабжены увлажнительными устройствами. В качестве охлаждающей среды используется воздух, поступающий на бумажное полотно под давлением. **М а ш и н н ы й к а л а н д р.** Машинный каландр может заключать в себе не меньше двух, но обычно от пяти до восьми валов, с помощью которых бумаге придается двусторонняя гладкость.

Н а м о т к а б у м а г и. Готовая бумага наматывается с машины на железную штангу квадратного сечения, на которую надевают деревянную, железную или бумажную гильзу, закрепленную с торцов коническими втулками. По методу намотки бумаги различают: накаты с осевой намоткой и накаты барабанные. Первый тип наката используется на БДМ, скорость которых не превышает 200 м/мин. Более широкое применение нашел метод намотки на опорные барабаны. Накат с осевой намоткой состоит из тамбура, на который крепится гильза. Тамбур вращается от привода через кулачковую муфту.

К л е и л ь н ы й п р е с с. Клеильный пресс используется для облагораживания поверхности определенных сортов бумаги: писчей, печатной, документной. Нанесением тонкого слоя клея бумаге придаются новые свойства. При этом волокна прочно связываются, в результате чего исключается их выщипывание, а также пыление поверхности, что особенно важно для печатных видов бумаги. В качестве клея используют модифицированный крахмал, карбоксиметилцеллюлозу, животный клей, казенн. эмульсии парафина и воск.

Клеильный пресс состоит из пары валов, расположенных горизонтально или вертикально. С помощью sprысков на обе

стороны бумажного полотна, пропускаемого через пресс, предварительно наносится клей. Вальцы позволяют равномерно распределить его по поверхности бумаги, причем избыточное количество его снимается и возвращается в клеильную ванну, откуда он вновь направляется к распылкам.

Клеильный пресс устанавливают в сушильной части, в том месте, где сухость бумаги достигает не менее 80 %. При такой сухости обеспечивается достаточная прочность, позволяющая наносить клей на бумагу и пропускать ее без повреждений между валами пресса.

«Одежда» бумагоделательной машины

К одежде БДМ относится цилиндрическая сетка, съемная сетка, прессовые сетки и сукна. С е т к а должна обладать высокими фильтрующими свойствами и обеспечивать минимальные потери волокна и наполнителя. Кроме того, готовая бумага не должна носить заметных следов маркировки от проволок ткани. Ширину сетки рассчитывают по ширине бумаги на накате с учетом припуска на обрезку. В процессе работы машины сточная ткань цилиндра забивается обрывками волокон, слизью и другими компонентами бумажной массы. Периодически проводят чистку сетки осветленной водой под высоким давлением. Сетчатый цилиндр промывается путем его вращения в ванне с водой со скоростью 25 – 30 м/мин. В случае сильной засоренности отверстий сетки, в ванну добавляется соляная кислота концентрацией 0,5 г/л.

С ъ е м н а я с е т к а. Съемную сетку изготавливают из синтетических волокон. Очищают путем промывки специальным раствором – 50 % серной кислоты с добавкой неионогенного смачивателя.

Промывка бумагоделательной машины

Пр о м ы в к а постоянной части БДМ ведется химическим раствором состава вода – едкий натр – перекись водорода при температуре 70°C в течение двух часов и постоянной

циркуляции раствора. Затем в ванну круглосеточного цилиндра для нейтрализации химического раствора добавляют серную кислоту и нейтрализуют до pH среды 6,5. отработанный раствор сливают в канализацию. После слива раствора систему постоянной части промывают холодной водой.

Состав для химической промывки:

- едкий натр – 100 л, концентрацией 42 – 45 %;
- пероксид водорода – 35 л, концентрацией около 35 %;
- серная кислота – 25 - 30 л, концентрацией 96 – 98 %.

Химическую промывку системы постоянной части БДМ проводят при переходе ее на выпуск новой марки бумаги.

Промывка прессовых сукон проводится 3 раза в месяц и при переходе на выпуск новой марки бумаги. Для промывки прессовых сукон применяют средство «имбацин». Промывка сукон осуществляется через трубчатый спрыск, который подает и равномерно распределяет по сукну промывной раствор состава:

- «имбацин» – 110 кг;
- вода – 250 л.

Продолжительность промывки около 2 часов при температуре 20 – 25°C.

Промывка съемной сетки проводится одновременно с промывкой прессовых сукон, в тех же условиях, что и промывка прессовых сукон.

Промывка сетчатого цилиндра проводится путем его вращения в промывной ванне, заполненной водой, со скоростью 20 – 30 м/мин. В случае сильной засоренности отверстий сетки, в ванну добавляют соляную кислоту – 0,5 г/л.

**Характеристика растворов,
применяемых в процессе формования бумажного полотна**

**Таблица 3.6. Характеристика растворов, применяемых в
процессе формования бумажного полотна**

Наименование	Показатели качества	Применение
Раствор меламина-формальдегидной смолы	Концентрация – -10 %. рН–2±0,2	Добавка в бумажную массу для внутренней проклейки
Раствор канифоля	Концентрация: 10-12%	Добавка в бумажную массу для внутренней проклейки
Раствор сульфата алюминия	Концентрация: 10 %	Добавка в бумажную массу для усиления коагуляции цел.
Раствор едкого натра		Для корректировки рН бумажной массы в ванне формования и клея
Серная кислота	Концентрация-96 %.	Для корректировки рН бумажной массы в ванне формования и клея
Трибутилфосфат (пеногаситель)	Плотность- 1,0035г/см ³ рН -6 - 7	Добавка в бумажную массу для гашения пены и регулирования размеров формируемого бумажного полотна
«Метазол-26»	Плотность – 1,16 г/см ³ рН – 6,5 – 8,0	Средство для борьбы со слизообразованием
«Имбацин»	Серная кислота – 50 %, добавка ПАВ	Средство для промывки сукон

**Дефекты бумаги,
образующиеся на бумагоделательной машине и их устранение**

**Таблица 3.7. Дефекты бумаги, образующиеся на
бумагоделательной машине и их устранение**

Вид брака	Причина	Меры устранения
1	2	3
<p>Воздуш- ные пузыри</p>	<p>При отливе бумажного полотна содержание воздуха в бумажной массе составляет от 0,4 до 6 % по объему. При изменении температуры массы, содержание растворенного в ней воздуха меняется. Вредное влияние воздуха обнаруживается в бумажной массе при выделении его виде пузырьков и сказывается в образовании пены и сгустков волокон в потоке массы, что приводит в свою очередь к появлению в бумаге воздушных пузырей, неровного просвета и других дефектов. Воздушные пузырьки можно легко обнаружить в бумаге при рассматривании ее на просвет. В отраженном свете эти пузырьки вследствие большой прозрачности листа кажутся несколько темнее общего фона бумаги.</p>	<p>Для разбавления пены напуском в устройстве открытого типа применяют эффективно работающие спрысковые форсунки – пеноразбиватели. Для борьбы с пеной в производстве любого вида бумаги необходимо обеспечить подачу массы на сетку БДМ ровным, спокойным потоком, без водоворотов, способствующих образованию пены.</p>

Продолжение таблицы 3.7.

1	2	3
Пятна	<p>Появление пятен в бумаге связано с попаданием в бумажную массу или на поверхность бумаги различного рода посторонних включений: сора, масла, краски, слизи, смолы и др.</p>	
Дыры	<p>Причины появления: образование смоляных пятен на сетке машины, сильное загрязнение прессовых сукон, наличие пыли на сушильных барабанах, попадание водяных капель на бумажное полотно</p>	<p>Для удаления дыр необходимо выдерживать режимы. При появлении пятен на сетке необходимо удалить их продуванием сетки паром.</p>
Складки	<p>В зависимости от происхождения складки на бумаге бывают: крупные косые, в виде прямых полос, елочки, причиной возникновения которых является образование воздушного пузырька между бумагой и сукном на одном из прессов или прилипание бумаги к прессовому сукну; мелкие косые, – из-за неравномерного натяжения бумажного полотна. На полотне бумаги складки могут получаться также за счет неудовлетворительного просвета, слабой или неравномерной запрессовки прессовых валов, слабой тяги между сушильными группами цилиндров.</p>	

Продолжение таблицы 3.7.

1	2	3
Морщины на полотне	Слабое натяжение полотна	Усилить натяжение бумаги на раскате.
«Облачный» просвет бумаги	При неравномерном распределении волокон по ширине полотна получается «облачный» просвет бумаги. В наиболее темных местах толщина бумаги больше, чем там, где имеется явно видимый просвет	Для устранения этого дефекта следует отрегулировать концентрацию массы, а также давление массы в напускном устройстве БДМ.
Продушины	Причинами возникновения в бумаге продушин являются неравномерная влажность и масса 1 м^2 бумаги по толщине полотна, неравномерное давление по ширине валов машинного каландра, неправильная запрессовка валов, неравномерный подогрев валов и др.	Для определения причин возникновения продушин и устранения их следует провести следующие испытания продукции: проверить массу 1 м^2 и ее толщину по всей ширине полотна, если масса 1 м^2 и толщина больше в том месте, где образовалась продушина, причину следует искать на прессовой или сушильной части машин; проверить влажность по ширине полотна бумаги.

Продолжение таблицы 3.7.

1	2	3
Залощенность бумаги	Залощенные полосы могут появляться в результате неравномерной по ширине полотна массы 1 м^2 или неравномерной влажности.	
Отпечатки и маркировки на бумаге	Это часто встречающийся дефект. Иногда образуются отложения смолы на каландровых валах, дающие отпечаток круглой формы на бумаге. Иногда маркировка возникает от прессовых сукон, а также от сетки на сеточной стороне бумаги.	Для устранения этого дефекта валы нужно промыть керосином; чтобы избежать дефектов от прессовых сукон БДМ, нужно применять сглаживающий пресс.
Коробление	Получается при формированной сушке, относительно жирном помоле массы, слабом натяжении сушильных сукон, а также из-за неравномерной влажности бумажного полотна.	Для устранения этого дефекта надо усилить натяжение сушильных сукон или несколько снизить температуру поверхности сушильных цилиндров, отрегулировать по ширине полотна бумаги массу 1 м^2 и влажность.
Дробление	Причиной дробления бумаги может быть слишком жирный помол массы. Дробление вызывается утолщением или утончением в отдельных местах по ширине бумажного полотна, хорошо просматриваемых на просвет и хуже видимых с поверхности бумаги.	

Продолжение таблицы 3.7.

1	2	3
Ворсистость	Ворсистость бумаги возникает из-за недостаточной степени помола массы. При этом бумага прилипает к сушильным цилиндрам.	Для устранения этого дефекта достаточно снизить температуру нагрева поверхности сушильных цилиндров.
Разнооттеночность	Разнооттеночность бумаги или изменение оттенков возникает из-за нарушения дозировки, кислотности или композиции массы.	Чтобы предупредить разнооттеночность бумаги, необходимо строго соблюдать технологический режим проклейки, сушки и дозировки компонентов по волокну.

Контроль качества бумаги после формования

Таблица 3.8. Наименование основных качественных показателей бумаги и их методы испытания

Показатель	Метод испытания
1	2
Масса бумаги площадью 1 м ² , г *	ГОСТ 13199; DIN ISO 536
Плотность, г/см ³	ГОСТ 31199
Разрывная длина, м	ГОСТ 13525.2; DIN 53112
Сопротивление излому (число двойных перегибов), циклы	ГОСТ 135.25.2; DIN 531105
Степень проклейки, мм	ГОСТ
Массовая доля золы, %	ГОСТ 7629
Сорность, %	ГОСТ 135.25.4
Стойкость поверхности к выщипыванию, м/с	ГОСТ 7690

Продолжение таблицы 3.8.

1	2
Белизна, %	ГОСТ 7690; DIN 53147
Непрозрачность, %	ГОСТ 7690; DIN 53146
Координаты цвета, L*, a*, b*	ГОСТ 7690; DIN 53147
Гладкость, с по Бентсе, мл/мин	ГОСТ 12795; DIN 53108
Пористость (воздухопроницаемость), мл/мин	DIN 53120
Впитываемость, с	ГОСТ 12602; по Кооб, г/м ² ISO 535
Сопротивление продавливанию, кПа	DIN 53113, 53141
Влажность, %	ГОСТ 135.25.19; ISO 287
Толщина, мкм	ГОСТ 13199; DIN 53105
Разрушающее усилие, Н	ГОСТ 135.25.1; DIN 53112
Удлинение при разрыве, %	ГОСТ 135.25.1; DIN 53112
Сопротивление раздиранию, мН	ГОСТ 135.25.3; DIN 53115
pH водной вытяжки	ГОСТ 12523
Содержание анионов, % — хлорид ионов — сульфат ионов	ГОСТ 20422

* Климатические условия испытания бумаги: температура воздуха $20 \pm 1^\circ\text{C}$; относительная влажность — $65 \pm 2\%$.

Химические материалы, применяемые в процессах формования и проклейки

Соляная кислота. (ГОСТ 1382 и 857).

Формула: HCl .

Молекулярная масса: 36,47.

Соляная кислота — продукт адсорбции водой хлористого водорода, образующегося при взаимодействии серной кислоты и хлористого натрия. Это прозрачная жидкость желтого цвета, без осадка и механических примесей. Содержание хлористого водорода (%): в технической (ГОСТ 1382) — 27,5, синтетической технической (ГОСТ 857) — 31.

Пигментная двуокись титана. (ГОСТ 9808).

Формула: TiO_2 .

Молекулярная масса: 79,9.

Пигментная двуокись титана представляет собой порошок белого цвета. Выпускается в виде двух форм: анатазной и рутильной.

Основные свойства

1. Белизна, %	94 – 97
2. Содержание влаги, %	0,3 – 0,5
3. Остаток на сите №0045, %	0,05 – 0,2
4. Содержание частиц размером до 1 мкм, %	94
5. pH водной вытяжки	6,5 – 8,0

(Подробное описание анализа дано в ГОСТ 9808.)

Молотый тальк. (ГОСТ 879).

Формула: $4\text{SiO}_2 \cdot 3\text{MgO} \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Молотый тальк представляет собой продукт горной породы талькита, основным компонентом которого является минерал тальк.

Выпускается трех видов марок: А, Б, В и тальк медицинский.

Каждая марка подразделяется на несколько сортов.

Состав минерала

1. Силикат магния, %	— 93 – 94
2. Магnezит, %	— 6 – 7
3. Плотность, г/см^3	— 2,7
4. Белизна, %	— 85 – 86
5. Форма частиц: пластинчатая, чешуйчатая, игольчатая.	

(Подробное описание анализа дано в ГОСТ 879).

Каолин

Формула: $Al_2O_3 \cdot 2SO_3 \cdot 2H_2O$.

Каолин – глина белого цвета с различными оттенками.

Минерал относится к кислородным соединениям, устойчив при температуре до 40°C.

Основные свойства

- | | |
|----------------------------------|---------------|
| 1. Белизна, % | — 84 – 87 |
| 2. Концентрация водородных ионов | — 4,5 – 9,5 |
| 3. Содержание влаги, % | — 12 – 35 |
| 4. Остаток на сите № 009, % | — 0,01 – 0,02 |

Сульфат бария. (Бланфикс).

Формула: $BaSO_4$

Молекулярная масса: 233,42

Этот синтетический пигмент получают действием H_2SO_4 на $BaCl_2$. Выпускается двух марок: А – для фотобумаги, Б – для мелованной бумаги.

Основные свойства

- | | |
|---|-----------------------|
| 1. Внешний вид | — паста белого цвета. |
| 2. Белизна, %, не менее | — 96 |
| 3. Влажность, %, не более | — 30 |
| 4. Массовая доля железа в пересчете на Fe_2O_3 , не более | — 0,005 |
| 5. Концентрация водородных ионов, рН | — 6,5 – 7,5 |
| 6. Размер частиц, мкм | — 0,4 – 0,6 |
| 7. Плотность, $г/см^3$ | — 4,3 |

Карбонат кальция

Формула: $CaCO_3$

Молекулярная масса: 100,08

По объему потребления $CaCO_3$ является вторым после каолина пигментом для мелования. Используют природный и химически осажденный карбонат кальция. Осажденный карбонат получают

По внешнему виду ПВС – нетоксичный порошок или крупинки белого цвета без вкуса и запаха; температура разложения ПВС – 180-220°C; продукты разложения токсичны; взвешенная пыль в воздухе взрывоопасна.

Водные растворы ПВС бесцветны и прозрачны; при хранении растворы желатинизируются – образуют студни, которые при нагревании возвращаются в исходное состояние; при температуре выше 100°C начинается дегидратация ПВС, этот процесс ускоряется в присутствии следов кислот или щелочей; дегидратация приводит к изменению физико-химических свойств ПВС, которое выражается в потере или уменьшении растворимости в воде, увеличении хрупкости и жесткости.

Растворимость ПВС в воде 99-99,5 %. Водородный показатель 4 % раствора $pH = 5 - 8$. Вязкость 4 % раствора 0,12 – 0,25 Па.с (12 – 25 сантипуаз). Вязкость вычисляется по формуле

$$\eta = C \cdot 1,01 \cdot t,$$

где C – постоянная вискозиметра (ВПЖ-2); t – время истечения раствора, с; 1,01 – плотность 4%-го раствора ПВС, г/см³.

К р а х м а л. (ГОСТ 7699).

В бумажной промышленности применяют картофельный, кукурузный крахмал.

Картофельный крахмал выпускают четырех сортов: экстра, высший, 1 и 2. «Экстра» белого цвета с влажностью не более 20%, содержание двуокиси серы на 1 кг крахмала не более – 50 мг. Соответственно: общая зольность – 0,3; 0,35; 0,50; 1,0; кислотность – 7,5; 12; 15; 22 мл 0,1 н раствора едкого натра.

Кукурузный крахмал выпускают двух сортов: высшего и первого. Цвет крахмала обоих сортов белый, без запаха. Влажность не более 13%. кислотность – не более 20 и 25 мл 0,1 н раствора едкого натра.

Г л и ц е р и н. (ГОСТ 6823).

Формула: $CH_2OH-CHOH-CH_2OH$.

Молекулярная масса: 92.06.

Представляет собой сиропоподобную жидкость без запаха, сладкую на вкус, смешивается с водой и спиртом, нерастворим в эфире.

Глицерин кипит со слабым разложением при температуре 200°C ; температура застывания 0°C ; его плотность — $1,2636 \text{ г/см}^3$.

Применяется для увлажнения волокон, а также как гигроскопическое вещество. Выпускается трех сортов, содержание основного вещества — не менее 86%.

Мочевина (карбамид). (ГОСТ2081).

Формула: $\text{H}_2\text{N} - \text{CO} - \text{NH}_2$.

Молекулярная масса: 60,06.

Карбамид представляет собой амид карбоновой кислоты, получаемой из аммиака и двуокиси углерода. Внешний вид — белые (марки А,Б), желтоватые или розоватые кристаллы (марка В). Легко растворим в воде, метиловом и этиловом спиртах; реакция водных растворов нейтральная; кристаллы устойчивы на воздухе.

Отделка бумаги

Отделкой бумаги называют улучшение ее внешнего вида и отдельных показателей, а также разрезание бумаги на рулоны и листы.

В отделочном цехе бумажной фабрики осуществляются следующие технологические операции: каландрирование бумаги на суперкаландрах; продольная резка бумаги на рулоны или бобины на продольно-резательных или бобинорезательных станках, продольная и поперечная резка на листы на бумагорезательных машинах. упаковка рулоновой бумаги, сортировка и упаковка листовой бумаги.

Отделочные машины в отличие от бумагоделательных работают периодически, так как их останавливают на время, необходимое для установки разматываемых рулонов, съема намотанных рулонов и отводки нарезанных стоп бумаги, заправки, а также склейки бумаги при обрыве.

Продольно-резальные и бобинорезательные станки и бумагорезательные машины работают в условиях нормальной температуры и влажности.

Температура наружной поверхности валов суперкаландра достигает 90 – 125°С в зависимости от температуры пара, которым обогреваются металлические валы, скорости суперкаландра, линейного давления и твердости набивных валов.

К а л а н д р и р о в а н и е б у м а г и. Писчую бумагу и бумагу для печати каландрируют для повышения гладкости и лоска, а также для выравнивания толщины и повышения объемной массы. Сущность процесса каландрирования заключается в комбинированном воздействии давления и скольжения на увлажненное полотно при прохождении его между валами суперкаландра.

У в л а ж н е н и е б у м а г и - устранение внутренних напряжений в бумажном полотне, возникших в процессе сушки, а также придание волокну мягкости и гибкости, что повышает эффективность отделки бумаги на суперкаландре.

В л и я н и е к а л а н д р и р о в а н и я н а с в о й с т в а б у м а г и:

- прочность бумаги изменяется незначительно;
- сопротивление раздиранию для всех видов бумаги снижается;
- растяжимость бумаги увеличивается на 20 – 30 %;
- степень проклейки снижается до 30-50 %;
- толщина бумаги уменьшается на 25-30 %;
- гладкость, объемная масса, прозрачность бумаги повышаются;
- бумага немного темнеет.

Технология отделки рулонной и листовой бумаги

После бумагоделательной машины с бумагой проводятся следующие операции в зависимости от вида бумаги:

- бумага в рулонах, машиной гладкости: сортировка, продольная резка, упаковка;
- бумага каландрированная: сортировка, увлажнение, каландрирование, продольная резка, упаковка;
- бумага в листах, машиной гладкости: резка, отсчет, упаковка;
- бумага каландрированная: увлажнение, каландрирование, резка, сортировка, отсчет, упаковка.

Схема заправки продольно-резальных станков

Принцип работы продольно-резального станка приведен на рис. 3.22. Бумажное полотно с раската поступает на продольно-резательный станок к несущим барабанам наката. При продольной резке рулоны бумаги с машины разрезаются на соответствующую ширину, при поперечной резке – на соответствующий формат. Ножевое устройство состоит из верхних (тарельчатых) и нижних (дисковых) ножей. Тарельчатые ножи могут поодиночке выдвигаться и устанавливаться в любое положение реза. Ножевой вал снабжен кольцами с ножевыми канавками, которые устанавливаются по ширине бумажного полотна на требуемый формат рулона. Ножи станка – важный элемент. Тупые ножи служат причиной пылимости бумаги и образования бахромы в местах реза, что в последующем приводит к затруднениям при печати.

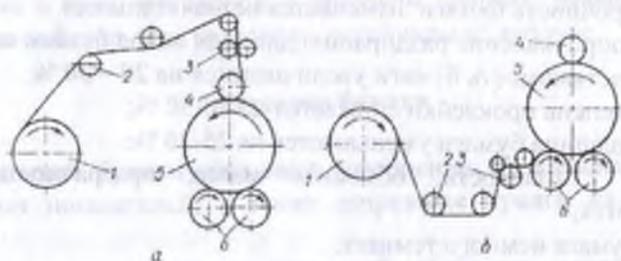


Рис. 3.22. Схема продольно – резальных станков с заправкой бумаги:
а – верхний; б – нижний; 1 – раскат; 2 – бумаговедущий валик;
3 – механизм продольной резки; 4 – прижимной валик; 5 – наматываемый рулон; 6 – несущие валы.

На продольно-резальных станках применяют два метода резки: по принципу ножниц и давлением. Первой метод обеспечивает более чистый и гладкий рез и большую износоустойчивость ножей.

Срок между заточками ножей зависит от скорости станка и содержания наполнителей в бумаге и при скорости до 1000 м/мин составляет:

— для бумаги без наполнителей — от 5 – 6 дней до 4 – 8 месяцев;

— для бумаги с наполнителем — от 3 – 4 дней до 1,5 – 3 месяцев.

Поперечная резка бумаг

Широкое применение получило устройство системы «Биеломатик», состоящее из шести узлов:

- Сматывания с рулона,
- Поперечной резки,
- Стрелки вверх (контроль),
- Стрелки вниз (брак),
- Нахлест,
- Пакетирования.

Рулон бумаги после продольной резки поступает на машину для поперечной резки и устанавливается на узел сматывания.

Узел сматывания с рулона оборудован самозажимающимся конусом под втулки. Высота подъема узла сматывания регулируется гидравлическим способом. Ввод и вывод конусов во втулке рулона осуществляется посредством редукторных моторов, движение которых ограничиваются бесконтактными включениями. Рулон поднимается на высшую позицию. Эта позиция тоже ограничена конечным выключением. Зарядка полотна бумаги осуществляется по схеме заправки. Боковая кромка полотна регулируется с одной стороны световым датчиком. Порыв полотна бумаги опознается световым датчиком, и машина останавливается. Кромку полотна можно регулировать и вручную и посредством маховика. При работе узла сматывания, окончание полотна бумаги в рулоне сигнализируется звуковым сигналом, при этом уменьшается скорость; останов машины производится вручную. Торможение узла осуществляется с обеих сторон посредством однодисковых гидравлических тормозов. Над центром полотна закреплено устройство контроля клеевых мест и опознавания загрязненных участков бумаги. Склеенные участки бумаги и другие дефекты автоматически идут в отход.

Узел поперечной резки с верхним ножом режет в контакте с жестко закрепленным нижним ножом. Верхний нож снабжен одной режущей кромкой, а нижний нож — двумя. Длина резания изменяется в соответствии с изменением скорости движения бумажного полотна и вращения верхнего ножа. Значения длины

резания должны задаваться вручную и автоматически считываться на дисплее. При длине резания свыше 760 мм нижний нож опускается с помощью кулачка при каждом втором разрезе. За счет этого увеличивается длина резки в два раза. При изменении длины резания следует установить вручную угол резки с помощью устройства точного регулирования по цифровой шкале. Пневматический держатель бумажного полотна служит для втягивания бумаги и задержки полотна при аварийном выключении машины. При замыкании держателя полотна одновременно автоматически приходит в движение прижимной валик. Отрезанные листы при помощи воздушного потока подаются на ленты бумагопроводящей системы.

В узле нахлеста листы бумаги затормаживаются до определенной технологической скорости. Задняя кромка впереди идущего листа с помощью воздуха немного прижимается вниз. Одновременно передняя кромка следующего листа накладывается на предыдущую и проталкивается на определенное расстояние. Таким образом, в узле нахлеста происходит накопление бумажных листов, наложенных друг на друга с равномерным отступом. Эти операции необходимы для четкой комплектации листов на следующем участке стапельирования.

На стапельный стол ставится деревянный поддон и поднимается до уровня, который на 8 – 10 см ниже высоты выхода листа из конвейера. Опускание стола происходит автоматически, по мере накопления листов бумаги, за счет реагирования специальных электрических датчиков. При максимальной высоте стопы бумаги машина останавливается. Предусмотрено боковое выравнивание листов с помощью пневмовибраторов. В зависимости от формата листов можно менять боковые пластины для выравнивания стопы. Регулировки формата выполняются вручную с помощью специальных маховиков и индикаторов. Стапельный стол разгружается при одной остановке машины с помощью ручной или электрической тележки машинистом. Предусматривается такой режим работы машины, при котором она останавливается по достижении определенного количества листов на стапельном столе, заданного машинистом. Техническая характеристика машины приведена в табл. 3.9.

Таблица 3.9. Техническая характеристика машины для поперечной резки бумаги

Наименование	Значение
Ширина полотна, мм	
минимум	500
максимум	1130
Внутренний диаметр гильзы, мм	140
Диаметр рулона бумаги, мм	
минимум	500
максимум	1250
Длина резки, мм	
минимум	400
максимум	1260
Допустимая масса 1 м ² бумаги, г	
минимум	70
максимум	250
Скорость резки, м/мин, максимум	350
Точность движения полотна, мм	0,4
Опознавание метки резания, мм	12,1
Частота резки, лист/мин, до	650
Допустимое отклонение в длине листа, мм	± 0,8
Допуск угла резки, мм	+ 0,2
Эл. двигатель, мощность, кВт	85
Давление сжатого воздуха, МПа	0,6

Сортирование листовой бумаги и ее отсчет

Листовую бумагу отбраковывают при обнаружении в ней пятен, узелков, отверстий, обрывов, морщин, разнооттеночности, неформатности и пр. Сортируют бумагу, в основном веером.

Листовая бумага комплектуется в пачки по 500, 250, 150 или 100 листов в зависимости от массы 1 м² бумаги. Распространенный способ счета следующий: отгибают один из углов пачки (стопы), располагают бумагу веером и отсчитывают двумя или пятью пальцами правой руки по 10 или 25 листов. В ряде стран созданы машины для листосчета. С. – Петербургской бумажной фабрикой Гознака совместно с ВНИИ Гознака разработана листосчетная

машина типа МСЛ. Счет осуществляется с двух узлов пачки одновременно двумя головками роторного типа. Импульсы создаются бесконтактным пневмондукционным датчиком. После электронного преобразователя импульсы поступают на электронный счетчик.

Машина МСЛ имеет следующие технические данные:

- | | |
|--|------------|
| 1. Скорость счета, лист/с | — 40 |
| 2. Масса бумаги, г/м ² | — 60 — 110 |
| 3. Наибольший формат, мм | — 1200 |
| 4. Наибольшее количество листов за один отсчет | — 1000 |
| 5. Потребляемая мощность, кВт | — 2 |
| 6. Масса машины, кг | — 200 |

Упаковка бумаги

Л и с т о в а я. Упаковка готовой бумаги — заключительная операция. Она выполняется с учетом требования стандарта для каждой марки бумаги. Листовую бумагу упаковывают в стопы, полустопы и четверть стопы с заклежкой концов обертки. Из нескольких таких пачек составляют кипы общей массой 100 — 150 кг. Упаковка в кипы осуществляется в основном на гидравлических прессах, что предохраняет пачки от смещения во время транспортирования.

Р у л о н н а я. Рулонная бумага упаковывается на специальных станках: в начале в картонные гильзы вставляют деревянные пробки или пластмассовые шпули, что предохраняет рулоны от деформации при их транспортировании. Затем рулон закатывается на вращающиеся опорные барабаны рулоноупаковочной машины и обертывается несколькими слоями упаковочной бумаги, концы которых заклеиваются жидким стеклом.

Глава IV. РАБОЧИЕ РАСТВОРЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БУМАГИ

Приготовление суспензии наполнителей

Известно, что минеральные наполнители являются менее гидрофильными, чем целлюлозные волокна, поэтому бумага с наполнителями лучше впитывает типографические краски. При введении в бумагу наполнителей увеличивается ее оптическая неоднородность, так как в ней появляется три основных вида оптических границ: волокно – воздух, наполнитель – волокно, наполнитель – воздух, и на каждой границе происходит преломление и отражение света. Чем больше разница в коэффициентах светопреломления между волокном и наполнителем, тем больше он повышает непрозрачность бумаги.

Значения коэффициентов светопреломления некоторых наполнителей и других компонентов бумаги приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1. Значения коэффициентов светопреломления наполнителей и других компонентов бумаги

Наполнители	Значения коэффициентов	Компоненты бумаги	Значения коэффициентов
Каолин	1,56	Целлюлоза	1,53
Мел	1,56	Вода	1,33
Окись цинка	2,01	Воздух	1,00
Двуокись титана (рутил)	2,76	Парафин	1,47
Двуокись титана (анатаз)	2,52	Тальк	1,57
Гипс	1,52-1,87	Крахмал	1,58
Вланфикс	1,64	Животный клей	1,58

Непрозрачность бумаги зависит также от коэффициентов рассеивания, которые в свою очередь зависят от размера частиц и их

формы. По мере уменьшения размеров частиц до определенного оптимума коэффициент рассеяния и непрозрачность бумаги увеличиваются.

Приготовление суспензии наполнителя осуществляется по нескольким схемам. Приведем два способа приготовления суспензии наполнителя.

1-й способ. Суспензию концентрацией 330-340 г/л готовят в реакторе в количестве 1000 л при комнатной температуре и непрерывном перемешивании в течение 30 – 40 мин. Готовую суспензию перекачивают в смеситель, где собирается несколько партий. В смесителе суспензия постоянно перемешивается, чтобы наполнитель не осел на дно реактора. Из смесителя расчетное количество суспензии наполнителя перекачивается в мешальный бассейн, где перемешивается суспензия и все добавки, вводимые в целлюлозную массу.

2-й способ. На рис. 4.1. приведена схема приготовления каолиновой суспензии. Наполнитель загружают в гидроразбиватель (диаметр отверстий сита 5,0 – 6,5 мм), в котором его разбавляют водой до концентрации примерно 250 г/л, затем направляют на грубое сортирование на сетчатом барабане или в вибрационной сортировке, откуда она поступает в промежуточный бассейн.

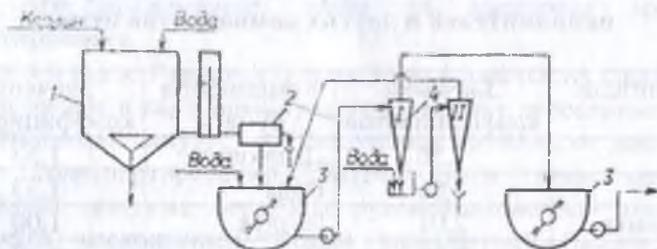


Рис. 4.1. Схема приготовления суспензии каолина

1 – гидроразбиватель; 2 – очистной барабан; 3 – бассейн; 4 – центриклинеры;
I, II – ступени центриклинеров

В бассейне суспензию разбавляют водой до концентрации 150 – 200 г/л и далее подвергают окончательной очистке от песка на центриклинерах, работающих в две или три ступени. Готовую суспензию хранят в бассейнах, снабженных лопастными или пропеллерными мешалками. Иногда для предотвращения осаждения

наполнителя в трубопроводах и устранения других производственных затруднений в суспензию наполнителя вводят небольшое количество диспергирующих веществ таких, как полифосфаты, силикаты, защитные коллоиды и др.

Концентрацию суспензии наполнителя, г/л, определяют путем взвешивания 1 л ее объема и рассчитывают по формуле:

$$C = (P - 1000)/(\gamma - 1),$$

где P – масса 1 л суспензии (не считая массы сосуда), г; γ – плотность наполнителя, г/см³

Приготовление канифольного клея

Вещества, применяемые для проклейки бумаги, делятся на три группы:

- придающие бумаге гидрофобность (канифоль и различные ее модификации, парафин, стеараты, воски, силиконы и др.);
- усиливающие гидрофобность и одновременно повышающие прочность бумаги (животный клей, крахмал, казенн, латексы, полиакриламид, карбоксиметилцеллюлоза и др.);
- обеспечивающие влагопрочность (карбамидо- и меламино-формаль-дегидные смолы).

По степени проклейки (шрифтовым методом) все бумаги разделяют на четыре вида:

- неклееные (до 0,25мм), слабоклесные (0,2 – 0,75 мм), клееные (0,75 – 1,75);
- высококлееные (выше 1,75 мм). Из всех известных видов клеев для проклейки бумаги наиболее широкое распространение получили различные виды канифольного клея.

Канифоль в воде не растворима. Поэтому для проклейки применяется не сама канифоль, а различные виды клея, получаемые путем взаимодействия ее с щелочью, при котором происходит нейтрализация смоляных кислот канифоли, обеспечивающая ее растворение и хорошее эмульгирование в воде. Известно, что канифоль – это смесь различных изомерных одноосновных смоляных кислот, общая формула которых $C_{19}H_{20}COOH$. В состав этих кислот входят абетиновая, левопимаровая, декстропимаровая, неоабетиновая, дегидроабетиновая, полустовая и другие кислоты.

По способу получения различают три вида канифоли: живичная, экстракционная и таловая. Качество любого вида канифоли характеризуется цветом (от светло-желтого до темно-коричневого), температурой размягчения (от 50 до 70°C и выше), кислотным числом (150-180 мг КОН/г), числом омыления и содержанием неомыляемых веществ (4-10%).

Наибольшее применение получили три способа изготовления клея из канифоли: холодный способ получения нейтрального или бурого клея, горячий способ получения бурого или белого клея и способ получения высокосмоляного клея, заключающийся в механическом диспергировании расплавленной канифоли и продуктов ее омыления в присутствии защитного коллоида.

В а р к а к л е я. При загрузке варочного котла (емкость 2 м³) сначала заливается вода в строго определенном объеме, пускается пар и засыпается отвешенное количество соды. После нагрева раствора щелочи до 70 – 80°C начинают засыпать мелкими порциями при частом перемешивании канифоль, количество которой определяется заранее путем взвешивания. При варке канифоли с кальцинированной содой наблюдается сильное пенообразование вследствие выделения углекислоты и содержимое котла увеличивается. Чтобы не было перелива клея через край, клеевар регулирует приток пара в котел. По мере расходования соды пенообразование уменьшается и уровень в котле понижается. Варка белого клея обычно продолжается 3 – 4 часа. Температура варки поддерживается в пределах 102 – 105°C. Конец варки клея определяется по вязкости готового клея. Хорошо сваренный клей, стекая с весла, должен тянуться нитями, и сливаться тонкими пленками. Клей не должен содержать пузырьков газа и быть мутным. Проба клея должна хорошо, без остатка растворяться при помешивании в горячей воде.

Количество воды, заливаемой в котел на варку, зависит от содержания свободной смолы в клее. Оно уменьшается с увеличением последней.

Количество свободной смолы в клее, %:	0	25	40	45
Количество воды на 100 кг канифоли, л:	80 – 120	60 – 75	35 – 45	30

Приготовление клевого молочка. Варочный котел располагается на площадке. Под ним устанавливается мерник, а иногда и сборник для готового неразведенного клея. Под мерником помещается инжектор (распылитель), к которому сверху подводится

расплавленный клей из мерника, снизу подается нагретая до 42 – 45°C вода, а с торца – пар. Пар, пройдя сопло, увлекает жидкий расплавленный клей и теплую воду, смешивает их и диспергирует смоляные частицы. Готовая суспензия направляется по трубопроводу в эмульсионный чан, где разбавляется холодной водой до требуемой концентрации. Обычно эмульсионный чан размещается на площадке, а под ним устанавливаются запасные сборники готового клевого молочка.

При содержании свободной смолы в белом клее не выше 20% можно разводить клеюю суспензию без распылителя, простым перемешиванием клея в горячей воде с последующим быстрым разбавлением суспензии холодной водой. При более высоком содержании свободной смолы в клее ручное разведение затруднено и возможно выпадение смолы в осадок. При ручном разведении клея суспензия получается грубодисперсной с частицами смолы размером 4 – 6 мкм. При разведении клея распылителем средние размеры смоляных частиц в суспензии снижаются до 2 – 3 мкм. Суспензия получается более устойчивой и обладает лучшими клеящими свойствами. Для разведения белого клея рекомендуется применять мягкую воду. При использовании жесткой воды для варки и разведения нейтрального бурского клея или клея с малым содержанием свободной смолы могут происходить затруднения с проклейкой: клей может выпадать в осадок, при выработке бумаги на машине могут возникать смоляные затруднения.

Заменители канифоли. К ним относятся: гуар (камедь), деацетилированная карайская смола, целлюлозная слизь смола странчевых бобов (хлокуст бим гумм), манногалактаны (низкомолекулярная часть целлюлозы), масляное мыло из древесной коры, кровяной альбумин, хлорированные углеводороды, нитроцеллюлоза, уксуснокислый алюминий, агар, аминостеариновая кислота, бакелит, гуминовая кислота, смесь сернокислого магния с жидким стеклом, клеящие вещества из отходов кожевенного производства, смеси жирных кислот с воском и смоляным мылом, растворы пальмового и кокосового масел, окисленные растительные масла (бобовое, маисовое, льняное, репчатое), растворы резины и гуттаперчи в сероуглероде, гуммиарабик с животным клеем, пектин соломы, металлизированное мыло и др. Они в той или иной степени могут быть заменителями канифоли.

Приготовление клея на основе поливинилового спирта

Технологическая стадия приготовления клея на основе поливинилового спирта (ПВС) состоит из трех этапов:

- растворение ПВС;
- смешивание с компонентами – карбамидом и глицерином;
- перекачка готового клея в смеситель.

Растворение ПВС проводится при температуре 90°C в течение 1,5 – 2,0 ч. путем подачи пара в рубашку реактора давлением около 0,6 МПа. Затем температура снижается до 50 – 60°C, раствор перекачивается в реактор- смеситель, куда добавляют карбамид и глицерин. Готовый раствор с концентрацией клея 160 – 170 г/л перекачивается в сборник, оттуда – в ванну бумагоделательной машины для нанесения на поверхность бумажного полотна. pH среды раствора клея должен быть в пределах 6 – 8.

Приготовление клея на основе крахмала

Приготовление крахмального клея проводится в два этапа: загрузка, приготовление. В реактор заливают холодную воду в количестве 1300 л, добавляют 50 кг крахмала, начинают перемешивать с одновременным повышением температуры в реакторе до 90°C. Затем в реактор добавляют 500 л воды, перемешивают при температуре 55°C. Температура готового клея должна быть около 55°C и водородный показатель pH 5,8 – 6,8.

Приготовление клея на основе меламин-формальдегидной смолы

Меламин-формальдегидная смола (МФС) – вещество, применяемое для придания бумаге влагопрочности. Широко применяется в бумажной промышленности для изготовления прочных на разрыв и на истирание во влажном состоянии щелочеустойчивых бумаг. Одновременно с этим повышается прочность на разрыв в сухом состоянии и сопротивление продавливанию, а также сопротивление излому. МФС можно применять для улучшения других качеств (истирание, выщипывание). МФС стабилизирует размеры форматов бумаги, не приводит к ее пожелтению. МФС в основном применяют для изготовления тонких и очень тонких видов бумаги. МФС не обладает клеевым действием.

(штриховым методом), поэтому с успехом применяется для изготовления гигроскопических бумаг.

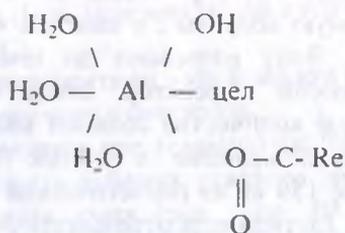
Меламин-формальдегидная смола хорошо растворяется в теплой подкисленной воде. Раствор готовится в реакторе. В реактор заливают умягченную воду 1 м^3 , в емкость через барбатер подается насыщенный пар. Воду нагревают до температуры $50 - 55^\circ\text{C}$ и перекачивают насосом в реактор. Затем в реактор из мерника сливается расчетное количество соляной кислоты. В подкисленную воду при работающей мешалке в течение $10 - 15$ мин добавляется МФС в количестве 150 кг из герметической камеры, установленной на люке реактора. Раствор перемешивается $30 - 40$ мин. После этого объем приготовленного раствора доводят до $1,5\text{ м}^3$ водой с той же температурой. Водородный показатель раствора pH определяется через $30 - 60$ мин. После созревания показатель $\text{pH} = 2-2,2$. Пыль порошка и пары свободного формальдегида из камеры отсасываются водокольцевым вакуумным насосом. Вода после насоса через промежуточную емкость подается в реактор для растворения МФС. Через короткое время МФС образует голубоватый опалесцирующий катионоактивный раствор. Готовый раствор из реактора насосом подается в накопительную емкость, из которой этим же насосом через 3 ч созревания подается в сборник готового раствора МФС. Раствор считается готовым (10%) как только приобретет слабо-голубую опалесцирующую окраску. 10% раствор можно хранить неограниченный срок, но его надо предохранять от испарения.

Приготовление раствора сульфата алюминия концентрацией 5 и 10 %

Технический сульфат алюминия поступает на производство в виде раствора концентрацией $7 - 10\%$ (в пересчете на Al_2O_3). Этот раствор в специальном резервуаре разбавляется до концентрации 5 и 10 (в пересчете на Al_2O_3). Для ускорения разбавления сульфата алюминия в резервуаре предусмотрена подача сжатого воздуха и циркуляция раствора с помощью насоса. Раствор сульфата алюминия применяют как для очистки сточных вод, так и для ускорения процесса осаждения целлюлозной массы в виде бумаги в сочетании с раствором канифоли.

Согласно теории Томаса, ионы алюминия эффективнее для проклейки бумаги, потому что они могут установить со смолой

канифоли и целлюлозой координационную связь через гидроксильные группы по схеме:



Приготовление раствора красителя

Общие сведения. Крашение бумаги можно осуществить двумя способами: нанесением растворов красителей на поверхность готового полотна или путем крашения бумажной массы с последующим получением из нее окрашенной бумаги. В первом случае крашение проводят в клеильном прессе бумагоделательной машины. При таком способе крашения окрашивается только поверхность бумаги. Обычно крашение бумаги осуществляют в массе, так как этот способ наиболее прост и не требует применения дополнительного оборудования.

В ряде случаев крашение проводится с целью придания равномерного фона на поверхности бумаги.

Для крашения бумаги применяют прямые, кислотные, кубовые и др. красители. Часто применяют прямые красители. Они являются самыми распространенными и относительно дешевыми. Прямые красители - соли сложных органических кислот с относительной молекулярной массой 650-1000 и более, обладающие низкой степенью дисперсности и дающие растворы при низких температурах. Эти красители не обладают ни кислотными, ни основными свойствами и закрашивают волокно путем адсорбции в нейтральной и щелочной среде. Большинство прямых красителей имеют среднюю светопрочность, за исключением специальных марок, т.е. светопрочных красителей.

Прямые красители по многим химическим свойствам сходны с кислотными красителями, однако имеют цепное строение и в их

структуре, помимо типичных хромофорных групп – N = N, содержатся также ауксохромные – OH, - NH₂ и др., которые способны образовывать водородную связь с OH – группами целлюлозы. Эти красители называются прямыми, так как могут адсорбироваться на волокнах без всяких протрав и сернокислого алюминия. Сернокислый алюминий образует с прямыми красителями лак, который менее яркий, чем сам краситель, поэтому краситель надо вводить в бумажную массу до введения сернокислого алюминия.

По степени устойчивости окраски при введении прямых красителей в холодную бумажную массу их можно разделить на три группы: наиболее гидрофильные с хорошей устойчивостью; среднегидрофильные со средней устойчивостью; слабогидрофильные, растворы которых неустойчивы, что приводит к выделению красителя в виде коллоидного осадка. Для закрепления окраски всех прямых красителей имеются специальные препараты с техническими названиями: закрепитель ДЦУ №1; закрепитель ДЦУ №2; закрепитель ДЦМ. Закрепители хорошо растворяются в уксусной, муравьиной и соляной кислотах; чувствительны к жесткости воды. Поэтому при растворении закрепителей следует использовать смягченную воду.

Химическое взаимодействие закрепителей с красителями сводится к реакции взаимного обмена, приводящей образованию нерастворимой сульфосоли красителя с основанием закрепителя, которая придаёт окрашенной бумажной массе максимальную стойкость по отношению к воде.

Приготовление раствора. Для приготовления растворов красителей нужно оборудовать отдельное помещение и оснастить его необходимой аппаратурой и емкостями. При применении нескольких красителей для каждого из них должны быть свои бочки, совки для взятия красителя и байковые фильтры.

Вначале отвешенный краситель растворяют лопаткой в небольшом количестве воды, затем воду прибавляют до полного растворения красителя. Полученный раствор сливают в бак, тщательно размешивают и разводят водой до требуемой концентрации (обычно 10 г/л). Готовый раствор красителя фильтруют через байковый фильтр.

Приготовление раствора полиакриламида

Полиакриламид (ПАА) поступает на производство в виде геля с концентрацией 6% в мешках. Формула ПАА — $(\text{CH}_2\text{CH}-\text{CO}-\text{NH}_2-\text{CH}_2)_n$. Раствор полиакриламида готовится в эмульсере или другом баке с мешалкой и устройством для нагрева (паровая рубашка, змеевик и др.). В бак наливают воду на $\frac{3}{4}$ объема и подогревают до $85-90^\circ\text{C}$, затем вливают 50 л ПАА и в течение 30-40 мин растворяют при нагревании и перемешивании. При выпуске в сборник концентрацию раствора доводят до заданной по расчету.

Для технологии очистки воды используют ПАА с концентрацией 0,1%, поэтому раствор ПАА готовят в реакторах объемом 16 м^3 на осветленной воде. Реактор снабжен уровнемером с сигнализацией максимального и минимального уровня. Готовый раствор выдается потребителю.

Приготовление раствора поваренной соли

Техническая поваренная соль (NaCl) на производство поступает насыпью в автомашинах. Ее выгружают в 60 м^3 емкости мокрого хранения. Емкость мокрого хранения поваренной соли представляет собой железобетонное сооружение, разделенное сеткой на два отсека. В первом производится растворение. Из второго (чистого) отсека раствор соли через гибкий шланг с поплавком насосами подают в солерастворители. Солерастворитель—металлический, цилиндрический аппарат емкостью 1 м^3 , загруженный углем. Солерастворитель выполняет роль механического фильтра, где проводится очистка раствора соли от нерастворимых примесей. Очищенный раствор соли собирают в специальную емкость (10 м^3), в который он перемешивается сжатым воздухом, затем подают на станцию химводоочистки.

Таблица 4.2. Характеристика основного сырья для приготовления рабочего раствора

Наименование	Показатели
Меламино-формальдегидная смола	Внешний вид – бесцветный порошок. Массовая доля свободного формальдегида – до 0,5%
Кислота соляная	Внешний вид – прозрачная бесцветная или желтоватая жидкость. Массовая доля хлористого водорода, не менее 35%. Массовая доля железа – не более 0,001%. Массовая доля свободного хлора - не более 0,002%. Массовая доля ртути - не более 0,0003%.
Вода умягченная	Жесткость общая, не более 0,2 мгэкв/л. Щелочность общая – 1,5 - 1,7 мгэкв/л. Массовая доля компонентов: – железа – 0,01 – 0,02 мг/л; – ХПК – не более 0,5 мгО ₂ /л; – окись кремния – 4,1 – 5,0 мг/л; Сухой остаток – до 205 мг/л. Водородный показатель, рН – 7 – 8.
Соль поваренная – дробленая для технических целей	Массовая доля хлористого натрия — н/м 90%. Массовая доля нерастворимых в воде веществ, не более 5%. Массовая доля влаги — не более 4%. Массовая доля оксида железа (2) — н/более 0,1%. Массовая доля кальция – иона, не более 0,8%. Массовая доля магния-иона — не более 2,2%. Массовая доля калия-иона — не более 0,4%.
Полиакриламид – гель, технический	Внешний вид и цвет – гелеобразная вязкая масса от светло-желтого до голубого цвета. Массовая доля основного вещества — н/м 6%. Массовая доля остаточных мономеров в расчете на 1% основного вещества — не более: – акриламида 0,004%;

Аналитический контроль качества растворов

1. Меламин-формальдегидная смола

Готовый 10% раствор меламин-формальдегидной смолы должен иметь следующие качественные показатели:

Вязкость – 10 Па;

Водородный показатель рН – 2-2,2;

Плотность — 1,003-1,037 г/см³;

Методы контроля: вязкости по Брукфильду, рН – любым рН - метром.

Определение растворимости в 1,3% растворе соляной кислоты. Навеску смолы 2,5 г, взятую с точностью до 0,0001 г (предварительно измельченную), переносят в коническую колбу с 25 г 1,3% раствора соляной кислоты, нагретого до температуры 18-20°C. Растворяют содержимое колбы в течение часа, после чего колбу оставляют в покое до полного осаждения нерастворенной части смолы и осветления раствора.

Фильтруют в коническую колбу на 100-150 мл с шлифованной пробкой. Затем из фильтрата отбирают пробу массой около 10 г, выпаривают ее в чашке досуха и высушивают в сушильном шкафу до постоянного веса.

Расчет растворимости, X,%:

$$X = \frac{(A - B) - (H + P) \cdot 100 \cdot 100}{D \cdot N \cdot (100 - B)}$$

где А – масса чашки с высушенным осадком, г; В – масса пустой чашки, г; Н – навеска смолы, г; Р – масса 1,3% раствора соляной кислоты, г; Д – масса раствора смолы, взятого для выпаривания, г; В – влажность смолы, %.

Определение содержания МФС в растворе. Метод основан на ариометрическом измерении плотности раствора, которая находится в зависимости от концентрации. Эти значения приведены ниже:

Концентрация, %	Плотность, г/мл
1	1,001
5	1,016
10	1,031
15	1,045

2. Полиакриламид

Определение массовой доли ПАА: массовую долю основного вещества (X), %, рассчитывают по формуле:

$$X = X_1 - X_2,$$

где X_1 — массовая доля сухого остатка, %; X_2 — массовая доля сульфата аммония, %.

Определение сухого остатка. Взвешивают около 1 г ПАА, сушат при температуре 105°C в течение 2 – 3 ч. Затем взвешивают остаток. Расчет ведут по формуле:

$$X_1 = m_1/m \cdot 100,$$

где m_1, m — соответственно масса ПАА до и после сушки, г.

Определение кинематической вязкости. Метод основан на измерении времени истечения раствора ПАА с концентрацией 0,25% через капилляр вискозиметра ВПЖ – 2, с диаметром капилляра 1,0 мм. Для этого 1,5 г хлористого натрия помещают в мерную колбу на 50 мл, добавляют 30 мл раствора ПАА 0,25% и растворяют путем встряхивания колбы. Затем полученный раствор фильтруют через воронку типа ПОР 100. После выдержки раствора в термостате при температуре $30 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ по секундомеру определяют время истечения раствора от верхней до нижней риски. Измерение повторяют три раза. Кинематическую вязкость рассчитывают по формуле:

$$v = K \cdot t,$$

где K — постоянная вискозиметра, $\text{мм}^2/\text{с}^2$; t — среднеарифметическое время истечения раствора ПАА, с.

3. Крахмал

Определение массовой доли воды. Навеску 5-10 г крахмала нагревают в течение часа при температуре $45 - 50^{\circ}\text{C}$. Затем температуру постепенно повышают до 120°C и образец выдерживают 4 ч при этой температуре. После охлаждения в

экспекторе пробу взвешивают. Массовая доля воды в крахмале должна превышать 20%.

Определение содержания золы. Навеску крахмала озоляют и прокаливают до постоянной массы.

Определение содержания кислоты. 0,25 г крахмала растворяют в колбе с 30мл воды и добавляют по каплям 0,1 раствора едкого натра, проверяют pH раствора при помощи индикаторной бумаги. Если для доведения до нейтральной точки расходуется 1 – 1,5 мл щелочи, крахмал считается слабокислым, при расходе 1,5 – 2 мл – кислым, а свыше 2 мл щелочи – сильнокислым.

Содержание кислоты пересчитывают на серную кислоту:

$$1 \text{ мл } 0,1 \text{ н NaOH} = 0.0049 \text{ г H}_2\text{SO}_4.$$

Определение клеящей способности. Навеску 4 г крахмала равномерно размешивают в маленькой фарфоровой чашке с 50 мл воды. После этого нагревают на горелке при постоянном перемешивании до тех пор, пока клейстер не станет прозрачным и вскоре после этого не начнёт пениться. Нагревание ведут не более 1 мин. После охлаждения клейстер должен настолько затвердеть, чтобы не выливался из чашки.

4. Сульфат алюминия

Определение концентрации. Метод основан на ареометрическом измерении плотности раствора. Ниже приведены зависимости концентрации сульфата алюминия от плотности.

Плотность раствора, г/см ³	Концентрация, %
1	1,009
2	1,018
3	1,029
4	1,040
5	1,050
6	1,061
7	1,072
8	1,083
9	1,094

10	1,105
12	1,129
14	1,152
16	1,176
18	1,201
20	1,226
22	1,252
24	1,278
26	1,306
28	1,333

Стандартизация

Основные задачи стандартизации

1. Установление требований к качеству готовой продукции на основе комплексной стандартизации качественных характеристик данной продукции.
2. Определение единой системы показателей качества продукции, методов и средств ее испытания и контроля.
3. Обеспечение единства и правильности измерений в стране.
4. Установление единых систем документации классификации.

Стандарты в Узбекистане являются обязательными в пределах установленной сферы их действия, области и условия их применения. Стандарты в Узбекистане подразделяются на следующие категории:

- Стандарты государственные – РСТ, ТУ.
- Стандарты предприятий – СТП.

На предприятиях хлопкоочистительной и целлюлозно-бумажной промышленности выпускают продукцию по трем стандартам – РСТ, ТУ и СТП. Их разрабатывают соответствующие отделы предприятия. При разработке руководствуются следующими стандартами:

- РСТ Уз 1.2-92. Порядок разработки, согласования, утверждения и государственной регистрации технических условий.
- РСТ Уз 1.3-92. Порядок разработки, утверждения и государственной регистрации стандартов предприятия.

Различные виды сырья, химикатов и вспомогательных материалов, приобретаемых в других странах, используются по их национальным стандартам. Условия применения стандартов этих государств также стандартизованы Республикой Узбекистан (РСТ Уз 1.7-93). Порядок прямого применения международных стандартов определен в нормативных документах.

Международный стандарты серии ISO 9000

Сегодня мировой рынок переживает качественно новый этап. Характерной его особенностью является интеграция, которая

позволяет странам с различным уровнем развития производства найти в этом процессе свое место.

Предприятия поставляют продукцию, предназначенную удовлетворять нужды и требования потребителей.

Конкуренция приводит к более жестким требованиям к качеству. Для того чтобы быть конкурентоспособными и поддерживать экономичность, предприятия должны применять более эффективные и рентабельные системы менеджмента. Такие системы должны вести к постоянному повышению качества и более совершенному удовлетворению требований потребителей.

Мощным средством для доступа на мировой рынок, повышения товарооборота предприятия, качества и конкурентоспособности продукции являются стандарты ISO и, прежде всего, стандарты серии ISO 9000.

Международные стандарты серии ISO 9000 устанавливают, какие именно элементы должны включаться в систему менеджмента качества, но не то, каким образом конкретная организация должна реализовывать эти элементы. Введение единообразных систем менеджмента качества не является целью этих стандартов. Потребности различных организаций отличаются друг от друга.

На проект и реализацию системы менеджмента качества обязательно оказывают влияние конкретные цели и процессы, а также специфические методы данной организации. Система менеджмента качества представляет собой метод, с помощью которого организация решает деловые задачи, связанные с обеспечением качества.

1. Система менеджмента качества – это система, определяющими компонентами которой являются организационная структура, процедуры, процессы и ресурсы.
2. Система менеджмента качества – это система, ориентированная на требования потребителя к качеству продукции.
3. Система менеджмента качества – это система бизнеса, нацеленная на успех в конкурентной борьбе.
4. Система менеджмента качества – инструмент реализации политики предприятия в области качества.
5. Система менеджмента качества – социально-экономическая система: объектом управления при такой системе выступает весь персонал предприятия.

6. Система менеджмента качества – информационно-насыщенная система, в которой обращается огромный массив разнообразной информации.
7. Система менеджмента качества – это система, обеспечивающая точность, согласованность, своевременность и полноту принимаемых решений в области качества.
8. Система менеджмента качества – целостная система, состоящая из организационно самостоятельных, но взаимосвязанных элементов.

Что такое система менеджмента качества, соответствующая стандартам ISO серии 9000?

Восемь принципов менеджмента качества ISO 9000:2000 г.

Принцип 1. ОРИЕНТАЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ НА ПОТРЕБИТЕЛЯ

Организации зависят от своих потребителей и поэтому должны понимать текущие и будущие потребности потребителей, выполнять требования потребителей и стремиться превзойти их ожидания.

Теперь основная ставка организации делается на маркетинговые исследования и анализ рынка, который служит механизмом, запускающим наше производство. Начав производство, мы должны как можно более точно знать, кто, когда, и по какой цене купит нашу продукцию, иначе риск становится непомерным. Каким образом можно добиться приверженности потребителей? На этот вопрос есть два ответа: не ограничиваться удовлетворением формальных требований потребителей, зафиксированных в договоре, технических условиях или иных документах, а попытаться предугадать его невысказанные желания и попытаться удовлетворить их; к каждому потенциальному потребителю необходим индивидуальный подход. Лозунгами предприятий, принявших решение внедрять системы менеджмента качества по стандартам ISO серии 9000 версии 2000 г. должны быть: «Потребитель—король»; «Потребитель—главное действующее лицо в нашем бизнесе».

Принцип 2. ВЕДУЩАЯ РОЛЬ РУКОВОДСТВА ЛИДЕРСТВО

Руководители устанавливают единство целей, направлений и микроклимат в организации. Они должны создать и поддерживать та-

кую внутреннюю обстановку, в которой люди могут стать полностью вовлеченными в достижение целей, поставленных организацией.

Анализ деятельности мирового сообщества в XX в. показал, что никакое серьёзное дело не будет выполнено с наибольшим эффектом, если люди, которые его возглавляют не возьмут на себя лидерских функций. Руководитель-лидер необходимое условие устойчивого успеха, но лидерские функции нужны на всех уровнях организации при решении любых ответственных задач. В противном случае трудно надеяться на создание атмосферы творческого подъёма, с которым люди начнут действовать. Именно такую атмосферу и надо создать в организации, готовой к жёсткой конкуренции на современных рынках.

Согласно концепции стандартов ISO, руководители высшего звена предприятий персонально участвуют в решении проблемы качества и берут на себя ответственность за проведение политики в данной области.

Основная задача руководителей предприятия сводится к целенаправленной деятельности по объединению и координации всех функциональных и производственных подразделений по обеспечению качества выпускаемой продукции, удовлетворяющей требованиям и ожидания потребителей больше, чем продукция конкурентов.

В условиях рыночной экономики каждое предприятие самостоятельно вырабатывает и реализует свою политику. Политика предприятия – широкомасштабное руководство к действию. Она провозглашает намерения руководства предприятия по защите его интересов и призвана направлять процесс принятия решений на достижение поставленных целей в течение длительного периода времени. Политика предприятия свидетельствует о том, что его руководство придерживается четко обозначенных подходов и принципов, базирующихся, как правило, на определенной философии.

Сформулированная в документе, подписанном высшим руководством, т.е. закрепленная документально, политика предприятия в области качества дает возможность всем работникам, а также потребителям и поставщикам получить отчетливое представление об официальном отношении руководства предприятия к качеству.

Политика в области качества тесно увязывается со стратегией

предприятия.

Стратегия в области качества – главный ориентир в деятельности предприятия. («Кто не знает, в какую гавань он плывет, для того нет попутного ветра», – утверждал Сенска).

Содержание политики предприятия в области качества составляют намерения и принципы деятельности, предусматривающие достижение поставленных целей.

Политика должна быть сформулирована таким образом, чтобы все работники предприятия ясно понимали и соблюдали установленные принципы или добивались того, чтобы они были официально изменены в целях удовлетворения требований или ожиданий потребителей.

Принцип 3. ВОВЛЕЧЕНИЕ ПЕРСОНАЛА

Люди на всех уровнях составляют сущность организации. Их полное вовлечение даст возможность использовать их способности для получения максимальной выгоды для организации.

В настоящее время бизнес становится все более социально-ориентированным, и это совершенно естественно, поскольку, чем жёстче рынок, тем важнее использовать интеллектуальный потенциал всех сотрудников. Для этого их надо раскрепостить и сделать командой, направленной на достижение общих целей. Задачей, которая вытекает из данного принципа, является превращение наёмных работников в сотрудников, которые разделяют культуру и ценности организации и готовы в случае необходимости разделить с ней свою судьбу. При этом необходимо добиваться того, чтобы индивидуальные цели сотрудников совпадали с целями организации.

Принцип 4. ПРОЦЕССНЫЙ ПОДХОД

Желаемый результат достигается более эффективным способом, если соответствующими ресурсами и деятельностью управляют как процессом.

Фундаментальной направленностью стандартов ISO 9001:2000 является применение процессного подхода ко всем видам выполняемых организацией работ.

Модель процесса, представленная графически, является концептуальным представлением требований системы менеджмента качества, приведенных в стандарте (рис.5.1).

Любая деятельность, получающая входные данные и

преобразующая их в выходные, может рассматриваться как процесс. Для успешного функционирования организаций необходимо определить многочисленные взаимосвязанные процессы и управлять ими.

При использовании в рамках системы менеджмента качества такой подход подчеркивает важность:

- понимания и выполнения требований;
- необходимость рассматривать процессы на основе дополнительной ценности;
- достижения результатов при выполнении процессов и их эффективности;
- постоянного совершенствования процессов, основанных на объективном измерении.



Рис.5.1. Модель процессно-ориентированной системы менеджмента качества

Примечание. Дополнительно может быть применена ко всем процессам методология, известная как «Планировать – Выполнять – Проверять – Действовать» (Цикл управления Деминга), которая может быть кратко описана следующим образом:

Планировать: определение целей и процессов, необходимых для

получения результатов в соответствии с требованиями потребителя и политикой организации.

Выполнять: внедрение процессов

Проверять: контролировать и измерять процессы и продукты в отношении политики, целей и требований для продукции, отчет о результатах.

Действовать: принимать меры для продолжения совершенствования процесса.



Цикл управления Деминга

Организация на основе этого принципа будет четко определять процессы проектирования, производства и поставки продукции и услуг. Тем самым будет определен и реализован процесс, обеспечивающий гарантию удовлетворения требований заказчика. В результате менеджмент качества продукции и услуг перейдет от управления результатами процесса к управлению самим процессом. Организация концентрирует свои усилия на оптимизации использования ресурсов в каждом процессе. Подобная культура действий предполагает постоянное улучшение процесса и осуществление деятельности по плановому улучшению. Применение этого принципа означает активное использование организацией измерений

и четкого представления о состоянии реализуемых процессов. Результаты измерений "выхода" процесса регулярно сопоставляются с мерами, осуществленными в ключевых точках процесса, в целях выявления действий, необходимых для улучшений.

Принцип 5. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ

Выявление, понимание и управление системой взаимосвязанных процессов, направленных на достижение поставленной цели, повышает результативность и эффективность организации.

Этот принцип означает, что организация стремится к объединению процессов создания продукции или услуг с процессами, позволяющими проверять соответствие продукции или услуги потребностям потребителей. При этом особое внимание уделяется созданию системы менеджмента качества, которая соответствует конкретным особенностям организации и является эффективной, с точки зрения обеспечения гарантий выполнения требований потребителя. В этом случае задача заключается в создании эффективной системы, в которую будут интегрированы все процессы и которая исключает ненужную бумажную работу и бюрократизм. По-настоящему эффективная система в этом случае использует оценку степени удовлетворенности заказчика, как и другие данные, для оперативного управления и выработки решений. Для оценки результативности и эффективности системы здесь проводят анализ со стороны руководства. Организации должны полностью понимать различные бизнес-процессы и управлять ими во взаимосвязи с целями организации. Если достижение удовлетворенности потребителя станет ключевым фактором успеха в бизнесе, в организации станет возможным использование данных, получаемых на основе обратной связи с потребителем, для выработки стратегических решений и общего бизнес-планирования.

Принцип 6. ПОСТОЯННОЕ УЛУЧШЕНИЕ

Неизменной целью организации является постоянное улучшение.

Для обеспечения этого принципа в организации должны реализовываться тщательно проработанные корректирующие и предупреждающие действия. Организация концентрирует свои усилия на повышении эффективности системы менеджмента качества на основе фактов (см. принцип 7), получаемых от широко

используемых процессов измерений (т.е. применяя статистические методы). Руководители организации должны устанавливать цели и задачи, основываясь на результатах оценки степени удовлетворенности потребителей и показателях внутренней деятельности. Руководители сами должны участвовать в процессе улучшений и обеспечивать выделение ресурсов, необходимых для решения поставленных задач. Организация должна быть нацелена на эффективное удовлетворение будущих потребностей потребителей и достижение бизнес-результатов посредством эффективности применения системы менеджмента качества.

Принцип 7. ПОДХОД К ПРИНЯТИЮ РЕШЕНИЙ, ОСНОВАННЫЙ НА ФАКТАХ

Эффективные решения основываются на анализе данных и информации.

Управленческие решения и действия должны исходить из анализа данных и информации и обеспечивать максимизацию производительности и минимизацию отходов и переработок. Усилия должны направляться на снижение затрат, улучшение показателей, расширение рыночной ниши благодаря использованию подходящих управленческих инструментов и технологий. При этом необходимо учитывать, что в настоящее время недостаточно только финансово-экономических показателей деятельности организации. Выполнение данного принципа требует также учёта показателей удовлетворённости потребителей, показателей внутренних характеристик бизнес-процессов, показателей возможностей и роста персонала. Для укрепления положения на рынке, организации должны широко применять такие методы, как направление специальных групп к потребителю, аналитические обзоры, пилотные исследования, что способствует точному пониманию запросов и требований потребителя. Информация основывается на анализе корректирующих и предупреждающих действий, анализе данных и новаторских идей, поступающих от всех членов организации, с целью повышения рыночной ценности выпускаемой продукции.

Принцип 8. ВЗАИМОЫГОДНЫЕ ОТНОШЕНИЯ С ПОСТАВЩИКАМИ

Организация и ее поставщики взаимозависимы. Взаимовыгодные отношения между ними способствуют расширению возможностей каждого из них создавать ценности.

Принцип базируется на создании стратегических альянсов или партнерских отношений, гарантирующих легкое вовлечение в скоординированную работу при совместной разработке и совершенствовании продукции, процессов и систем, на создании атмосферы взаимного доверия, уважения и согласия, направленной на удовлетворение потребителей и постоянное совершенствование.

Для обеспечения этого принципа организация должна установить процессы и документированные требования, которые должны соблюдать поставщики, а также процессы анализа и оценки способности поставщика выполнить указанные требования, кроме того, процессы оценки согласованности целей организации и поставщика. В данном случае основной целью является изменение стратегии организации в направлении сотрудничества и взаимоотношений с поставщиками. Во многих случаях это привлечение поставщиков к совместной разработке продукции на самой ранней стадии: установление требований и проведение широкомасштабных разработок. На этом уровне организация работает с поставщиками, укрепляя взаимное доверие и вырабатывая совместные обязательства в отношении степени удовлетворенности потребителя. Взаимные усилия по обеспечению непрерывного улучшения становятся нормой деятельности для обоих партнеров. Объединение у поставщика процесса обеспечения качества с другими усилиями, связанными с этим процессом, становится общей задачей организации и поставщика.

Порядок внедрения стандартов ISO на предприятии

Приступая к внедрению стандартов ISO, руководство предприятия должно четко себе представлять, какие явные преимущества или выгоды может получить предприятие в результате этой работы. Наиболее очевидными мотивами в пользу внедрения стандартов ISO являются:

- возможность минимизировать риск отказа покупателя от продукции или ее возврата (вследствие нестабильности качества) и связанных с этим потерь и ухудшения экономических показателей деятельности предприятия;

- повышение конкурентоспособности предприятия и, как следствие, расширение внутреннего рынка и увеличение экспортных возможностей;
- улучшение экономических показателей деятельности предприятия (рост прибыли, повышение производительности и рентабельности, уменьшение затрат на устранение дефектов, переработку некачественной продукции, выплату штрафов и др.);
- повышение престижа предприятия в глазах потребителей и общества, укрепление доверия к фирменной марке и, как следствие, рост заказов и увеличение объемов сбыта продукции;
- получение привилегий на поставку продукции для федеральных государственных нужд;
- получение или продление лицензий на производство продукции (например, военной техники);
- повышение эффективности менеджмента качества за счет использования недвусмысленных процедур и рационального распределения полномочий и ответственности в области качества;
- преимущество в тендерах на право участия предприятия в различных проектах;
- улучшение отношения исполнителей к работе вследствие наличия необходимых инструкций, обучения, более простого представления информации о проблемах качества, ощущения надежности работы и др.;
- возможность «говорить на одном языке» со специалистами по качеству на международном уровне.

Внедрение стандартов ISO на предприятии предполагает создание организационных, ресурсных, методических и социально-психологических условий для обеспечения качества продукции в соответствии с рекомендациями и требованиями этих стандартов.

Стремление предприятия внедрить стандарты ISO в течение короткого периода времени и с наименьшими затратами при недостаточной подготовленности персонала может обернуться серьезной неудачей и, следовательно, невосполнимыми потерями времени, средств и имиджа.

Внедрение стандартов ISO на предприятии при подходе, мотивированном руководством, может быть осуществлено в три этапа.

Первый этап – организация разработки системы менеджмента качества.

Второй этап – создание и введение в действие документации системы менеджмента качества.

Третий этап – подготовка к сертификации системы менеджмента качества.

В рамках первого этапа разработки системы менеджмента качества устанавливается степень соответствия применяемой на предприятии системы менеджмента качества требованиям международного стандарта ISO 9001:2000.

На практике такая оценка производится с привлечением консалтинговой компании, работающей в этой сфере бизнеса.

После проведения оценочного аудита предприятию представляется отчет, в котором отражена реальная степень соответствия системы менеджмента качества требованиям международного стандарта ISO 9001:2000, а также определены мероприятия, направленные на достижение нового соответствия.

Кроме того, консалтинговая компания проводит обучение ведущих специалистов предприятия по курсам «Введение в стандарты ISO 9001:2000», «Документы системы менеджмента качества», «Внутренний аудит СМК».

В ходе совместных консультаций определяется *область распространения* системы менеджмента качества, основные *бизнес-процессы* и их *руководители* и т.п.

Цель работы на втором этапе – надлежащее документирование системы менеджмента качества. При этом определяются структура и состав документации, обеспечивающей функционирование системы менеджмента качества и регистрацию данных о качестве.

Разработка и введение в действие документации осуществляется по утвержденному плану – графику. В зависимости от объема и сложности документации ее разработка может выполняться в несколько стадий в определенной очередности. При этом может быть использован «блочный метод» разработки, когда документы системы менеджмента качества разбиваются на отдельные блоки, в которых группируются по элементам системы. Количество стадий в этом случае устанавливается, исходя из количества принятых блоков, а

продолжительность и сроки выполнения работ на каждой стадии определяются объемом и сложностью подлежащих разработке документов.

Документация делает систему «видимой» не только для ее разработчиков, но и для пользователей и проверяющих. Доказать соответствие системы менеджмента качества установленным требованиям можно только тогда, когда система представлена в документированном виде. В противном случае можно утверждать, что система менеджмента качества отсутствует, как это следует из афоризма: «Нет документации – нет системы».

Документация системы менеджмента качества – комплект документов, необходимых для надлежащего функционирования системы менеджмента качества и обеспечения качества продукции. Документом системы менеджмента качества считается любой материальный носитель в системе менеджмента качества, содержащий информацию и реквизиты, позволяющие идентифицировать данную информацию.

Исходя из цели и задач документирования, создаваемая на предприятии документация системы менеджмента качества должна отвечать целому ряду строгих требований. К числу основных из них относятся:

1. Документация должна быть системной, т.е. определенным образом структурированной, с четкими внутренними связями между элементами системы менеджмента качества. Она должна давать ясное представление как о системе менеджмента качества в целом, так и о каждом отдельном ее элементе. Документация является в полной мере системной, если отсутствие хотя бы одного входящего в нее документа приводит к сбою функционирования системы менеджмента качества. Системность документации выражается также в том, что она выступает неотъемлемой частью документации общей системы управления предприятием.
2. Документация должна быть комплексной, т.е. затрагивать все аспекты деятельности в системе менеджмента качества, в том числе организационные, экономические, технические, правовые, социально-психологические, методические.
3. Документация должна быть полной, т.е. содержать исчерпывающее представление о деятельности, реализуемой в

системе менеджмента качества (что, как, когда и кто делает), а также о способах регистрации данных о качестве. При этом объем документации должен быть минимальным, но достаточным для практических целей. Документация должна включать как внутренние, так и внешние документы (межгосударственные и международные стандарты, методические рекомендации и т.п.).

4. Документация должна быть адекватной рекомендациям и требованиям стандартов ISO серии 9000. С этой целью целесообразно во вводной части каждого документа системы давать точную ссылку на конкретный раздел или пункт стандарта, в соответствии с которым разработан данный документ.
5. Документация должна содержать только практически выполнимые требования. В ней нельзя устанавливать нереальные положения. Иное дело, когда речь идет о требованиях, которые могут быть реализованы после выполнения определенных плановых мероприятий при внедрении документа.
6. Документация должна быть легко идентифицируемой, т.е. каждый документ системы менеджмента качества должен иметь соответствующее наименование и условное обозначение, позволяющее установить его принадлежность к определенному виду документов, определенной части системы.
7. Документация должна быть адресной, т.е. каждый документ системы менеджмента качества должен быть предназначен для определенной области применения и адресован конкретным исполнителям.
8. Документация должна быть актуализированной. Это означает, что документация в целом, и каждый отдельный ее документ должны своевременно отражать изменения, происходящие в стандартах ISO серии 9000 (по мере пересмотра), и изменения условий обеспечения качества на предприятии.
9. Документация должна быть понятной всем ее пользователям – руководителям, специалистам, исполнителям, заказчикам и аудиторам. С этой целью каждый документ должен быть изложен простым, ясным языком. Целесообразно, чтобы текст документа иллюстрировался блок-схемами процессов, алгоритмами, таблицами, максимально облегчающими понимание регламентируемых положений.

10. Документация должна иметь санкционированный статус, т.е. каждый документ системы менеджмента качества и вся документация в целом должны быть утверждены или подписаны полномочными должностными лицами.

Определение структуры и состава документации системы менеджмента качества – один из наиболее принципиальных вопросов документирования.

Типичная структура и уровни документов системы менеджмента качества приведены ниже:

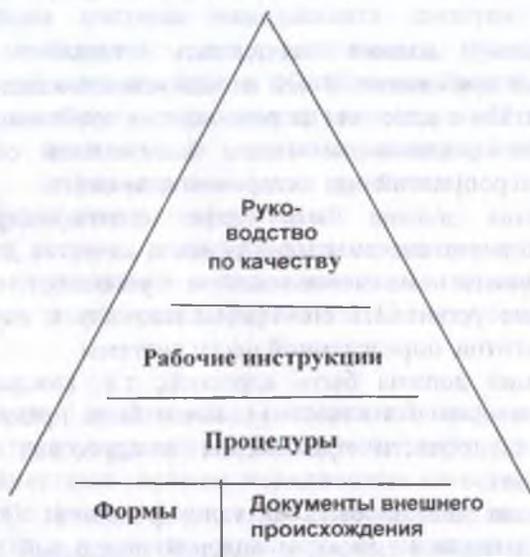


Схема политики и цели качества

Типичная структура и уровни документов системы менеджмента качества

По области применения документация системы менеджмента качества подразделяется на основную, общую и специальную.

К **основной** документации относятся политика предприятия в области качества, а также Руководство по обеспечению качества.

К **общим** относятся общеорганизационные и процедурные документы, регламентирующие деятельность в элементах системы менеджмента качества.

К **специальным** относятся рабочие процедуры и инструкции, подробно описывающие порядок и методы выполнения отдельных работ в системе менеджмента качества.

Руководство по качеству (Quality manual) – документ, излагающий политику в области качества и описывающий систему менеджмента качества предприятия.

Руководство по качеству всегда содержит: вводную часть; изложение политики предприятия в области качества; характеристику структуры предприятия; разделы, описывающие организацию работ по элементам системы менеджмента качества; положения по пересмотру и корректировке Руководства.

Процедура качества (Quality procedure) – документ, устанавливающий порядок осуществления деятельности в системе менеджмента качества.

Различают управленческие и рабочие процедуры. Управленческая процедура устанавливает порядок управления работой в системе менеджмента качества и отвечает на вопросы: Кто дает указание по выполнению работы? Кто планирует выполнение работы? Кто принимает решение о корректирующих и улучшающих мероприятиях? Кто контролирует их выполнение? и Кто оценивает результативность работы? Примерами управленческих процедур качества могут служить: «Анализ контракта», «Построение, изложение и оформление документов системы менеджмента качества» и т.д.

Рабочая процедура устанавливает порядок выполнения работ в системе менеджмента качества и отвечает на вопросы: Что делать? Где делать? Кому делать? В какой последовательности делать? Как делать? Рабочие процедуры устанавливают обязанности младшего управленческого персонала и квалифицированных рабочих. Примерами рабочих процедур качества являются: «Входной контроль

покупных материалов», «Сдача несоответствующей продукции на контрольный пост», «Порядок заполнения контрольных карт»

Методика качества – документ, устанавливающий один или несколько методов (способов приемов) осуществления определенной деятельности в системе менеджмента качества.

В отличие от процедуры, определяющей, главным образом последовательность выполнения работы во времени, методика определяет один или несколько способов выполнения этой работы. Методика отвечает на вопрос: Как (каким образом) делать? Примерами методик по качеству могут служить: «Методика оценивания качества проекта», «Методика обследования объекта аудита», «Методика анализа дефектов и отказов продукции» и т.д.

Инструкция по качеству – документ, содержащий требования к действиям, которые необходимо выполнить в системе менеджмента качества. Рабочие инструкции (по закупкам, контролю качества, проведению технологических операций и др.) носят, как правило, более детализированный, чем процедуры, характер. Примером рабочих инструкций по качеству могут служить: «Составление отчета по результатам внутреннего аудита», «Подготовка к работе контрольно-измерительного средства», «Нанесение на изделие защитного покрытия» и др. Чаще всего рабочие инструкции содержат подробное описание способов выполнения индивидуальных заданий. Такие инструкции необходимы в том случае, если их отсутствие может оказать прямое воздействие на качество продукции. В отличие от Руководства по качеству и общеорганизационных процедур рабочие инструкции являются оперативными документами.

План качества (Quality plan) – документ, регламентирующий конкретные меры в области качества, ресурсы и последовательность деятельности, относящиеся к специфической продукции, проекту или контракту.

В состав документов системы менеджмента качества входят данные о качестве. Данные о качестве выступают в форме записей, содержащихся в протоколах, актах, журналах, ведомостях, бланках, статистических картах, диаграммах, сертификатах. Наиболее распространенной формой представления регистрируемых данных о качестве является протокол качества – объективное доказательство степени выполнения требований к качеству или свидетельство эффективности работы отдельного элемента системы менеджмента

качества. Протокол может быть представлен как в письменном виде, так и в виде информации, хранящейся в электронной базе данных.

Регистрация данных о качестве предназначена для получения необходимой достоверной и своевременной информации о состоянии качества продукции на всех этапах ее жизненного цикла и эффективности действующей системы качества.

Управление регистрацией данных о качестве предусматривает идентификацию, сбор, индексирование, заполнение, хранение, ведение и изъятие зарегистрированных данных.

Формы для регистрации данных о качестве должны быть удобными для заполнения и последующей их обработки. Исходя из этого, они должны отвечать следующим требованиям:

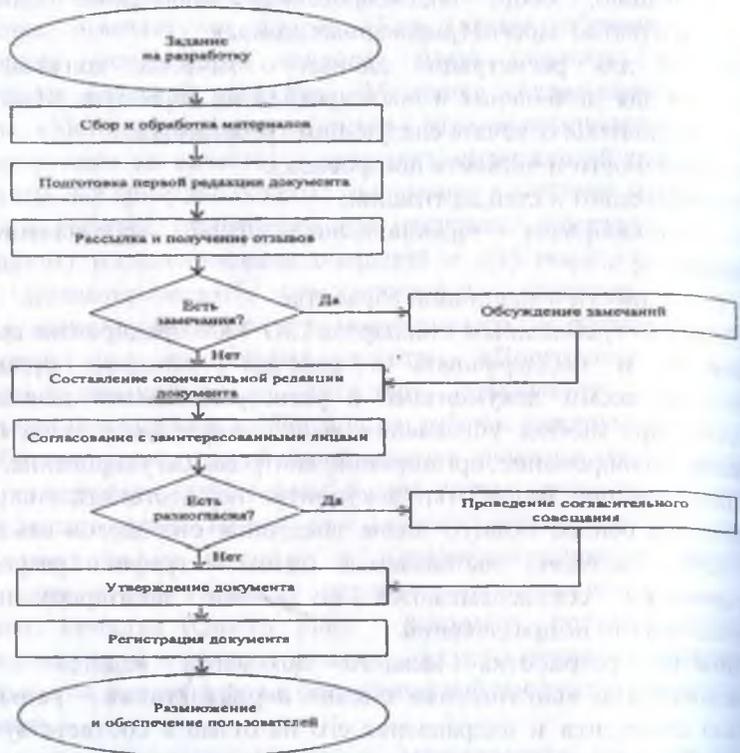
- наглядности и четкости построения;
- унификации и стандартизации;
- единообразия терминологии, правил обозначения и кодирования;
- пригодности к машинной обработке.

Согласно требованиям стандартов ISO 9000 предприятие должно установить и поддерживать в рабочем состоянии процедуру управления всеми документами и регистрационными данными о качестве. При любом управлении выполняются следующие общие функции: планирование, организация, контроль, регулирование, учет.

Планирование разработки документов осуществляется службой качества на основе общего плана внедрения стандартов семейства ISO 9000. Ежегодно составляемые планы – графики разработки документации согласовываются со всеми заинтересованными руководителями подразделений.

Обычно разработка каждого документа ведется в три последовательно выполняемые стадии: **первая стадия** – разработка проекта документа и направление его на отзыв в соответствующие подразделения; **вторая стадия** – обработка отзывов, разработка окончательной редакции документа, согласование его с заинтересованными подразделениями и утверждение полномочным должностным лицом; **третья стадия** – регистрация, издание и обеспечение пользователей.

Схема разработки документа системы менеджмента качества



Разработанному документу присваивается определенный код (шифр), устанавливающий его структурную принадлежность к документации системы менеджмента качества. Возможны различные варианты кодирования документов. В наиболее распространенном варианте кодирования код документа включает: условное обозначение (индекс) документа, цифровой код вида документа, цифровой код элемента системы менеджмента качества, порядковый номер документа и год его утверждения.

Введение в действие утвержденного документа осуществляется подразделением — разработчиком. Каждый вводимый в действие документ сопровождается специальным листом, в котором указываются руководители подразделений, на которых этим документом возлагаются определенные обязанности. Ввод документа в действие осуществляется на основе соответствующего распорядительного документа, в котором устанавливается срок его введения.

Контроль документов: Контроль правильности изложения и оформления документов осуществляет служба качества.

Регулирование документов: Целью этой деятельности — предотвращение использования утративших силу или устаревших документов. В связи с этим особое внимание уделяется своевременному обновлению документов, т.е. внесению в них изменений и дополнений.

Учет документов: На каждый документ системы менеджмента качества после его утверждения заводится карточка учета, в которой приводятся номер экземпляра копии, подразделение, фамилия и подпись лица, получившего копию. Регистрация выдаваемых или рассылаемых пользователям документов производится в специальном журнале, в котором фиксируются: код и наименование документа, форма предоставления его пользователю, подпись пользователя, а также делаются отметки об отмене документа.

Зарегистрированные данные о качестве хранятся в течение заданного периода времени. Стандарты ISO точно не регламентируют минимальный срок хранения зарегистрированных данных о качестве. Если более длительные сроки не определены законодательством (как, например, в атомной промышленности) или не оговорены в контракте, данные о качестве хранятся от пяти до семи лет.

Задача руководства предприятия и службы качества – разъяснить персоналу предприятия, что обеспечение качества базируется на определенной технологии, которая, как и всякая другая, должна быть строго документирована. До понимания каждого производственника должно быть донесено, что, если без соответствующей документации невозможно выгнать даже простейшую гайку, то тем более без этого нельзя добиться обеспечения должного качества продукции.

Как уже было сказано ранее, первым этапом внедрения стандартов ISO является организация разработки системы менеджмента качества, вторым этапом – создание и введение в действие документации системы менеджмента качества.

Наконец, третий этап – подготовка к сертификации системы менеджмента качества.

Перед тем как приступить к сертификации системы менеджмента качества, важно, чтобы все аспекты этой системы были внедрены, и она функционировала. Тогда вы будете иметь возможность понаблюдать за системой в работе и увидеть, где ее можно улучшить. Любые усовершенствования, сделанные на этой стадии, могут упростить последующую процедуру сертификации. Это позволит вам сэкономить время и деньги.

Органы по сертификации желают видеть, что реально сделано на предприятии. Поэтому у вас должны быть соответствующие отчетные документы, подтверждающие, что ваша система менеджмента качества разработана и эффективно функционирует.

Возможны два вида сертификации или регистрации. В одном случае ее проводят ваши потребители, в другом – независимая третья сторона. Приводимая ниже характеристика процедуры сертификации относится к типовому случаю, когда она проводится независимой третьей стороной, т.е. органом по сертификации и регистрации.

Процесс сертификации обычно включает следующие действия.

Вы подаете официальную заявку в орган по сертификации и регистрации. Заявка обычно содержит описание деятельности вашей организации, перечень выпускаемой ею продукции предоставляемых услуг и прочую требуемую информацию. Орган по сертификации может попросить вас заполнить соответствующий вопросник.

Далее орган по сертификации и регистрации проанализирует ваше Руководство по качеству. Основное внимание при этом будет

уделено тому, как в нем описано выполнение вами тех действий, которые предписаны стандартом.

Если орган по сертификации и регистрации выявляет расхождение со стандартом, он укажет вам на это. Дополнения к Руководству по качеству обычно позволяют разрешить большинство проблем, но, возможно, потребуется разработать дополнительные методики. Анализ внесенных изменений обычно проводят на последующих стадиях данного процесса.

Орган по сертификации и регистрации может затем провести предварительную проверку организации или сразу перейти к ее аудиту.

В процессе аудита со стороны органа по сертификации аудитор (а он может быть не один) будет использовать Руководство по качеству и любые имеющиеся у вас методики как описание работы вашего предприятия. Главные слова аудитора: «Покажите мне». Он может затребовать отчеты, докуменгты и другие доказательства того, что вы делаете все в соответствии с предписаниями, изложенным в Руководстве по качеству и методиках обеспечения качества.

При выявлении несоответствий действия аудитора определяются характером нарушений. Если будут выявлены серьезные нарушения, то в сертификации может быть отказано до их устранения. При небольших нарушениях сертификат или свидетельство о регистрации могут быть выданы, а подтверждение устранения недостатков отложено до следующей проверки соответствия системы установленным требованиям.

Выдав сертификат или свидетельство о регистрации, соответствующий орган будет проводить регулярный аудит сертифицированной системы менеджмента качества в течение всего периода действия сертификата. Такие аудиторские проверки могут быть не всеобъемлющими. Полная проверка всей системы менеджмента качества необязательно проводится при каждом аудите.

В случае выявления при последующих аудитах замеченных ранее несоответствий, которые не устранены организацией в установленные сроки, сертификат и свидетельство о регистрации могут быть отозваны. Небольшие несоответствия по требованию органа по сертификации должны быть устранены до следующего аудита, который в этих обстоятельствах не заставит себя долго ждать.

Действующие издания ISO 9001:2000 и ISO 9004:2000 были разработаны как согласованная пара стандартов на системы

менеджмента качества, спроектированная для дополнения друг друга, но их можно применять также самостоятельно.

ISO 9004:2000 предоставляет методическую помощь по более широкому спектру целей системы менеджмента качества, чем это делает ISO 9001:2000, особенно по постоянному улучшению деятельности организации и эффективности, а также ее результативности. ISO 9004:2000 рекомендуется как руководство для организаций, руководящий состав которых желает выйти за рамки требований ISO 9001:2000, преследуя цель постоянного улучшения деятельности.

ISO 9000:2000 содержит основные термины и определения.

Карта технологического контроля производства бумаги

Для обеспечения требуемого качества продукции удобно разработать карту технологического контроля производства. В карте точно указывается место контроля после каждого технологического процесса. В табл. 5.2 в качестве примера приведена «Карта технологического контроля в производстве бумаги на Ташкентской бумажной фабрике».

Таблица 5.2. Карта технологического контроля производства бумаги из хлопковой целлюлозы

№	Наименование определяемых показателей	Место отбора проб	Периодичность определения	Кто проводит определение анализов, запись в журналах
1	2	3	4	5
Входной контроль				
1	Хлопковый линт: - сорность; - влажность; - длина волокна.	Склад сырья	При поступлении	Лаборант
2	Щелочь: - концентрация; - содержание железа.	Склад сырья	При поступлении	Лаборант

Продолжение таблицы 5.2

1	2	3	4	5
3	Перекись водорода: - концентрация.	Склад сырья	При поступлении	Лаборант
4	Гипохлорит натрия; - содержание активного хлора; - массовая концентрация щелочи; массовая концентрация железа.	Склад сырья	При поступлении	Лаборант
5	Глицерин: - концентрация.	Склад сырья	При поступлении	Лаборант
6	Поливиниловый спирт: - содержание основного вещества; - клейкость.	Склад сырья	При поступлении	Лаборант
7	Крахмал: - содержание основного вещества; - клейкость.	Склад сырья	При поступлении	Лаборант
8	Серная кислота: - концентрация.	Склад сырья	При поступлении	Лаборант
9	Меламин-формальдегидная смола, раствор: - концентрация; - pH.	Цех приготовления	После приготовления	Лаборант
10	Канифоль: - содержание основного вещества и раствора; - pH раствора.	Цех приготовления	После приготовления	Лаборант
11	Наполнитель (двуокись титана и каолин): - белизна; - влажность.	Склад сырья	При поступлении	Лаборант
12	Соляная кислота: - концентрация	Склад сырья	При поступлении	Лаборант

Продолжение таблицы 5.2

1	2	3	4	5
13	Соль поваренная: - содержание основного вещества	Склад сырья	При поступлении	Лаборант
14	Сульфат алюминия: - концентрация	Склад сырья	При поступлении	Лаборант
15	Полиакриламид: - содержание основного вещества	Склад сырья	При поступлении	Лаборант
Варка и отбелка хлопкового липта				
16	Состав варочного раствора: - концентрация компонентов.	С цеха	По заданию руководства цеха	Лаборант
17	Белизна целлюлозы.	С цеха	По заданию руководства цеха	Лаборант
18	Степень полимеризации целлюлозы после варки.	С цеха	1 раз в сутки	Лаборант
19	Состав сточных вод после варки - отбелки	Сборник сточных вод	1 раз в сутки	Лаборант
Формование бумажного полотна				
20	Бумажная масса: - концентрация; - длина волокна; - степень помола.	Бассейн	До и после завершения процесса размола	Размольщик, Лаборант
21	Концентрация наполнителей.	Участок приготовления	С каждого приготовления	Лаборант
22	Состав и характеристика подсеточной воды	Сборник сточных вод, лоток	1 раз в сутки	Лаборант
23	Скорость бумагоделательной машины	Машинный зал	2 раза в смену	Машинист

Продолжение таблицы 5.2

1	2	3	4	5
24	Дозировка химикатов	Цех формования бумажного полотна (ЦФБП)	2 раза в смену	Машинист
25	Физико – механические показатели бумаги.	Накат	Каждый рулон	Лаборант
Отделка бумаги				
26	Формат бумаги после продольной и поперечной резки.	С каждой машины	3 – 4 раза с каждого рулона	Машинисты резки
27	Внешний дефект бумаги.	При сортировке	Каждую партию	Сортировщик
28	Качество упаковки.	На машине	Каждая упаковка	Упаковщик
29	Климатические условия помещения (помещение сортировки и упаковки).		регулярно	Технолог
Химводоподготовка и очистка сточных вод				
30	Показатели воды: - исходной; - осветленной; - умягченной; (рН, щелочность, жесткость, прозрачность, содержание железа и хлоридов)	Цех водоподготовки и очистки	2 раза в смену	Лаборант

Продолжение таблицы 5.2				
1	2	3	4	5
31	Показатели сточных и очищенных вод (рН, щелочность, жесткость, прозрачность, Fe, Al, TiO ₂)	Цех водоподготовки и очистки	Через каждые 2 ч.	Лаборант

Качество целлюлозы и бумаги

1. Целлюлоза

Таблица 5.3. Хлопковая целлюлоза для химической переработки по физико-химическим показателям должна соответствовать следующим нормам

№	Показатель	Норма
1	2	3
1	Внешний вид	Рыхлая масса белого цвета, не содержащая посторонних включений в виде щепы, песка, кусочков резины, металлических включений и других примесей не целлюлозного характера
2	Массовая доля альфа-целлюлозы, %, не менее: а) по весовому методу для марок: 15 25,35 для других б) по фотометрическому методу для марок: 15 25,35 для других	98,2-97,2 98,5-97,7 99,0-98,0 98,2-97,2 98,5-97,7 99,0-98,0
3	Смачиваемость, г, не менее, для марок: 15 для других	145-140 150-140

Продолжение таблицы 5.3

1	2	3
4	Массовая доля воды, %, не более	8,0-10,0
5	Массовая доля золы, %, не более	0,1-0,2
6	Массовая доля остатка, нерастворимого в серной кислоте, %, не более	0,1-0,3
7	Массовая доля волокнистой пыли, %, не более	2
8	Белизна, %, не менее	88-85
9	Масса железа, мг/кг, абсолютно сухой целлюлозы, не более	25
10	Динамическая вязкость, МПа·с (СП) для марок:	
	25	1,0-2,2 (10-20)
	25	2,1-3,0 (21-30)
	35	3,1-4,5 (31-45)
	70	4,6-8,5 (46-85)
	100	8,6-11,5 (86-115)
	150	11,6-17,5 (116-175)
	250	17,6-30,0 (176-300)
	350	30,1-43,0 (3001-430)
	650	43,1-85,0(431-850)

Таблица 5.4. Хлопковая целлюлоза для химической переработки и ацетилирования

№	Наименования показателя	Для	
		химической переработки	ацетилирования
1	2	3	4
1	Содержание альфа-целлюлозы, по ДИН 54355, %	99,4	99,3
2	Вязкость, %	7-8	7-8
3	Зольность, %	0,03-0,3	0,03
4	Содержание железа, ppm	10-50	10

Продолжение таблицы 5.4.			
1	2	3	4
5	Содержание кальция, ppm	40	-
6	Вязкость: -по Тарри 206 (1 % раствор);	10-300	150
	-по Тарри 230 (0,5 % раствора в куане), мПа·с	6-90	-
7	Белизна, %	90	90
8	Фильтруемость	-	10
9	Прозрачность, %	-	75
10	Цветность	-	0,08

2. Бумага

Таблица 5.5. Качественные показатели потребительск
бумаги

№	Показатель	Ед. изм.	Писчая	Цветная	Карто- графическая
1	Масса 1 м ²	г	80	90	80
2	Толщина	мкм	-	-	99
3	Разрывная длина	м	3375	3165	3360
4	Зольность	%	3,2	3,1	3,3
5	Гладкость: сетка ткань	мл/мин	350	420	275
			185	200	140
6	Водородный показатель, рН		6,0	5,4	6,0
7	Непрозрачность	%	88	99	85
8	Белизна	%	76	-	80
9	Степень проклейки	мм	1,3	-	1,2
10	Сорность, коли- чество на 1м ² поверхности, площадью, мм ² От 0,1 до 1,0; от 1,0 и более	шт.	90	100	45
11	Влажность	%	6,5	6,0	6,6

Глава VI. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В настоящее время одна из острых проблем – охрана окружающей среды. Под окружающей средой принято понимать целостную систему взаимосвязанных природных и антропогенных объектов и явлений, в которой протекают труд, быт и отдых людей. Понятие «окружающая среда» включает социальные, природные и искусственно создаваемые физические, химические и биологические факторы, т.е. все то, что прямо или косвенно воздействует на жизнь и деятельность человека.

В производстве хлопкового линта

В зависимости от расположения цехов хлопкозавода, пылимость находится в пределах 12000 – 15000 мг/м³. Выделяющаяся пыль состоит из трех фракций: мелких пылевых частиц почвы–леса, размером менее 0,05 мм в поперечник (до 25%); частиц сора – раздробленных частей листа, прицветника и растения хлопчатника; волокнистых частиц в виде оборванных или целых хлопковых волоконцев. Сочетание этих трех фракции в общей массе пыли затрудняет использование для ее улавливания большинство существующих сейчас в технике пылеулавливания устройств. Это происходит потому, что пылеулавливатели, рассчитанные на улавливание мелкой пыли, поставленные в условия работы на хлопкозаводах, быстро забиваются волокнистыми фракциями, а пылеулавливатели, которые хорошо ловят сорные и волокнистые частицы, не могут задержать мелкие лессовые частицы. Поэтому для условий хлопкозаводов выбор пылеулавливающих устройств имеет свои специфические особенности.

Пылеосадочные камеры (пыльные камеры) работают на принципе осаждения пылевых частиц под действием силы тяжести при резком падении скорости воздушного потока после входа в камеру, которая должна быть значительных размеров. Пылевые частицы, поступившие в камеру, будут двигаться под действием двух сил: давления на частицы потока движущегося в камере воздуха и действия силы тяжести.

Размеры пылесадочной камеры должны обеспечивать ламинарное движение воздуха, иначе из-за завихрений будет нарушаться осаждение пыли.

В идеальном случае скорость движения пылевой частицы в камере должна быть примерно равна скорости витания, которая для волокнистых частиц составляет 0,02 – 0,03 м/с. Чтобы пылевая частица выпала из потока, необходимо сделать время ее движения в горизонтальном направлении равным времени ее осаждения, т.е.

$$t = \ell / v_b; \text{ или } t = H / v_{\text{вит}}, \ell / v_b = H / v_{\text{вит}},$$

где t – время осаждения частицы;

ℓ – длина камеры, м;

H – высота камеры, м;

v_b – скорость запыленного воздуха в камере, м/с;

$v_{\text{вит}}$ – скорость витания пыли.

Исходя из этих условий, можно определить длину камеры для осаждения любой фракции пыли:

$$\ell = H v_b / v_{\text{вит}}$$

Для практических расчетов нужно, чтобы средняя скорость воздушного потока в камере не превышала 0,6 м/с, для чего на 1 м³ очищаемого воздуха объем пылесадочной камеры должен быть не менее 80 м³. При этом эффективность пылеулавливания достигается 0,6–0,7 при аэродинамическом сопротивлении 200 – 250 Па.

В производстве хлопковой целлюлозы

В производстве хлопковой целлюлозы участвуют полимеры как природного происхождения (хлопковый линт), так и химического, в основном, неорганические кислоты, щелочи и соли. В технологическом процессе неизбежно выделение вредных веществ в атмосферный воздух и воду. Производства хлопковой целлюлозы и бумаги относятся к классу умеренной опасности по предельно допустимой концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе, поэтому их надо знать и регулярно вести контроль за вредными веществами.

В состав производства хлопковой целлюлозы (на примере производства хлопковой целлюлозы Ферганского химического завода фурановых соединений) входят производства хлопковой целлюлозы со складами хлопкового линта и готовой продукции, станция деминерализации воды, главный склад химикатов с расположенной на его территории станцией нейтрализации сточных вод.

Технологический процесс состоит из следующих стадий:

- механическая и мокрая очистка линта;
- химическая обработка линта;
- промывка пульпы целлюлозы;
- изготовление целлюлозных листов или кип;
- сушка целлюлозы.

Сточные воды, образующиеся в процессе изготовления целлюлозы, поступают на станцию нейтрализации, расположенную на территории суточного склада химикатов.

Для охлаждения оборудования используется обратная вода.

В процессе производства хлопковой целлюлозы используется деминерализованная вода. Приготовление деминерализованной воды проводится в две стадии (подробная технология в главе 7):

- фильтрация;
- обработка на установке обратного осмоса.

При промывке фильтров технической водой и работе установки обратного осмоса образуются сточные воды, которые поступают в общезаводскую канализационную сеть. Характеристика сточных вод производства хлопковой целлюлозы приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1. Характеристика сточных вод производства хлопковой целлюлозы

№	Наименование загрязняющих веществ	ПДК	Фоновая
		загрязняющих веществ в воде водостока, $C_{\text{плк}}, \text{г/м}^3$	концентрация загрязняющего вещества в воде водостока, $C_{\text{ф}}, \text{г/м}^3$
1	2	3	4
1	Взвешенные вещества	53,7	51,2
2	Хлориды	300	33,6
3	Сульфаты	100	479,3

Продолжение таблицы 6.1

1	2	3	4
4	БПК		2
5	Сухой остаток	1500	1171
6	Азот нитратный	9,1	5,8
7	Азот нитритный	0,02	0,013
8	Кальций	180	226,4
9	Магний	40	98,4
10	Железо	0,05	0,21
11	Азот аммонийный	0,5	1,34
12	Нефтепродукты	0,05	0,36
13	Фосфаты	0,3	0,14
14	Фенол	0,001	-
15	Медь	0,001	-

В производстве бумаги из хлопковой целлюлозы

Производство бумаги из хлопковой целлюлозы относительно безвредно (на примере Ташкентской бумажной фабрики). Стоки с варочного «Турбостата» и хлопкового сырья очищаются и выбрасываются в городскую канализационную сеть. Подсеточная вода, содержащая следы наполнителя, повторно используется по замкнутому циклу. Стоки после очистки бумажной массы направляются на участок изготовления бумажно-волоконистых плит, а их стоки на очистку. Таким образом, по данным института «Узкимесаноатлоиха», выбросы в атмосферу не превышают предельно допустимую норму (табл. 6.2.).

На предприятиях имеется своя котельная. В качестве топлива могут использоваться природный газ, мазут или бурый уголь. При сжигании этих видов топлива выделяются вещества, загрязняющие атмосферный воздух. Наибольший выброс пыли дают установки, работающие на угле. Известно, что твердое топливо может содержать серу в формах: Fe_2S (колчедан) и FeS_2 (пирит) в составе молекул органической части топлива и в виде сульфатов в минеральной части.

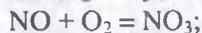
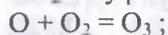
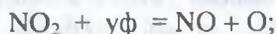
Таблица 6.2. Выделение вредных веществ в атмосферу воздуха, по переходам технологического процесса производства бумаги (Ташкентская бумажная фабрика)

№	Технологический процесс	Наименование выбросов	ПДК, мг/м ³	Объемный расход ГВС, м ³ /с	Содержание пыли, г/м ³
1	Разрыхление и транспортировка линта	Пыль хлопковая при: - разрыхлении; - транспортировке	0,5	6,112 1,250	0,01330 0,79125
2	Формование бумаги на БДМ	Пыль бумажная при сушке. Формальдегиды в ГВС	0,5 0,035	12,781 12,781	0,0018 0,00003
3	Переработка бумажных отходов	Пары серной кислоты	0,3	0,279	0,04460
4	Приготовление суспензии: диоксида титана каолина	Пыль диоксида титана Пыль каолина	0,5 0,5	3,522 3,522	0,00005 0,00019
5	Приготовление клея	Пыль карбамида Пыль ПВХ Пыль крахмала	0,06 0,1 0,5	3,522 3,522 3,522	0,00002 0,00002 0,00002
6	Поперечная резка бумаги	Пыль бумажная Формальдегид	0,5 0,035	2,780 2,780	0,000501 0,00010
7	Сортировка и упаковка	Формальдегид	0,035	5,559	0,00006

Серосодержащие продукты в результате горения превращаются в оксиды серы, причем 99% составляет сернистый ангидрид SO_2 . Для примера: теплоэлектростанция, сжигающая ежегодно 1 млн. т угля с зольностью 20 %, при эффективности пылеулавливающего оборудования 94 – 98 %, выбрасывает в атмосферу 4–12 тыс. т. мелких частиц пыли. В случае применения в теплоэнергетике мазута, сланцевого масла, дизельного и котельно-печного топлива отсутствует пиритная сера. В состав золы мазута входят пентаоксид

ванадия (V_2O_5), а также Ni_2O_3 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , SiO_2 , MgO и другие оксиды. Зольность мазута не превышает 0,3%. Содержание мазута зависит от серности нефти, при сгорании твердых частиц в дымовых газах оно составляет около $0,1 \text{ г/м}^3$. Сера в мазуте находится преимущественно в виде органических соединений, элементарной серы и сероводорода. Ее содержание зависит от серности нефти, из которой он получен. В малосернистом котельно-печном топливе содержится серы не более 0,5%, в сернистом – до 1,1%, в сланцевом масле – не более 1%. При сжигании мазута эти выбросы в 100 раз меньше (0,04 – 0,12), чем при сжигании угля, а при сжигании природного газа в 10 раз меньше, чем при сжигании мазута. Газообразное топливо представляет собой наиболее «чистое» органическое топливо, так как при его полном сгорании из токсичных веществ образуются только оксиды азота.

Установлено, что в атмосфере происходит реакция фотодиссоциации диоксида азота NO_2 на NO и O , при этом поглощается излучение ультрафиолетовой области солнечного спектра, которое играет преобладающую роль в атмосферных фотохимических процессах. Здесь важное значение имеет взаимодействие молекулярного кислорода и оксида азота NO с атомарным кислородом, в результате чего образуются озон O_3 и диоксид азота. Фотохимические реакции с диоксидом азота протекают в следующих направлениях:



Оксиды углерода образуются при неправильно организованном режиме сжигания топлива. Например, при нехватке кислорода в топливе в продуктах сгорания всех видов топлива появляется оксид углерода.

В табл. 6.3. представлены основные выбросы и ПДК загрязняющих веществ из котельной.

Таблица 6.3. Значение предельно допустимых концентраций для некоторых веществ

Вещество	ПДКм.р, мг/м ³	ПДКс.с, мг/м ³
Диоксид азота, NO ₂	0,085	0,04
Оксид азота, NO	0,6	0,06
Диоксид серы, SO ₂	0,5	0,05
Пентоксид ванадия, V ₂ O ₅	-	0,1мкг/100м ³
Сажа	0,15	0,05
Оксид углерода, CO	5	3
Сероводород, H ₂ S	0,008	-
Аммиак, NH ₃	0,2	0,04

Известно, что источником азота на ТЭЦ является молекулярный азот воздуха и азотосодержащие компоненты топлива. Их учитывают проектировщики котлов, концентрация их должна находиться на уровне, приведенном в табл. 6.4.

Таблица 6.4. Содержание оксидов азота в дымовых газах котлов

Топливо	Котлы	Концентрация, мг/м ³	
		фактическая, без средств подавления	ГОСТ 26943
Природный газ	Котлы 230-420 т/ч	500 - 900	370
Мазут	Котлы 230-670 т/ч	500 - 700	370
Бурые угли	Котлы с твердым шлакоудалением	500 - 600	470 - 670

Основные методы расчета выбросов

1. Методика расчета норм предельно допустимого сброса (ПДС)

На всех предприятиях ведется строгий учет использования воды, как поступающей, так и сточной. Величины ПДС определяются для всех категорий водопользования как произведение максимального часового расхода сточных вод q ($\text{м}^3/\text{ч}$) на концентрацию в них загрязняющих веществ $C_{\text{пдк}}$ ($\text{г}/\text{м}^3$) согласно формуле

$$\text{ПДС} = q C_{\text{пдк}} \text{ (г/м}^3\text{)}, \text{ г/ч.}$$

Допустимая концентрация веществ в сточной воде с учетом ассимилирующей способности водного объекта

$$C_{\text{пдк}} = n(C_{\text{пдк}} - C_{\text{ф}}) + C_{\text{ф}},$$

где $C_{\text{пдк}}$ – предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в воде водотока, $\text{г}/\text{м}^3$; $C_{\text{ф}}$ – фоновая концентрация загрязняющего вещества в воде водотока выше выпуска сточных вод, $\text{г}/\text{м}^3$; n – кратность общего разбавления сточных вод в водотоке, равная произведению кратности начального разбавления n_1 на кратность основного разбавления n_0 , т.е.

$$n = n_1 \cdot n_0.$$

Для данного выпуска кратность начального разбавления не учитывается. Кратность основного разбавления

$$n_0 = q + \gamma \cdot Q/q,$$

где q – максимальный расход сточных вод = $0,136 \text{ м}^3/\text{с}$;
 γ – коэффициент смешения;

$$\gamma = 1 - \exp(-\alpha \sqrt[3]{VL}) / (1 + Q/q \exp(-\alpha \sqrt[3]{L})),$$

где L – расстояние от выпуска до расчетного створа по фарватеру = 500 м ; α – коэффициент, учитывающий гидравлические условия в

коллекторе:

$$\alpha = \varphi \varepsilon \sqrt[3]{D/q},$$

где φ – коэффициент извилистости = 1,0; ε – коэффициент, зависящий от места спуска сточных вод = 1,0; D – коэффициент турбулентной диффузии, $\text{м}^2/\text{с}$;

$$D = q V H / 37 \Pi_{\text{ш}} C^2,$$

где q – ускорение свободного падения = $9,81 \text{ м}^2/\text{с}$; V – средняя скорость течения реки = $0,8 \text{ м/с}$; H – средняя глубина реки = $1,2 \text{ м}$; $\Pi_{\text{ш}}$ – коэффициент шероховатости ложа водоема = $0,025$; C – коэффициент Шези, $\text{м}^{1/2}/\text{с}$

$$C = R^y / \Pi_{\text{ш}},$$

где R^y – гидравлический радиус потока $H = 1,2 \text{ м}$;

Следовательно:

$$y = 0,218; C = 41,64; D = 0,00587; \alpha = 0,272; \gamma = 0,3; p_0 = 2,55$$

Если в водоеме содержится более 30 мг/м^3 природных взвешенных веществ, то допускается увеличение их содержания в пределах 5%.

2. Расчет предельно допустимых выбросов

В соответствии с требованиями ГОСТ 17.02-83, для каждого проектируемого и действующего промышленного предприятия устанавливается предельно допустимый выброс (ПДВ) вредных веществ в атмосферу при условии, что выбросы вредных веществ от данного источника в совокупности с другими источниками, находящимися в зоне действия предприятия, не создают приземную концентрацию, превышающую ПДК в рабочей зоне. Понятие ПДВ сводится к следующему: ПДВ конкретного источника – это минимальное количество вредных веществ, остающихся в очищенном воздухе и выбрасываемых в атмосферу, которое при рассеивании их ветровым напором и последующим осаждением, создает в приземном слое населенного пункта максимальную

концентрацию в совокупности с фоновой концентрацией, превышающей 30% ПДК рабочей зоны, т.е.

$$C_{\max} + C_{\phi} \leq 30 \% \text{ ПДК},$$

где C_{\max} – максимальная концентрация в приземном слое, мг/м^3 ; C_{ϕ} – фоновая концентрация от других источников работы данного предприятия, мг/м^3 ; ПДК – предельно допустимая концентрация вредного вещества в рабочей зоне, мг/м^3 .

Если на данном предприятии при освоении производства по объективным причинам не могут быть достигнуты ПДВ, то по согласованию с Госкомприродой могут быть установлены временно согласованные выбросы (ВСВ) на первый год работы предприятия из условия:

$$C_{\max} + C_{\phi} \leq \text{ПДК}$$

На второй год работы предприятия из условия:

$$C_{\max} + C_{\phi} \leq 0,5 \text{ ПДК}$$

3. Расчет максимального значения приземной концентрации вредного вещества в воздухе населенного пункта при неблагоприятных метеорологических условиях предельно допустимых выбросов

По мере повышения мощности электростанции и ухудшения качества топлива для обеспечения необходимого рассеивания потребуются трубы всё большей высоты – 200, 300 м и более. При проектировании и эксплуатации ТЭЦ или котельных необходимо обеспечить концентрацию вредных веществ в атмосферном воздухе на уровне дыхания человека не выше ПДК по всем выбрасываемым примесям дымовых газов. Из этих условий рассчитывают высоту выброса (трубы).

Основой расчета загрязнения атмосферы выбросами одиночного источника является максимальное значение приземной концентрации вредного вещества при выбросе газо-воздушной смеси (ГВС) из источника с круглым устьем при неблагоприятных метеорологических условиях на заданном расстоянии от источника.

При этом дополнительно учитывается скорость оседания вредных веществ в атмосфере; условия выхода ГВС из устья источника, влияние рельефа местности: разность между температурой выбрасываемого и окружающего атмосферного воздуха. Это установлено «Методикой расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ содержащихся в выбросах предприятий» (ОНД-86). Ниже рассмотрим формулы расчетов выброса, высоты; приземной концентрации вредного вещества; массовой скорости; линейной скорости, возвышения факела; высоты трубы; расстояния от точки выброса до места максимальной концентрации вредности в приземном слое воздуха и концентрация пыли в выбрасываемом в атмосферу воздухе.

3.1. Высота выброса (H), м

$$H = H_{tr} + \Delta H, \text{ или } H = (235 \cdot M / V_n \cdot 3600 \cdot C_{max})^{1/2},$$

где H_{tr} – высота трубы, м; ΔH – возвышение факела выброса над устьем трубы, м.

3.2. Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества при выбросе ГВС из одиночного точечного источника при неблагоприятных метеорологических условиях, C_{max} , мг/м³:

$$C_{max} = 235 \cdot M / V_0 \cdot H^2 \cdot 3600,$$

где 235 – коэффициент температурной стратификации атмосферы; V_0 – скорость ветра на высоте выброса, м/с; M – массовая скорость выброса из устья трубы, г/ч.

3.3. Массовая скорость выброса определяется

$$M = \Sigma L \cdot C_b / 1000, \text{ г/ч,}$$

где ΣL – суммарная производительность вентиляционных выбросов по воздуху, м³/ч; C_b – концентрация аэрозоля в выбрасываемом воздухе в устье трубы, мг/м³.

3.4. Линейная скорость выброса ГВС из устья трубы, м/с

$$V_0 = \Sigma L / 3600 \cdot F_{\text{тр}},$$

где $F_{\text{тр}}$ – сечение трубы, м^2 .

3.5. Возвышение факела выброса над устьем трубы определяется, м

$$\Delta H = 1,9 \cdot d \cdot V_0 / V_{\text{в}} p,$$

где d – диаметр устья трубы, $V_{\text{в}}$ – расчетная скорость ветра на высоте 10 м от уровня земли, м/с , p – поправочный коэффициент на скорость ветра, зависящий от выброса трубы:

$N_{\text{тр}}$: 10; 25; 40; 80; 120; 160; 200

P : 1,0; 1,2; 1,3; 1,46; 1,54; 1,6; 1,65

3.6. Высота трубы определяется

$$H_{\text{тр}} = H - \Delta H,$$

где C_{max} – максимальная разовая концентрация вредности в приземном слое воздуха по СН-245-71.

В зависимости от высоты H устья источника выброса вредного вещества над уровнем земной поверхности указанный источник относится к одному из следующих четырех классов:

- высокие источники, $H \geq 50$ м;
- источники средней высоты. $H = 10 - 50$ м;
- низкие источники, $H = 2 - 10$ м;
- наземные источники, $H \leq 2$ м.

3.7. Расстояние от точки выброса до места максимальной концентрации вредности в приземном слое воздуха (санитарно защитная зона) составляет

$$X_{\text{max}} = 20 \cdot H, \text{ м}$$

Рассчитав значения X_{max} , определяют по нормам класс санитарно-защитной зоны.

Классы санитарно-защитных зон: 1 класс – 1000 м; 2 класс – 500 м;
3 класс – 300 м; 4 класс – 100 м; 5 класс – 50 м.

Концентрация пыли в выбрасываемом в атмосферу воздухе (C_v) может быть рассчитана в зависимости от суммарной производительности вентиляционных выбросов (ΣL) и ПДК вредных веществ в рабочей зоне, исходя из условия: если суммарные вентиляционные выбросы по воздуху (ΣL) составляют $>15,0$ тыс. $m^3/ч$, то C_v определяется по формуле,

$$C_v = [160 - 4 \cdot (\Sigma L)] \cdot K,$$

где K – поправочный коэффициент, зависящий от ПДК в рабочей зоне:

ПДК, mg/m^3 : до 1,0; от 1 до 2; от 2 до 4; от 4 до 10; более 10
 K : 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0

4. Определение категории предприятия

Промышленные или иные предприятия, имеющие вредные выбросы в атмосферу, подразделяются на 4 категории в зависимости от параметра F .

$$F = M/K,$$

где M – масса выбрасываемых вредных веществ всеми источниками предприятия, mg/m^3 ;

$$K = \frac{M_1 \cdot ПДК_{нр1} + M_2 \cdot ПДК_{нр2} + \dots + M_n \cdot ПДК_{нрn}}{M_1 + M_2 + \dots + M_n}$$

где $M_{1,2,\dots,n}$ – масса каждого из выбрасываемых веществ, т/г; ПДК $_{нр1},_{нр2}, \dots,_{нрn}$ – максимальная разовая предельно допустимая концентрация каждого из выбрасываемых веществ, mg/m^3 .

Граничные условия для деления предприятий на категории следующие:

1 категория	$F > 1000$
2 категория	$1000 > F > 100$
3 категория	$100 > F > 25$
4 категория	$F < 25$

В случае отсутствия максимально разовых значений ПДК, возможно использования уменьшенных в 10 раз ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

5. Определение класса опасности предприятий по ПДК

В промышленном производстве используется свыше 40 тыс различных веществ, из которых 12 тыс вредного и 5 тыс канцерогенного воздействия на человека. Их ПДК в рабочей зоне и в атмосферном воздухе населенных пунктов регламентируется «Санитарными нормами проектирования промышленных предприятий СН 245 – 71».

Многие из вредных веществ обладают «эффектом суммации», т.е. эффектом одновременного действия, что увеличивает их отрицательное воздействие при одновременном попадании в организм человека. К настоящему времени достоверно установлены следующие сочетания вредных веществ, обладающих суммированным действием:

1. Аммиак и сероводород.
2. Аммиак, сероводород и формальдегид.
3. Аммиак и формальдегид.
4. Диоксид и оксид азота, мазутная зола, диоксид серы.
5. Диоксид азота, гексан, углерода оксид, формальдегид.
6. Диоксид азота, гексан, диоксид серы, оксид углерода.
7. Диоксид азота, диоксид серы.
8. Диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода, фенол.
9. Ацетон, акролеин, фталевый ангидрид.
10. Ацетон, фенол.
11. Ацетон и ацетофенон.
12. Ацетон, фурфурол, формальдегид и фенол.
13. Озон, диоксид азота и формальдегид.
14. Оксид свинца, диоксид серы.
15. Сероуглерод, формальдегид.
16. Сернокислые медь, кобальт, никель и серы диоксид.
17. Диоксид серы, окис углерода, фенол и пыль конверторного производства.
18. Диоксид серы и фенол.
19. Диоксид серы и фтористый водород.
20. Диоксид серы и триоксид серы, аммиак и оксиды азота.
21. Сильные минеральные кислоты (серная, соляная и азотная).

В этом случае их концентрация рассчитывается из условия:

$$\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \frac{C_3}{\text{ПДК}_3} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1,$$

где C_1, C_2, C_3, C_n (мг/м^3) – фактическая концентрация веществ, обладающих эффектом суммации; $\text{ПДК}_1, \text{ПДК}_2, \text{ПДК}_3, \text{ПДК}_n$ (мг/м^3) – предельно допустимые концентрации этих веществ по СН - 245 -71.

Все вредные вещества, находящиеся в воздухе, по степени воздействия на человека делятся на 4 класса опасностей с учетом их ПДК в рабочей зоне:

- I класс – чрезвычайно опасные, ПДК до $0,1 \text{ мг/м}^3$
- II класс – высокоопасные, ПДК от $0,1$ до 1 мг/м^3
- III класс – умеренно опасные, ПДК от 1 до 10 мг/м^3
- IV класс – малоопасные, ПДК более 10 мг/м^3 .

6. Задачи и упражнения по промышленной экологии

Расчет концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Концентрацию вредных веществ C , отобранных из воздуха (на фильтры, сорбенты и т.п.), сконцентрированных и переведенных в раствор, вычисляют по формуле

$$C = m V_p / V V_v,$$

где m – масса вещества, найденная в анализируемом объеме раствора, мкг ; V_p – общий объем раствора, мл ; V – объем раствора, взятого для анализа, мл ; V_v – объем воздуха, отобранного для анализа, приведенный к условиям при температуре 293 К (20°C) и атмосферном давлении $101,3 \text{ кПа}$ (760 мм рт. ст.), л (Приложение).

При аспирационном способе отбора проб V_v вычисляют по формуле

$$V_v = V_t 293 P [(273+t) 101,3]$$

При вакуумном способе отбора проб V_v вычисляют по формуле:

$$V_v = V_c 293 (p-p_1) / [(273+t) 101,3].$$

где V_t – объем воздуха при температуре t в месте отбора пробы, л;
 p – атмосферное давление, кПа; t – температура воздуха в месте отбора пробы, °C; V_c – объем сосуда, л; p_1 – остаточное давление в сосуде, измеренное вакуумметром, кПа.

При отборе проб воздуха без концентрирования концентрацию вредных веществ c вычисляют по формуле

$$C = m/V,$$

где m – масса вещества, найденная в анализируемой пробе воздуха, мкг.

Задача № 1. Определить категорию предприятий. Предприятия, имеющие вредные выбросы в атмосферу, подразделяются на 4 категории в зависимости от параметра F

$$F = \frac{M}{K},$$

где M – масса выбрасываемых вредных веществ из двух источников:
 1 – содержит диоксид серы (SO_2) со скоростью выброса 12 г/с ($M_{SO_2} = 12$ г/с);
 2 – содержит оксиды азота NO , NO_2 , в соотношении 1:2, со скоростью 0,2 г/с.

Выброс зола из 1-го источника со скоростью 2,6 г/с; со 2-го источника – 3,2 г/с.

$$K = \frac{M_{SO_2} \cdot ПДК_{SO_2} + M_{NO} \cdot ПДК_{NO} + M_{NO_2} \cdot ПДК_{NO_2} + M_z \cdot ПДК_z}{M_{SO_2} + M_{NO} + M_{NO_2} + M_z},$$

где $ПДК_{SO_2} = 0,05$ мг/м³; $ПДК_{NO} = 0,06$ мг/м³; $ПДК_{NO_2} = 0,085$ мг/м³; $ПДК_z = 0,5$ мг/м³.

Граничные условия для деления предприятий на категории следующие:

1 категория $F = 1000$

2 категория $1000 > F > 100$

3 категория $100 > F > 25$

4 категория $F < 25$

Таблица 1. Варианты массы выбрасываемых веществ

Варианты	M _{SO₂}	M _{NO}	M _{NO₂}	M _{V₂O₅}	M _З	M _{CO}	M _{H₂S}	M _{NH₃}
1	15	0.1	0.2	0.4	2.5	12	0.5	0.3
2	10	0.08	0.22	0.2	2.3	10	0.3	0.1
3	18	0.12	0.25	0.3	2.8	15	0.2	0.2
4	12	0.15	0.3	0.25	2.0	14	0.1	0.15
5	25	3	2	3	3	20	1	0.5

Задача № 2. Определить класс опасности вредных веществ, обладающих «Эффектом суммации», с учетом их ПДК рабочей зоны.

$$\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1,$$

где C_1 , C_2 и C_n – фактическая концентрация веществ, обладающих эффектом суммации; ПДК_1 , ПДК_2 , ... ПДК_n – предельно допустимые концентрации этих веществ по санитарным нормам СН 245 -71 (табл. 2.).

Таблица 2. Фактическая концентрация и ПДК_{рз} вредных веществ, обладающих «эффектом суммации»

№	Соединения вредных веществ, обладающих «эффектом суммации»	Химическая формула	Фактическая концентрация, С, мг/м ³	ПДК _{рз} , мг/м ³
1	2	3	4	5
1	Аммиак, Сероводород	NH ₃ , H ₂ S	0.1 0.04	0.2 0.08
2	Аммиак, Сероводород, Формальдегид	NH ₃ , H ₂ S, H ₂ CO	0.07 0.021 0.2	0.2 0.08 0.5
3	Аммиак, Формальдегид	NH ₃ , H ₂ CO	0.1 0.25	0.2 0.5
4	Диоксид азота, Оксид азота	NO ₂ NO	0.042 0.3	0.085 0.6

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
5	Диоксид азота, гексан, Оксид углерода, Формальдегид	NO ₂ , CH ₃ (CH ₂) ₄ CH ₃ , CO, H ₂ CO	0,021 15 5 0,1	0,085 60 20 0,5
6	Диоксида азота, Гексан, Диоксид серы, Оксид углерода	NO ₂ , CH ₃ (CH ₂) ₄ CH ₃ , SO ₂ CO	0,021 15 2,5 5	0,085 60 10 20
7	Диоксид азота, Диоксид серы	NO ₂ SO ₂	0,042 5	0,085 10
8	Диоксид азота, Диоксид серы, Оксид углерода, Фенол	NO ₂ SO ₂ CO C ₆ H ₅ OH	0,021 2,5 5 0,002	0,085 10 20 0,01
9	Ацетон, Акролеин, Фталевый ангидрид	CH ₃ COCH ₃ CH ₂ =CHCHO C ₈ H ₄ O ₃	60 0,07 0,2	200 0,2 1
10	Ацетон, Фенол	CH ₃ COCH ₃ C ₆ H ₅ OH	100 0,005	200 0,01
11	Ацетон, Ацетофенол	CH ₃ COCH ₃ CH ₃ COC ₆ H ₅ OH	100 0,005	200 0,01
12	Ацетон, Фурфурол, Формальдегид, Фенол	CH ₃ COCH ₃ C ₄ H ₃ CHO H ₂ CO C ₆ H ₅ OH	50 2,5 0,1 0,0025	200 10 0,5 0,01
13	Ацетальдегид, Винилацетат	CH ₃ CHO CH ₃ COOCH=CH ₂	2,5 5	5 10
14	Аэрозоли оксидов ванадия, Оксиды марганца	V ₂ O ₅ MnO	0,005 0,0003	0,01 0,005
15	Аэрозоли оксидов ванадия, Диоксид серы	V ₂ O ₅ SO ₂	0,005 5	0,01 10
16	Аэрозоли оксидов ванадия, Оксиды хрома	V ₂ O ₅ CrO ₃	0,005 0,006	0,01 0,01

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
17	Бензол, Ацетофенон	C_6H_6 $CH_3CO_6H_5$	2,5 0,0002	5 0,003
18	Валериановая кислота,	$C_9H_{18}COOH$	2	5
	Капроновая кислота,	$C_6H_{12}COOH$	2	5
	Масляная кислота	$C_8H_{16}COOH$	3	10
19	Вольфрам сернокислый,	W_2S_7	5	10
	Диоксид серы	SO_2	5	10
20	Озон,	O_3	0,03	0,1
	Диоксид азота,	NO_2	0,02	0,085
	Формальдегид	H_2CO	0,02	0,5
21	Пропионовая кислота,	C_2H_5COOH	10	20
	Пропионовый ангидрид	$C_2H_5CO_2C_2H_5$	2	5
22	Оксид свинца,	PbO	0,007	0,015
	Диоксид серы	SO_2	5	10
23	Сероводород,	H_2S	0,04	0,08
	Формальдегид	H_2CO	0,3	0,5
24	Сероводород,	H_2S	5	10
	Фенол	C_6H_5OH	0,005	0,01
25	Диоксид серы,	SO_2	5	10
	Фтористый водород	HF	0,1	0,2
26	Сероводород,	H_2S	0,04	0,08
	Динил	$C_2H_5CH_3$,	5	10
		$C_2H_5OC_2H_5$		
27	Уксусная кислота,	CH_3COOH	2,5	5
	Уксусный ангидрид	$(CH_3CO)_2O$	10	10
28	Фенол,	C_6H_5OH	3	5
	Ацетофенон	$CH_3CO_6H_5$	2	5
29	Циклогексан,	C_6H_{12}	42	80
	Бензол	C_6H_6	3	5
30	Этилен,	C_2H_4	0,7	3
	Пропилен,	$C_3H_6=CH_2$	0,8	3
	Бутилен,	C_4H_8	0,8	3
	Амилен	C_5H_{10}	0,35	0,7

Все вредные вещества, находящиеся в воздухе по степени воздействия на человека, делятся на четыре класса опасностей с учетом их ПДК_{рз}:

- I класс – чрезвычайно опасные, ПДК_{рз} до 0,1 мг/м³;
 II класс – высоко опасные, ПДК_{рз} от 0,1 до 1,0 мг/м³;
 III класс – умеренно опасные, ПДК_{рз} от 1,0 до 10 мг/м³;
 IV класс – малоопасные, ПДК_{рз} более 10 мг/м³.

Задача № 3. Определить высоту факельного выброса (H, м), чтобы в приземном слое воздуха населенного пункта ожидалась среднесуточная ПДК согласно списку № 3086-84 (табл.3).

$$H = \sqrt{\frac{235 \times M}{V_v \times 3600 \times C_{mp}}}$$

где 235 – коэффициент температурной стратификации атмосферы;

M – массовая скорость выброса, г/ч;

V_v – скорость выброса, м/с;

C_{мп} – максимальная разовая концентрация вредных веществ, мг/м³.

Таблица 3. Исходные данные для расчета высоты факельного выброса

Исходные данные	Варианты												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
∑ L, м ³ /ч × 10 ³	14	12	16	16	19	21	17	15	14	19	25	25	22
C _v , мг/м ³	1.6	1.4	1.5	1.8	1.9	1.9	1.7	2.3	3.3	24	21	14	36
V _v , м/с	1	1,2	1,5	1,8	2,0	2,0	1,5	1,0	1,4	1,0	1,8	2,0	1
Наименование вещества по списку №3086-84	Аммиак	Пенициллин	Стирол	Сероуглерод	Ртуть	Марганец	Озон	Формальдегид	Хлороформ	Пыль хлопковый	Фенол	Мышьак	Пыль хлопковый

C_v – концентрация аэрозоля в воздухе, мг/м³

Задача № 4. Определить массовую скорость выброса (M , г/ч) при заданной суммарной производительности вентиляционных систем ($M = \sum L$, $\text{м}^3/\text{ч} \times 10^3$) и концентрации аэрозоля в выбрасываемом воздухе ($C_{в}$, $\text{мг}/\text{м}^3$). Исходные данные из табл. 3.

Задача № 5. Определить максимальную концентрацию вредного вещества в воздухе населенного пункта и сравнить ее с максимальной разовой и среднесуточной концентрацией по санитарным нормам. Выбросы после очистных сооружений производятся через трубу заданного диаметра и высоты. Для решения задачи дается суммарная производительность воздухоочистительных установок по воздуху ($M = \sum L$, $\text{м}^3/\text{ч}$), остаточная концентрация вредных веществ в выбрасываемом воздухе ($C_{в}$, $\text{мг}/\text{м}^3$) и расчетная скорость ветра на высоте 10 м от поверхности земли (табл. 4).

Таблица 4. Исходные данные для расчета максимальной концентрации вредного вещества в приземном слое воздуха населенного пункта

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Высота трубы, м	10	52	43	45	34	65	73	46	90	80
Диаметр трубы, мм	800	600	700	800	400	650	500	600	800	600
$\sum L$, $\text{м}^3/\text{ч} \times 10^3$	22	18	20	25	19	22	32	27	36	26
$C_{в}$, $\text{мг}/\text{м}^3$	6	15	22	14	18	32	150	20	11	21
V , м/с	1	1,5	1,3	2	2	1,5	1,4	2,3	2	2
Наименование вредного вещества	Пыль хлопковая	Диметиламин	Гептан	Мышьяк	Сероводород	Тетрациклин	Этилбензол	Сероуглерод	Фтористый	Фенол

Задача № 6. Определить линейную скорость выброса газовой смеси через устье трубы (V_0 , м/с).

$$V_0 = \frac{\sum L}{3600 F_{\text{тр}}}$$

где $F_{\text{тр}}$ – площадь устья трубы, $\text{м}^2 = \pi R^2$, R – радиус трубы (табл. 3).

Задача № 7. Определить высоту факела выброса (ΔH , м)

$$\Delta H = \frac{1,9dV_0}{V_0 g}$$

где g – поправочный коэффициент на скорость ветра, зависящий от высоты трубы, находится по таблице 5; V_0 – скорость выхода воздуха из трубы, м/с; d – диаметр устья трубы, м (800 мм); V_0 – линейная скорость газо-воздушной смеси, м/с.

Таблица 5. Зависимость поправочного коэффициента на скорость ветра от высоты трубы

$H_{\text{тр}}$	10	25	40	80	120	160	200
g	1	1,2	1,3	1,46	1,54	1,6	1,65

Задача № 8. Определить максимальную концентрацию аэрозоля свинца у поверхности земли. Выбросы осуществляются вентиляционными системами через одну трубу диаметром 800 мм на высоте 40 м от земли. Суммарная производительность вентиляционных систем: $\sum L = 20000 \text{ м}^3/\text{ч}$. Концентрация аэрозоля свинца в выбрасываемом воздухе; $C_0 = 1,5 \text{ мг}/\text{м}^3$.

Расчетная скорость ветра на высоте 10 м: $V_0 = 1 \text{ м}/\text{с}$.

Решение. Определяем массовую скорость выброса свинца через устье трубы:

$$M = \frac{\sum L \cdot C_0}{1000} = \frac{20000 \cdot 1,5}{1000} = 30 \text{ г}/\text{ч}$$

Скорость выхода воздуха из устья трубы:

$$V_0 = \frac{\sum L}{3600 \cdot F_{\text{тр}}} = \frac{20000}{3600 \cdot 0,502} = 11 \text{ м}/\text{с}$$

Возвышение воздушной струи над устьем трубы составляет:

$$\Delta H = \frac{1,9 \, d \, V_0}{V_n \cdot g} = \frac{1,9 \cdot 0,8 \cdot 11}{1 \cdot 1,3} = 13 \, \text{м}$$

Эффективная высота выброса составит:

$$H = H_{\text{тр}} + \Delta H = 40 + 13 = 53 \, \text{м.}$$

Максимальная концентрация вредности у поверхности земли составит:

$$C_{\text{пов}} = \frac{235 \, M}{3600 \, V_b \, H^2} = \frac{235 \cdot 30}{3600 \cdot 1,53^2} = 0,0006 \, \text{мг/м}^3.$$

Задача № 9. Рассчитать, какой высоты должны быть трубы, чтобы концентрация диоксид и оксида серы (SO_2) в приземном слое воздуха не превышала ПДК ($0,5 \, \text{мг/м}^3$). Отходящий топливный газ с объемной долей SO_2 0,05% поступает в дымовую трубу со скоростью $300 \, \text{м}^3/\text{ч}$ при температуре 130°C . Температура воздуха 20°C .

Решение. Минимально допустимую высоту трубы (в м) рассчитываем по формуле

$$H = 12,5 \sqrt{\frac{M}{\text{ПДК} \cdot \sqrt{V \cdot \frac{\Delta T}{N}}}}$$

где M – количество вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу, г/с; V – объем выбрасываемых газов, $\text{м}^3/\text{с}$; ΔT – разность между температурами выходящих газов и окружающего воздуха, $^\circ\text{C}$; N – число труб, через которые выводятся отходящие газы.

Для этого необходимо найти количество вредных веществ (SO_2), выбрасываемых в атмосферу:

$$M = \frac{300 \cdot 0,05 \cdot 64}{100 \cdot 300 \cdot 22,4} = 115,2 \, \text{г/с}$$

и разность между температурой воздуха: $130 - 20 = 110^\circ\text{C}$.
 Высота трубы будет равна:

$$H = 12,5 \sqrt{\frac{115,2}{0,5 \times \sqrt{0,84 \times 110/1}}} = 90 \text{ м}$$

Задача №10. Определить ПДВ фтористого водорода (HF), г/с, обеспечивающую концентрацию его в приземном слое атмосферы в районе суперфосфатного завода не выше ПДК $0,05 \text{ мг/м}^3$. Высота дымовой трубы 100 м при диаметре $0,7 \text{ м}$. Объем газового выброса равен $0,6 \text{ м}^3/\text{с}$, коэффициент рассеивания в воздухе — 160 , а коэффициент седиментации — -1 . Средняя скорость газа на выходе из трубы равна $0,4 \text{ м/с}$. Температура выходящего газа 40°C , а атмосферы — -23°C .

Решение. По формуле

$$\text{ПДВ} = \text{ПДК} \times H^2 \sqrt{\frac{V \times M}{A \times F \times m}}$$

$$\text{Здесь } m = 1,5 \cdot 10^3 \cdot V^2 \cdot d/H^2 \cdot \Delta T = \frac{1,5 \cdot 1000 \cdot 0,4^2 \cdot 0,7}{10000 \cdot 1,7} \approx 1$$

$$\text{ПДВ} = 0,5 \cdot 10000 \sqrt{\frac{0,6 \times 17}{160 \times 1 \times 1}} = 9,93 \text{ г/с}$$

$C_{\text{max}} + C_{\text{ф}}$ не должен превышать 30% ПДВ_{гр.}

$C_{\text{max}} + C_{\text{ф}} \leq \text{ПДК}$, тогда на второй год: $C_{\text{max}} + C_{\text{ф}} \leq 0,5 \text{ ПДК}$.

Задача № 11. Рассчитать ПДС производства хлопковой целлюлозы ФХЗФС для каждой вредности в сточной воде, указанной в таблице 6, по формуле:

$$\text{ПДС} = g \times C_{\text{плс}}, \text{ г/ч,}$$

где $C_{\text{плс}} = n \times (C_{\text{плк}} - C_{\text{ф}}) + C_{\text{ф}}$; $C_{\text{плк}}$ — ПДК загрязняющего вещества в сточной воде, г/м^3 ; $C_{\text{ф}}$ — фоновая концентрация загрязняющего вещества в воде водотока выше выпуска сточных вод, г/м^3 ; n — кратность общего разбавления сточных вод в водотоке, равная

произведению кратности начального разбавления n_n на кратность основного разбавления n_o , т.е: $n = n_n \times n_o$
 в данном случае n_n не учитывается кратность основного разбавления:

$$n_o = g + \gamma \times Q/g,$$

где g - максимальный расход сточных вод = $0,136 \text{ м}^3/\text{с}$;

γ - коэффициент смешивания:

$$\gamma = \frac{1 - \exp(-\alpha \times \sqrt[3]{L})}{1 + Q/g \times \exp(-\alpha \times \sqrt[3]{L})},$$

где L - расстояние от выпуска до расчетного створа по фарватеру = 500 м;

α - коэффициент, учитывающий гидравлические условия в коллекторе К-4,

$$\alpha = \varphi \cdot \varepsilon \cdot \sqrt[3]{\frac{D}{q}},$$

где φ - коэффициент извитости = 1; ε - коэффициент, зависящий от места выпуска сточных вод = 1; D - коэффициент турбулентной диффузии, $\text{м}^2/\text{с}$:

$$D = g \cdot V \cdot H / 37 \cdot \Pi_m \cdot C^2,$$

где g - ускорение свободного падения = $9,81 \text{ м}^2/\text{с}$; V - средняя скорость течения реки = $0,8 \text{ м}/\text{с}$; H - средняя глубина реки = $1,2 \text{ м}$; Π_m

- коэффициент шероховатости ложа водоема = $0,025$; C - коэффициент Шези, $\text{м}^{1/2}/\text{с}$;

$C = R^y / \Pi_m$, где R - гидравлический радиус потока $H = 1,2 \text{ м}$.

$$y = 2,5 \cdot \sqrt{\Pi_m} - 0,13 - 0,75 \cdot \sqrt{R} \cdot (\sqrt{\Pi_m} - 0,1);$$

$$y = 2,5 \cdot \sqrt{0,025} - 0,13 - 0,75 \cdot \sqrt{1,2} \cdot (\sqrt{0,025} - 0,1) = 0,218.$$

$$C = R^y / \Pi_m = 1,2^{0,218} / 0,025 = 41,64.$$

$$D = 9,81 \cdot 0,8 \cdot 1,2 / 37 \cdot 0,025 \cdot 41,64^2 = 0,00587.$$

$$\alpha = 1,0 \cdot 1,0^3 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,00587}{0,290}} = 0,272.$$

$$\gamma = 1 - \exp(-0,272 \cdot \sqrt[3]{500}) / (1 + 1,5/0,290) \cdot \exp(-0,272 \cdot \sqrt[3]{500}) = 0,3.$$

$$n_0 = 0,290 + 0,3 \cdot 1,5 / 0,290 = 2,55.$$

Таблица 6. Характеристика сточных вод производства хлопковой целлюлозы

№	Наименование загрязняющих веществ	$C_{пдк}$, г/м ³ , ПДК загрязняющих веществ в воде водотока	$C_{ф}$, г/м ³ , фоновая концентрация загрязняющих веществ
1	Взведенные вещества	53,7	51,2
2	Хлориды	300	33,6
3	Сульфаты	100	479,3
4	БПК	3	2
5	Сухой остаток	1500	1171
6	Азот нитратный	9,1	5,8
7	Азот нитридный	0,02	0,013
8	Кальций	180	226,4
9	Магний	40	98,4
10	Железо	0,05	0,21
11	Азот аммонийный	0,5	1,34
12	Нефтепродукты	0,05	0,36
13	Фосфаты	0,3	0,14
14	Фенол*	0,001	-
15	Медь*	0,001	-

* ПДС · g, где g = 1043,6 м³/ч

Задача № 12. Определить интенсивность работы аэротенка (м³/суток) и его предельную нагрузку по БПК (в. г), если высота его слоя 4 м, а удельная нагрузка составляет 2500 г/м³. Производительность биофильтра радиусом 6 м равна 8000 м³/суток очищаемых сточных вод.

Решение. Найдем интенсивность работы аэротенка:

$$\gamma = \frac{8000}{3,14 \cdot 6^2} = \frac{8000}{113} = 79$$

Для расчета предельной нагрузки по БПК необходимо определить объем слоя фильтра по формуле

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

Подставив значения, получим:

$$V = 3,14 \cdot 36 \cdot 4 = 452 \text{ м}^3$$

Тогда предельная нагрузка фильтра по БПК имеет выражение:

$$452 \cdot 2500 = 1130000 \text{ или } 1,13 \cdot 10^6 \text{ г.}$$

Задача №13. Начертить принципиальную схему сжигания серосодержащего топлива и улавливания диоксида серы (SO_2). Одним из методов удаления SO_2 из топлива при его сжигании является добавка порошкообразного известняка, который, разлагаясь, реагирует с SO_2 и образует CaSO_3 . Не прореагировавший SO_2 доочищается в скруббере, а получаемый CaSO_3 осаждается в виде взвеси.

Задача № 14. В процессе выплавки меди из руды Cu_2S образуется SO_2 . Если предположить, что ежегодно получают 1,6 млн.т. меди, то какая масса SO_2 при этом выделится в атмосферу, если степень улавливания составляет лишь 50% ?

Задача №15. Назвать аппарат, цель его использования (рис.1). Стрелками указать движение газа и пыли. Какие законы физики лежат в основе принципа действия этого аппарата? Как изменяется скорость газа при входе в аппарат из патрубка?

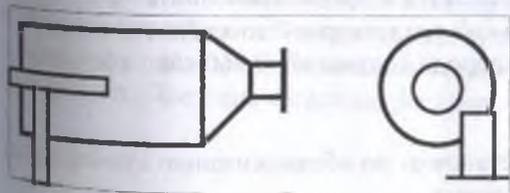


Рис. 1.

Задача № 16. Рассчитать минимально допустимую высоту трубы, чтобы концентрация CS_2 в приземном слое воздуха не превышала максимальной разовой ПДК $0,03 \text{ мг/м}^3$. Отходящий газ производства вискозного волокна содержит $0,07 \%$ по объему CS_2 и поступает в дымовую трубу со скоростью $270 \text{ м}^3/\text{ч}$ при температуре 32°C . Температура воздуха 18°C .

Задача № 17. Определение количества тепла, которое выделяется при окислении органических веществ, содержащихся в сточных водах (табл. 7).

$$Q = 3,2 \cdot \text{ХПК},$$

где Q – удельная теплотворная способность сточных вод, кДж/кг ; ХПК – химическое потребление кислорода, $\text{кг O}_2/\text{кг}$ сточных вод.

Таблица 7. Химическая потребность в кислороде вод, используемых в производстве бумаги из хлопковой целлюлозы

№	Вода	ХПК, $\times 10^{-6}$, $\text{кгO}_2/\text{л}$
1	Исходная	0,8
2	Осветленная	0,6
3	Умягченная	0,5
4	Сточная:	
	– до очистки	400
	– после очистки	300

Задача № 18. Определить расход окислителей: кислорода и воздуха, сточной воды. После варки хлопкового линта с $\text{ХПК} = 4 \times 10^{-4} \text{ кг/л}$, при удельной теплотворной способности стока $Q = 0,135 \text{ Дж/кг}$, расход кислорода составляет $0,960 \text{ г/кг}$, а воздуха – 4130 г/кг .

Задача № 19. Расчет установки по обезвоживанию сточных вод методом жидкофазного окисления.

Исходные данные:

Производительность, $\text{м}^3/\text{ч}$ – 8;

Начальное содержание органических веществ в сточных водах, кг/м^3 :
 $C_1 - 1$; $C_2 - 10$; $C_3 - 100$.

Условия процесса

- давление, МПа – 25;
- температура, К – 613;
- время контакта, ч – 2.

Сточная вода содержит органическое вещество $C_{10}H_{40}N_{10}$.

Определить:

- 1) объем реакторов, емкостей;
- 2) количество тепла, необходимое для нагревания стока;
- 3) поверхность теплообменной аппаратуры.

Описание схемы установки. Процесс обезвреживания сточных вод осуществляется по схеме, представленной на рис. 2. Сточная вода собирается в емкость 1. После определения среднего количества органических продуктов сточную воду насосом 2 под давлением 25 МПа подают в теплообменник 4. Воздух в количестве, необходимом для процесса обезвреживания, компрессором 9 под давлением 25 МПа также подается в теплообменник 4, где смешивается с обрабатываемой сточной водой. В теплообменнике газожидкостная смесь нагревается от 293 до 523 К за счет тепла, отдаваемого обезвреженными сточными водами. В теплообменнике 7 газожидкостная смесь нагревается до 613 К за счет тепла продуктов сгорания, образуемых при сжигании топлива или горючих отходов в печи 8, и поступает в реактор 6, а затем в сепаратор 5, где происходит отделение газа от жидкости. Жидкость (жидкая фаза, состоящая из воды и растворенного в ней воздуха) с температурой 573 – 593 К из сепаратора 5 поступает в теплообменник 4 для нагревания исходной сточной воды.

Влажный газ охлаждается в конденсаторе 3 до 323 – 333 К и выбрасывается в атмосферу, а сконденсированная жидкость смешивается с основной массой и собирается в емкость 10. После анализа на содержание вредных продуктов, солевой остаток, pH сточная вода подается либо в канализацию либо в оборотную систему предприятия. Давление в системе регулируется вентиляторами 11.

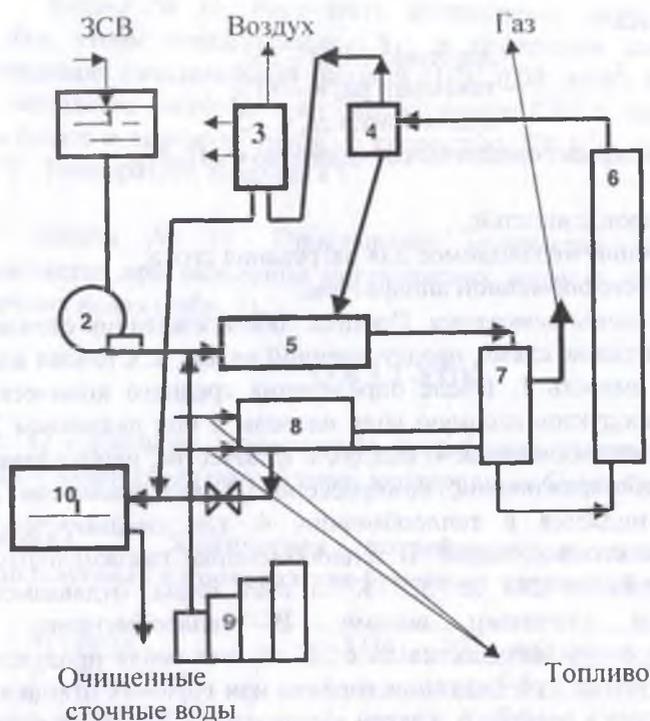


Рис. 2. Технологическая схема установки для обезвреживания сточной воды методом жидкофазного окисления:

1, 10 – емкости; 2 – насос; 3 – конденсатор; 4, 7 – теплообменники; 5 – сепаратор; 6 – реактор; 8 – печь; 9 – компрессор.

Дополнительные данные для расчета:

Начальная температура сточных вод, T_v , К	293.
Давление водяных паров при $T_n = 293$ К, P_n^H , МПа	$2.35 \cdot 10^{-3}$
Температура сточных вод после теплообменника 4, T_r , К	523.
Давление водяных паров при $T_T = 523$ К, P_T^H , МПа	3.98.
Температура стока после теплообменника 7, T_k , К	613.
Давление водяных паров при $T_k = 613$ К, P_k^H , МПа	14.61.
Температура обезвреженного стока: поступающего в теплообменник 4, $T_{o, II}$, К	593

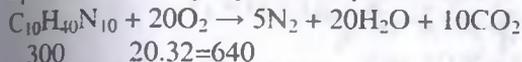
выходящего из теплообменника 4, T_o , к, К 343.
 Теплоемкость воды, $c_{ж}$, кДж/кг.К 4,19

Расчет объема реактора

1. Количество органических веществ в сточной воде:

$$\begin{aligned} q_1^0 &= 5 \cdot 1 = 5 \text{ кг/ч,} \\ q_2^0 &= 5 \cdot 10 = 50 \text{ кг/ч,} \\ q_3^0 &= 5 \cdot 100 = 500 \text{ кг/ч.} \end{aligned}$$

2. Количество кислорода, необходимое для полного окисления органических продуктов по реакции:



$$\begin{aligned} q_1^1 &= \frac{5 \cdot 640}{300} = 10.66 \text{ кг } O_2/\text{ч,} \\ q_2^1 &= 106.6 \text{ кг } O_2/\text{ч,} \\ q_3^1 &= 1066 \text{ кг } O_2/\text{ч.} \end{aligned}$$

Принимая двукратный избыток кислорода от необходимого на окисление, получим:

$$\begin{aligned} q_1^1 &= 21.32 \text{ кг } O_2/\text{ч} \\ q_2^1 &= 213.2 \text{ кг } O_2/\text{ч} \\ q_3^1 &= 2132 \text{ кг } O_2/\text{ч} \end{aligned}$$

3. Количество воздуха, необходимое для процесса:

$$\begin{aligned} G_1^0 &= \frac{q_1^1}{0.231} = \frac{21.32}{0.231} = 92.3 \text{ кг/ч,} \\ G_2^0 &= 923 \text{ кг/ч,} \\ G_3^0 &= 9230 \text{ кг/ч.} \end{aligned}$$

где 0.231 – массовая концентрация кислорода в воздухе.

4. Парциальное давление воздуха необходим по формуле

$$P_v = P - P_{H_2O}$$

где P , P_n , P_v – общее давление системы, парциальное давление водяных паров и воздуха:

$$P_v^{613} = 25 - 14,61 = 10,39 \text{ МПа.}$$

5. Влагосодержание воздуха необходимо по формуле:

$$x = 0,622 \frac{P_n}{P_v} = \frac{0,622 \cdot 14,61}{10,39} = 0,875 \text{ кг влаги/кг воздуха}$$

6. Количество влаги, находящейся в воздухе при 613 К и 25 МПа, получим по формуле:

$$G_1^1 = 92,3 \cdot 0,875 = 80,76 \text{ кг/ч,}$$

$$G_2^1 = 923 \cdot 0,875 = 807,6 \text{ кг/ч,}$$

$$G_3^1 = 9230 \cdot 0,875 = 8076 \text{ кг/ч.}$$

Для сточных вод с содержанием органических веществ 100 кг/м^3 , очевидно, условия $P = 25 \text{ МПа}$, $T = 613 \text{ К}$, $G_{01} = 9230 \text{ кг/ч}$ не могут быть приемлемы из-за полного испарения воды. Возможная максимальная температура процесса для таких сточных вод находится в пределах 573–593 К.

7. Количество воды, находящейся в жидкой фазе, определяется по выражением

$$W_k = W_n - G_n,$$

где W_k , W_n – конечное и начальное количество воды в жидкой фазе, кг/ч, G_n – количество жидкости (пара) в газовой фазе, кг/ч

$$W_{k1}^1 = 5000 - 80,76 = 4919,24 \text{ кг/ч,}$$

$$W_{k2}^1 = 5000 - 807,6 = 4192,4 \text{ кг/ч.}$$

8. Количество воздуха в газовой фазе по формуле:

$$G_{v1}^{p1} = 92,3 - 4919,24 \cdot 0,0175 = 6,21 \text{ кг/ч,}$$

$$G_{v2}^{p1} = 923 - 4192,4 \cdot 0,0175 = 849,63 \text{ кг/ч.}$$

где величина растворимости воздуха $\alpha = 0,01175$.

9. Объемный расход жидкости по формуле:

$$V_{ж} = W_{кв} \cdot v^T$$

где $V_{ж}$ – объемный расход жидкости, м³/ч; v^T – удельный объем воды при температуре процесса, м³/кг.

$$V_{ж1} = 499,71 \cdot 0,001639 = 8,19 \text{ м}^3/\text{кг}$$

$$V_{ж2} = 4256,57 \cdot 0,001639 = 6,98 \text{ м}^3/\text{кг}$$

$$v^T = 0,001639 \text{ м}^3/\text{кг}$$

10. Объемный расход газовой фазы по формуле:

$$V_{в} = (z_{в} \cdot \frac{G_{ав}}{P} \cdot R_{вг} + z_{п} \cdot \frac{G_{п}}{P} \cdot R_{п} \cdot T),$$

где $z_{в} = 1,1154 \times P = 25 \text{ МПа}$; $z_{п}^{613} = 0,2$; $R_{в} = 287 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$; $R_{п} = 462 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$;

$$V_{в1} = \frac{613}{25 \cdot 10^6} (1,115 \cdot 4,89 \cdot 287 + 0,2 \cdot 4,29 \cdot 462) = 0,048 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$V_{в2} = \frac{613}{25 \cdot 10^6} (1,115 \cdot 848,51 \cdot 287 + 0,2 \cdot 743,43 \cdot 462) = 8,34 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

11. Объем реакционного пространства по формуле:

$$V_{p1} = V_{см}^T = (0,048 + 8,190) \times 2 = 16,48 \text{ м}^3$$

$$V_{p2} = V_{см}^T = (8,54 + 6,98) \times 2 = 31,06 \text{ м}^3,$$

где V_{p} – объем реактора, м³; $V_{см}$ – объемный расход газожидкостной смеси в реакционном пространстве, ч.

Задача №20. Определить мощность выброса сажи при использовании в зимний период в качестве топлива мазута. Время работы котла в год 2880 ч.

Решение. Расчет выброса сажи выполняется по формуле:

$$M_{гол} = B \cdot A_c \cdot f \cdot (1-n) = 3500 \cdot 0,1 \cdot 0,001 \cdot (1-0) = 3,5 \text{ т/год},$$

где $V=3500$ т/год – расход топлива; $A_c = 0.1$ – коэффициент, учитывающий зольности мазута; $f = 0,01$ – коэффициент, зависящий от типа топлива и вида топлива; $n = 0$ – доля твердых частиц, улавливаемых золоулавливателями.

Мощность выброса зола:

$$M_{\text{сек}} = \frac{M_{\text{год}} \cdot 10^6}{3600 \cdot T} = \frac{3,5 \cdot 10^6}{3600 \cdot 2880} = 0,338 \text{ г/с.}$$

Задача № 21. Определить мощность выброса сернистого ангидрида при использовании в качестве топлива мазута. Годовой расход топлива 3500 т. Время работы котла в году 2880 ч.

Расчет выбросов сернистого ангидрида выполняется по формуле:

$$M_{\text{год}} = 0,02 \cdot V \cdot S_m \cdot (1-n_1) \cdot (1-n_2) = 0,02 \cdot 3500 \cdot 3,02 \cdot (1-0,02) \cdot (1-0) = 207,172 \text{ т/год,}$$

где $S_m = 3,02$ – содержание серы в мазуте, согласно сертификату; $n_1 = 0,02$ – доля окислов серы, связываемых летучей золой мазута; $n_2 = 0$ – доля окислов серы, улавливаемых золоулавливателем.

Задача №22. Определить мощность выброса окиси углерода при использовании в качестве топлива мазута. Годовой расход топлива 3500 т. Время работы котла в году 2880 ч.

Расчет выбросов окиси углерода выполняется по формуле:

$$M_{\text{год}} = 0,01 \cdot C_{\text{co}} \cdot V \cdot (1 - q / 100), \text{ т/год,}$$

где $C_{\text{co}} = q \cdot R \cdot Q = 0,5 \cdot 0,65 \cdot 39,763 = 12,923$ т/год – окиси углерода при сжигании мазута; $q = 0,5$ – потери тепла вследствие химической неполноты сгорания мазута; R – коэффициент, учитывающий долю потери тепла вследствие химической неполноты сгорания мазута; $Q=39,763$ МДж/м³ – низшая теплота сгорания мазута.

Задача №23. Определить мощность выбросов окиси азота при использовании в качестве топлива мазута. Годовой расход топлива 3500 т. Время работы котла в году 2880 ч.

Расчет выбросов окиси азота выполняется по формуле:

$$M_{\text{год}} = 0,001 \cdot V \cdot Q \cdot K_{\text{NO}_2} \cdot (1 - v), \text{ т/год,}$$

где $V = 3500$ т/год; $Q = 39,763$; $K_{\text{NO}_2} = 0,07$ – параметр, характеризующий количество окислов азота; $v = 0$ – коэффициент, учитывающий степень снижения выбросов в результате применения технических решений.

Задача №24. Определить мощность выбросов окиси ванадия при использовании в качестве топлива мазута. Годовой расход топлива 3500 т. Время работы котла в году 2880 ч.

Расчет выбросов сернистого ангидрида выполняется по формуле:

$$M_{\text{год}} = 0,000001 \cdot C_{\text{V}_2\text{O}_5} \cdot V \cdot (1 - n_{\text{oc}}), \text{ т/год,}$$

где $V = 3500$ т/год; $C_{\text{V}_2\text{O}_5}$ – содержание окислов ванадия в мазуте в пересчете на V_2O_5 , рассчитывается по формуле: $C_{\text{V}_2\text{O}_5} = 95,4 \times S - 31,6 = 95,4 \times 3,02 - 31,6 = 265,51$ г/тонн; S – содержание серы в мазуте; n_{oc} – коэффициент оседания окислов ванадия на поверхности нагрева котлов = 0,07.

Задача №25. Определить мощность выброса вредных газов при использовании в летний период в качестве топлива природного газа. Время работы котла в году 8760 ч.

Решение. Расчет выброса окиси углерода выполняется по формуле:

$$M_{\text{год}} = 0,001 \cdot C_{\text{co}} \cdot V \cdot (1 - q / 100) = 0,001 \cdot 9,184 \cdot 11388 \cdot (1 - 0,5 / 100) = 104,098 \text{ т/год,}$$

где $V = 11388$ тм³/год – расход газа; $C_{\text{co}} = q \cdot R \cdot Q = 0,5 \cdot 0,5 \cdot 36,746 = 9,187$ выход окиси углерода при сжигании газа; $q = 0,5$ – потери тепла вследствие механической неполноты сгорания газа; $R = 0,5$ – коэффициент, учитывающий долю потери тепла вследствие

химической неполноты сгорания газа: $Q = 36,746 \text{ МДж/м}^3$ – низкая теплота сгорания газа.

Задача №26. Определить мощность выбросов окиси азота при использовании в качестве топлива природного газа. Годовой расход топлива $11388 \text{ тм}^3/\text{год}$. Время работы котла в году 8760 ч .

Расчет выбросов окиси азота выполняется по формуле:

$$M_{\text{год}} = 0,001 \cdot B \cdot Q \cdot K_{\text{NO}_2} \cdot (1 - v), \text{ т/год,}$$

где $B = 11388 \text{ тм}^3/\text{год}$; $Q = 36,746 \text{ МДж/м}^3$; $K_{\text{NO}_2} = 0,07$ – параметр, характеризующий количество окислов азота; $v = 0$ – коэффициент, учитывающий степень снижения выбросов в результате применения технических решений.

Задача № 27. Определить валовой выброс (А+Б) и мощность выброса сернистого ангидрида при использовании в качестве топлива природного газа. Годовой расход топлива $11388 \text{ тм}^3/\text{год}$. Время работы котла в году 8760 ч .

Расчет выбросов серноокислого ангидрида выполняется по формуле:

А) от присутствующей в газе меркаптановой серы:

$$M_{\text{год}} = 0,02 B S_m (1 - n_1) (1 - n_2), \text{ т/год,}$$

где $S_m = 0,011 \text{ г/м}^3$ или $0,001 \text{ кг/100 м}^3$ – содержание серы в топливе (согласно ТУ Ташгаз); $n_1 = 0,0$ – доля окислов серы, связываемых летучей золой газа; $n_2 = 0$ – доля окислов серы, улавливаемых золоулавливателем.

Б) от присутствующего в газе сероводорода:

$$M_{\text{год}} = 1,88 \cdot 10^{-2} \cdot \text{H}_2\text{S} \cdot B, \text{ т/год,}$$

где H_2S – содержание сероводорода в природном газе составляет $0,0092 \text{ г/м}^3$, что при плотности газа Бухара – Урал = $0,00121\%$.

Задача №28. При сжигании мазута в котле марки ДЕ-25 выбрасываются в атмосферу: сажа, SO_2 , CO_2 , NO_2 , V_2O_5 . Определить.

1. Максимальную скорость выброса из устья трубы

$$(M = \sum L \cdot C_{\text{в}} / 100, \text{ г/ч}).$$

2. Возвышение факела выброса над устьем трубы

$$(\Delta H = 1,9 \times d \times V_0 / V_{\text{в.р.}}, \text{ м}).$$

3. Высоту трубы ($H_{\text{тр}} = H - \Delta H$, м).

4. Максимальную концентрацию вредного вещества в

приземном слое населенного пункта ($C_{\text{max}} = 235 \times M / 3600 \times V_{\text{в}} \times H^2$).

Исходные данные:

1. Высота выброса, $H = 60$ м.

2. Диаметр трубы, $d = 2$ м.

3. Объемный расход газовой смеси (ГВС), $\sum L = 163000$

м³/ч.

4. Линейная скорость выброса, $V_0 = 9,1$ м/с.

5. Скорость ветра на высоте 10 м над уровнем земли, $V_{\text{в}} = 10$

м/с.

6. Концентрация вредных выбросов в ГВС, $C_{\text{в}}$, мг/м³:

- Сажа - 11,83;

- SO₂ - 699,4;

- CO₂ - 151,94;

- V₂O₅ - 3,15;

- NO₂ - 32,9.

7. $\rho = 1,4$ - коэффициент, учитывающий высоту выброса.

Задача №29. При сжигании природного газа в котле марки КВГМ-20 выбрасываются в атмосферу: SO₂, CO₂, NO₂. Определить:

1. Максимальную скорость выброса из устья трубы

$$(M = \sum L \cdot C_{\text{в}} / 100, \text{ г/ч}).$$

2. Возвышение факела выброса над устьем трубы

$$(\Delta H = 1,9 \cdot d \cdot V_0 / V_{\text{в.р.}}, \text{ м}).$$

3. Высоту трубы ($H_{\text{тр}} = H - \Delta H$, м).

4. Максимальную концентрацию вредного вещества в

приземном слое населенного пункта ($C_{\text{max}} = 235 M / 3600 V_{\text{в}} H^2$).

Исходные данные:

1. Высота выброса, $H = 60$ м.

2. Диаметр трубы, $d = 2$ м.

3. Объемный расход газовой смеси (ГВС). $\Sigma L = 163000$ м³/ч.

4. Линейная скорость выброса, $V_0 = 9,1$ м/с.

5. Скорость ветра на высоте 10 м над уровнем земли, $V_n = 10$ м/с.

6. Концентрация вредных выбросов в ГВС, C_n , мг/м³:

- SO₂ - 0,56;

- CO₂ - 115,5;

- NO₂ - 3,24.

7. $p = 1,4$ - коэффициент, учитывающий высоту выброса.

Задача №30. Рассчитать, какой высоты должны быть трубы, чтобы концентрация оксида серы (SO₂) в приземном слое воздуха не превышала ПДК=0,5 мг/м³. Скорость выброса вредных веществ в атмосферу 9,1 м/с при температуре 120°C, температура воздуха - 20°C. Объем выбрасываемого газа = 28,57 м³/с. Расчет ведется по формуле:

$$H = 12,5 \sqrt{\frac{M}{\text{ПДК} \sqrt{\frac{V \times \Delta T}{N}}}}$$

где M - количество вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу, г/с; V - объем выбрасываемых газов, м³/с; ΔT - разность между температурами выходящих газов и окружающего воздуха, °C; $N = 1$ число труб, через которые выводятся отходящие газы.

Глава VII. ПОДГОТОВКА ВОДЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ХЛОПКОВОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ, БУМАГИ И ОЧИСТКА СТОКОВ

Общие сведения

В целлюлозно-бумажной промышленности используется большое количество воды. Расход воды зависит от марки выпускаемой продукции. В большинстве случаев расход воды колеблется в пределах 112 – 360 м³ на тонну продукции. В производстве бумаги из хлопковой целлюлозы требуется 200 -250 м³ воды на тонну готовой продукции. Техническая вода для производства должна обладать следующими свойствами:

- в воде не должно содержаться железа более 0,1 мг/л и марганца более 0,05 мг/л. Большее содержание этих металлов может вызвать пожелтение целлюлозы и бумаги и образование железистых отложений, а также развитие железобактерий в трубопроводах;

- в воде не должно содержаться хлоридов более 10 мг/л;

- в воде не должно содержаться большого количества растворенных веществ, в частности она не должна содержать солей жесткости более 0,2 мг-экв/л;

- содержание свободной двуокиси углерода в воде не должно превышать 10 мг/л, в противном случае вода может вызвать коррозию металлических поверхностей. Значение pH воды зависит в основном от содержания свободной и связанной двуокиси углерода и является наиболее важным показателем возможной коррозии;

- жесткость воды может сказываться на процессе варки хлопковой целлюлозы: на поверхности варочных котлов может откладываться слой накипи.

Краткие сведения о природной воде

Природная вода – раствор сложного состава: в химически чистом виде она не встречается (табл. 7.1).

Механические примеси как органического, так и неорганического происхождения, содержащиеся в воде,

характеризуются размером частиц от 0,1 до 1 мм. Примеси, видимые невооруженным глазом, удаляются из воды фильтрованием.

Примеси органического происхождения – обрывки растительных волокон, ил, а также планктон, представляющий собой совокупность растительных и животных микроорганизмов.

Примеси неорганического происхождения – частицы песка и глины.

Таблица 7.1. Вещества, содержащиеся в природных водах

Механические примеси	Коллоиды		Растворенные вещества		
	органические вещества	минеральные вещества	катионы	анионы	
Плавающие вещества с плотностью меньше плотности воды	Гуминовые вещества, масла	Кремневая кислота, соли железа	K+	HCO ₃ ⁻	O ₂
Взвешенные вещества с плотностью равной плотности воды			Na+	CO ₃ ⁻⁻	CO ₂
	Ca ⁺⁺	SO ₄ ⁻⁻	N ₂		
	Mg ⁺⁺	Cl ⁻	H ₂ S		
	Al ⁺⁺⁺	NO ₃ ⁻	NH ₃		
	Fe ⁺⁺	HSiO ₃ ⁻			
Осаждающиеся вещества с плотностью больше плотности воды			Fe ⁺⁺⁺	SiO ₃ ⁻⁻	
			Mn ⁺⁺		Органи-ческие кислоты

К о л л о и д ы. Величина частиц коллоидов, содержащихся в воде, от 0,1 до 0,001 мм. Эти вещества невидимы невооруженным глазом и могут быть удалены из воды фильтрованием с предварительной коагуляцией.

Органические вещества, содержащиеся в воде, имеют сложный химический состав.

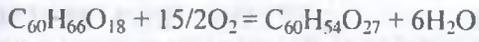
Большая часть их находится в коллоидном состоянии, часть во взвешенном и в виде истинного раствора.

Органические вещества поступают в воду в результате вымывания из почвы продуктов распада органических веществ

растительного или животного происхождения, а также в результате отмирания водных организмов в самом водоеме. К продуктам распада органических веществ относится в первую очередь перегной, или гумус.

Гумус – сложный комплекс органических соединений. В гумусовых веществах различают в основном две группы органических кислот: гуминовые и фульвокислоты.

Гуминовые кислоты образуются из лигнина при его окислении по уравнению:



Формула фульвокислот до сих пор неизвестна. В состав фульвокислот входят углерод 44, водород 5,5, кислород 40 и азот 1,5%. Водные растворы фульвокислот отличаются высокой цветностью. Наименьшую цветность имеют водные растворы других групп органических веществ. Они не могут быть удалены из воды путем коагулирования и фильтрования.

Растворенные в воде вещества как неорганического, так и органического характера содержатся в виде солей или ионов. Важнейшие катионы природных вод – ионы кальция и магния, которые содержатся в виде хлористых, сернокислых или двууглекислых солей. Хлористые и сернокислые соли кальция и магния обуславливают постоянную жесткость воды, двууглекислые соли – временную (устраняемую) жесткость воды.

Ионы щелочных металлов (натрия и калия) содержатся в природных водах в виде хлористых, сернокислых и двууглекислых солей. Калий содержится в значительно меньших количествах, чем натрий.

К катионам, содержание которых имеет существенное значение для характеристики качества воды, относится железо (закисное или окисное). Закисное железо содержится преимущественно в грунтовых водах в количестве, не превышающем нескольких миллиграммов в 1 л, а окисное железо – в основном в поверхностных водах в количестве сотых или десятых долей миллиграмма в 1 л.

Важнейшие анионы, содержащиеся в природной воде: ионы хлора, сульфата и HCO_3^- . Хлориды так же, как и сульфаты, присутствуют почти во всех водах. Содержание их меняется в широких пределах.

Предприятия Узбекистана используют природную воду из главных рек Узбекистана или их притоков. Их химический состав приведен ниже:

Реки	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ , K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Сумма ионов, мг/л
Амударья	89,5	3,2	11,4	140,4	78,9	45,4	369
Заравшан	41,4	3,2	9,4	102,3	36,2	10,8	203
Сырдарья	105,8	1,2	1,2	153,1	105,3	35,9	403

Классификация методов очистки природной воды

Осветление:

1. Коагулирование, осаждение и фильтрование.
2. Коагулирование контактное.

Обесцвечивание:

1. Коагулирование, осаждение и фильтрование.

Умягчение:

1. Подогревание (кипячение).
2. Подщелачивание (умягчение реагентами).
3. Ионный обмен (фильтрование через катиониты).

Дегазация:

1. Разбрызгивание.
2. Разбрызгивание в вакууме.
3. То же при подогревании.
4. Дегазация реагентами.
5. Катионирование.
6. Углевание.

Обезжелезивание:

1. Аэрация, осаждение и фильтрование.
2. Подщелачивание, осаждение и фильтрование.
3. Коагулирование, осаждение и фильтрование.
4. Перехлорирование, фильтрование и дехлорирование.

Обезмарганцование:

1. Подщелачивание и фильтрование.
2. Обработка железным коагулянтом, осаждение и фильтрование.

Обескремнивание:

1. Подщелачивание, осаждение и фильтрование.
2. Обработка железным коагулянтом, осаждение и фильтрование.
3. Коагулирование, осаждение и фильтрование.
4. Обработка окисью магния, подогрев, осаждение и фильтрование.
5. Фильтрование через бокситы.
6. Обескремнивание ионитами.

Снижение окисляемости (удаление растворенных органических веществ):

1. Коагулирование.
2. Хлорирование.
3. Фильтрование через активированный уголь.

Предотвращение отложения солей в трубах и аппаратах:

1. Подкисление воды.
2. Известкование.
3. Фосфатирование.

Обессоливание (опреснение):

1. Выпаривание с последующей дистилляцией.

2. Обессоливание электроосмосом.
3. Фильтрация через катионитовые и анионитовые фильтры.

Обеззараживание:

1. Хлорирование.
2. Хлорирование с аммонизацией.
3. Ультрафиолетовое облучение.
4. Озонирование.

Уничтожение запаха:

1. Преаммонизация.
2. Обработка воды сернистым газом.
3. Углевание.

Осветление

Назначение: осаждение только грубодисперсных частиц, задержание крупных плавающих предметов. Задержание мелких взвешенных примесей и плавающих предметов проводится при помощи сеток, устанавливаемых в приемных камерах водозабора.

Коагулирование и подщелачивание воды

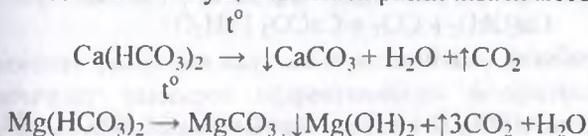
Коагулированием называется процесс химической обработки воды реагентами, в результате которого находящиеся в воде коллоидно-дисперсные примеси переводятся в грубодисперсные (образуются хлопья).

Реагенты, применяемые для коагуляции и подщелачивания воды, разделяются на две группы. Первая группа реагентов при растворении образует растворы. К этой группе относятся: очищенный сернокислый алюминий, сернокислое железо, сода, известь, полиакриламид и т. д. Ко второй группе реагентов, которые при растворении образуют суспензии, относятся: неочищенный сернокислый алюминий, известь, обожженный доломит.

Умягчение воды

Умягчение воды – процесс обработки, в результате которого снижается жесткость – содержание ионов кальция и магния. Жесткость воды определяется общим содержанием растворенных в ней солей кальция и магния и выражается в мг-экв/л. Единицей жесткости является 1 мг-экв/л, чему соответствует содержание в воде 20,02 мг/л Ca^{2+} или 12,14 мг/л Mg^{2+} мг/л. Жесткость воды подразделяется на временную, постоянную и общую.

Временная (карбонатная) жесткость обусловлена содержанием в воде растворенных бикарбонатов $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, которые при кипячении переходят в средние или основные соли и выпадают в осадок:



Полного устранения карбонатной жесткости при кипячении не происходит вследствие того, что карбонаты кальция и особенно магния в некоторой степени растворимы в воде.

П о с т о я н н а я карбонатная жесткость создается нитратами, хлоридами, сульфатами магния и кальция, не выпадающими в осадок при кипячении.

О б щ а я жесткость складывается из временной и постоянной жесткости.

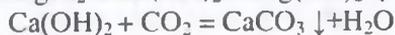
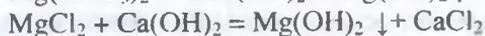
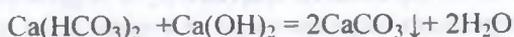
К основным способам умягчения воды относятся: химический, биологический и осмотический. Более подробно рассмотрим химический способ умягчения воды, при котором химические процессы относятся и к осмотическим.

В зависимости от применяемых реагентов способы умягчения воды могут осуществляться различными способами: известково-содовый (гашеная известь и кальцинированная сода), натронный (едкий натр), фосфатный (тринатрийфосфат), ионообменный (катиониты, содержащие активные группы с ионами H^+ , Na^+ , NH_4^+).

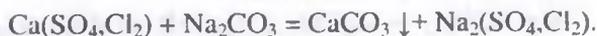
Наиболее распространенными способами умягчения воды являются известково-содовый и катионитовый.

Известково-содовый способ пригоден для устранения временной и постоянной жесткости воды и заключается в обработке ее известью и содой. Известь удаляет из воды бикарбонаты, а постоянную магниевую жесткость заменяет кальциевой, сода удаляет все остальные соли. Применение известково-содового способа обеспечивает грубое умягчение воды – приблизительно до 0,3 мг-экв/л.

Реакции протекающие при обработке воды по известково-содовому методу, могут быть представлены следующими уравнениями:

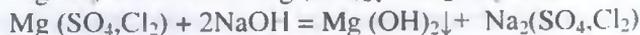
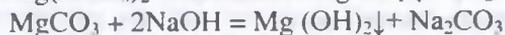


при обработке содой:



Натронный способ обеспечивает устранение временной и постоянной магниевой жесткости. Едкий натр взаимодействует с бикарбонатами кальция и магния, переводя их в нерастворимые карбонат кальция и гидрат окиси магния. Выделяющаяся сода устраняет постоянную кальциевую жесткость и должна приниматься в расчет

Реакции, протекающие при обработке воды по натронному способу, могут быть представлены следующими уравнениями:

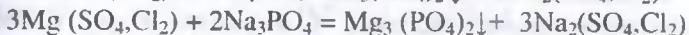


Содовый способ обеспечивает устранение постоянной кальциевой и частичное устранение постоянной магниевой жесткости воды. Содовый способ целесообразно применять в тех случаях, когда в воде преобладает некарбонатная кальциевая жесткость и мало солей

магния. Реакции, протекающие при обработке воды по содовому способу, могут быть представлены следующей реакцией:

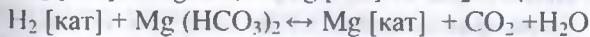
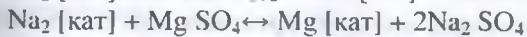
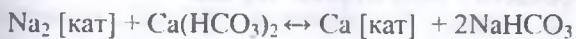


Фосфатный способ дает возможность более полно, чем предыдущие два способа, умягчить воду. Применяющийся при этом способе тринатрийфосфат (Na_3PO_4) устраняет временную и постоянную жесткость:



Растворимость фосфатов кальция и магния в воде ничтожно мала; это обеспечивает высокую эффективность фосфатного метода. Умягчение воды тринатрийфосфатом рекомендуют проводить после предварительной очистки содой и известью для более полного осаждения солей жесткости.

Сущность метода ионного обмена заключается в том, что некоторые твердые труднорастворимые минеральные и органические вещества способны извлекать из растворов одни катионы или анионы в обмен на содержащиеся в них другие ионы. Для поглощения из воды ионов Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} применяют катиониты – следующие активные группы с ионами H^+ , Na^+ , NH_4^+ :



Остаточная жесткость воды, умягченной катионнообменным способом, обычно не превышает 0,05 мг-экв/л.

Реакции обмена ионов обратимы. Для восстановления обменной способности ионитов проводят процесс регенерации.

Для регенерации Na-катионитов применяют раствор поваренной соли, для H-катионитов – минеральные кислоты (соляную):





Различают катиониты натуральные и искусственные. Натуральные катиониты:

– глауконитовые пески, или глауконитовые (водные) алюмосиликаты;

– гумусовые угли (гумининовые кислоты и др.).

Искусственные:

– неорганические (алюмосиликаты) – пермутиты, например пермутит натрия $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$;

– органические – сульфоугли (приготавливают сульфированием бурых или каменных углей);

– катиониты, изготавливаемые на основе синтетических смол (экспатиты, например экспатит 1, вофатиты и др.). Синтетические смолы, способные к катионному обмену, содержат группы - SO_3H , - COOH , - OH , - $\text{CH}_2\text{SO}_3\text{H}$ и др. К этим смолам относятся продукты конденсации фенола с формальдегидом и др.

Подготовка воды для производства хлопковой целлюлозы и бумаги

Для этой цели используется как речная, так и артезианская вода, в зависимости от местных условий, где расположено производство. Например, в производстве хлопковой целлюлозы при Ферганском химическом заводе фурановых соединений используется артезианская вода, в производстве бумаги в г. Ташкенте и Ташкентской области – вода из реки Чирчик.

1. Подготовка воды из артезианской скважины для производства хлопковой целлюлозы

Производство использует технологическую и деминерализованную воду. Получение технологической воды основано на фильтрации сырой артезианской воды через патронный фильтр с обратной промывкой.

Деминерализация воды основана на обратноосмотическом обеспечении (опреснении) природной артезианской воды. По данным фирмы «Josef meissner», качественные показатели технологической и

деминерализованной воды должны отвечать определенным требованиям (табл. 7.2).

Таблица 7.2. Показатели качества воды для производства хлопковой целлюлозы

Показатель	Норма для воды	
	Технологической	Деминерализованной
Водородный показатель, рН	7,4	5,2
Содержание компонентов, мг/л:		
- хлоридов;	9,7	0,02
- сульфатов;	280	0,26
- нитратов;	33	0,13
- бикарбонатов;	250	0,43
- силикатов;	10	0,03
- кальция;	109	0,16
- магния;	45,3	0,07
- железа;	0,05	0,00
- сухого остатка.	813	1,2

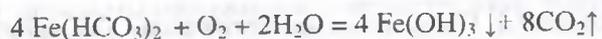
Технологический процесс получения деминерализованной воды состоит из следующих стадий:

- фильтрации сырой артезианской воды с получением технологической воды;
- обезжелезивания технологической воды;
- обратноосмотическое опреснение обезжелезенной воды.

Фильтрация артезианской воды проводится с целью удаления взвешенных веществ. Процесс фильтрации осуществляется на фильтровальной станции, основой которой служит автоматический патронный фильтр с обратной промывкой.

Стадия обезжелезивания служит для удаления из технологической воды растворенного двухвалентного железа. В основе обезжелезивания лежат процессы окисления двухвалентного

железа в трехвалентное кислородом воздуха и гидролиз $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$, которые можно описать уравнением:



При окислении на 1 мг двухвалентного Fe расходуется 0,143 мг O_2 . Частицы $\text{Fe}(\text{OH})_3$ отфильтровываются в осветлительных фильтрах установки обезжелезивания. Обезжелезенная вода проходит обратноосмотический фильтрующий модуль и на выходе из него получается пермеат – обессоленный раствор, прошедший через мембрану и концентрат, содержащий растворенные вещества, удержанные мембраной.

Мембраны могут быть загрязнены следующими растворенными в воде малорастворенными соединениями: CaCO_3 , CaSO_4 , BaSO_4 , SrSO_4 , CaF_2 .

Для эффективного использования мембран на протяжении всего срока службы следует время от времени проводить их очистку, так как несмотря на предварительную стабилизационную обработку воды, не исключается образование отложений на поверхности мембраны.

Для удаления неорганических загрязнений и отложений с мембраны используется 2% раствор лимонной кислоты, для удаления органических и коллоидных загрязнений и отложений используется 2% раствор очищенного средства типа 411, для дезинфекции мембран – 0,2% раствор перекиси водорода.

2. Подготовка воды из рек для производства бумаги

Метод химической чистки состоит из следующих стадий и технологических операций:

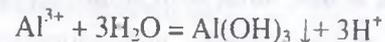
- подогрев воды до температуры 30 – 35°C;
- предварительная очистка исходной воды;
- умягчение предварительно очищенной воды;
- очистка от органических веществ.

Подогрев исходной воды облегчает технологический процесс: часть органических включений и минералов переходит в раствор. Предварительная очистка производится посредством осветлительных фильтров. Умягчение предварительно очищенной воды производится на натрий-катионитных фильтрах. От

органических веществ воду очищают путем сорбции на угольных фильтрах. При этом происходит снижение карбонатной жесткости воды и содержания коллоидной кремниевой кислоты, но увеличивается содержание сульфат-ионов и свободной угольной кислоты.

В коллоидном растворе все частицы являются одноименно заряженными и вследствие этого отталкиваются друг от друга. Если к очищенной воде добавить коагулянт, способный уменьшить или лишить заряда коллоидные частицы, то последние начнут укрупняться и выпадать в осадок. Коагулянт образует в воде нерастворимый осадок, имеющий рыхлую и пористую структуру. Если вместе с коллоидными веществами в воде имеются взвешенные грубодисперсные частицы песка, глины и других примесей, то образовавшиеся хлопья скоагулированных коллоидов обволакивают эти взвешенные частицы и увлекают их вместе с собой в осадок. Процесс образования крупных хлопьев заметно ускоряется при вводе в раствор некоторых высокомолекулярных веществ, называемых флокулянтами, например полиакриламид.

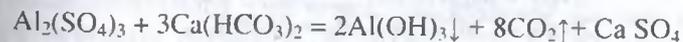
В качестве коагулянта в данном процессе применяют сернокислый алюминий ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$). При введении его в обрабатываемую воду происходит его гидролиз с образованием дисперсных частиц гидроксида алюминия ($\text{Al}(\text{OH})_3$):



Наличие в воде бикарбонатов приводит к реакции:



Суммарно эти химические процессы представляются уравнением:

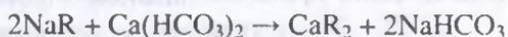


Гидроокись алюминия – труднорастворимое в воде соединение. Через некоторое время после введения в исходную воду раствора сернокислого алюминия в воде появляются хлопья белого и желтого цвета – микрохлопья. Затем частицы укрупняются и образуют макрохлопья размером 1 – 2 мм и более. В процессе

хлопьеобразования происходит коагуляция коллоидных примесей обрабатываемой воды, а также сцепление грубодисперсных взвешенных частиц, завершающееся выпадением хлопьев в осадок. В качестве флокулянта используется полиакриламид, действие которого заключается в том, что ионогенные окончания молекул этого полимера адсорбируют различные макрочастицы, содержащиеся в воде и образующиеся в процессе коагуляции. Каждая частица может адсорбироваться несколькими ионогенными окончаниями, принадлежащими различным молекулам активатора. В результате создаются крупные пространственные системы в виде хлопьев, способствующих слипанию агрегативно неустойчивых частиц, что позволяют сохранить эффект осветления воды во время сезонных паводков. Отделение хлопьев от обрабатываемой воды производится в осветлителях с контактной средой, образованной хлопьевидным осадком (шламом). Контактная среда поддерживается во взвешенном состоянии под действием восходящего потока обрабатываемой воды. Избыток шлама удаляется через шламоуплотнитель. Осветленная вода отводится из верхней части осветлителя. Обработка воды методами ионного обмена основана на способности некоторых практически нерастворимых в воде материалов вступать в ионный обмен с содержащимися в воде солями, сорбируя из нее одни ионы и отдавая эквивалентное количество других ионов, которыми ионит периодически насыщается при регенерации.

Умягчение воды путем натрий-катионирования основано на пропуске обрабатываемой воды через слой катионита, содержащего в качестве обменных ионов катионы натрия. Для этого катионит предварительно регенерируют поваренной солью.

При натрий-катионировании воды протекают следующие реакции:



или в ионной форме:



где NaR , CaR_2 , MgR_2 – солевые формы катионита.

Как видно из приведенных реакций, из обрабатываемой воды удаляются катионы Ca^{2+} и Mg^{2+} , а в воду поступают ионы Na^+ , вследствие чего остаточная жесткость натрий-катионированной воды может снижаться до 0,01 мг-экв/л и ниже. Щелочность и анионный состав при этом не изменяются. По мере истощения обменной емкости ионитов производится процесс их регенерации (восстановления обменной емкости). Регенерация ионита осуществляется 5 – 8% раствором поваренной соли. При этом протекают следующие реакции:



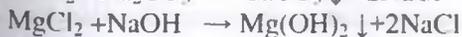
Процесс регенерации производится в следующей последовательности:

- взрыхление катионита потоком воды снизу вверх;
- спуск водяной подушки, находящейся над слоем катионита;
- пропуск регенерационного раствора;
- отмывка катионита от продуктов регенерации.

Сбросные воды от регенерации натрий – катионитовых фильтров можно разделить по минерализации на:

- наиболее минерализованные (отработанный раствор соли и первая часть отмывочной воды);
- слабоминерализованные (вторая часть отмывочной воды).

Отработанный регенерационный раствор содержит соли жесткости и избыток поваренной соли, не участвующий в процессе ионного обмена. Для снижения потребления свежей поваренной соли на регенерацию натрий-катионитовых фильтров предусмотрено повторное использование наиболее минерализованных сбросных вод после их предварительного умягчения осаждением из них солей жесткости с помощью растворов Na_2CO_3 и NaOH . При этом протекают следующие реакции:



Умягченный содой и щелочью раствор до содержания общей жесткости не более 10 мг-экв/л и щелочности не более 5 мг-экв/л используется для приготовления свежего регенерационного раствора.

Для удаления органических соединений из обработанной на натрий-катионитовых фильтрах воды предусмотрена установка сорбционных фильтров, загруженных активированным углем. Обработываемая вода проходит через слой загрузки со скоростью 5 – 7 м/ч. Продолжительность рабочего цикла сорбционных угольных фильтров зависит от поглотительной способности активного угля и от загрязненности воды органическими соединениями. Для предотвращения слеживаемости активного угля в процессе работы фильтров, периодически проводится его взрыхление и промывка потоками воды снизу вверх. Отработанный активный уголь используется в качестве фильтрующего материала при растворении поваренной соли.

Качественные показатели исходной (речной) воды и требования к осветленной и умягченной воде приведены в табл. 7.3.

Качественные показатели технологической воды для производства бумаги

Таблица 7.3. Качественные показатели исходной (речной) воды и требования к осветленной и умягченной воде

Показатели качества	Исходная	Норма для воды:	
		осветленной	умягченной
Прозрачность, см	15 – 30	4,1 – 5,6	4,1 – 5,6
Общая жесткость, мг-экв/л	2,0 – 2,5	2,2 – 2,5	0,2
Щелочность, мг/л	2,0 – 2,2	1,5 – 1,7	1,5 – 1,7
Компоненты, мг/л:			
- железо;	0,1 – 1,5	0,1 – 0,6	0,09
- алюминий	0,05 – 0,15	–	0,3
Сухой остаток растворенных минеральных веществ, мг/л	90 – 130	–	До 240
ХПК, мгО ₂ /л	0,5 – 0,8	0,5	0,5
Водородный показатель, рН	7,7 – 8,4	7 – 8	7 – 8

Технология осветления воды

Исходная речная вода поступает на станцию химводоподготовки в специальный резервуар с температурой $7 - 15^{\circ}\text{C}$. Подогревается до температуры $24 - 35^{\circ}\text{C}$ на установке компрессии воздуха. После смешивания температура исходной воды в резервуаре, в зависимости от времени года колеблется в пределах $14 - 22^{\circ}\text{C}$. Из резервуара исходная вода насосами подается в теплообменники, где нагревается до температуры $27 - 35^{\circ}\text{C}$ в зависимости от времени года. Затем исходная вода подается в теплообменник, который служит для стабилизационного подогрева воды до температуры $35 \pm 1^{\circ}\text{C}$. Далее вода подается в осветлитель, где подвергается коагуляции сернокислым алюминием. 5% сернокислый алюминий подается в специальную емкость. Из емкости этот раствор (коагулянт) насосами-дозаторами подается в осветлитель. Сюда же подается 0,1% раствор полиакриламида. Осветлитель работает следующим образом. Исходная вода, выходящая из теплообменника, поступает по распределительной системе в воздухоотделитель осветлителя, где она освобождается от избытка воздуха. Из воздухоотделителя вода по спускной трубе через тангенциально направленный ввод, снабженный регулируемым соплом, поступит в смеситель воды и реагентов. Растворы коагулянта и флокулянта поступают в смеситель по радиально направленным трубопроводам. Благодаря разной направленности движения при входе в смеситель (тангенциальное для воды, радиальное для реагентов) реагенты хорошо перемешиваются с водой. Потоки гасят также вертикальные и горизонтальные перфорированные перегородки, имеющиеся в нижней части осветлителя. Восходящий поток обрабатываемой воды поддерживает образующийся осадок во взвешенном состоянии, создавая, таким образом, контактную среду, выполняя роль фильтра со взвешенным слоем. Эта контактная среда имеет громадную поверхность вследствие большого числа составляющих ее мелких частиц шлама, что создает весьма благоприятные условия для протекания физико-химических процессов (сорбция, кристаллизация и т. д.), обеспечивающих эффективную очистку воды. При прохождении обрабатываемой воды через осветлитель непрерывно образуется шлам, избыток которого должен также непрерывно удаляться из воды контактной средой. Для этого часть (20% от общего расхода) обрабатываемой воды вместе с содержащимся в ней

шламом отводится через шламопроемное окно по шламоотводным трубам из зоны контактной среды в шламоуплотнитель. Шлам оседает в нижней части уплотнителя, где уплотнитель частично обезвоживается под давлением вышележащих его слоев, и удаляется по трубопроводам в шламовую емкость, откуда направляется в шламонакопитель. Осветленная в шламоуплотнителе вода собирается перфорированным коллектором и отводится по трубе в распределительное устройство, где далее вместе с основным потоком осветленной воды выводится из осветлителя. Общее количество воды, поступающее в шламоуплотнитель, складывается из той части, которая направляется в распределительное устройство, и той, которая непрерывно удаляется путем продувки. Большая часть (до 80% общего расхода) поступающей в осветлитель воды проходит мимо шламоуплотнителя. В основном она освобождается от шлама при выходе из зоны контактной среды в зону осветления и полностью осветляется при движении через эту зону. Пройдя верхнюю дренажную решетку для равномерного распределения воды по поперечному сечению осветлителя, вода сливается в кольцевой желоб через отверстия в его стенках. Из желоба вода поступает в распределительное устройство, где смешивается с потоком осветленной воды, выходящей из шламоуплотнителя. Из распределительного устройства осветлителя коагулированная вода самотеком направляется в резервуар коагулированной воды.

Для доведения рН коагулированной воды до значения 7 – 8 предусмотрена возможность подщелачивания ее 0,2% раствором едкого натра. Обработанную в осветлителях воду подают в осветлительные фильтры.

Осветлительные фильтры предназначены для удаления из воды взвешенных веществ до содержания 2 мг/л. Осветлительный вертикальный однокамерный напорный фильтр ФОВ – 2 – 0,6 представляет собой цилиндр диаметром 2 м с верхним и нижним сферическими днищами, рассчитанный на давление до 0,6 МПа. В качестве загрузки используется сульфуголь СК-1. Установлено 4 фильтра (3 рабочих и 1 резервный). В процессе работы осветлительных фильтров происходит постепенно загрязнение фильтрующего слоя и, как следствие этого, возрастает сопротивление фильтра и снижается скорость фильтрования. Сопротивление включенного в работу фильтра составляет примерно 0,01 МПа. Фильтр отключается на водовоздушную промывку для удаления

загрязнений при переводе давлений 0,1 – 0,12 МПа. Промывка производится осветленной водой. Каждый фильтр оснащен комплексом автоматических устройств и запорных органов, необходимых для нормальной работы фильтров (рис.7.1).

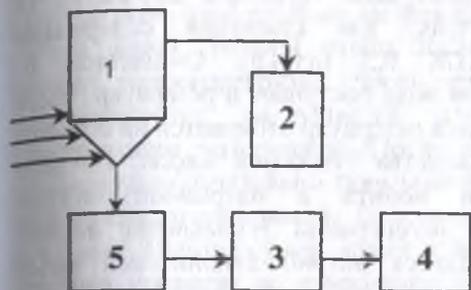


Рис. 7.1. Принципиальная схема осветления воды:

1 - осветлитель; 2 – осветлительный фильтр; 3 – резервуар коагулированной воды; 4 – резервуар осветленной воды; 5 – резервуар сбросной воды.

Технология умягчения воды

Натрий-катионитные фильтры первой степени предназначены для умягчения осветленной воды до остаточной жесткости 0,2 мг-экв/л. Марка фильтра ФИПа 1 – 2; 0,6. Количество 4 штуки. Фильтры цилиндрической формы, диаметром 2 м с верхними и нижним сферическими днищами. Внутри фильтра расположены 2 дренажно-распределительных устройства. Верхнее распределительное устройство предназначено для входа осветленной воды при натрий-катионировании, сброса воды при взрыхлении, а также для подвода регенерационного раствора поваренной соли. Нижнее распределительное устройство предназначено для отвода натрий-катионированной воды, подвода воды на взрыхление, отвода отработанного регенерированного раствора поваренной соли и отмывочной воды. В качестве фильтрующей загрузки используется катионит марки Вофатит KPS, содержащий в количестве обменных ионов катионы натрия.

Осветленная вода из фильтров поступает в резервуар (рис 7.2), откуда насосом подается на умягчение в натрий-катионитные фильтры первой степени. Часть осветленной воды, из линии подачи

осветленной воды в натрий-катионитные фильтры, отбирается на станцию очистки сточных вод производства бумажной массы. Часть осветленной воды из резервуара с помощью насосов подается на производство бумаги. После обработки осветленной воды на натрий-катионитных фильтрах умягченная вода проходит доочистку на угольных сорбционных фильтрах, для снижения содержания органических веществ (до ХПК 0,5 мгО₂/л). Очищенная от органических веществ умягченная вода поступает в резервуар. Часть умягченной воды из линии подачи в резервуар отбирается на станцию очистки сточных вод от производства бумажной массы. По мере истощения обменной емкости ионита в натрий-катионитных фильтрах производится процесс регенерации. Взрыхление натрий-катионитных фильтров производится натрий-катионитовой водой повторного использования, подаваемой из резервуара насосами потоком воды снизу вверх. Сброс взрыхляющей воды осуществляется в резервуар сбросных вод. Для предотвращения попадания фильтрующего материала в резервуар на сбросных трубопроводах установлены фильтры-ловушки. При достижении перепада давления на фильтре-ловушке 0,1 МПа, его промывают обратным током осветленной воды. Промывочная вода сбрасывается в дренаж.

Регенерация ионита осуществляется раствором поваренной соли. Во избежание разбавления регенерационного раствора предусматривается сброс водяной подушки в лоток. Отработанный регенерированный раствор сбрасывается в отстойник.

Отмывка натрий-катионитных фильтров от продуктов регенерации осуществляется водой. Отмывочные воды от натрий – катионитных фильтров первой ступени сбрасываются:

– 1 этап – в отстойник;

– 2 этап – в резервуар натрий-катионированной воды повторного использования.

Прекращение полезной работы фильтров осуществляется эксплуатационным персоналом, который ведет оперативный химический контроль качества обработанной воды и в нужный момент включает систему автоматических устройств, обеспечивающих последовательное выполнение всех операций по регенерации фильтров. Каждый фильтр оснащен комплексом автоматических устройств и запорных органов, необходимых для регенерации фильтров.

Для ускорения и обеспечения процесса заполнения и выгрузки фильтрующих материалов при ремонте фильтров осуществляют их гидроперегрузку в пустой резервный фильтр. На эстакаде вдоль фильтров предусмотрен стационарный трубопровод для гидроперегрузки фильтрующих материалов. На нем у каждого фильтра выполнен тройник на флянцах, к которому присоединяется гибкий шланг. Второй конец шланга присоединяется к штуцеру фильтра гидроперегрузки. Часть трубопровода, не участвующая в гидроперегрузке, заглушается для предотвращения засорения фильтрующим материалом. После окончания гидроперегрузки все трубопроводы тщательно промываются водой до полного удаления фильтрующего материала. Перегрузку фильтрующего материала в резервный фильтр осуществляют взрыхляющей водой. Фильтрующий материал приводят во взвешенное состояние, и пульпа по гибкому шлангу поступает в фильтры гидроперегрузки, при этом дренажная арматура фильтра гидроперегрузки должна быть открытой.

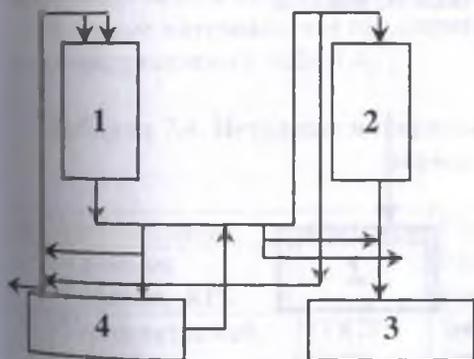


Рис.7.2. Схема производства умягченной воды:

1 – натрий-катионитный фильтр; 2 – угольный фильтр; 3 – резервуар умягченной воды; 4 – резервуар натрий-катионированной воды повторного использования.

Первоначальная загрузка фильтрующего материала в фильтры выполняется при помощи передвижного гидротранспортера. Фильтрующий материал вручную засыпается в воронку и увлекается потоком воды, подаваемой из коллектора осветленной воды в

гидротранспортер через гибкий шланг. Пульпа через гибкий шланг, подсоединенный к коллектору гидрперегрузки, поступает в соответствующие фильтры. Сброс воды от фильтров при гидрперегрузке осуществляется в дренажные лотки.

Регенерация раствора хлористого натрия

Схема регенерации отработанного раствора хлористого натрия представлена на рис. 7.3.

Наиболее минерализованные сбросные воды процесса регенерации натрий-катионитных фильтров поступают в отстойники. Отстойник периодического действия оборудован плавающим всосом, перемешивающими устройствами, пробоотборниками, рН-метрами и указателями уровня. Объем отстойника рассчитан на прием регенерационных вод от одной регенерации натрий-катионитных фильтров первой ступени. После заполнения отстойника отработанными регенерационными стоками производят подачу в него 5% раствора кальцинированной соды и из емкости хранения раствора полиакриламид 0,1% раствора полиакриламид.

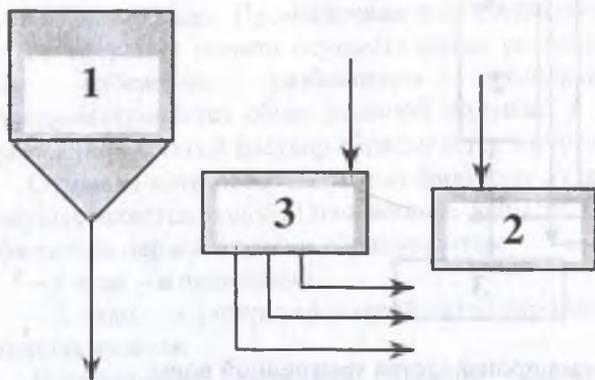


Рис. 7.3. Схема регенерации отработанного раствора соли:
1 – отстойник; 2 – емкость осветленного раствора хлористого натрия;
3 – емкость регенерационного раствора соли.

Далее содержимое в отстойниках перемешивается сжатым воздухом и отстаивается. Образовавшиеся CaCO_3 и $\text{Mg}(\text{OH})_2$ выпадают в осадок, в осветленный раствор соли (3 % раствор NaCl).

который самотеком сливается в емкость и насосом подается на осветление в солерастворители. Осветленный раствор поваренной соли после солерастворителей поступает в емкость для приготовления раствора щелочи. Шламовые воды из отстойника самотеком направляются в емкости сбора шламовых вод от осветлителей. По мере слеживания и забивания фильтрующего материала осадком в солерастворителе проводится его взрыхляющая промывка осветленной водой. Сброс взрыхляющей воды проводится в коллектор сбросных вод.

4 % раствор едкого натра для подачи в отстойник готовится в емкости, путем разбавления 42% NaOH осветленным раствором поваренной соли.

42% NaOH подается со склада реагентов. Выравнивание концентрации раствора NaOH в емкости осуществляется путем гидравлического перемешивания раствора с помощью насоса. 4% раствор едкого натра подается в емкость, где разбавляется осветленной водой до 0,1 % концентрации и насосом подается на подщелачивание коагулированной воды, 5% раствор кальцинированной соды подается в накопительную емкость.

Исходные материалы для предварительной очистки и умягчения воды представлены в табл. 7.4.

Таблица 7.4. Исходные материалы, показатели качества и их нормы

№	Наименование	Стандарт	Показатели	Норма
1	Катионит Вифотит, KPS		Размер зерен, мм; Влажность, %	0,315-1,25 50 - 60
2	Уголь активный, БАУ-А	ГОСТ 6217	Зольность, %; Влажность, %	Не более 8; Не более 10
3	Сульфуголь, СК-1	ГОСТ 5696	Размер зерен, мм; Влажность, %	0,5-1,25 35+5
4	Раствор соли поваренной		Содержание соли, %	6 - 8
5	Раствор сернокислого алюминия		Содержание основного вещества, %	5 - 10
6	Раствор полиакриламида		Содержание ПАА, %	0,1

Продолжение таблицы 7.4.

1	2	3	4	5
7	Раствор кальцинированной соды		Содержание основного вещества, %	5
8	Едкий натр технический	ГОСТ 2263	Массовая доля едкого натра, %	40 -42

Таблица 7.5. Технические характеристики основного технологического оборудования

Наименование оборудования	Материал	Техническая характеристика
Осветлитель ВТИ -100И	08Х22Н6Т	Д = 5500 мм; Н = 9350 мм; Производительность - 100м ³ /ч.
Резервуар коагулированной воды	08Х22Н6Т	Об. = 100 м ³ ; Д=4730 мм; Н=5060 мм.
Фильтр осветленный однокамерный, ФОВ - 2,0 - 0,6	12Х18Н10Т	Д=2000 мм; Н = 3430 мм; F= 3,14 м ² .
Резервуар осветленной воды	08Х22Н6Т	Об.=200м ³ ; Д =6030 мм; Н = 5960 мм
Фильтр натрий- катионитовый, первой ступени, ФИИа 1 - 1.0 -0,6	12Х18Н10Т	Д = 2000 мм; Н = 4500 мм; F = 3,14 м ² .
Фильтр сорбционный угольный, ФСУ-2,0-0,6	12Х18Н10Т	Д = 2000 мм; Н = 4500 мм; F = 3,14 м ²
Резервуар умягченной воды	08Х22Н6Т	Об.=100 м ³ ; Д = 4730 мм; Н = 5960 мм.

Продолжение таблицы 7.5

1	2	3
Резервуар сбора воды от осветленных фильтров	08X22Н6Т	Об. = 100 м ³ ; Д = 4730 мм; Н = 5960 мм
Резервуар натрий-катионированной воды повторного использования на взрыхление фильтров	Ст. углеродистый	Об. = 100 м ³ ; Д = 4730 мм; Н = 5060 мм.
Отстойник для умягчения отработанного регенерированного раствора поваренной соли	08X22Н6Т	Об. = 30 м ³ ; Д = 3400 мм; Н = 5645 мм.
Емкость осветленного раствора поваренной соли	12X18Н10Т	Подача = 3 – 8 м ³ /ч; Напор = 32 м.в.ст.
Емкость приготовления регенерированного раствора поваренной соли	12X18Н10Т	Об. = 16 м ³ ; Д = 2600 мм; Н = 3600 мм.

Сточные воды

Спуск сточных вод в водоемы регулируется «Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами». Предельно допустимые концентрации вредных примесей в воде водоемов регламентируются в соответствии с данными, приведенными в табл. 7.6.

Таблица 7.6. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в водных объектах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования

№	Наименование вещества	ПДК или ОДУ	ПДК, мг/л
1	2	3	4
1	Алюминий	ПДК	0,53
2	Аммиак (по азоту)	ПДК	2,0
3	Аммоний сульфат (по азоту)	ПДК	1,0
4	Ацетон	ПДК	2,2
5	Белафор КБ	ОДУ	1,5
6	Бензин	ПДК	0,5
7	Глицерин	ПДК	0,5
8	Дифтордихлорметан (Фреон-12)	ПДК	10,0
9	Диэтиленгликоль	ПДК	1,0
10	Железо (включая хлорное железо) по Fe	ПДК	0,33
11	Канифольное мыло	ОДУ	3,0
12	Капролактam ПДК	ПДК	1,0
13	Карбамидная смола мочевино- формальдегидная)	ОДУ	1,5
14	Карбоксиметилцеллюлоза (Глеколовокислый эфир целлюлозы)	ПДК	5,0
15	Кислота уксусная	ПДК	1,0
16	Кислота щавелевая	ПДК	0,5
17	Кислоты жирные синтетические C ₅ -C ₂₀	ПДК	0,1
18	Краситель основной фиолетовый «К»	ПДК	0,1
19	Краситель прямой голубой светопроочный	ПДК	0,05
20	Краситель прямой желтый светопроочный «К»	ПДК	0,1
21	Краситель прямой светопроочный «С»	ПДК	0,1

Продолжение таблицы 7.6.

1	2	3	4
22	Краситель синий светопроочный «КУ»	ПДК	0,2
23	Краситель прямой синий светопроочный	ПДК	0,02
24	Краситель прямой темно-зеленый	ПДК	0,1
25	Краситель прямой черный «2С»	ПДК	0,1
26	Краситель прямой черный «С»	ПДК	0,3
27	Краситель прямой черный «З» для кожи	ПДК	0,1
28	Краситель синий «З»	ПДК	10,0
29	Краситель флуоресцентный (3,6 – диокси флуорана)	ПДК	0,0025
30	Марганец	ПДК	0,13
31	Медь	ПДК	1,03
32	Мочевина	ПДК	1
33	Натрий	ПДК	200,0
34	Никель	ПДК	0,13
35	Нитраты	ПДК	45,0
36	Нитриты	ПДК	33,0
37	ОП - 7	ПДК	0,1
38	ОП - 10	ПДК	0,1
39	Спирт метиловый	ПДК	3,0
40	Тальк - паста	ОДУ	0,6
41	Тиосульфат натрия (Гипосульфат натрия)	ПДК	2,5
42	Титан	ПДК	0,13
43	Фенол	ПДК	0,001
44	Формальдегид	ПДК	0,05
45	Фурфурол	ПДК	1,0
46	Хлор активный	ПДК	Отсутствует
47	Этиленгликоль	ПДК	1,0

1. Сточные воды в производстве хлопковой целлюлозы

Общие вопросы

В Узбекистане производство хлопковой целлюлозы находится в основном в составе заводов, выпускающих и другие виды продукции. Очистка общезаводского потока сточных вод производится на локальных очистных сооружениях, где предусматривается локальная биологическая очистка. В зависимости от состава, свойства и режима водоотведения производственных сточных вод применяется:

- механическая очистка;
- химическая очистка;
- физико-химическая очистка;
- биологическая очистка сточных вод.

Например, на Ферганском химическом заводе фурановых соединений применяется метод биологической очистки сточных вод. Мощность очистных сооружений составляет $26700 \text{ м}^3/\text{сутки}$.

Очистные сооружения имеют в своем составе:

- песколовки;
- отстойники первичные радиальные;
- аэротенки-смесители;
- отстойники вторичные радиальные;
- илоуплотнители;
- аэробный минерализатор;
- насосно-воздуходувную станцию;
- иловые площадки;
- бункер для обезвоживания песка.

Сточные воды, поступающие на очистные сооружения, проходят механическую очистку на решетках, песколовках, первичных отстойниках и биологическую на аэротенках с последующим отстаиванием во вторичных отстойниках. Из вторичных отстойников осветленная вода сбрасывается в коллектор.

Стабилизированный ил, нефтяная и масляная пленка по специальному коллектору откачивается насосами на иловые площадки в песок.

Механическая очистка сточных вод

Основная задача механической очистки заключается в усреднении концентрации, регулировании расхода сточной воды и выделении нерастворимых примесей в очистных сооружениях. Для механической очистки применяется процеживание, отстаивание, фильтрование и центробежное удаление взвешенных частиц. Механическая очистка, как правило, является предварительным способом очистки производственных сточных вод.

Схема механической очистки производственных сточных вод включает следующие сооружения: решетки с дробилками для задержания и измельчения крупных загрязнений органического и минерального происхождения; песколовки для выделения тяжелых минеральных примесей и отстойники для выделения осаждающихся примесей.

Процеживание – первичная стадия очистки сточных вод для удаления крупных нерастворимых примесей размером до 25 мм, а также более мелких волокнистых загрязнений, которые в процессе дальнейшей обработки стоков препятствуют нормальной работе очистных сооружений. Процеживание сточных вод осуществляется пропусканием воды через решетки и волокнуловители. На рис. 7.4. показана схема коллектора с установкой для процеживания сточной воды и удаления крупных нерастворимых примесей. Решетки имеют зазор 5 – 25 мм и устанавливаются в коллекторах под углом 60 – 70°. Скорость сточной воды в зазоре не должна превышать 0,8 – 1,0 м/с. При эксплуатации решетки должны непрерывно очищаться.

Отстаивание основано на особенности процесса осаждения твердых частиц в жидкости под действием силы тяжести. Очистку сточных вод отстаиванием осуществляют в песколовках и отстойниках. Они могут быть горизонтальные с прямолинейным и круговым движением воды, вертикальные и радиальные. На рис. 7.5 показана схема горизонтального отстойника.

Кинетика процесса осаждения примеси в горизонтальном отстойнике показывает, что в течение первых двух часов максимальный осадок достигает 70% и дальше процесс остаётся стабильным, при этом скорость воды в горизонтальном отстойнике не должна превышать 0,01 м/с.

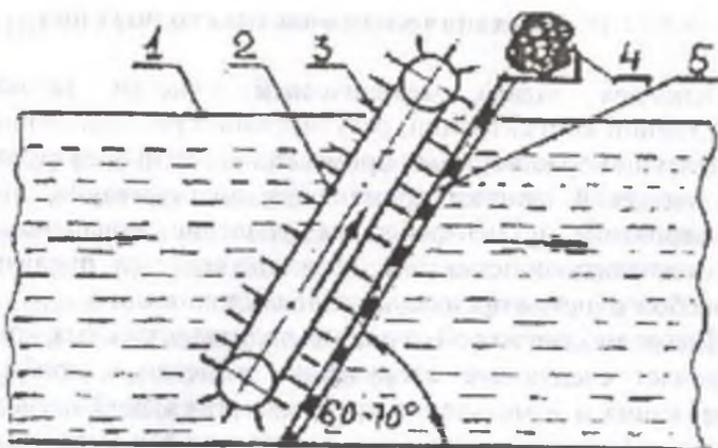


Рис. 7.4. Схема коллектора с установкой для процеживания сточных вод:

1 – коллектор; 2 – цепь; 3 – грабли; 4 – уловленные примеси; 5 – решетка с ячейками 5 – 25 мм.

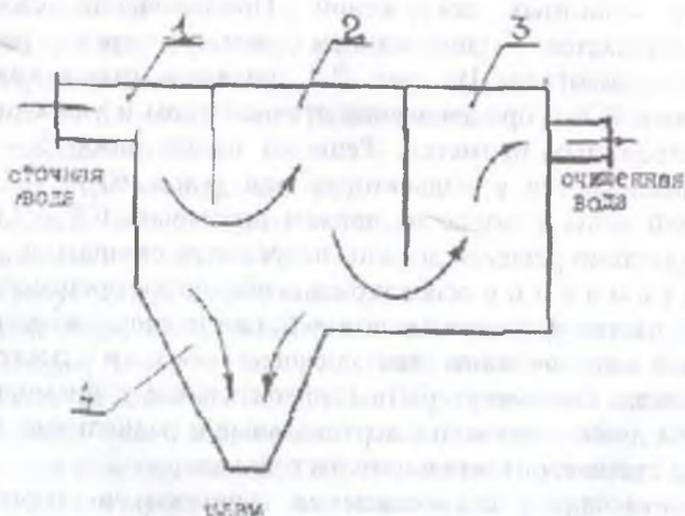


Рис. 7.5. Схема горизонтального отстойника:

1 – входной лоток; 2 – отстойная камера; 3 – выходной лоток; 4 – приямок (шламосборник).

Фильтр в а н и е применяют для выделения из сточных вод тонкодиспергированных твердых или жидких веществ, удаление которых отстаиванием затруднено. Фильтрация производится при помощи простых перегородок под действием гидростатического давления столба жидкости повышенного давления до перегородки и вакуума после перегородки. В качестве перегородки используют:

- перфорированные листы и сетки из нержавеющей стали;
- разнообразные тканевые перегородки из асбеста или синтетических волокон;

- для фильтрации применяют зернистые материалы: кварцевый песок, дробленый гравий, коксовую мелочь, бурый или каменный уголь, торф. Фильтрующие материалы должны обладать требуемой пористостью, механической прочностью и химической устойчивостью. Скорость фильтрации выбирается с учетом содержания примесей, так, например, при концентрации 25 мг/л она должна составлять 0,2 – 0,3 м/ч, а при 25 – 50 мг/л – соответственно 0,1 – 0,2 м/ч. Достоинство фильтрации – высокая степень очистки. Недостатки – дорогостоящая и сложная конструкция, занимающая большую площадь.

Ц е н т р о б е ж н о е удаление взвешенных примесей под действием центробежных сил осуществляется в гидроциклонах. Гидроциклоны изготавливают диаметром от 100 до 700 м. Конструкция гидроциклона выбирается таким образом, чтобы его диаметр соответствовал высоте, а конусная часть имела угол наклона к оси циклона в пределах 10 – 20°, при этом обеспечивается эффект улавливания взвешенных твердых примесей до 70%. Ниже приводится описание сущности биологической очистки сточных вод.

Биологическая очистка сточных вод

Биологическое окисление – широко применяемый на практике метод очистки производственных стоков от многих органических примесей. Процесс этот по своей сущности природный и его характер одинаков для процессов, протекающих в водоемах, очистном сооружении, склянке для определения биохимической потребности кислорода (БПК) и т.д. Биологическое окисление осуществляется сообществом микроорганизмов (биоценозом) включающим множество различных бактерий и водорослей, связанных между собой в единый комплекс сложных

взаимоотношений. Органические вещества при взаимодействии бактерий подвергаются распаду, т.е. минерализации. При достаточном количестве кислорода распад органических веществ обуславливается жизнедеятельностью аэробных бактерий, окисляющих соединения, содержащие углерод, азот, фосфор и серу в минеральные соли и углекислоту. При отсутствии или недостатке кислорода в результате жизнедеятельности анаэробных бактерий происходит сбраживание органического вещества с выделением метана, водорода и углекислоты. Среди аэробных бактерий в очистных сооружениях существуют гетеротрофы и автотрофы. Эти две группы бактерий различаются по своему отношению к источнику углеродного питания.

Гетеротрофы используются в качестве источника углерода для образования готовых органических веществ и перерабатывают их для получения энергии и биосинтеза клетки.

Автотрофы потребляют для синтеза клетки неорганический углерод, а энергию получают за счет фотосинтеза, используя энергию света. На эффективность процесса биологической очистки влияют температура, активная реакция, рН и кислородный режим.

Технология очистки сточных вод производства хлопковой целлюлозы

Сточные воды, получаемые при предварительной обработке хлопкового линта и промывке целлюлозы, направляются на установку обработки сточных вод, состоящую из 2 секций (данные ф. Sicplant international, Италия):

Секция А). Предварительная механическая и химико-физическая обработка

Жидкие стоки направляются на самоочищающийся вращающийся барабанный решеточный сепаратор (А1) рис. 7.6 в котором осуществляется отделение крупных твердых включений. поступающих затем при помощи шнека (А2) на пресс-уплотнитель (А3) для дегидратации. Отфильтрованная жидкость после смешивания с полиэлектролитом в (А4) направляется во флокулятор-коагулятор (А5), а затем в емкость хранения и уравнивания (А6). Полученный во флокуляторе шлам собирается в бассейне накопления

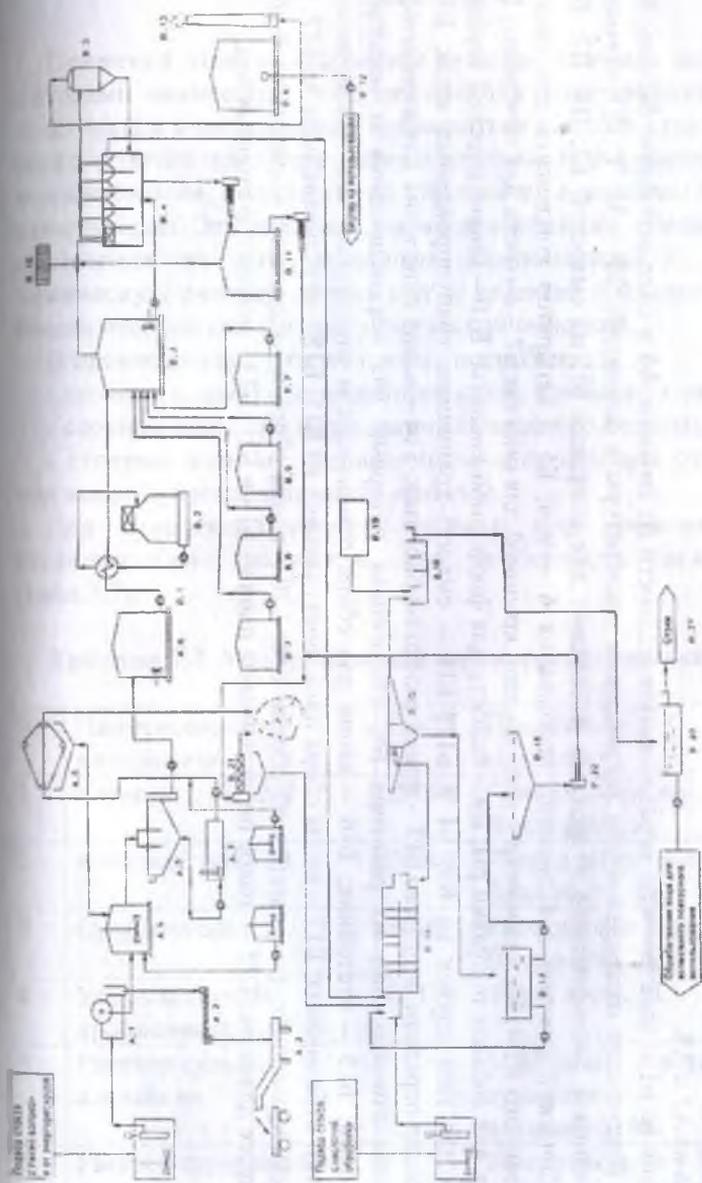
– аэрации (А7) и после добавки полиэлектролита, обезвоживается в ленточном фильтре-прессе (А8).

Секция Б). Анаэробическая и аэробическая обработка

Цикл обработки жидкого шлама на выходе из хранилища (А6) начинается с охладительной башни (Б2), где температура регулируется на величину примерно 36°C . На самом деле, для развития анаэробических мезофильческих бактерий является интервал температур в диапазоне $30 - 36^{\circ}\text{C}$. Охлажденные жидкие шламы поступают затем в емкость-уровнитель (Б3), куда вводятся в определенной дозе питающие вещества (азот и фосфор) соответственно в виде мочевины и фосфорной кислоты. В этой емкости начинается деградация органического материала с последующим окислением шлама. рН среды должно поддерживаться в диапазоне значений $7 - 8$, поэтому при необходимости, осуществляют соответствующую дозировку каустической соды, поступающей из емкости-хранилища (Б8). В назначение емкости (Б3) входит также гашение возможных максимум расхода, температуры и загрязняющей загрузки, которые могли бы нарушить процесс очистки. Из этой емкости жидкие шламы непрерывно перекачиваются в анаэробический реактор (Б4). Время пребывания жидких шламов в реакторе составляет от 6 до 9 часов. Жидкие шламы равномерно распределяются в секции реактора, и при их перемещении вверх проходят через слой биологического ила, плотность которого может достигать в самой низкой зоне порядка $50 - 100 \text{ кг/м}^3$. Поверх этого первичного слоя плотность ила постепенно уменьшается по мере поднятия к верхней части реактора. Здесь биопульпа состоит частично из флокулированного ила и частично из частиц ила, поступающих из нижнего слоя, которые увлекаются пузырьками биогаза, связанного с ними. Особенность этого ила состоит в том, что он представлен в форме очень компактных гранул, ил обладает низким значением sv_i , составляющим примерно $10 - 15 \text{ мл/г}$, и имеет оптимальные характеристики осаждения. Пузырьки биогаза, образованные бактериями, поднимаются к верхней части реактора и проходя через слой ила, осуществляют перемешивание, обеспечивающее более близкий контакт между питающим субслоем и бактериями. Верхняя часть реактора спроектирована для отделения биогаза от ила и ила от жидкой фазы посредством выпадания в

осадок. Освобожденный биогаз, собирается в коллекторе, проходит через сепаратор конденсата (Б5) на оттуда в газометр (Б6), а флокулированный ил падает в реактор. Биологический фильтр на торфе (Б10) задерживает возможные дурнопахнущие газы, которые могли бы выходить из емкости уравнивания (Б3), зоны осаждения реактора и емкости шламов. Жидкие шламы на выходе из реактора проходят аэробическую обработку в ванне окисления (Б14), обеспечивающей достаточное время пребывания. Перемешивание и насыщение кислородом суспензии вода – ил обеспечивают ротаторы типа Мумму. Суспензия очищенной воды и ила на выходе из окислительной ванны проходит в конечный отстойник (Б15), из него донные илы перемещаются в сборную ванну (Б17). Часть их рециркулируется вновь в ванну окисления, а избыточная фракция перекачивается в сгуститель (Б18), откуда направляется на машину прессования ила (Б21) для конечного обезвоживания до содержания сухого вещества 25-30 %.

Очищенные воды на выходе из отстойника (Б15) поступают в ванну (Б16), где могут обрабатываться озоном и двуокисью хлора, после чего направляются в сборную ванну (Б20) для возможно повторного использования на заводе, избыток переливается непосредственно в коллектор возврата в выпускной поток. Характеристики очищенной воды после описанной обработки соответствуют законодательству по защите окружающей среды.



уплотнитель дегидратор для твердых крупных включений; А4 — емкость с мешалкой для перемешивания жидкости с полиэлектролитом; А5 — флоккулятор-отстойник; А6 — емкость хранения и уравнивания, снабженная мешалкой; А7 — бассейн накопления и аэрации ила из отстойника А5; А8 — фильтр-пресс с двойной лентой для обезвоживания илов А7. Электронасосы перекачивания:

- жидкости из сборного колодца в А1;
- жидкости из А4 в А5;
- ила из А7 в А8.

Секция Б: Б1 — электронасос перекачивания жидкости из емкости А6 в охладительную башню; Б2 — башня воздушного охлаждения для регулировки температуры в диапазоне 30 — 36 °С; Б3 — емкость уравнивания с питательными и другими добавками для поправки рН из емкостей Б7, В8, В9; Б4 — анаэробический реактор для времени пребывания 6 — 9 ч; Б5 — сепаратор конденсата для биогаза, образованного в Б4; Б6 — газометр с поплаковой крышкой для биогаза; Б7 — емкость для мочевины; Б8 — емкость для добавок поправки рН; Б9 — емкость для фосфорной кислоты; Б10 — биологический торфяной фильтр для добавок сдувок из Б3, Б4 и Б11; Б11 — емкость-хранилище гранулированных илов; Б12 — компрессор передачи биогазов; Б13 — факел сжигания биогазов; Б14 — ванна окисления для азобической обработки сточных вод из реактора Б4, снабженная роторами для перемешивания и насыщения кислородом; Б15 — отстойник; Б16 — ванна для сбора очищенных и отстоенных вод для возможной обработки отбеливания; Б17 — ванна сбора илов, поступающих из Б15; Б18 — сгуститель илов из Б17; Б19 — емкость-хранилище для реагента обработки Б16; Б20 — ванна сбора и накопления обработанной воды; Б21 — пресс для илов; Б22 — насос перекачивания илов из Б18 в Б21; Б23 — коллектор сточных вод.

2. Сточные воды в производстве бумаги из хлопковой целлюлозы

Применен химический метод очистки сточных вод. Основными методами химической очистки являются нейтрализация и окисление. Химическая очистка может применяться как самостоятельный метод перед подачей производственных сточных вод в систему оборотного водоснабжения, а также перед спуском их в водоемы или городскую канализацию. Это делается для их дезинфекции, обесцвечивания или извлечения из них различных компонентов. В ряде случаев химическую очистку применяют в качестве предварительной перед биологической или физико-химической очисткой.

В производстве бумаги сточные воды бывают:

- сточные воды после варочного котла при варке хлопкового линта;
- сточные воды при формовании бумажного полотна;
- сточные воды из дренажной емкости станции очистки сточных вод после бумагоделательной машины.

Для химической очистки сточных вод применяются иониты, неорганические кислоты и соли, сорбенты, а также окислители. (табл.7.7).

Таблица 7.7. Материалы для химической очистки сточных вод

№	Наименование материалов	ГОСТ	Показатели качества	Значения
1	Катионит, КУ-2-8	20298	Размер зерен, мм; Влажность, %	0,315-1,25 50 -60
2	Анионит, АН - 31	20301	Размер зерен, мм; Влажность, %	0,4 – 2,0 5
3	Сульфоуголь	5698	Размер зерен, мм; Влажность, %	0,5 – 1.25 34 - 36
4	Уголь активный, дробленный, БАУ-Б	6217	Влажность, %	Не более 8
5	Раствор сульфата алюминия		Массовая доля сульфата алюминия, %	Не менее 10
6	Раствор сернистого железа		Массовая доля сульфата железа, %	Не менее 20

Продолжение таблицы 7.7.

1	2	3	4	5
7	Раствор ПАА		Массовая доля ПАА, %	0,1
8	Натрий едкий, технический	2263	Массовая доля едкого натрия,	40-42
9	Кислота серная, техническая	2184	Массовая доля серной кислоты, %	92,5
10	Пероксид водорода, технический	177	Массовая доля основного вещества, %	30 -37

Показатели исходной сточной воды, ее степень очистки с учетом требования показателей качества, позволяющего сброс в городскую канализацию, приведены в табл. 7.8.

Таблица.7.8. Характеристики сточной и очищенной воды

Показатель	Требуемые качества	
	до очистки	после очистки
Взвешенные вещества, мг/л	2000	200
Щелочность, мг-экв/л	399-350	
Сухой остаток, мг/л	1000-1200	2000
ХПК, мг O ₂ /л	300-400	350
Красители синтетические, мг/л		10
Содержание наполнителя, мг/л		0,1
Цветность, градусы	300-400	100
Водородный показатель, рН	10,6 – 10,8	5 - 8
Перекись водорода, мг/л	50 - 150	

Технология очистки сточных вод производства бумаги состоит из следующих стадий:

1. Химическая обработка сточных вод.
2. Окисление сточных вод.
3. Осветление сточных вод.
4. Обессоливание сточных вод.

5. Утилизация осадка.

6. Сброс сточных вод.

Химическая обработка

Усредненные сточные воды варочно-отбельного отделения и бумагоделательной машины очищаются от взвешенных веществ, частично от органики, методом коагуляции 10% раствором сульфата алюминия. Для ускорения хлопьеобразования, увеличения плотности хлопьев и скорости их осаждения используется флокулянт – 0,1 % раствор полиакриламида.

Процесс коагуляции осуществляется периодически в аппаратах – отстойниках.

При химобработке сточных вод раствором сульфата алюминия при pH 6-7, они интенсивно перемешиваются сжатым воздухом, при этом происходит гидролиз алюминиевой соли с образованием положительно заряженной гидроокиси, которая при отстаивании выпадает в осадок. При введении раствора ПАА интенсивность перемешивания значительно уменьшается. Одновременно происходит осаждение отрицательно заряженных и коллоидных примесей органического характера, что приводит к снижению цветности и содержанию органических веществ в сточной воде.

Окисление

Для окисления сточных вод после коагуляции их смешивают с 10 % раствором перекиси водорода и 0,5 % раствором сернистого железа, нагревают до 70°C и направляют в емкостный контактный аппарат, где выдерживают с окислителем в течение 15 мин. При этом происходит окисление содержащихся в сточных водах органических веществ. В кислой среде в присутствии кислородсодержащих ионов перекись водорода разлагается с выделением кислорода: $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + 0,5 \text{O}_2$. Большинство органических соединений легко окисляется кислородом. При взаимодействии с кислородом происходят глубокие структурные превращения: органические соединения гидролизуются, образуя хиноны и оксихиноны. Разложение пероксида водорода катализируется ионами железа переменной валентности. В процессе окисления Fe^{2+} окисляется в Fe^{+3} , соли его которого гидролизуются

и выпадает в осадок. При pH 3 – 5, окисляется 30 – 65 % органических веществ. Процесс ведется непрерывно.

Осветление

Предварительно охлажденные до 45°C окисленные сточные воды направляются на осветлительные фильтры для удаления взвешенных веществ. Процесс ведется непрерывно. После стадии осветления сточная вода направляется на дальнейшую очистку, на стадию обессоливания с целью повторного использования в производстве. Сточные воды сбрасываются в канализацию. В процессе работы происходит загрязнение слоя фильтра. При этом фильтры отключаются на промывку для удаления загрязнений при перепаде давления 0,1 – 0,12 МПа. Промывка фильтров производится осветленной водой. Нормы технологического режима осветлительных и сорбционных фильтров см. в табл. 7.9.

Таблица 7.9. Нормы технологического режима осветлительных и сорбционных фильтров

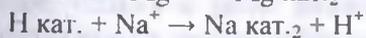
№	Наименование	Ед. Изм.	Фильтры	
			осветлительные	сорбционные
1	2	3	4	5
1	Производительность	м ³ /ч	18,5	18,5
2	Диаметр	м	2	2
3	Площадь фильтрования	м ²	3,14	3,14
4	Высота загрузки	м	1	2
5	Объем фильтрующего материала в одном фильтре	м ³	3,14	6,28
6	Фильтрующий материал		Сульфуголь	Активный уголь БАУ-Б
7	Скорость фильтрации	м ³ /ч	5	6
8	Число регенерации	Раз/сут	1,8	1,6
9	Общее время регенерации одного фильтра	ч	12,27	14,82

Продолжение таблицы 7.9

1	2	3	4	5
10	Количество воздуха	м ³ /вар	7,54	7,54
В о з д у х				
1	Объемный расход	м ³ /ч	226,2	
2	Продолжительность	мин	5	
В о д а				
1	Объемный расход	м ³ /ч	33,96	
2	Наименование воды	Осветленная		
Промывка				
1	Объемный расход	м ³ /ч	135,66	45,24
2	Продолжительность	мин	20	10
Сброс первого фильтрата				
1	Скорость	м/ч	4	4
2	Продолжительность	мин	10	10
3	Количество воды	м ³ /сут	2,09	2,09
4	Объемный расход	м ³ /ч	12,54	12,54

Обессоливание

Обессоливание сточных вод осуществляется методом ионного обмена на водород-катионитных и анионитных фильтрах первой степени. В качестве таких нерастворимых фильтрующих материалов используются катиониты и аниониты. Катиониты при регенерации их серной кислотой способны насыщаться катионом (H⁺), затем обменивать их на катионы, содержащиеся в обрабатываемых сточных водах. Этот процесс называется катионированием. При этом протекают следующие реакции:



По мере истощения обменной емкости ионитов проводится процесс регенерации, состоящий из трех этапов:

- взрыхление смолы потоком снизу вверх;
- пропуск регенерирующего раствора;

– отмывка от продуктов регенерации.

Регенерация ионитов осуществляется на: водород-катионитных фильтрах – раствором серной кислоты нарастающей концентрации (3,5% серной кислоты) и анионитных фильтрах – раствором едкого натра (4%).

Утилизация осадка

Осадок, после коагуляции сточных вод, сгущенный до 1,5 – 3,0 % подается в емкость для приготовления массы на производство бумажно-волоконистых плит. Дальнейшее обезвоживание осадка (до содержания твердой фазы около 20%) осуществляется механическим способом на барабанных вакуум-фильтрах. Процесс периодический.

Выдача сточных вод

Сточные воды после регенерации водород-катионитных и анионитных фильтров смешиваются с осветленными сточными водами станции сгущения осадка, барабанных вакуум-фильтров и частью сточных вод, прошедших очистку от взвешенных веществ и органики на станции осветления, нейтрализуются и выдаются в канализационную сеть.

Аналитический контроль воды

Определение общей жесткости

Сущность метода: общая жесткость обусловлена присутствием в исследуемом растворе солей кальция и магния (солей жесткости). Кальций и магний титруют трилоном Б с индикатором – хромогеном черным. Влияние железа и алюминия устраняют добавлением триэтанолamina; никеля, меди, и цинка – добавлением сернистого натрия; марганца – добавлением солянокислого гидроксилamina; солей аммония – кипячением щелочного раствора. Метод применяют при определении общей жесткости с молярной концентрацией эквивалента С ($0,5\text{Ca}^{2+}$, $0,5\text{Mg}^{2+}$) от 0,2 ммоль/л и более. Нижний предел обнаружения составляет 0,02 ммоль/л.

Аппаратура, реактивы и растворы

Весы технические;

Весы аналитические;
Плитка электрическая;
Колбы конические на 250 мл;
Колбы мерные на 100, 1000, и 2000 мл;
Пипетки с делениям на 10, 25 мл;
Бюретка на 25 мл;

Трилон Б, раствор с молярной концентрацией эквивалента
С ($0,5 \text{ Na}_2\text{H}_2\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_8\text{N}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 0,05 (0,1н), готовят из стандарт-титра.

Аммиак водный;
Аммоний хлористый;

Буферный раствор готовят следующим образом: 20 г хлористого аммония растворяют в дистиллированной воде, добавляют 100 мл раствора аммиака и доводят объем раствора дистиллированной водой до 1000 мл;

Гидроксиламин солянокислый, раствор с массовой концентрацией 10 г/л;

Натрий хлористый, раствор с массовой концентрацией 25 г/л;

Триэтаноламин, раствор, разбавленный 1:3;

Хромоген черный специальный, ЕТ – 00, готовят следующим образом: 0,2 г хромогена черного смешивают с 50 г хлористого натрия и растворяют в спирте;

Кислота соляная, раствор с молярной концентрацией, готовят из стандарт-титра:

Пр о в е д е н и е а н а л и з а . 1. При отсутствии в исследуемом растворе железа, алюминия, никеля, меди, цинка, марганца, карбонатов и гидрокарбонатов.

Объем исследуемого раствора, содержащий соли жесткости в количестве эквивалентов n ($0,5\text{Ca}^{2+}$, $0,5 \text{ Mg}^{2+}$) от 0,05 до 1,00 ммоль/л, помещают в коническую колбу, добавляют 90 – 100 мл дистиллированной воды, 5 мл буферного раствора, 0,1 г хромогена черного и титруют при интенсивном перемешивании раствором трилона Б до перехода окраски раствора из вишнево-красной в синюю.

2. При наличии в исследуемом растворе алюминия, железа, меди, никеля, цинка и марганца.

Исследуемый раствор в объеме, указанном в п. 1, помещают в коническую колбу, добавляют 10 мл раствора триэтанолamina, 1 мл

раствора сернокислого натрия, 3 – 5 капель раствора солянокислого гидроксилamina и далее анализ проводят, как указано в п. 1.

3. При наличии в исследуемом растворе карбонатов и гидрокарбонатов.

Исследуемый раствор в объеме, указанном в п. 1, помещают в коническую колбу, добавляют раствор соляной кислоты в объеме, достаточном для нейтрализации общей щелочности. Раствор кипятят 1 – 2 мин, охлаждают до температуры 20 – 25°C и далее анализ проводят, как указано в п. 1.

Р а с ч е т. Общую жесткость X , моль/л, вычисляют по формуле

$$X = V_1 \cdot 0,05 \cdot 1000 / V,$$

где V_1 – объем раствора трилона Б, израсходованный на титрование, мл; 0,05 – молярная концентрация эквивалента в растворе трилона Б, моль/л; V – объем исследуемого раствора, взятый для анализа, мл.

Определение общей щелочности

Общая щелочность обусловлена присутствием в исследуемом растворе солей слабых кислот и гидроксидов. Общую щелочность определяют титрованием исследуемого раствора сильной кислотой с индикатором метиловым оранжевым. Метод применяют при определении общей щелочности с молярной концентрацией от 0,5 ммоль/л и выше. Нижний предел обнаружения составляет 0,09 ммоль/л.

Аппаратура, реактивы и растворы

Колбы мерные на 1000 мл;

Колбы конические на 250 мл;

Пипетки на 50 и 100 мл;

Бюретки на 25 мл;

Кислота соляная, стандарт-титр;

Кислота соляная, раствор с молярной концентрацией 0,1 моль/л, готовят из стандарт-титра;

Метиловый оранжевый, раствор с массовой концентрацией 0,5 г/л, готовят по ГОСТ 4919.1.

Пр о в е д е н и е а н а л и з а. Объем исследуемого раствора, содержащей соли слабых кислот и гидроксиды в количестве от 0,1 до 2,0 ммоль/л, помещают в коническую колбу, добавляют

две капли раствора метилового оранжевого и титруют раствором соляной кислоты до перехода окраски раствора из желтой в оранжевую.

Р а с ч е т. Общую щелочность X , моль/л, вычисляют по формуле

$$X = V_1 \cdot 0,1 \cdot 1000 / V,$$

где V_1 – объем раствора соляной кислоты, израсходованный на титрование, мл; 0,1 – молярная концентрация эквивалента в растворе соляной кислоты, моль/л; V – объем исследуемого раствора, взятый для анализа, мл.

Определение взвешенных веществ

Сущность метода. Нерастворимые в воде вещества отделяют путем фильтрования исследуемого раствора, промывают дистиллированной водой и определяют их массу.

Метод применяется при определении массовой концентрации нерастворимых в воде веществ от 5 мг/л и выше. Нижний предел обнаружения составляет 0,5 мг/л.

Аппаратура, реактивы и растворы

Весы аналитические.

Шкаф сушильный.

Тигли фильтрующие с размером пор 1 – 16 мкм.

Насос водоструйный.

Колбы для фильтрования.

Эксикатор;

Колбы мерные на 500 и 1000 мл.

П р о в е д е н и е а н а л и з а. Объем исследуемого раствора, содержащий 5 – 500 мг нерастворимых в воде веществ, фильтруют через предварительно взвешенный фильтрующий тигель, осадок на тигле промывают дистиллированной водой. Тигель с осадком высушивают в сушильном шкафу в течение 1,5 – 2,0 ч при температуре 105 – 110°C, охлаждают в эксикаторе до температуры 20 – 25°C и взвешивают.

Р а с ч е т. Массовую концентрацию нерастворимых в воде веществ X , мг/л, вычисляют по формуле:

$$X = (m_1 - m_2) \cdot 1000 / V,$$

где m_1 — масса фильтрующего тигля с осадком, мг; m_2 — масса фильтрующего тигля, мг; V — объем исследуемого раствора, взятый для анализа, мл.

Определение иона кальция

Сущность метода. Кальций титруют в щелочной среде ($\text{pH} = 12$) раствором трилона Б в присутствии индикатора мурексида. Устранение влияния железа, алюминия, меди, цинка, никеля, марганца, карбонатов и гидрокарбонатов проводится, как указано выше. Метод применяют при определении массовой концентрации кальция от 20 мг/л и выше. Нижний предел обнаружения составляет 3 мг/л.

Аппаратура, реактивы и растворы

Весы технические.

Плитка электрическая.

Колба коническая на 250 мл.

Колбы мерные на 100 и 1000 мл.

Пипетки с делением на 5 и 10 мл.

Пипетки без делений на 25 мл.

Трилон Б, стандарт-титр.

Трилон Б, раствор с молярной концентрацией 0,05 моль/л (0,1н), готовят из стандарт-титра.

Натрия гидроокись, раствор с массовой концентрацией 100 г/л.

Мурексид индикатор.

Гидроксиламин солянокислый, раствор с массовой концентрацией 25 г/л.

Триэтаноламин, разбавленный 1:3.

Кислота соляная, раствор с молярной концентрацией 0,1 моль/л, готовят из стандарт-титра.

Пр о в е д е н и е а н а л и з а . 1. При отсутствии в исследуемом растворе железа, алюминия, меди, цинка, никеля, марганца, карбонатов и гидрокарбонатов. Объем рабочего раствора, содержащего 2 — 20 мг кальция, помещают в коническую колбу, добавляют 90 — 100 мл дистиллированной воды, 2 мл раствора гидроокиси натрия, 0,2 — 0,3 г мурексида и титруют раствором трилона Б до перехода окраски из розово-красной в фиолетовую.

2. При наличии в исследуемом растворе железа, алюминия, меди, цинка, никеля, марганца.

Объем исследуемого раствора, содержащего 2 – 20 мг кальция, помещают в коническую колбу, добавляют раствор соляной кислоты в объеме достаточном для нейтрализации общей щелочности. Раствор кипятят 1 – 2 мин, охлаждают до температуры 20 – 25°C и далее анализ проводят, как сказано выше.

Р а с ч е т. Массовую концентрацию кальция X , мг/л, вычисляют по формуле:

$$X = V_1 \times 0,001 \times 1000 \times 1000 / V,$$

где V_1 – объем раствора трилона Б, израсходованного на титрование, мл; 0,001 – масса кальция, эквивалентная массе трилона Б в 1 мл раствора с молярной концентрацией эквивалента 0,05 моль/л; V – объем исследуемого раствора, взятый для анализа, мл.

Определение иона магния

Сущность метода. Сумму кальция и магния титруют раствором трилона Б в присутствии аммонийно-аммиачного буферного раствора (рН 9 – 10) с индикатором хромогеном черным (или эрихромом черным). При обработке результатов учитывают объем раствора трилона Б, израсходованного на определение кальция. Метод применяют при определении массовой концентрации магния от 20 мг/л и выше. Нижний предел обнаружения составляет 2 мг/л.

Аппаратура, реактивы и растворы. Такие же, как при анализе кальция.

Р а с ч е т. Массовую концентрацию магния X , мг/л, вычисляют по формуле

$$X = \frac{(V_2 - V_1) \cdot 0,0006 \cdot 1000 \cdot 1000}{V},$$

где V_1 – объем раствора трилона Б, израсходованного на титрование кальция, мл; V_2 – объем раствора трилона Б, израсходованного на титрование кальция и магния, мл; 0,0006 – масса магния, эквивалентная массе трилона Б в 1 мл раствора с молярной концентрацией эквивалента 0,05 моль/л, г; V – объем исследуемого раствора, взятого для анализа, мл.

Определение сухого остатка

Сущность метода. Массу сухого остатка определяют выпариванием при температуре 178 – 182°C с последующим взвешиванием. Метод применяют при определении массовой концентрации сухого остатка от 5 мг/л и выше. Нижний предел обнаружения составляет 3 мг/л.

Аппараты, реактивы и растворы. Такие же, как при определении массовой доли взвешенных веществ.

Пр о в е д е н и е а н а л и з а. Профильтрованный объем исследуемого раствора, содержащий не менее 1 мг сухого остатка, помещают во взвешенную чашку и выпаривают на водяной бане досуха. Чашку с остатком высушивают в сушильном шкафу при температуре 178 – 182°C в течении 2ч, затем охлаждают в эксикаторе до температуры окружающего воздуха и взвешивают. Последовательные операции высушивания, охлаждения и взвешивания повторяют до достижения постоянной массы чашки с сухим остатком.

Р а с с ч е т. Массовую концентрацию сухого остатка X вычисляют по формуле

$$X = (m_1 - m_2) \cdot 1000 / V,$$

где m_1 – масса чашки с сухим осадком, г; m_2 – масса чашки, г; V – объем исследуемого раствора, взятый для анализа, мл.

Определение перманганатной окисляемости

Сущность метода. Метод основан на окислении веществ, присутствующих в пробе воды 0,01 л раствором перманганата калия в сернокислой среде при кипячении. Без разбавления можно определить окисляемость до 10 мгО₂/л. При более высокой концентрации (100 мгО₂/л) окисляемость допустима десятикратным разбавлением проб.

Мешающие влияния. При определении окисляемости, дающей приблизительное представление о достижении в пробе окисляемых органических веществ, необходимо установить мешающие влияния неорганических соединений, которые также могут быть окислены. К таким соединениям относятся хлориды, сульфиды, нитриты, железо (2). Железо (2), сероводород, сульфиды и нитриты следует

определять отдельно, а результат, пересчитанный на окисляемость ($\text{мгO}_2/\text{л}$), вычислить из найденной величины окисляемости пробы:

1 мг сероуглерода соответствует 0,47 мгO_2 ;

1 мг диоксид азота соответствует 0,35 мгO_2 ;

1 мг железа (2) соответствует 0,14 мгO_2 .

Аппаратура, реактивы и растворы

Плоскодонные колбы для кипячения на 350, 500 мл.

Стеклянные шарики или обожженная пемза.

Плитка электрическая.

Колба мерная на 1000 мл.

Пипетки с делением на 5 мл.

Пипетки без деления на 10; 50; 100 мл.

Бюретка на 25 мл.

Стекла часовые.

Серная кислота – раствор, полученный разбавлением 1 объемная часть кислоты (96%), ч.д.а. к 2 объемам дистиллированной воды. К полученному раствору при температуре около 40°C добавляют 0,01 н раствора перманганата до слабо-розовой окраски;

Щавелевая кислота, 0,1 н основной раствор. Растворяют 6,3030 г щавелевой кислоты ч.д.а. в разбавленной (1:15) серной кислоте и доводят объем при 20°C до 1 л. Раствор сохраняют в темной бутылки, он устойчив в течение полугода;

Щавелевая кислота 0,1 н раствор. Доводят 100 мл 0,1 н основного раствора щавелевой кислоты до 1 л разбавленной (1:15) серной кислотой. Титрованный раствор можно также приготовить растворением 0,6303 г щавелевой кислоты ч.д.а. в серной кислоте и довести его объем до 1 л.;

Перманганат калия, приблизительно 0,1 н и 0,01 н растворы;

Основной раствор. Растворяют 3,2 г KMnO_4 в 1 л дистиллированной воды. Раствор сохраняют в темной бутылки, изредка перемешивая; его можно применять не раньше, чем через 2 – 3 недели после приготовления;

Рабочий раствор. В мерную колбу на 1 л отбирают 110 мл отстоявшего основного раствора перманганата калия и разбавляют до метки дистиллированной водой. После нескольких дней концентрацию раствора корректируют так, чтобы поправка к титру была равна 1. Для этого в колбу, в которой определяют окисляемость, помещают 100 мл дистиллированной воды, не содержащей

органических веществ. Смесь нагревают до кипячения и титруют раствором перманганата калия до слабо-розовой окраски.

П р о в е д е н и е а н а л и з а. В колбу помещают несколько стеклянных шариков и вносят 100 мл пробы (после двухчасового отстаивания) или меньшее количество, доводят до 100 мл дистиллированной водой для разбавления, прибавляют 5 мл разбавленной серной кислоты и 20 мл 0,01 н раствора перманганата калия. Смесь нагревают так, чтобы она закипела через 5 мин и кипятят точно 10 мин. К горячему раствору добавляют 20 мл 0,01 н раствора щавелевой кислоты. Обесцвеченную смесь титруют горячим 0,01 н раствором перманганата калия до розового окрашивания. Температура смеси при титровании не должна быть ниже 80°C. Израсходованное количество перманганата отсчитывают с точностью до 0,05 мл.

Одновременно ставят холостой опыт с водой для разбавления. Если раствор при кипячении обесцветится или побуреет, определение повторяют с разбавленной пробой. Определение повторяют и тогда, когда перманганата расходуется более 60% добавленного количества, т.е. расход на титрование превышает 12 мл. При титровании разбавленных проб не должно быть израсходовано меньше 20% добавленного количества перманганата, т.е. меньше 4 мл.

Для холостой пробы отмеряют 100 мл разбавляющей воды и обрабатывают ее так же, как и анализируемую пробу. Расход 0,01 н перманганата не должен превышать 0,2 мл.

Р а с ч е т. Перманганатную окисляемость, X, мг/л, вычисляют по формуле

$$X = \frac{(a - v) \cdot K \cdot 0,01 \cdot 8 \cdot 1000}{V}$$

где a – объем 0,01 н раствора перманганата калия, израсходованного на титрование пробы, мл; v – объем 0,01 н раствора перманганата калия, израсходованного на титрование холостой пробы, мл; K – поправочный коэффициент к нормальности раствора перманганата калия; 8 – эквивалент кислорода; V – объем пробы, взятой для анализа, мл.

Если проба к титру раствора перманганата имеет значение от 0,995 до 1,005 при вычислении результатов ее можно не учитывать.

Определение прозрачности

Сущность метода. Прозрачность (мутность) воды находится в обратной зависимости от содержания в ней взвешенных коллоидных частиц неорганического и органического происхождения. Определению может мешать интенсивная окраска воды. Колебание содержания взвеси зависит от размера частиц и их окраски.

Аппаратура, реактивы и растворы

Установка определения прозрачности состоит из: Гейгера, высотой не менее 30 см и не более 150 см, внутренним диаметром 25 – 30 мм, с непрозрачными стенками (например, покрытыми краской) и прозрачным плоским дном, боковой отводной трубкой у дна, снабженной краном или зажимом для спуска жидкости. Под цилиндром на 1 см ниже дна помещается шрифт 3 x 3 мм. Снизу обеспечивается подсветка с помощью электрической лампы.

Пр о в е д е н и е а н а л и з а. Исследуемый раствор наливают в вертикально установленный цилиндр Гейгера. Затем выпускают раствор через отводящую трубку до тех пор, пока не появится возможность читать шрифт сквозь дно цилиндра в проходящем свете электрической лампы. Отмечается наибольшая высота столба жидкости в см, при которой возможно чтение шрифта.

Высота столба жидкости измеряется несколько раз и вычисляется среднее значение, которое является величиной прозрачности раствора.

Определение ХПК при содержании хлорид-ионов выше 25 мг/л

Реактивы

Сульфат ртути (2), ч.д.а:

Бихромат калия, 0,25 н стандартный раствор. 12,258 г бихромата калия, предварительно высушенного в течение 2 ч при 105°C, растворяют в дистиллированной воде и разбавляют раствором водой до 1 л.

Сульфат серебра твердый, ч.д.а.

Едкий натр, 45 % раствор. Растворяют реактив х.ч. в дважды перегнанной и перекипяченной воде.

Серная кислота, 2 н раствор.

Оксид магния, х.ч. Порошкообразный реактив прокаливают около 1 ч в муфельной печи, хранят в банке, снабженной притертой пробкой;

Универсальная индикаторная бумага или бумага конго;
Хлорид аммония, ч.д.а.
ЭДТА, 10 % водный раствор.
Аммиак, 25 % раствор.
Уксусная кислота, 2 н раствор.
Фенолфталеин, 1 % спиртовой раствор.
Дистиллированная вода, дважды перегнанная (с добавкой $H_2SO_4 + KMnO_4$) в стеклянном приборе на шлифах.
Хромовые квасцы. Основной, стандартный раствор. Взвешивают 4,8024 г не выветрившихся кристаллов хромовых квасцов ч.д.а., растворяют в дистиллированной воде и разбавляют до 500 мл; 1 мл полученного раствора содержит 1 мг хрома.
Рабочий стандартный раствор. В мерную колбу на 1 л наливают, пользуясь бюреткой, 216,7 мл основного стандартного раствора хромовых квасцов и разбавляют дистиллированной водой до метки; 1 мл полученного раствора содержит 0,2167 мг хрома, что отвечает 0,1 мг кислорода в процессе определения ХПК.
Х о д о п р е д е л е н и я. В круглодонную колбу, снабженную обратным холодильником, помещают 25 мл анализируемой воды и вводят сульфат ртути (2) в количестве, отвечающем приведенному выше отношению. Затем приливают 5 мл концентрированной серной кислоты, перемешивают до растворения, добавляют 30 мл концентрированной кислоты и 0,1 г сульфата серебра. Содержимое колбы кипятят 2 ч, охлаждают, переносят в мерную колбу на 200 мл, доводят до метки дистиллированной водой, перемешивают.
Отобрав 100 мл полученного раствора, переносят его в стакан на 400 – 450 мл, разбавляют дистиллированной водой до 300 мл и осторожно нейтрализуют. Сначала приливают около 39 мл раствора едкого натра, перемешивают, потом добавляют раствор едкого натра по каплям до $pH = 5 - 7$. Значение pH определяют по индикаторной бумаге, прикасаясь к ней стеклянной палочкой, смоченной анализируемым раствором. Нейтральный раствор нагревают до кипения, вносят в него 0,1 г оксида магния и кипятят 20 мин при слабом кипении. Осадку дают собраться на дне стакана, затем раствор фильтруют через плотный фильтр, предварительно промытый горячей водой, стараясь не взмутить осадка. Осадок переносят на фильтр и промывают горячей водой до получения бесцветного фильтра. Воронку с осадком помещают в маленькую коническую колбу, в фильтре делают отверстие и через него смывают

осадок горячей водой в колбу. Затем фильтр обрабатывают 3 мл 2 н серной кислоты, предварительно обмывая его стенки для растворения приставших следов осадка. Фильтр и стакан промывают горячей водой, собирая промывную воду в ту же колбу, и кипятят содержимое колбы до растворения осадка.

Полученный раствор переносят в мерную колбу на 100 мл, фильтруя его, если необходимо, через плотный фильтр. Прибавляют 3 г хлорида аммония, 2 мл раствора сегнетовой соли (для связывания железа, если оно присутствует, в комплексе), 2 мл раствора ЭДТА, 2 – 3 капли фенолфталеина, раствора аммиака до слабо-розового окрашивания и 5 мл уксусной кислоты (рН полученного раствора должен быть близок к 4). Содержимое мерной колбы нагревают и кипятят 5 мин, охлаждают и разбавляют дистиллированной водой до метки (если перед измерением оптической плотности раствор будет мутным, его следуют профильтровать).

Определяют оптическую плотность полученного окрашенного раствора при длине волны света 536 нм и толщине слоя жидкости в кювете 5 см по отношению к холостому раствору.

Определение карбонатов и гидрокарбонатов (титрометрический метод)

Сущность метода. Карбонаты и гидрокарбонаты в пересчете на массу карбонат и гидрокарбонат-ионов определяют последовательным титрованием с индикаторами фенолфталеином и метиловым оранжевым.

Метод применяют при определении массовой концентрации карбонатов от 20 мг/л и более и гидрокарбонатов от 50 мг/л и выше. Нижний предел обнаружения соответственно равен 8,0 – 13,7 мг/л.

Аппаратура, реактивы и растворы

Коническая колба на 250 мл;

Пипетки без делений на 10 и 100 мл;

Бюретка на 25 мл;

Кислота соляная, стандарт-титр;

Кислота соляная, раствор с молярной концентрацией 0,1 моль/л, готовят из стандарт-титра;

Фенолфталеин, индикатор; метиловый оранжевый, индикатор.

Пр о в е д е н и е а н а л и з а. 10 мл раствора реагента разбавляют до

1 л в мерной колбе прокипяченным дистиллятом. Пипеткой отбирают 10 мл (или 100 мл при слабых исходных растворах) и титруют 0,1 моль/л раствором соляной кислоты в конической колбе до исчезновения розовой окраски. К оттитрованному раствору добавляют 2 – 3 капли метилового оранжевого и титруют раствором соляной кислоты до перехода окраски раствора из желтой в оранжево-желтую или розовую.

Р а с ч е т. содержание Na_2CO_3 в пробе в г/л вычисляют по формуле

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 = V \cdot 53,$$

где V – объем точно 0,1 н соляной кислоты, израсходованный на титрование метилового оранжевого, мл.

Определение канифоли в сточной воде (разработка Примкулова М.Т. и Макаровой И.В.)

Сущность метода заключается в экстракции канифоли, выпаривании раствора и взвешивании осадка.

Аппаратура, посуда и реактивы

Весы электронные аналитические;

Склянка объемом 3 л;

Шкаф сушильный;

Плитка электрическая;

Этиловый спирт, технический.

Х о д о п р е д е л е н и я. Отбирают сточную воду из 10 разных точек по 500 мл и смешивают для усреднения результатов анализа. Берут 3000 мл и фильтруют. Так как канифоль содержится на целлюлозном волокне, целлюлозную массу снимают с фильтра и помещают в аппарат Сокслета, завернув в капроновую ткань. Экстракцию продолжают в течение суток. По окончании экстракции 40 – 50 мл экстракта переносят в бюкс и сушат в сушильном шкафу до постоянной массы.

Р а с ч е т. Содержание канифоли в целлюлозе, содержащейся в 1 л сточной воды (C , %), вычисляют по формуле:

$$C = a \cdot 100 / 3000 \cdot v,$$

где a — масса канифоли, г; b — масса сухой целлюлозы, содержащейся в 1 л сточной воды, г; 3000 — объем пробы сточной воды, мл.

Основы экспресс-метода определения характеристики воды (Фотометрический метод)

Современная фотометрия в сочетании с соответствующей химической технологией обеспечивает экономичную реализацию широкого спектра анализов воды. Последние годы разработаны фотометры различных моделей, например: SQ 118, 200 и др. Эти приборы позволяют исследовать грунтовые воды, воды атмосферных осадков, котельное воды, сточные воды.

Оптимизация классических способов проведения анализа привела к созданию системы спектрометрического анализа воды. Многочисленные отдельные реагенты объединены в небольшое число жидких концентратов и порошковых смесей. Дозировка реагентов выполняется в несколько стандартных приемов, что упрощает процесс анализа и повышает его надежность. Расходы реагентов сведены к минимуму. Объем исходной смеси должен быть достаточным только для одной заправки кюветы.

Принцип измерения основан на реакции окрашивания, в которую вступает специфический реагент с примесью, содержащейся в пробе. Интенсивность окрашивания является мерой концентрации. Принцип фотометрических измерений основан на ослаблении света монохроматического светового луча при прохождении через цветной анализируемый раствор. По интенсивности поглощения света можно судить о концентрации растворенного вещества. Процедура измерения простая, результат нажатием клавиши выводится на цифровую индикацию. Описание метода приводится в приложении к прибору. В табл. 7.10. собраны наиболее часто встречающиеся методы определения катионов, анионов и свободных веществ, исходя из реактивов, применяемых в производстве хлопковой целлюлозы и бумаги из нее. Методы жестко запрограммированы.

Таблица 7.10. Иониты в воде и их диапазоны измерения на фотометре

Наименование ионитов	Ед. Изм.	Диапазоны измерения
Алюминия, Al	мг/л	0,05 – 0,35
Алюминия, Al	мг/л	0,2 – 1,5
Аммоний, NH ₄	мг/л	0,01 – 0,80
Аммоний, NH ₄	мг/л	0,1 – 3,5
Кальций, Ca	мг/л	5 – 160
Оксид кальция, CaO	мг/л	7 – 224
Хлор, Cl ₂	мг/л	0,05 – 1,50
Хлор, Cl ₂	мг/л	0,1 – 10,0
Хлорид, Cl	мг/л	1 – 20
Железо, Fe	мг/л	0,05 – 1,00
Железо, Fe	мг/л	0,2 – 2,5
Медь, Cu	мг/л	0,02 – 8,00
Медь, Cu	Моль/л	0,8 – 31,5
Марганец, Mn	мг/л	0,1 – 2,5
Марганец, Mn	мг/л	0,5 – 10,0
Никель, Ni ²⁺	мг/л	0,05 – 2,00
Никель, Ni ²⁺	мг/л	1 – 34
Нитрат, NO ₃	мг/л	1 – 25
Нитрат, NO ₃	мг/л	5 – 98
Нитрит, NO ₂	мг/л	0,02 – 0,60
Нитрит, NO ₂	мг/л	0,05 – 3,00
Силикаты, SiO ₂	мг/л	0,02 – 1,70
Силикаты, SiO ₂	мг/л	0,2 – 10,70
Сульфаты, SO ₄	мг/л	20 – 240
Сульфаты, SO ₄	мг/л	0,21 – 2,50
Цинк, Zn	мг/л	0,05 – 2,50
ХПК, химическое потребление кислорода	мгО ₂ /л	10 - 150
ХПК, химическое потребление кислорода	мгО ₂ /л	100 - 1500
Формальдегид	мг/л	0,1 – 10,0

Глава VIII. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

1. Расчет расхода хлопкового линта для получения 1000 кг целлюлозы

Данные для расчета. Безвозвратные потери, в % к готовой продукции:

- при подготовке хлопкового линта для химической обработки – 6;
- при химической обработке – отбелке – 8;
- при расщеплении блоков и промывке – 1.

Состав готовой хлопковой целлюлозы, %:

- кондиционная влажность – 6.

Расчет

1. Содержание абсолютно сухой целлюлозы в 1000 кг кондиционной влажности:

$$1000 - 6 \cdot 1000 : 100 = 940 \text{ кг};$$

$$\text{влажность: } 1000 - 940 = 60 \text{ кг.}$$

$$\text{Хлопковый линт: } 1000 - 60 = 940 \text{ кг.}$$

2. Расход хлопкового линта до стадии распределения блоков и промывки:

$$940 \cdot 1,01 = 949,4 \text{ кг. Здесь } 1\% \text{ потери.}$$

3. Расход хлопкового линта до стадии химической обработки – и отбелки:

$$946,4 \cdot 1,08 = 1025,752 \approx 1025,76 \text{ кг. Здесь } 8\% \text{ потери.}$$

4. Расход хлопкового линта до стадии подготовки к химической обработке:

$$1025,76 \cdot 1,06 = 1087,3056 \approx 1087,31 \text{ кг. Здесь } 6\% \text{ потери.}$$

5. Расход товарного хлопкового линта с учетом 6 % влажности:

$$1087,31 \cdot 1,06 = 1152,5486 \approx 1152,55 \text{ кг.}$$

2. Расчет расхода хлопкового линта для получения 1000 кг бумаги

Данные для расчета. Безвозвратные потери, в % к готовой продукции:

- при механической очистке – 6;
- при варке – отбелке – 8;
- при подготовке бумажной массы – 1.
- при формовании бумаги – 3

Состав готовой бумаги, %:

- каолина – 4;
- клея – 4;
- кондиционная влажность – 6.

Расчет

1. Содержание абсолютно сухой бумаги в 1000 кг кондиционной влажности:

$1000 - 6 \cdot 1000 : 100 = 940$ кг. Здесь 6% влажность.

Влажность: $1000 - 940 = 60$ кг.

Линт с каолином: $940 \cdot 4 : 100 = 947,6$ кг.

Каолина: $947,6 - 940 = 7,6$ кг.

Линт с клеем: $940 \cdot 4 : 100 = 947,6$ кг

Клей: $947,6 - 940 = 7,6$ кг

Хлопковый линт (целлюлозы): $1000 - (60 + 7,6 + 7,6) = 924,6$ кг.

2. Расход хлопкового линта до стадии формования:

$924,6 \cdot 1,03 = 952,338 \approx 952,34$ кг. Здесь 3% потери.

3. Расход хлопкового линта до стадии подготовки бумажной массы:

$952,34 \cdot 1,01 = 961,8634 \approx 961,86$ кг. Здесь 1% потери.

4. Расход хлопкового линта до стадии варки – отбелки:

$961,86 \cdot 1,08 = 1038,8088 \approx 1038,81$ кг. Здесь 8% потери.

5. Расход товарного хлопкового линта с учетом 6% влажности (товарный):

$1038,81 \cdot 1,06 = 1101,1386 \approx 1101,14$ кг.

3. Расчет расхода каолина для получения 1000 кг бумаги

Исходные данные:

- влажность каолина – 20 %;
- потери каолина при приготовлении суспензии – 1 %;
- содержание каолина в бумаге – 4 %;
- потери каолина с подсеточной водой – 20 %

Расчёт

1. Количество абсолютно сухого каолина, уносимого с готовой продукцией (бумагой): $924,6 \cdot 0,04 = 36,984 \approx 36,98$ кг

2. Количество абсолютно сухого каолина с учетом 1 % потери при приготовлении суспензии: $36,98 \cdot 1,01 = 37,3498 \approx 37,35$ кг

3. Количество абсолютно сухого каолина с учетом 20 % потери с подсеточной водой: $36,98 \cdot 1,2 = 44,376 \approx 44,38$ кг

4. Расход товарного (с 20 % влажности) каолина для получения 1000 кг бумаги: $44,38 \cdot 1,2 = 53,256$ кг

4. Расчет расхода клея (крахмала) для получения 1000 кг бумаги

Исходные данные:

влажность крахмала – 10 %;

потери крахмала при приготовлении раствора – 1 %;

содержание крахмала в бумаге – 4 %;

возвратные бумажные отходы – 5 %;

Расчёт

1. Количество абсолютно сухого крахмала, уносимого с готовой продукцией (бумагой): $924,6 \cdot 0,04 = 36,984 \approx 36,98$ кг

где: 924,6 – содержание абсолютно сухой бумаги (см. расчет расхода линта); 0,04 – коэффициент, учитывающий 4 % крахмала, уносимого с готовым продуктом.

2. Количество абсолютно сухого крахмала, с учетом 1 % потери при приготовлении раствора клея: $36,98 \cdot 1,01 = 37,3498 \approx 37,35$ кг

3. Количество абсолютно сухого крахмала с учетом 5 % возвратной потери:

3.1. Количество возвратных бумажных отходов: $5 \cdot 1000 : 100 = 50$ кг.

3.2. Потери крахмала с возвратными бумажными отходами: $50 \cdot 0,04 = 2$ кг;

3.3. Количество абсолютно сухого крахмала с учетом 5 % потери бумажными отходами: $44,38 + 2 = 46,38$ кг.

4. Расход товарного (с 10 % влажности) крахмала для получения 1000 кг бумаги: $46,38 \cdot 1,1 = 51,018$ кг

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Зависимость рН кислот и щёлочей от их концентрации при 18°C

Нормаль раствора	Кислота		Щёлочь	
	HCl	серная	KOH	NaOH
0,001	3,00	2,70	11,00	11,00
0,002	2,70	2,42	11,300	11,30
0,003	2,52	2,27	11,48	11,48
0,004	2,40	2,15	11,60	11,50
0,005	2,30	2,07	11,70	11,70
0,006	2,22	2,00	11,78	11,78
0,007	2,15	1,04	11,85	11,85
0,008	2,10	1,88	11,90	11,90
0,009	2,05	1,84	11,95	11,95
0,01	2,00	1,80	12,00	12,00
0,02	1,70	1,54	12,30	12,30
0,03	1,54	1,38	12,48	12,46
0,04	1,41	1,28	12,59	12,58
0,05	1,32	1,19	12,69	12,68
0,06	1,24	1,12	12,76	12,76
0,07	1,17	1,06	12,83	12,82
0,08	1,12	1,00	12,89	12,88
0,09	1,-7	0,96	12,93	12,92
0,1	1,02	0,92	12,98	12,97
0,2	0,74	0,64	13,26	13,26
0,3	0,57	0,64	13,26	13,26
0,4	0,45	0,47	13,43	13,42
0,5	0,36	0,27	13,64	13,53
0,6	0,28	0,26	13,64	13,62
0,7	0,23	0,14	13,71	13,69
0,8	0,18	0,09	13,83	13,80
0,9	0,13	0,04	13,87	13,84
1,0	0,10	0,01	13,91	13,88

Примеры расчета концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе в районе источников (котельная) их выброса при неблагоприятных метеорологических условиях. Данные: Общественный нормативный документ (ОНД – 86).

№	Характеристика, обозначение, расчет	Ед.изм.	Значение
1	Число дымовых труб, N	шт	1
2	Высота дымовых труб, Н	м	35
3	Диаметр устья трубы, Д	м	1,4
4	Скорость выхода газовой смеси, ω_0	м/с	7
5	Температура газовой смеси, Т	°С	125
6	Температура окружающего воздуха, Т _в	°С	25
7	Выброс двуокиси серы, M _{SO₂}	г/с	12
8	Выброс золы, M ₁	г/с	2,6
9	Выброс окислов азота (в пересчете на двуокись азота), M _{NO₂}	г/с	0,2
10	<p>Коэффициент в формуле:</p> $C_m = \frac{A M F m n \eta}{H^2 (V_1 \Delta T)^{1/3}}$ <p>где А – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы (для Средней Азии = 235); M_{г/с} – масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени; F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе; m и n – коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья</p>		

	<p>источника выброса; $H = 2$ м, применяется при расчётах для наземных источников;</p> <p>η – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности в случае равной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км, $\eta = 1$;</p> <p>ΔT – разность между температурой, выбрасываемой газовойдушной смеси T_r и температурой окружающего атмосферного воздуха T_a; V_1 – расход газовойдушной смеси, определяемой по формуле:</p> $V_1 = \frac{\pi D^2 \omega_0}{4}$ <p>где D – диаметр устья источника выброса;</p> <p>ω_0 – средняя скорость выхода ГВС, м/с, из устья источника выброса.</p> <p>A – 200</p> <p>η – 1</p>		
11	<p>Максимальные разовые предельно допустимые концентрации (ПДК):</p> <ul style="list-style-type: none"> - двуокиси серы - золы - окислов азота 	<p>мг/м³</p> <p>мг/м³</p> <p>мг/м³</p>	<p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>0,085</p>
12	<p>Объем ГВС, по формуле:</p> $V_1 = \frac{\pi D^2 \omega_0}{4} = \frac{\pi \cdot 1,4^2 \cdot 7}{4} = 10,8$	м ³ /с	10,8
13	<p>Перегрев ГВС, ΔT; $\Delta T = T_r - T_b = 125 - 25$</p>	°C	100
14	<p>Параметр f, по формуле:</p> $f = \frac{1000 \cdot 7^2 \cdot 1,4}{35^2 \cdot 100}$	-	50

15	Параметр v_m , по формуле: $v_m = 0,65 \cdot (10,8 \cdot 100/35)^{1/3}$	м/с	2,04
16	Параметр v_m^1 , по формуле $v_m^1 = \frac{1,3 \cdot 7 \cdot 1,4}{35}$	-	0,36
17	Параметр f , по формуле: $f = 800 \cdot (0,36)^3$	-	37,32
18	Параметр m , по формуле: $m = 1/0,67 + 0,1(f)^{1/2} + 0,34 (f)^{1/3}$ при $f < 100$, $m = 1,47/(f)^{1/3}$ при $f > 100$		-0,98
19	Параметр n по формуле: $n = 1$ при $v_m \geq 2$		1
20	Опасная скорость ветра, U_m , по формуле $U_m = 2,04 \cdot [(1+0,12 \cdot (0,56)^{1/2})]$	м/с	2,2
21	Параметр d , по формуле $d = 7(U_m)^{1/2} \cdot (1 + 0,28 \cdot (f)^{1/3})$; при $v_m > 2$, $D = 7(2,04)^{1/2} \cdot (1+0,28 \cdot (0,56)^{1/3})$	-	12,3
Расчет концентрации двуокиси серы			
22	Максимальная концентрация SO_2 , по формуле (см. п.10) $C_m^{SO_2} = \frac{200 \cdot 12 \cdot 1 \cdot 0,98 \cdot 1}{35^2 \cdot (10,8 \cdot 100)^{1/3}}$	Мг/м ³	0,19
23	Расстояние $X_m^{SO_2}$, по формуле $X_m = \frac{5 - F \cdot d \cdot H}{4} \cdot X_m^{SO_2} =$ $= 12,3 \cdot 35$	м	430
24	Коэффициент S_1 , для расстояния X : $X = 50$ м, $X/X_m = 0,116$; $X = 100$ м, $X/X_m = 0,256$; $X = 200$ м, $X/X_m = 0,465$; $X = 400$ м, $X/X_m = 0,93$; $X = 1000$ м, $X/X_m = 2,32$; $X = 3000$ м, $X/X_m = 6,97$	-	0,069 0,232 0,633 1 0,664 0,154

25	Концентрация C^{SO_2} на расстоянии X : $X = 50 \text{ м}, C = 0,19 \times 0,069$; $X = 100 \text{ м}, C = 0,19 \times 0,232$; $X = 200 \text{ м}, C = 0,19 \times 0,633$; $X = 400 \text{ м}, C = 0,19 \times 1$; $X = 1000 \text{ м}, C = 0,19 \times 0,664$; $X = 3000 \text{ м}, C = 0,19 \times 0,154$	мг/м^3 мг/м^3 мг/м^3 мг/м^3 мг/м^3 мг/м^3	0,01 0,04 0,12 0,19 0,13 0,03
Расчет концентрации окислов азота Расчет C^{NO_2} производится аналогично расчету C^{SO_2}			
26	Концентрация C^{NO_2} и C^{SO_2} связаны соотношением: $C^{NO_2} = C^{SO_2} M^{NO_2}/M^{SO_2} =$ $= 0,017 C^{SO_2}$		
Расчет концентрации пыли			
27	Пыль очистки отсутствует, коэффициент F $C_m^3 C_m^{SO_2} M_3/M_{SO_2} \cdot F =$ $= \frac{0,19 \cdot 2,6 \cdot 3}{12}$	мг/м^3	3 0,12
28	Расстояние X_m^3 по $X_m^3 =$ $X_m^{SO_2} \frac{(5-F)}{4} = \frac{430 \cdot (5-3)}{4}$	м	215
29	Коэффициент S_1 , для расстояния X $X = 50 \text{ м}, X/X_m = 0,233$; $X = 100 \text{ м}, X/X_m = 0,465$; $X = 200 \text{ м}, X/X_m = 0,93$; $X = 400 \text{ м}, X/X_m = 1,86$; $X = 1000 \text{ м}, X/X_m = 4,05$; $X = 3000 \text{ м}, X/X_m = 13,9$	- - - - - -	0,232 0,633 1,000 0,78 0,296 0,028
30	Концентрация C^3 на расстоянии X $X = 50 \text{ м}, C = 0,12 \times 0,23$; 	мг/м^3	0,03

X = 100 м, C = 0,12 × 0,632;	мг/м ³	0,08
X = 200 м, C = 0,12 × 0,99;	мг/м ³	0,12
X = 400 м, C = 0,12 × 0,78;	мг/м ³	0,09
X = 1000 м, C = 0,12 × 0,296;	мг/м ³	0,01
X = 3000 м, C = 0,12 × 0,028	мг/м ³	0,003

Приложение 3

Методы определения основных свойств воды

№	Свойства воды	Метод определения	В чем выражается показатель
1	Температура	Измерение температуры	°С
2	Прозрачность	По кресту или шрифту	Высота водяного столба, см
3	Мутность	Сравнение воды с эталонными растворами мутности (ГОСТ 3351)	мг/см ³ по SiO ₂
4	Цветность	Сравнение воды со шкалой, имитирующей цветность	Градусы платино-кобальтовой шкалы
5	Запах и вкус	Интенсивность запаха и вкуса (ГОСТ 3351)	Степень интенсивности
6	Содержание взвешенных веществ	Фильтрация 0,5 – 1 л воды через плотный бумажный фильтр; высушивание осадка и взвешивание	мг/см ³
7	Содержание неорганических взвешенных примесей	Прокаливание фильтра с осадком и взвешивание	мг/см ³
8	Содержание органических взвешенных	Вычисление (разница в весе между данными пп.6., 7).	мг/см ³

	примесей		
9	Растворенный остаток (сухой)	Выпаривание 0,5 – 1 л фильтрованной воды, высушивание и взвешивание	мг/см ³
10	Прокаленный растворенный остаток	Прокаливание остатка после п.9 и взвешивание	мг/см ³
11	Величина рН	Электрометрический	Единицы рН
12	Общая щелочность	Титрование 100 мл фильтрованной воды с индикаторами фенолфталеином и метилоранжем	мг-экв/см ³
13	Общая жесткость	Трилонометрически	мг-экв/см ³
14	Постоянная жесткость (некарбонатная)	По п.13 в пробе воды после кипячения и фильтрования	мг-экв/см ³
15	Карбонатная жесткость	По п. 12	мг-экв/см ³
16	Временная жесткость	Вычисление разницы между величиной общей жесткости, определенной по п.13, и величиной постоянной жесткости, определенной по п. 14	мг-экв/см ³
17	Содержание кальция (кальциевая жесткость)	1.Осаждение щавелево-кислым аммонием (ГОСТ3688). 2. Трилонометрически с индикатором мурексидом	мг-экв/см ³
18	Содержания магния (магниевая жесткость)	Определение оксихиноном (ГОСТ 3520)	мг-экв/см ³
19	Содержание алюминия	1.Осаждение раствором аммиака после кипячения	мг/см ³

		пробы с бертолетовой солью или перекисью водорода. 2. Тестовый метод фотометром SQ 118, 200	
20	Общее содержание железа	Тестовый метод фотометром SQ 118, 200	мг/см ³
21	Содержание хлоридов	Титрование 100 мл воды 0,1 н раствором азотнокислого серебра. Тестовый метод фотометром SQ 118, 200	мг/см ³
22	Содержание сульфатов	Осаждение хлористым барием (ГОСТ4389); Тестовый метод фотометром SQ 118, 200	мг/см ³
23	Содержание двуокси углерода	Титрование 100 мл воды 0,1 н или 0,05 н растворами щелочи с индикатором фенолфталеином	мг/см ³
24	Содержание ионов HCO ₃	Титрование 100 мл воды 0,1 н раствором кислоты с индикатором метилоранжем	мг/см ³
25	Содержание кремния	Обработка прокаленного остатка соляной кислотой (выпариванием и прокаливанием)	мг/см ³
26	Содержание нитратов	Тестовый метод фотометром SQ 118, 200	мг/см ³
27	Окисляемость	Титрование 100 мл фильтрованной пробы воды 0,02 н или 0,01 н раствором перманганата в кислой среде	мг/см ³ по O ₂ или KMnO ₄
28	Биохимическая потребность	Иодометрическое титрование по Винклеру в	мг/см ³ O ₂

	кислорода (БПК ₅)	исходной пробе и после инкубации пробы в течение 5 суток при 20°C	
29	Химическое потребление кислорода (ХПК)	1. Титрование пробы сточной воды (после выпаривания бихроматом калия); 2. Тестовый метод фотометром SQ 118, 200	мг/см ³ O ₂

Приложение 4

Характеристика запаха воды

Символ	Запах	Символ	Запах
А	Ароматический	П	Плесневый
Б	Болотный	Р	Рыбный
Г	Гнилостный	С	Сероводородный
Д	Древесный	Т	Травянистый
З	Землистый	Н	Неопределенный

Приложение 5

Характер реакции воды при различных значениях pH

Величина pH	Характер реакции	Величина pH	Характер реакции
< 4,5	Сильнокислая	7,5 – 8,5	Слабощелочная
4,5 – 5,5	Кислая	8,5 – 9,5	Щелочная
5,5 – 6,5	Слабокислая	> 9,5	Сильнощелочная
6,5 – 7,5	Нейтральная		

Приложение 6

Жесткость воды

Величина жесткости, мг-экв/см ³	Характеристика воды	Величина жесткости, мг-экв/см ³	Характеристика воды
< 0,7	Очень мягкая	4,3–8,6	Жесткая
0,7 – 2,8	Мягкая	≥ 8,6	Очень жесткая
2,8 – 4,3	Средней жесткости		

Определение типа бумаги по зольности

1. Малозольная бумага – бумага с зольностью до 6 %.
2. Среднезольная бумага – бумага с зольностью от 6 до 18 %.
3. Бумага повышенной зольности – бумага с зольностью от 18 до 23 %.
4. Высокозольная бумага – бумага с зольностью выше 23 %.

Потребительские форматы бумаг и рядов А,В,С

Ряд А		Ряд В		Ряд С	
Обозначение	Размер	Обозначение	Размер	Обозначение	Размер
A0	841x1189	B0	1000x1414	C0	917x1297
A1	594x841	B1	707x1000	C1	648x917
A2	420x594	B2	500x707	C2	458x648
A3	297x420	B3	353x500	C3	324x458
A4	210x297	B4	250x353	C4	229x324
A5	148x210	B5	176x250	C5	162x229
A6	105x148	B6	125x176	C6	114x162
A7	74x105	B7	88x125	C7	81x114
A8	52x74	B8	62x88	C8	57x81
A9	37x52	B9	44x62		
A10	26x37	B10	31x44		
A11	18x26	B11	22x31		
A12	13x18	B12	15x22		
A13	9x13				

Экология.
Термины и определения

Термины	Определения
Аэрозоль	Взвешенные в газообразной среде частички твердых или жидких веществ. А. с жидкими частицами – туман, с твердыми частицами – дым. Радиус твердых частиц А. $10^{-8} - 10^{-2}$ см, капель – $10^{-5} - 10^{-4}$ см
Биогаз	Смесь газов (примерный состав: метан – 55 – 65 %, углекислый газ – 35 – 45 %, примеси азота, водорода, кислорода и сероводорода), образующаяся в процессе разложения отходов (соломы и т. п.) или органических бытовых отходов целлюлозными анаэробными организмами при участии бактерий метанового брожения.
Вода промышленная	Вода, ресурсы и состав компонентов которой достаточны для извлечения этих компонентов в промышленных масштабах.
Вода техническая	Вода, кроме питьевой, минеральной и промышленной, пригодная для использования в народном хозяйстве.
Вода условно-чистая	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вода, незагрязненная выше установленного предела или в которой с добавлением чистой воды концентрация загрязнителей доведена до разрешаемого законодательством уровня; 2. Сточные воды, спуск которых без очистки в данный водный объект не приводит к нарушению нормы качества воды в местах водопользования.
Водоотведение	1. Совокупность санитарных мероприятий и технических устройств, обеспечивающих удаление сточных вод за пределы населенного места или промышленного предприятия, осуществляется с помощью

	<p>ливневой, промышленной и бытовой, внутренней и наружной канализации;</p> <p>2. Водоотведение с помощью водоотводного канала – освобождение от воды русла реки с целью проведения в нем гидротехнических работ или для охраны от затопления рекой каких-либо объектов в период половодья или паводка.</p>
Воды сточные	<p>1. Воды, бывшие в производственно-бытовом или сельско-хозяйственном употреблении, а также прошедшие через какую-либо загрязненную территорию, в том числе населенный пункт (промышленные, сельско-хозяйственные и т.п.);</p> <p>2. Воды, отводимые после использования в бытовой и производственной деятельности человека. Сточные воды должны подвергаться очистке.</p>
Выброс предельно допустимый (ПДВ)	<p>1. Выброс вредных веществ в атмосферу, устанавливаемый для каждого источника загрязнения атмосферы при условии, что приземная концентрация этих веществ не превысит предельно допустимую концентрацию (ПДК);</p> <p>2. Объем (количество) загрязняющего вещества, выбрасываемого отдельным источником за единицу времени, превышение которого ведет к неблагоприятным последствиям в окружающей природной среде или опасно для здоровья человека.</p>
Выбросы, временно согласованные (ВСВ)	Выбросы вредных веществ в атмосферу, устанавливаемые для аналогичных по мощности и технологическим процессам предприятий, достигших наилучшей технологии производства.
Газы отходящие (уходящие)	Продукты сгорания, выбрасываемые в дымовую трубу.

Дождь кислотный	Дождь (и снег), подкисленный (число pH ниже 5,6) из-за растворения в атмосферной влаге промышленных выбросов (SO_2 , NO_2 , HCl и др.) В свою очередь кислотные осадки подкисляют водоемы и почву, что приводит к гибели рыбы, других водных организмов и резкому снижению прироста лесов и их усыханию.
Зона жилая (селитебная)	Район населенного пункта, предназначенный исключительно или почти исключительно для размещения жилья с выводом из него или запрещением строительства в нем промышленных объектов.
Концентрация предельно допустимая (ПДК)	Нормативное количество вредного вещества в окружающей среде, практически не влияющее на здоровье человека и не вызывающее неблагоприятных последствий у его потомства при постоянном контакте в течение определенного промежутка времени.
Концентрация среднесуточная предельно допустимая (ПДКсс)	Концентрация загрязнителя в воздухе, не оказывающая на человека прямого или косвенного вредного воздействия при круглосуточном вдыхании.
Концентрация фоновая	Содержание веществ в воздухе населенных мест, определяемое неучитываемыми производственными выбросами или приносом загрязнителей из смежных регионов.
Осветление воды	Технологический процесс снижения количества примесей в воде, обуславливающих ее мутность.
Предельно допустимый выброс (ПДВ)	Выброс предельно допустимый
Потребление кислорода биологическое (БПК)	Показатель загрязнения воды, характеризуемый количеством кислорода, которое за установленное время (обычно за 5 суток, БПК ₅) пошло на окисление

	химических загрязнителей, содержащихся в единице объема воды.
Сброс предельно допустимый (ПДС)	Масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению в установленном режиме в данном пункте в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте. Устанавливается с учетом ПДК.
Труба дымовая	Сооружение для создания тяги и отвода продуктов сгорания из печей, котлов в атмосферу. Увеличение высоты трубы снижает приземную концентрацию загрязнителя, но увеличивает его разброс, тем самым отравляя со временем более значительную, чем при низкой трубе, площадь.

Приложение 10

Коэффициенты K для приведения объема воздуха к стандартным условиям

t, °C	Значения K при давлении p , кПа/мм рт. ст.					
	97,33/730	98,66/740	100/750	101,33/760	102,7/770	104/780
6	1,009	1,023	1,036	1,050	1,064	1,078
8	1,002	1,015	1,1029	1,043	1,56	1,070
10	0,994	1,008	1,022	1,035	1,049	1,063
12	0,987	1,001	1,015	1,028	1,042	1,055
14	0,981	0,994	1,007	1,021	1,034	1,048
16	0,974	0,987	1,001	1,014	1,027	1,040
18	0,967	0,980	0,994	1,007	1,020	1,033
20	0,961	0,974	0,987	1,000	1,013	1,026
22	0,954	0,967	0,980	0,993	1,006	1,019
24	0,948	0,961	0,974	0,987	1,000	1,012
26	0,941	0,954	0,967	0,980	0,993	1,006
28	0,935	0,948	0,961	0,973	0,986	0,999
30	0,929	0,942	0,954	0,967	0,980	0,992
32	0,923	0,935	0,948	0,961	0,973	0,986
34	0,917	0,929	0,942	0,954	0,967	0,979
36	0,911	0,923	0,936	0,948	0,961	0,973

Список использованной литературы

1. Каримов И.А. Узбекистан по пути углубления экономических реформ. Ташкент.: Узбекистан, 1995.
2. Иванов С.Н. Технология бумаги. Изд. 2-е. М.:Лесная промышленность, 1970.
3. Кадиров Б.Г. Разработка, оптимизация технологии и процессов подготовки хлопка-сырца к хранению. Автореф. дисс. док. техн. наук. Кострома, 1994.
4. МиркAMILов Т.М. Технология хлопковой целлюлозы. Ташкент: Фан, 1996.
5. Джаббаров Г.Д. и др. Первичная обработка хлопка. Учебник МЛИ, 1978.
6. Мирошниченко Г.И. Основы проектирования машин первичной обработки хлопка. М.: Машиностроение, 1972.
7. Усманов Х.У., Никонович Г.В. Электронная микроскопия целлюлозы. Ташкент:1962.
8. Усманов Х.У., Разиков К.Х. Атлас морфологических структур хлопка. Ташкент: Фан. 1978.
9. Меркин И.Б. и др. Линтерование хлопковых семян. — М.: Гизлегпром, 1963.
10. Хакимов И.Х., Геллер Б.Э. Целлюлозанинг химиевий ўзгариши. Тошкент.:Фан, 1976.
11. Хакимов И.Х. Пахта целлюлозасининг химияси. Тошкент: Ўкитувчи, 1981.
12. Ташпулатов Ю.Т. ИК-спектроскопическое, рентгенографическое исследование целлюлозы и некоторых ее производных. Автореф. докт. дисс.Ташкент,1968.
13. Ташпулатов Ю.Т. и др. ИК-спектроскопическое и рентгенографическое исследование действия щелочи на структуру хлопковой целлюлозы // Структура и модификация хлопковой целлюлозы. Ташкент: Фан, 1969. Вып. 4. С. 225.
14. Ташпулатов Ю.Т. и др. О структуре микрокристаллической целлюлозы и гели на ее основе // Методы исследования целлюлозы: (Тез. докл.), Рига, 1988. С. 47
15. Примкулов М.Т., Ташпулатов Ю.Т., Серков А.Т. Изменение структуры вискозного и полинозного кордных волокон

при формировании. // Химия и технология целлюлозы и волокна. Вып. 6. Ташкент.: Фан, 1973. С.76.

16. Ассоциация «Узхлопкопромсбыт». Первичная обработка хлопка-сырца. Ташкент.: Мехнат, 1999.

17. П р и м а к о в С.Ф. Производство бумаги. М.: Лесная промышленность, 1987.

18. С м о л и н А.С. Технология формирования бумаги и картона. М.: Лесная промышленность, 1984.

19. Ф е д о р о в В.Д. Химические вещества в производстве бумаги. М.: Лесная промышленность, 1977.

20. Т у м а н о в А.А. Физ. – химич. основы отбелки целлюлозы. 2-е изд. М.: Лесная промышленность, 1984.

21. Б у г а й А.С. и др. Размол и приготовление бумажной массы. 2-е изд. М.: Лесная промышленность, 1976.

22. А к и м Э.Л. Синтетические материалы в бумажной промышленности. М.: Лесная промышленность, 1986.

23. Целлюлоза. Бумага. /Под ред. А. Опхердена. Перевод с немец. Б.М. Гуткина. М.: Лесная промышленность, 1980.

24. Л е б е д е в а И.А. Отбелка древесной массы. Л.: Лесная промышленность, 1973.

25. Ж а б о В.В. Охрана окружающей среды на ТЭС и АЭС. М.: Энергоатомиздат, 1992.

26. Справочник эколога-эксперта. Ташкент, ГФНТИ, 1997.

27. Бумага и бумажные изделия. М. Изд. «Стандартов», 1986.

28. С и д о р е н к о в а В.В., К а з а к о в а К.М. Контроль качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции целлюлозно-бумажной промышленности. Учеб. для профтехучилищ. 2-е изд. М.: Лесная промышленность, 1987.

29. ИСО 9000 Международные стандарты. Сб. Т. 1, 2. Ташкент.: Мехнат, 1996.

30. Л у р ь е Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. М.: Химия, 1984.

31. З а б е л и н Л.В., З а к о щ и к о в А.П., П о с т н и к о в В.К. Хлопковая целлюлоза. М.: Лесная промышленность, 1967.

32. П р и м к у л о в М.Т. Фан ва турмуш., 1999. №4.

33. П р и м к у л о в М.Т. и др. Ж.: // Узбек. Химич. журнал, 2000. №5, №6, 2002. №3, №4, №5; 2003; №3, №5.

34. Справочник бумажника. Т.3, изд. 2-е изд., М.: Лесная промышленность, 1966.

35. С м е л о в а Н.А., и др. Технология хлопчатобумажного производства. М.: Лесная промышленность, 1982.
36. К у д р а т о в О. Саноат экологияси. Тошкент. 1999.
37. К у д р а т о в А., М и р а х м е д о в А. Ташки мухитни мухофазалаш. ГТЁСИ босмахонаси. Тошкент, 2003.
38. QUDRATOV O., GANIYEV N. HAYTIY FAOLIYAT XAVFSIZLIGI—
Ташкент.: Мехнат, 2004.
39. К у д р а т о в О. Саноат экологияси. 2-нашр. Типография СГУ. 2003.
40. К а л и г и н В.Г. Промышленная экология. Курс лекций. М.: МНЭПУ, 2000.
41. К н а к и н В. Экология и охрана природы. Словарь-справочник. М.: Академия, 2000.
42. К о р о б о в а Н.Л. Экология и доменное производство. Учеб. Пособие. Магнитогорск, 2000.
43. Н а п л и к о в а Н.Н. и др. Экология и охраны природы. Учеб. пособие для практич. занятий в вузах. Новосибирск, 2000.
44. Сборник методик по определению концентрации загрязняющих веществ в промышленных выбросах. Л.: Гидрометиздат, 1987.
45. Экология. /Сост.: Сосновский Ю.С. Ташкент, 2002.
46. У с м а н о в Х.У. и др. Перспективы химической переработки отходов хлопководства. Ташкент: Наука. 1964.
47. Е р о х и н а В.Г. К вопросу о получении хлопковой целлюлозы для ацелирования // Химия и технология производных целлюлозы. Владимир: ВНИСС, 1968.
48. К у з н е ц о в а Н.А. и др. Подготовка хлопкового линта перед химическим облагораживанием в процессе получения высококачественной хлопковой целлюлозы. // Эфиры целлюлозы. Владимир: ВНИСС, 1969.
49. Уз. РСТ 645 – 95. Линт хлопковый. Технические условия.
50. ISO 9001, Системы менеджмента качества. Требования. 3-е изд-е. 2000-12-15.
51. X ZЎt ISO 9000:2002. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.
52. А р а н с к а я О.С. Сб. задач и упражнений по химич. технологии и биотехнологии. 2-е изд. Мн.: Университетское, 1989.
53. Структура и модификация целлюлозы: Труды НИИХТЦ. Ташкент: Фан, 1966. Вып. 3.

54. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России. Учеб. и справоч. пособие. 3-е изд. М.: Финансы и статистика, 2001.

55. Степановских А.С. Прикладная экология. М.: ЮНИТИ-ДАТА, 2003.

Оглавление

	Предисловие	4
	Введение	6
Глава 1.	ХЛОПКОВЫЙ ЛИНТ	9
	1.1. Опущенность семян после джинирования	10
	1.2. Технологический процесс линтерования	10
	3. Современные типы линтеров	11
	4. Технология процесса получения линта с хлопковых семян	18
Глава 2.	ТЕХНОЛОГИЯ ХЛОПКОВОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ	27
	2.1. Технология хлопковой целлюлозы для химической переработки	27
	Основное технологическое оборудование	41
	2.2. Технология хлопковой целлюлозы для бумаги	46
Глава 3.	ТЕХНОЛОГИЯ БУМАГИ	61
	Размол целлюлозы	61
	Гидроразбиватели	71
	Масные бассейны	73
	Проклейка бумажной массы	78
	Контроль качества процесса размола и массы с мешального бассейна	79
	Формование бумажного полотна	85
	Формование бумаги на машине с плоской сеткой	96
	Рабочие органы БДМ	98
	Бумагоделательные машины	100
	Прессовая часть машины	104
	Сушильная часть бумагоделательной машины	106
	Концевая часть бумагоделательной машины	108
	Промывка бумагоделательной машины	110
	Дефекты бумаги, образующиеся на бумагоделательной машине и их устранение	112
	Контроль качества бумаги после формования	116
	Отделка бумаги	122
	Технология отделки рулоновой и листовой бумаги	123
	Схема заправки продольно-резательных станков	124
	Поперечная резка бумаги	125

	Упаковка бумаги	128
Глава 4.	РАБОЧИЕ РАСТВОРЫ НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БУМАГИ	129
	Приготовление суспензии наполнителей	129
	Приготовление канифольного клея	131
	Приготовление клея на основе поливинилового спирта	134
	Приготовление клея на основе меламин-формальдегидной смолы	134
	Приготовление раствора сульфата алюминия с концентрацией 5 и 10%	135
	Аналитический контроль качества растворов	140
Глава 5.	СТАНДАРТИЗАЦИЯ И КАЧЕСТВО	144
	Стандартизация	144
	Международный стандарт ИСО 9000	144
	Карта технологического контроля производства бумаги	166
	Качество целлюлозы и бумаги	170
Глава 6.	ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	173
	В производстве хлопкового линта	173
	В производстве хлопковой целлюлозы	174
	В производстве бумаги из хлопковой целлюлозы	176
	Основные методы расчёта выбросов	180
	Задачи и упражнения по промышленной экологии	187
Глава 7.	ПОДГОТОВКА ВОДЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ХЛОПКОВОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ, БУМАГИ И ОЧИСТКА СТОКОВ	211
	Общие сведения	211
	Краткие сведения о природной воде	211
	Классификация методов очистки природной воды	214
	Подготовка воды для производства хлопковой целлюлозы и бумаги	220
	Сточные воды	235
	Аналитический контроль воды	252
Глава 8.	ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ	267
	ПРИЛОЖЕНИЯ	270
	Список использованной литературы	284

Бахром Гафурович Кадыров,
Юнус Ташпулатович Ташпулатов,
Махмуд Темурович Примкулов

**Технология хлопкового льнта,
целлюлозы и бумаги**

Утверждено к печати Ученым советом Ташкентского
государственного педагогического университета

Издательский № М-60. Сдано в набор 18.11.2005 г.
Подписано в печать 30.11.2005. Уч. – изд. Л. 17.0.

Тираж 500. Заказ А-243. Цена договорная.
Издательство «Фан» АН РУз: 700047, Ташкент,
Ул. Акад. Я. Гулямова, 70.

Отпечатано в Издательско-полиграфическом творческом доме
«O'zbekiston». 700129. Ташкент, ул. Навои, 30.

