

**А.Б. ДЯГИЛЕВА, А.В. ЛОРЕНЦСОН,
Ю.М. ЧЕРНОБЕРЕЖСКИЙ**

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

Часть 2

Учебное пособие

САНКТ- ПЕТЕРБУРГ

2012

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ РАСТИТЕЛЬНЫХ
ПОЛИМЕРОВ»

А.Б. ДЯГИЛЕВА, А.В. ЛОРЕНЦСОН,
Ю.М. ЧЕРНОБЕРЕЖСКИЙ

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

Часть 2

Учебное пособие

Санкт-Петербург

2012

ББК 38.761.2 я 7

Д 991

УДК 628(075)

Дягилева А.Б., Лоренцсон А.В., Чернобережский Ю.М. Промышленная экология: учебное пособие / СПб ГТУ РП. — СПб., 2012. Часть 2. — 109 с.

В учебном пособии рассмотрены условия образования сточных вод в различных промышленных производствах. Приведены данные по составу и концентрациям загрязнений в сточных водах. Изложены основные технологические методы канализования стоков и способы их очистки. Рассмотрены вопросы повторного использования производственных сточных вод и обработки осадков. Приведенные в пособии данные могут быть использованы для самостоятельной работы студентов, а также для выполнения курсовых и контрольных работ по курсу "Промышленная экология".

Предназначено для студентов всех форм обучения по направлению 280200 «Защита окружающей среды» и специальности 280201 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов».

Рецензенты: исполнительный директор ООО «Электроэкология»,
канд. хим. наук Д.Ю. Батуренко;

заведующий кафедрой ООС и РИПР, канд. техн. наук
Л.М. Исянов.

Рекомендовано Редакционно-издательским советом университета в качестве учебного пособия.

© Дягилева А.Б., Лоренцсон А.В.,
Чернобережский Ю.М., 2012

© Санкт-Петербургский государственный
технологический университет
растительных полимеров, 2012

Введение

В составе инженерных коммуникаций и технологического оборудования промышленных предприятий имеется комплекс водоотводящих сетей и сооружений, с помощью которых осуществляется подача, циркуляция технологических растворов и отвод отработавших вод. Все это составляет водное хозяйство промышленных предприятий. В состав этого комплекса входят сооружения по очистке сточных вод, извлечению из них ценных веществ и обработке осадков.

В последнее время наметилась тенденция к переходу большинства отраслей промышленности на максимально замкнутые системы водообеспечения. Достигнуть этого возможно путем многократного использования отработанных и локально очищенных сточных вод, заменой водяного охлаждения на другие типы охлаждения.

При проектировании, реконструкции и эксплуатации очистных сооружений и систем водообеспечения предприятий необходимо учитывать состав и свойства производственных сточных вод, нормы водоотведения, условия выпуска сточных вод в городской коллектор и водоемы, а также необходимую степень очистки и возможность повторного использования в технологическом цикле основного и вспомогательного производства.

Целью данного курса является формирование системы знаний по анализу, обоснованию и реализации рациональных систем водопользования и экологической паспортизации водного хозяйства промышленных предприятий. В данной части курса промышленной экологии рассмотрены вопросы, связанные с устройством водного хозяйства различных производств, условиями формирования стоков и их характеристиками, принципами их очистки и возможностью использования в оборотных системах водообеспечения.

1. Водное хозяйство промышленных предприятий

1.1. Использование воды на промышленном предприятии и очистка сточных вод. Общие положения

На промышленных предприятиях вода используется для технологических нужд предприятия и бытовых нужд работающего персонала.

Соответственно назначению воду в системах производственного водообеспечения можно разделить на **четыре категории**:

— вода **I категории** используется для **охлаждения** и конденсации газообразных продуктов в теплообменных аппаратах закрытого типа без соприкосновения с продуктом. Образуется условно чистая нагретая вода.

(Повышенное содержание примесей свидетельствует о неисправности теплообменного оборудования и аварийных утечках);

вода *II категории* служит в качестве среды, поглощающей нерастворимые (механические) и растворимые примеси – *промывные холодные воды*;

– вода *III категории* служит в качестве *поглощающей охлаждающей среды* (очистка газов в скрубберах, гашение кокса);

– вода *IV категории* служит в качестве экстрагента и растворителя реагентов.

Сточные воды, отводимые от промышленного предприятия могут быть разделены на **три вида**:

1. *Производственные* – полученные в результате трансформации после технологических циклов и очистки.
2. *Бытовые* – от санитарных узлов производственных и непромышленных корпусов и зданий.
3. *Поверхностные* – дождевые и от таяния снега.

Производственные сточные воды делятся *на две* основные категории: *загрязненные и незагрязненные* (условно чистые охлаждающие).

Загрязненные производственные воды содержат различные примеси и подразделяются на **три группы**:

1) загрязненные преимущественно минеральными примесями (предприятия металлургической промышленности, машиностроения, рудо- и угледобывающей промышленности, минеральных удобрений, кислот, строительных материалов и изделий);

2) загрязненные преимущественно органическими примесями (предприятия мясной, рыбной, молочной, пищевой, целлюлозно-бумажной, химической, микробиологической промышленности, предприятия по производству каучука и т.п.);

3) загрязненные минеральными и органическими примесями (предприятия нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, текстильной, легкой, фармацевтической промышленности, заводы по производству сахара, консервов и продуктов органического синтеза).

Сточные воды различаются и классифицируются по концентрациям основных загрязняющих компонентов, по физическим свойствам их загрязняющих органических примесей, по агрессивности, по содержанию токсичных и опасных примесей.

На различных предприятиях, даже при одинаковых технологических процессах, состав производственных сточных вод, режим водоотведения и удельный расход на единицу выпускаемой продукции весьма разнообразны.

Значительное влияние на количество и состав производственных сточных вод имеет система водообеспечения: *чем больше используются воды оборотного цикла на технологические нужды в тех же или других операциях данного или соседнего предприятия, тем меньше абсолютное количество сточных вод, и тем большее количество загрязнений в них содержится.*

Количество воды, необходимое для производства, оценивается по нормам водопотребления.

Норма водопотребления – это количество воды, которое необходимо затратить для переработки единицы сырья или для получения единицы готовой продукции.

Например, лесоперерабатывающие производства используют норму водопотребления **n**, выраженную в м³/т полученной в результате обработки древесины или м³/т переработанной древесины, в пищевой промышленности - м³/т перерабатываемого жира, в ЦБП – м³/т целлюлозы, м³/т бумаги, в машиностроении (в гальванике) – л/м² обрабатываемой поверхности.

Норма позволяет определить то количество воды, которое необходимо на тот или иной технологический процесс или для предприятия в целом за единицу времени.

Расход воды, потребляемой предприятием за единицу времени определяют по формуле

$$Q=n \cdot N,$$

где **n** – норма потребления для того или другого предприятия или вида продукции,

N – количество единиц выпускаемой продукции.

Расход воды, потребляемой предприятием, может быть обеспечен свежей водой, оборотной водой или повторно применяемой водой, причем в каждом конкретном случае возможны различные комбинации. При разработке систем водообеспечения для определения этой величины необходимо пользоваться нормативными требованиями к потребляемой воде.

Эти требования разрабатываются конкретно для каждого производства, а для некоторых предприятий и производств - для каждой операции отдельно на основе отработанных аналогичных регламентов производства. Эти нормы закладываются, как правило, с запасом и называются **укрупненными нормами водопотребления**. В эту норму могут входить все расходы воды на предприятии – производственные, хозяйственно-питьевые, на душевые установки и т.д.

В современных условиях отдельного документа, где собраны все укрупненные нормы водопотребления и водоотведения по действующим отраслям промышленности, не существует. Для каждой отрасли промышленности разработаны нормативы со специфическими особенностями, которые можно найти в электронных базах нормативных документов по отраслям. Например, нормы водопотребления и водоотведения для разработки систем водообеспечения железнодорожных объектов отражены в документе ОН 016-01124328-2000. Для разработки систем водообеспечения теплоэнергетических объектов можно воспользоваться методикой разработки норм и нормативов по этой отрасли деятельности, приведенной в документе СО 153-34.02.401. Для отраслей пищевой промышленности нормы водопотребления и водоотведения определяются по типам продукции на основе отраслевых приказов и методик. Например, приказ № 963 от 1987 г. «Об утверждении норм водопотребления и водоотведения на 1 тонну сырья по типам молочной продукции» позволяет оценить водоёмкость этих предприятий.

Таким образом, количество производственных сточных вод определяется в зависимости от производительности предприятия по укрупненным нормам **водопотребления и водоотведения** для различных отраслей промышленности, приведенным в специальной справочной литературе.

Нормой водоотведения является установленное среднее количество сточных вод, отводимых от производства в водоем (или систему канализации), при целесообразной норме водопотребления.

Норма водоотведения включает количество выпускаемых сточных вод – очищенных производственных и бытовых; производственных, не требующих очистки; фильтрационных из прудов-осветлителей, хвостохранилищ и шламонакопителей. В настоящее время при составлении баланса водоотведения в количество отведенных вод с промышленной площадки входят ливневые сточные воды, однако в норму водоотведения эти воды не входят, хотя могут быть использованы в системах водообеспечения. Для оценки эффективности использования водных ресурсов их также не всегда учитывают, повышая тем самым коэффициент использования воды.

Укрупненные нормы водоотведения выражаются в единицах, аналогичных нормам водопотребления, т.е. в м³ воды на единицу готовой продукции или используемого сырья. Эти нормы расхода производственных сточных вод следует применять при проектировании вновь строящихся и реконструируемых систем водоотведения промышленных предприятий. *Укрупненные нормы позволяют дать оценку рациональности использования воды на любом действующем предприятии.*

Расчетные расходы производственных сточных вод, поступающих на очистные сооружения, определяются по следующим формулам:

$$Q'_{\text{сут}} = n^* \cdot M;$$
$$q_{\text{макс.с}} = \frac{n^* \cdot M_{\text{макс.см}}}{T \cdot 3,6} \cdot K_{\text{ч}},$$

где $Q'_{\text{сут}}$ – среднесуточный расход сточных вод, м³/сут; $q_{\text{макс.с}}$ – максимальный секундный расход, м³/с; n^* – норма водоотведения на единицу продукции или перерабатываемого сырья с учетом водооборота, м³; M и $M_{\text{макс. см}}$ – число единиц продукции или перерабатываемого сырья при максимальной выработке соответственно в сутки и смену; T – число рабочих часов в смену; $K_{\text{ч}}$ – коэффициент часовой неравномерности.

Коэффициент часовой неравномерности сброса сточных вод определяется следующим соотношением:

$$K_{\text{ч}} = \frac{Q_{\text{макс. час}}}{Q_{\text{ср. час}}}.$$

Норма водоотведения может быть также рассчитана из нормы водопотребления при известных и обоснованных нормах потери воды (в данном случае ливневые сточные воды не учитываются) на производстве:

$$n^* = n - n_{\text{пот}}.$$

Если в состав комбината или завода входят ряд производств, выпускающих различную продукцию, то необходимо определить количество сточных вод для каждого производства и комбината в целом как сумму расчетных норм водоотведения по каждому циклу производства.

1.2. Схемы водообеспечения и водоотведения промышленных предприятий

Согласно основам водного законодательства Российской Федерации, система водообеспечения промышленного предприятия должна быть, как правило, с оборотом воды для всего предприятия или в виде замкнутых циклов для отдельных цехов или производств; при этом необходимо предусматривать очистку отработанной воды.

Различают несколько принципиальных схем водообеспечения промышленных предприятий. Это устаревшая на сегодняшний день **прямоточная** система водообеспечения, **последовательное или повторное** использование сточных вод после соответствующей их очистки и **оборотные** системы водообеспечения.

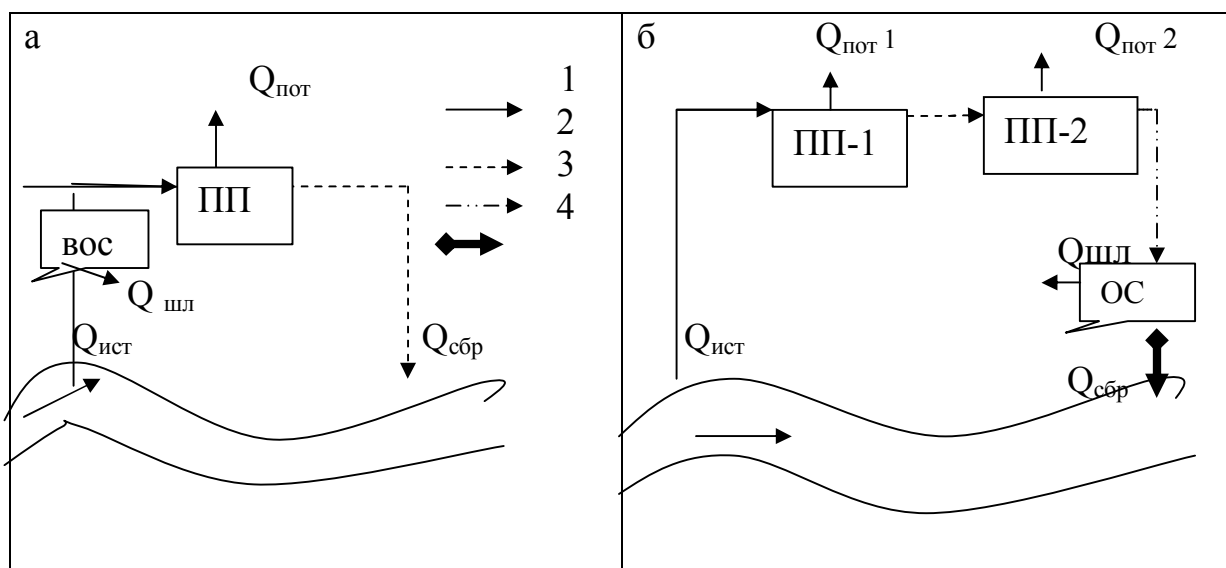


Рис. 1.1. Схемы водообеспечения промышленных предприятий: а – прямоточная; б – с последовательным использованием воды

1 – вода свежая чистая; 2 – сточная вода условно чистая (нагретая); 3 – вода загрязненная; 4 – сточная очищенная вода; ПП, ПП-1 и ПП-2 – промышленные производства; ВОС – водоочистные сооружения для очистки речной воды; ОС – очистные сооружения стоков; $Q_{\text{ист}}$ – вода, подаваемая из источника на производственные нужды; $Q_{\text{пот}}$, $Q_{\text{пот 1}}$ и $Q_{\text{пот 2}}$ – вода, безвозвратно потерянная на производстве; $Q_{\text{шл}}$ – вода, удаляемая со шламом; $Q_{\text{сбр}}$ – вода, сбрасываемая в водоем (канализацию)

При прямоточном водообеспечении (рис. 1.1 а) вся забираемая вода $Q_{ист}$ из водоема после участия в технологическом процессе в виде отработанной возвращается в водоем, за исключением того количества воды, которое безвозвратно потеряно при производстве $Q_{пот.}$. Количество отводимых в водоем сточных вод $Q_{сбр}$ составляет

$$Q_{сбр} = Q_{ист} - Q_{пот.} - Q_{шл}$$

($Q_{шл}$ учитывается в том случае, если на производстве имеется предварительная подготовка технической воды на водоочистой станции). Эти схемы характерны для сброса условно чистых вод. Однако, независимо от их качества любые сточные воды, согласно Водному кодексу РФ (ст.60), перед сбросом в водоем должны проходить очистку и охлаждение. Поэтому схема 1.1а должна быть дополнена очистным оборудованием после использования перед сбросом.

При схеме водообеспечения с последовательным использованием воды (рис. 1.1б), которое может быть несколько кратным, количество сточных вод уменьшается в соответствии с потерями на всех стадиях производства и на очистных сооружениях:

$$Q_{сбр} = Q_{ист} - (Q_{пот\ 1} + Q_{пот\ 2} + Q_{шл}) .$$

Повторное использование сточных вод после соответствующей очистки получило в настоящее время широкое распространение, особенно в машиностроительной промышленности. Обычно в последовательных схемах водопользования используются условно чистые воды, т.е. после охлаждения оборудования, но они должны быть предварительно охлаждены для повторного их использования.

Основным требованием к применению последовательной системы водообеспечения на предприятии является следующее: *качество воды после каждой стадии использования должно удовлетворять техническим условиям (ТУ) к воде на последующей стадии ее использования.*

Системы оборотного водообеспечения являются наиболее предпочтительными и перспективными в современных промышленных производствах. Они могут быть выгодными как с технологической точки зрения, так и экономической, Особенно это касается производств, которые вынуждены для технических нужд иметь собственные водоочистные станции, а не брать воду из городского водопровода.

В таких системах оборотного водообеспечения (рис. 1.2) для компенсации безвозвратных потерь воды в производстве, на охладительных установках, на очистных сооружениях, а также потерь воды, сбрасываемой в водоотводящую сеть, осуществляется подпитка из водоема или других источников водоснабжения. Количество подпитывающей воды определяется по формуле:

$$Q_{подп} = Q_{пот} + Q_{ун} + Q_{продувки};$$

$$Q_{\text{пот}} = Q_{\text{п1}} + Q_{\text{п2}} + Q_{\text{прз}},$$

где $Q_{\text{ун}}$ – вода, теряемая на испарение и унос из систем охлаждения;

$Q_{\text{прз}}$ – безвозвратные потери при производстве.

В данном случае имеем дело с максимально замкнутой системой использования воды. В этой системе могут быть несколько вариантов решений обеспечения водой, которые позволят получить воду нужного качества в системе.

Контролируемый параметр на входе в систему (c_0) – концентрация взвешенных веществ или соледержание. При несоответствии воды требованиям по качеству ($c_1 \gg c_0$) требуются продувка системы и сброс воды в канализационную систему, что может вызывать нежелательные последствия для предприятия. Поэтому решение вопроса о режиме подпитки и продувки должно быть принято для предприятия индивидуально на основе балансовых расчетов.

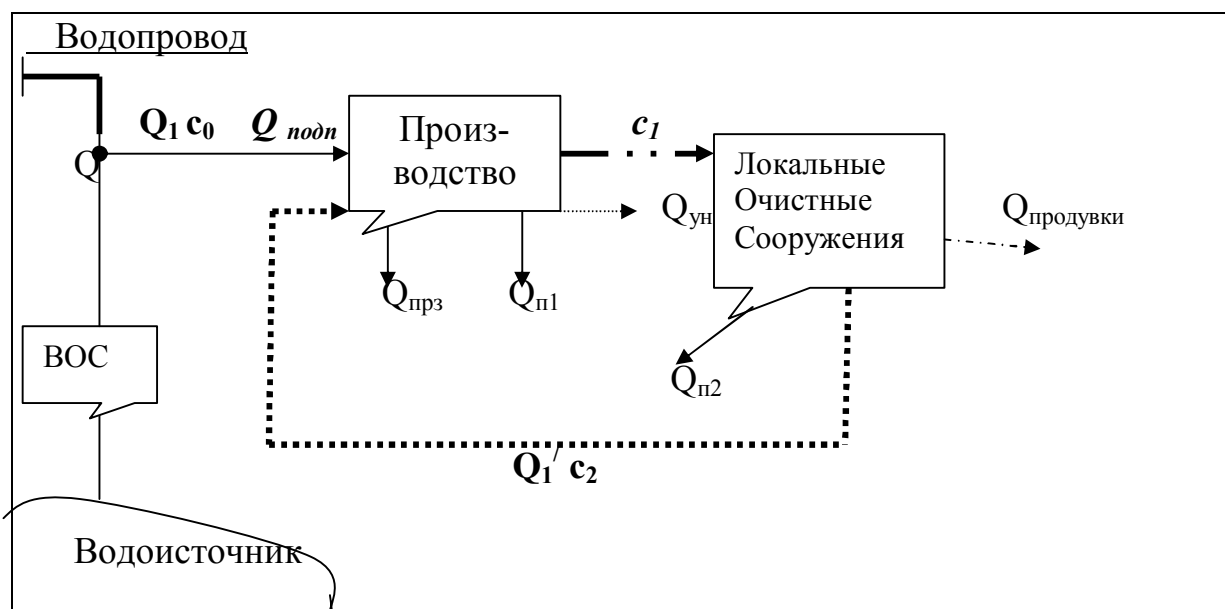


Рис 1.2. Схема оборотного водообеспечения промышленных предприятий:

Q – вода, подаваемая на производственные нужды; Q_1 – на первый производственный цикл; $Q_{\text{подп}}$ – подпитывающая вода; Q_1' – оборотная вода; $Q_{\text{п1,2}}$ – производственные технологические потери; $Q_{\text{прз}}$ – безвозвратно потребляемая вода в производстве; $Q_{\text{ун}}$ – вода теряемая на испарение и унос из систем охлаждения; $Q_{\text{продувки}}$ – вода удаляемая из системы при технологической продувке; c_0, c_1, c_2 – концентрация лимитирующего контролируемого загрязняющего компонента в системе

В практике эксплуатации оборотных систем водообеспечения приняты режимы подпитки постоянные и периодические. Общее количество добавляемой воды составляет 5–10 % общего количества воды, циркулирующей в системе. Это количество постоянно корректируется с учетом изменения и усовершенствования технологий и балансовых расчетов.

Для каждого предприятия составляется *баланс* водопотребления и водоотведения, который является составной частью *экологического паспорта (ЭП) предприятия*.

1.3. Понятие экологической паспортизации

Введение экологических паспортов предприятий является основой формирования комплексной программы и перевода экологической политики на новый уровень. В настоящее время паспортизация территорий является актуальной задачей и вновь возобновляется такого рода учет предприятий. На территории Российской Федерации его никто не отменял. На территории Украины и Белоруссии документы такого типа работают в полном объеме.

Экологический паспорт включает общие сведения о предприятии, используемом сырье, описание технологических схем выработки основных видов продукции, схемы очистки сточных вод и аэровыбросов, их характеристики после очистки, данные о твердых и других отходах, а также сведения о наличии в стране и в мире технологий, обеспечивающих достижение наилучших показателей по охране природы. Вторая часть паспорта содержит перечень планируемых мероприятий, направленных на снижение нагрузки на окружающую среду (с указанием сроков их выполнения, объемов затрат, удельных и общих объемов выбросов вредных веществ до и после осуществления каждого мероприятия).

Экологический паспорт объекта или предприятия – это нормативно-технический документ нового типа, включающий все данные о потребляемых и используемых ресурсах всех видов, в том числе и воды (природных – первичных, переработанных вторичных и др.), а также определяющий все прямые влияния и воздействия на окружающую среду. ЭП представляет систему данных, выраженных через систему стандартных показателей, отражающих уровень использования природных и других ресурсов и степень воздействия на основные компоненты природной среды – атмосферу, гидросферу, литосферу.

ЭП разрабатывается за счет собственных средств предприятия, подлежит согласованию с Санитарно-эпидемиологическим надзором (СЭН) и территориальными органами охраны природы, утверждается первым руководителем организации, а затем регистрируется в территориальном органе охраны природы. Руководитель, утвердивший ЭП, несет персональную ответственность за правильность его составления, достоверность содержащихся в нем данных, своевременность внесения корректив, отражающих изменение характера использования природных и других ресурсов, воздействия на окружающую среду.

ЭП является не только исполнительным документом одной из форм экологического контроля, а также служит информационной основой для паспортизации территорий, регионов и страны в целом.

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» 2002 г. делегировал субъектам Российской Федерации такие функции как: осуществление экологической паспортизации; ведение учета объектов и

источников негативного воздействия на окружающую среду; обеспечение населения достоверной информацией о состоянии окружающей среды. Несмотря на целый ряд существенных изменений, внесенных в законодательство в области охраны окружающей среды законами 122-ФЗ (от 22 августа 2004 г.) и 199-ФЗ (от 31 декабря 2006 г.), а также другими нормативными актами РФ, эти функции не претерпели существенного изменения. Лишь формулировка «осуществление экологической паспортизации» была уточнена и в последней редакции звучит как «осуществление экологической паспортизации территории».

В Санкт-Петербурге ответственность за решение этих задач возложена на Правительство города в лице Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности. В качестве самостоятельных направлений деятельности Положение о Комитете предусматривает:

- осуществление экологической паспортизации;
- обеспечение полноты и общедоступности информации о состоянии окружающей среды.

Основным направлением политики Санкт-Петербурга в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности на текущий момент является осуществление экологической паспортизации. Это одно из приоритетных направлений городской экологической политики.

Изначально экологическая паспортизация предполагала два обособленных, но в то же время связанных направления. Одно из них – создание экологических паспортов природопользователей, а другое – экологическая паспортизация территории.

Разработка экологических паспортов природопользователей началась в России с 1991 г., после принятия ГОСТ 17.0.0.04-90 «Экологический паспорт промышленного предприятия. Основные положения». В 1995 г. был разработан в качестве рекомендательного документа экологический паспорт сельскохозяйственного предприятия. В 2000 г. взамен него был принят ГОСТ Р 17.0.0.06-2000 «Экологический паспорт природопользователя. Основные положения».

В настоящее время экологическая паспортизация территории Санкт-Петербурга регламентирована рядом распоряжений Комитета природопользования, которые включены в нормативно-правовую базу субъекта федерации в 2004-2007 гг. Наиболее важным в этой области является распоряжение «Об экологической паспортизации» от 01.03.04 № 13-р, в котором утверждена Концепция Экологического паспорта территории Санкт-Петербурга. В ней отражены основные принципы создания и область его применения.

Разработка ЭП предприятия – процесс индивидуальный и многоэтапный. Основой разработки ЭП являются:

- согласованные и утвержденные основные показатели строительно-производственной деятельности, связанной с потреблением ресурсов, и воздействия на окружающую среду;
- разрешение на природопользование (отвод земли, водопользование и т.д.);
- паспорта всех очистных сооружений, систем и установок, а также сооружений и установок по сбору и утилизации отходов;
- данные статистической отчетности по природо- и ресурсопользованию.

Составление ЭП включает операции расчетов норм предельно допустимых выбросов (ПДВ) и сбросов (ПДС), очищенных и неочищенных, сбрасываемых в поверхностные водоемы или системы центральной канализации (КОС).

В состав экологического паспорта предприятия в его окончательном виде входят следующие сведения:

1. Справка о природоохранной деятельности.
2. Схема расположения объекта.
3. **Баланс водопотребления и водоотведения.**
4. **Характеристика используемого сырья.**
5. Выбросы вредных веществ в атмосферу в целом по объекту.
6. Содержание вредных веществ в атмосфере.
7. Характеристика сжигаемого топлива и выбросов от объектов теплоэнергетики.
8. **Показатели использования воды.**
9. **Состояние очистки сточных вод и содержание загрязняющих веществ в водоеме.**
10. Показатели образования, накопления и использования твердых отходов (паспорт отходов).
11. Сведения о рекультивации.
12. Прогноз динамики выбросов в атмосферу, сбросов в водоемы и использование отходов по отдельным производствам.
13. Затраты на природоохранную деятельность по предприятию.
14. Итоговые данные по выбросам в атмосферу и сбросам в водоемы.
15. Дополнительные сведения о природоохранных и ресурсосберегающих мероприятиях.

Эти данные постоянно обновляются и подаются в виде отчетности в различных формах в виде базы первичных данных, на основе этих данных формируется Информационно-аналитический комплекс «Экологический паспорт территории Санкт-Петербурга», который включает в себя информацию о:

- состоянии природно-ресурсного потенциала территории
- уровне техногенного воздействия на окружающую среду на данной территории

- потенциально экологически опасных объектах
- объектах, подлежащих экологическому, геологическому и водному контролю, расположенных на данной территории
 - природных и антропогенных процессах, представляющих потенциальную угрозу для жизни людей и хозяйственной деятельности на данной территории
 - действующих территориальных экологических ограничений по видам хозяйственной деятельности.

В результате обработки этих данных составляются тематические карты и другие материалы для оказания информационных услуг в соответствии с областью применения Комплекса. База первичных данных имеет блоковое строение, подразделяясь на **информационные блоки**, выделенные по тематическому принципу. Основные элементы структуры Комплекса, которые должны обеспечивать надежное хранение и эффективный доступ к этой информации, представлены следующими информационными блоками:

- Атмосферный воздух
- Поверхностные воды
- Земельные ресурсы
- Зеленые насаждения
- Особо охраняемые природные территории
- Геологические данные
- Природопользователи
- Справочная информация.
-

Эти информационные ресурсы доступны на экологическом портале www.infoeco.ru.

Одним из важнейших результатов создания Комплекса является возможность разработки и ведения **Экологического баланса Санкт-Петербурга**. Экологический баланс Санкт-Петербурга – это система показателей, характеризующих изменение соотношения участков площадей с разным уровнем антропогенного воздействия к общей площади территории города и баланс использования природных ресурсов на территории города. На основе Экологического баланса легко выделять приоритеты социально-экономического развития города, а также целевые и плановые показатели, необходимые при решении задач социально-экономического планирования.

1.4. Баланс водопотребления и водоотведения

Для систем водообеспечения промышленных предприятий необходимо составлять баланс воды, включающий потери на сброс и необходимое добавление, компенсирующее потери воды. Для этого составляется подробная схема производства, цехов, отдельных операций, и по производственным циклам ведется расчет водных потоков технологического цикла и систем отвода отработанных стоков в канализационные системы. Для вновь строящихся производств используются укрупненные нормы водопотребления и водоотведения, а для функционирующих предприятий активно используются в расчетах имеющиеся технологические регламенты производства, с учетом передовых достижений в данной области производства.

При расчетах следует помнить, что поступление воды в систему осуществляется не только из источника водоснабжения и после повторного ее использования, но также с сырьем и полуфабрикатами, со вспомогательными веществами (реагентами), с атмосферными осадками, а также с подземной инфильтрационной водой. Причем последние виды «бесплатной воды» могут быть активно использованы в системах оборотного водоснабжения.

Общий дефицит воды в системах водообеспечения складывается из расходов на безвозвратное потребление (унос с продуктом и отходами), испарение с водной поверхности, в охладительных системах, мытье полов, полив территории, сброс с продувкой и т. д.

Безвозвратное потребление и потери в производстве на действующих предприятиях определяются строго *технологическими расчетами*.

Расход воды на мытье полов, полив территории, а также потери на испарение и унос определяют по **СНиП 2.04.02.-84** или по таблицам для гидравлических расчетов с учетом времени процесса, напора в сети и диаметра трубопровода. Расходы воды на хозяйственно-бытовые нужды определяются на основании действующих норм на одного работающего в смену (СНиП 2.04.01-85).

Потери воды на испарение с водной поверхности водоемов и на транспирацию воды растениями определяют в зависимости от климатических условий и вида растений.

Потери воды на фильтрацию из таких сооружений, как пруды-охладители, иловые площадки и т.п., определяют специальным гидрологическим расчетом.

Для расчета систем водообеспечения необходимо составлять графики притока вод, а также графические схемы водного баланса по каждому потребителю воды на территории промышленного предприятия. В этих балансовых схемах указывается количество воды, подаваемой каждому потребителю (аппарату, цеху, корпусу), сбрасываемой каждым потребителем, теряемой безвозвратно и т.д.

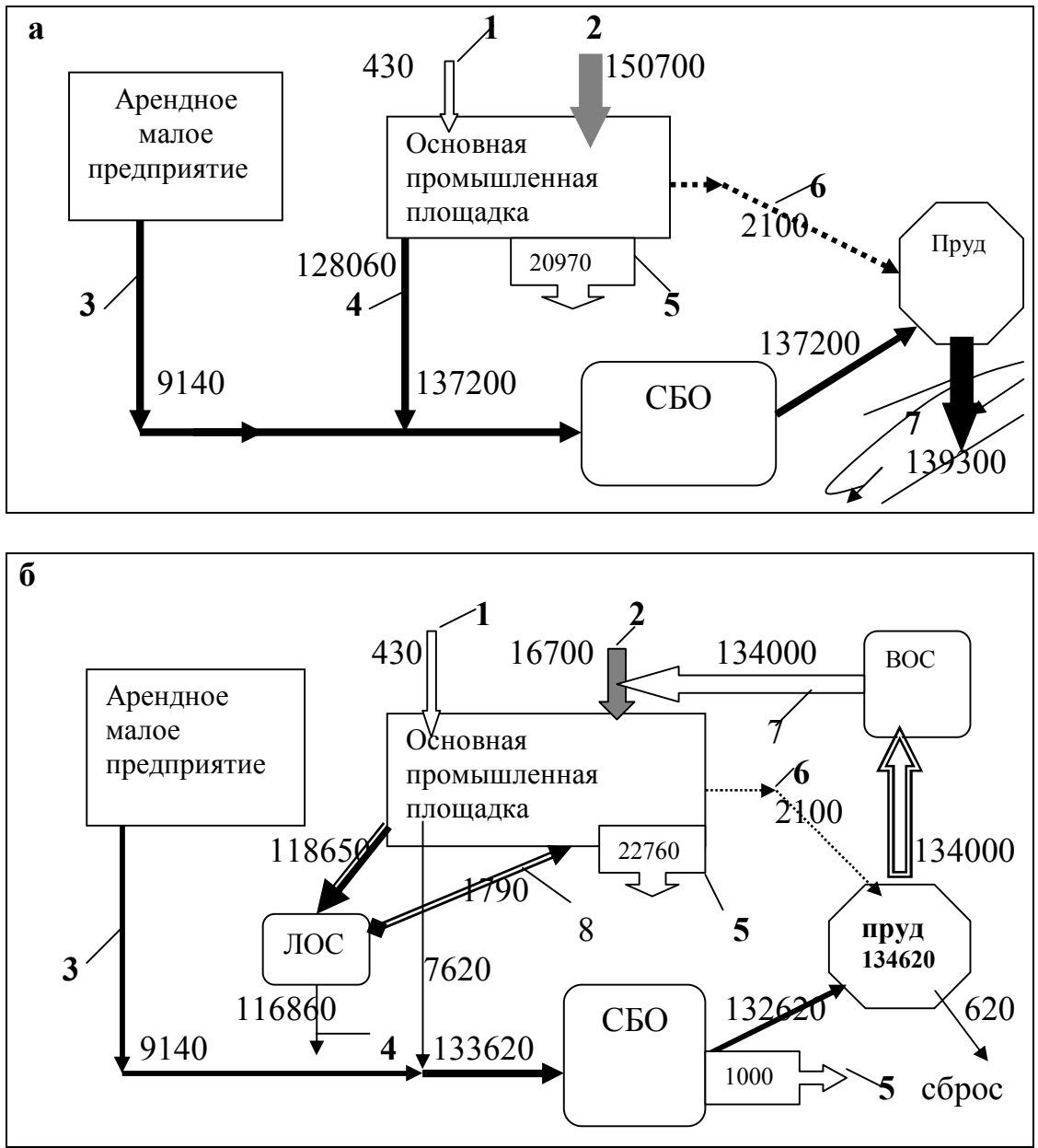


Рис. 1.3. Схемы баланса водопотребления воды и использования сточных вод (расход воды в м³/сут):

а) – при сбросе очищенной воды в водоем; б) - при доочистке и использовании сточных вод в системе производственного водоснабжения; 1 – питьевая вода; 2 – свежая вода; 3, 4 - бытовые и загрязненные производственные воды; 5 – потери при производстве; 6 – незагрязненные производственные сточные воды и ливневые стоки; 7 – обработанные сточные воды; 8 – локально очищенная оборотная вода

Такие схемы составляются либо в абсолютных количествах циркулирующих вод за единицу времени (м³/сут), (м³/ч), либо в удельных расходах воды на единицу продукции или потребляемого сырья. В качестве примера на рис 1.3. приведены комплексные балансовые схемы водообеспечения и водоотведения промышленного предприятия.

В схемах, кроме этого, указывается:

- направление движения воды;
- виды водоподводящих и водоотводящих коммуникаций или категории транспортируемой воды;
- расположение потребителей воды, сооружений по охлаждению и очистке и т.д.

Для промышленного предприятия составляются более подробные схемы, дающие наглядное представление о водопотреблении и водоотведении для различных производственных циклов и состоянии водного хозяйства промышленного предприятия в целом.

В ряде случаев целесообразно также составлять балансовые схемы поступления воды в водоотводящую сеть загрязнений от отдельных аппаратов и цехов. Эти поступления могут характеризоваться величинами БПК, ХПК, содержанием в воде взвешенных веществ или отдельных токсичных компонентов.

Балансовые расчеты водопотребления и водоотведения, а также расчеты поверхностного стока должны быть представлены на согласование в виде таблиц, которые приведены в приложениях 1–3.

1.5. Показатели эффективности использования воды на предприятии

Эффективность использования воды в производстве может быть оценена по трем следующим показателям:

- **Доля воды, используемой в обороте, ($P_{об}$)** – оценивает техническое совершенство системы водообеспечения и показывает долю оборотной воды в системе водообеспечения

$$P_{об} = \frac{Q_{об}}{Q_{об} + Q_{ист} + Q_c} \cdot 100, \%,$$

где $Q_{об}$, $Q_{ист}$, Q_c – количество воды, используемой в обороте, забираемой от источников и поступающей в систему с сырьем.

- Рациональность использования воды, забираемой из источника, оценивается **коэффициентом использования ($K_{ис}$)**:

$$K_{ис} = \frac{Q_{ист} + Q_c - Q_{сбр}}{Q_{ист} + Q_c} < 1,$$

где $Q_{сбр}$ – количество воды, сбрасываемой в водоем.

- **Потери воды** определяются по формуле:

$$P_{пот} = \frac{Q_{ист} + Q_c - Q_{сбр}}{Q_{ист} + Q_c + Q_{посл} + Q_{об}} \cdot 100, \%,$$

где $Q_{посл}$ – количество воды, используемой в производстве последовательно.

Количество и качество воды, используемой на производственные цели, устанавливаются в зависимости от назначения воды и требований конкретного технологического процесса. Используемая для охлаждения и

промывки деталей вода не должна создавать механических, карбонатных или других отложений, вызывать коррозию и биологические обрастания транспортирующих ее систем.

В настоящее время существуют *различные требования* к качеству воды, используемой в *различных производствах*. Попытки разработать усредненные требования к оборотной воде маловыполнимы, так как необходимое ее качество определяется в значительной мере технологическими особенностями производства, применяемым оборудованием, видом сырья и ГОСТом на вид выпускаемой продукции.

Эти требования должны постоянно корректироваться с учетом изменения технологии, ассортимента продукции. В качестве примера в прилож. 4. приведены требования к качеству воды, используемой в оборотных системах заводов тяжелого, энергетического и транспортного машиностроения, заводов машиностроения для легкой, пищевой, полиграфической промышленности и бытовых приборов. Требования к качеству воды, используемой в каждой отрасли промышленности, приведены в специальной справочной литературе.

Производственные сточные воды после каждого технологического цикла имеют индивидуальную характеристику, которая может быть определена на основе балансовых расчетов или (для действующих предприятий) на основе контроля технологических водных потоков.

Качество сточных вод оценивается показателями, которые характеризуют их состав в количественном выражении (мг/л, г/м³ и т.д.)

Для различных отраслей промышленности разрабатываются списки приоритетных веществ в сточных водах. Для целлюлозно-бумажной промышленности эти списки приведены в периодической отраслевой печати, где также приводится информация по источникам загрязнения и способам снижения концентраций этих веществ в сточных водах.

Специфические загрязнения каждого производства непосредственно связаны с технологией этого производства, сырьем, уровнем применения современных локальных систем очистки и оборотного водоснабжения, а также применением схем утилизации вторичных материалов промышленности.

Контрольные вопросы для самоподготовки:

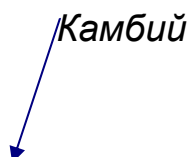
1. Укажите различия в назначении воды в зависимости от ее категории.
2. Назовите виды производственных сточных вод и способы их канализования.
3. Дайте определение нормам водопотребления и водоотведения.
4. Основные ограничения при эксплуатации водохозяйственных систем согласно Водному Кодексу РФ.
5. Дайте определения Экологического паспорта предприятия и Экологического паспорта территории, их функции и назначение.

2. Основные схемы производства, использования воды и очистки стоков при деревообработке

2.1. Сырье деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности

Наиболее распространенным сырьем для выработки основных полуфабрикатов и продукции деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности следует считать древесину хвойных и лиственных пород.

Рациональное и комплексное использование древесины возможно при четком представлении о ее строении и химическом составе. Сведения, относящиеся к вопросам химического состава, строения древесного ствола и микроструктуры волокна, приведены в ряде монографий и учебных пособий. В курсе промышленной экологии в сжатой форме рассмотрим структуру древесины, с точки зрения использования ее в процессе основного производства и формирования органической составляющей сточных вод этих производств.



Биомасса дерева увеличивается в результате деления живых клеток древесины (промежуточный слой между корой и заболонью)– **клеток камбия**. Строительным и энергетическим материалом служит **глюкоза**, процесс фотосинтеза, протекающий в листьях и иглах. Глюкоза из листьев по лубу направляется к камбию ствола и ветвей. Глюкоза, усвоенная клеткой, в результате сложного биохимического процесса превращается в **целлюлозу, гемицеллюлозу и лигнин**, из которых и формируется вторичная стенка клетки. Клетки паренхимы и клетки эпителия могут накапливать глюкозу в виде **жиров и крахмала** или превращать ее в **экстрактивные вещества**. Элементный и химический составы древесины хвойных и лиственных пород приблизительно одинаковы.

Рис. 2.1. Основные части ствола и главные разрезы:
П – поперечный; Р – радиальный; Т – тангенциальный

Элементный состав в среднем составляет: углерода 50,5 %, водорода 6,5 %, кислорода 43 %, азота 0,1 %.

По химическому составу древесина представляет собой сложный комплекс различных химических веществ. Большинство компонентов, входящих в состав древесины, являются **высокомолекулярными соединениями**, которые тесно взаимосвязаны между собой. Вследствие этого до сих пор не найдено современных методов, позволяющих выделить эти вещества в неизменном состоянии.

В общем виде строение древесины представлено на рис. 2.2.

Рис.2.2. Схематическое изображение трех плоскостей разреза древесины хвойных и лиственных пород

Древесина различных пород в основном содержит одни и те же вещества, но в различных пропорциях. Все компоненты можно разделить на **две части: углеводная** – холоцеллюлоза, включающая целлюлозу и гемицеллюлозы, и **неуглеводная** - лигнин и прочие вещества (летучие масла, смолы), танины (дубящие вещества), зола, красители, азотные соединения.

Химический состав древесины зависит не только от породы дерева, но и от климатических и экологических условий произрастания, возраста и части дерева.

Наблюдаются различия в химическом составе каждой клетки и клеточной оболочки.

Следует отметить, что наибольшим содержанием целлюлозы в древесине характеризуются хвойные породы древесины, которые традиционно используются для производства бумаги. Однако эти породы древесины характеризуются и более высоким содержанием лигнина, неполное удаление которого ухудшает потребительские свойства бумаги, а значительное его содержание в сточных водах в модифицированном состоянии значительно усложняет очистку сточных вод.

В табл. 2.1 представлена сравнительная характеристика содержания этих компонентов в лиственных и хвойных породах древесины.

Таблица 2.1

Химический состав древесины		
Химические компоненты древесины	Содержание, %	
	хвойные породы	лиственные породы
<i>Углеводная часть</i>		
<i>Целлюлоза</i>	45-59	45-53
<i>Гемицеллюлозы:</i>		
Пентозаны	До 11	18-24
Гексозаны	10-12	0-3
Уроновые кислоты	до 4	до 8
<i>Неуглеводная часть</i>		
Лигнин	28-32	18-25
Красители	До 1	До 1
Танины	0,3-3,5	0,3-3,5
Зольность	0,3-1,0	0,3-1,0
Прочие вещества: Летучие и нелетучие масла и смоляные кислоты	2-7	0,7-3,0

Лиственные породы древесины, как более твердые, используют предпочтительно в деревообработке и мебельном производстве.

Волокнистые полуфабрикаты, применяемые в производстве бумаги, картона и древесноволокнистых плит, получают в результате механической или химической переработки древесины.

2.2. Деревообрабатывающие производства

В комплекс деревообрабатывающей промышленности входят следующие производства:

- лесопильные производства;
- производства фанеры;
- производства древесно-стружечных плит (ДСП);
- производства слоистых пластиков (ламинатов);
- производства древесно-волоконных плит (ДВП);
- мебельное производство.

В настоящее время это наиболее динамично развивающиеся производства, направленные на снижение экспорта деловой древесины и расширение спектра товаров для реализации. На развитие комплексной переработки древесины ориентирована политика в области лесного хозяйства, которое находится в стадии глубокого реформирования с 2010 г.

Эта отрасль с повышением пошлины на вывоз древесины станет привлекательной для инвестиций.

Исторически сложилось так, что все эти производства тесно взаимосвязаны сырьевой базой и назначением в использовании товарного продукта.

Схематично эти взаимосвязи представлены на рис. 2.3.

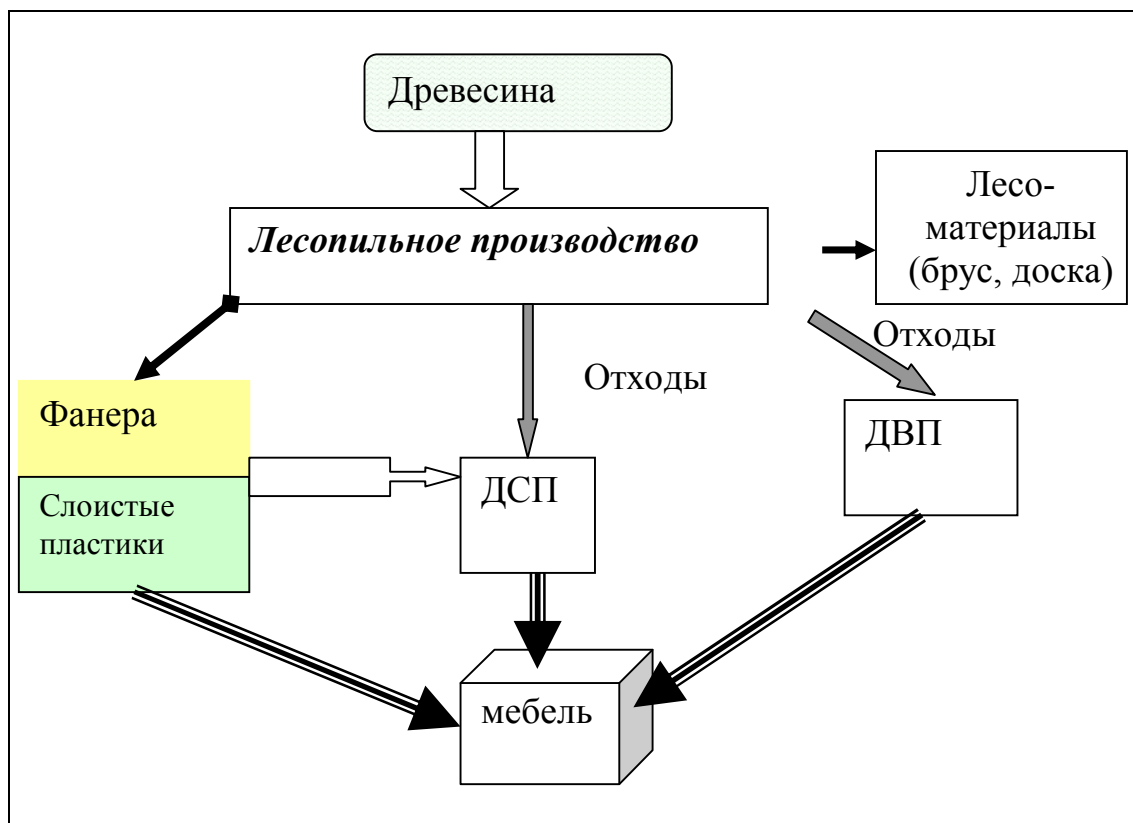


Рис.2.3. Схема взаимосвязи основных деревообрабатывающих производств на основе сырьевой базы

Лесопильные производства исторически, как правило, были расположены вблизи к лесоразработкам. Но с развитием частного среднего предпринимательства, в связи с высокой ликвидностью продукции и незначительными капитальными затратами на производство, лесопильные производства часто располагаются и в городах и тесно взаимодействуют с родственными предприятиями, не теряя своей экономической самостоятельности.

По объему водопотребления лесопильные производства являются маловодоемкими, но эти производства могут быть расположены вблизи или непосредственно в водоохраных зонах, где должны быть предусмотрены жесткие режимы хозяйствования и водопользования, а также контроля за соблюдением сброса дренажных и сточных вод. Это связано с тем, что даже очень малое количество сточных вод может приносить значительный ущерб экосистемам, особенно если это касается малых и средних рек.

Лесопильное производство состоит из четырех **основных** подразделений: древесно-подготовительного цеха, лесопильного цеха, отдела антисептирования и сушки.

Подготовка древесины – окорка может производиться сухим и мокрым способами. При использовании высокотехнологичного современного оборудования предпочтительным является сухой способ подготовки древесины с переработкой отходов в продукты целевого назначения. При сухой обработке однако снижается выход деловой древесины. На предприятиях старого поколения и при подготовке древесины для глубокой химической переработки используют мокрый способ окорки древесины.

В структуру **лесопильного цеха** могут входить различные участки: *столярные участки*, где осуществляется обработка древесины и производство столярных изделий на сверлильных, фрезерных, фуговальных станках; *участок погонажных изделий*, где основным технологическим процессом является механическая обработка древесины на строгальном станке; *малярный участок*, где осуществляются грунтовка, окраска, лакировка столярных изделий.

Принципиальная схема производства и водопотребления этого производства представлена на рис. 2.4.

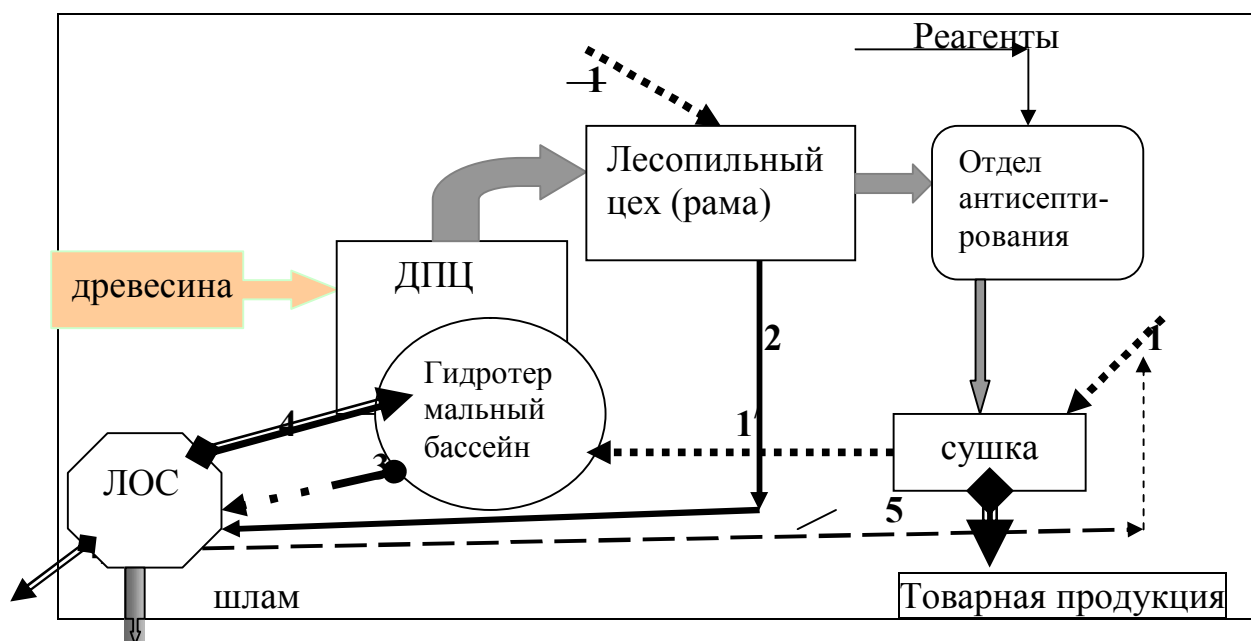


Рис 2.4. Принципиальная схема лесопильного производства и использования воды в основном технологическом цикле: 1, 1' – вода на охлаждение и после него, 2 – сточные воды от охлаждения механизмов пилорамы; 3 – сточные воды гидротермального бассейна, 4 – осветленные сточные воды; 5 – доочищенные сточные воды на охлаждение

Вспомогательными подразделениями данного производства являются: *котельная, автотранспортный цех и механические мастерские.*

Нормы водопотребления и водоотведения выводятся по основным и вспомогательным цехам в метрах кубических на тыс.м³ переработанной

древесины или такую же кубатуру готовой продукции. Для каждого индивидуального производства в зависимости от совокупности операций и используемого оборудования нормы могут варьироваться.

Характеристика основных потоков сточных вод данного производства.

- **Древесно-подготовительный цех (ДПЦ)** – может являться основным источником образования сточных вод лесопильного производства, если в технологии производства предусмотрена **мокрая окорка** и наличие **гидротермического бассейна**. В бассейн непрерывно поступает вода 4, 1', и непрерывно отводится меньшая часть 3. Кроме того, должен быть предусмотрен единовременный сброс воды из бассейна 1–2 раза в год. В процессе эксплуатации вода гидротермального бассейна приобретает значительную цветность с характерным мутно-зеленым оттенком, рН ее – 6,5–6,8, концентрация взвешенных веществ составляет 200–350 мг/л. Вода также имеет значительные величины БПК, которые обусловлены присутствием в воде водорастворимой углеводной и неуглеводной части древесины. Все время идет подпитка бассейна, которая покрывает потери и продувку.

После окорки древесины вода с корой идет на пресс, где производится обезвоживание, далее кора направляется на сжигание. Вода после пресса направляется на локальные очистные сооружения (ЛОС) в количестве 0,2 м³/т коры, с характеристикой по ХПК \cong 26 г/л.

- Второй участок с проблемными сточными водами – это участок **антисептирования**. Для антисептирования применяются хлорсодержащие соединения, такие как **пентахлорфенолят натрия** и **пентахлорфенол**, следовательно, сточные воды этого участка могут содержать токсичные **хлорорганические соединения (ХОС)**.
- На участке **сушки** вода используется для охлаждения и является водой 1 категории назначения. Она может быть использована в замкнутом контуре охлаждающей воды или в общей схеме водообеспечения для поддержания стабильной температуры в гидротермическом бассейне. На участке сушки вода также может быть использована для очистки вентиляционных выбросов (2 категория назначения воды).
- **Лесопильный цех** использует воду на охлаждение лесопильных рам. Сточная вода этого производства содержит примеси нефтепродуктов.

В состав лесопильного производства не обязательно могут входить все операции обработки древесины для получения готовой продукции. Компоновка производства зависит от ассортимента и качества реализуемой продукции. Для получения низкосортных досок и «горбыля» достаточно иметь одну пилораму. Для получения высококачественной продукции требуется наличие всех составляющих производства с возможными некоторыми вариациями.

Таким образом, **нормы водопотребления основных производств лесопильных заводов зависят от технологического цикла и от ряда условий:**

- 1) наличия гидротермического бассейна (возможна сухая окорка древесины с помощью ножевых устройств, но в этом случае снижается выход деловой товарной древесины и увеличивается объем коры, которую нужно утилизировать);
- 2) наличия дождевальных установок для мойки бревен;
- 3) количества лесопильных рам и систем охлаждения;
- 4) наличия гидрлотков для транспортировки сырья;
- 5) наличия цеха антисептирования и сушки.

Важным аспектом при организации этого производства является организация площадки для хранения древесины. Согласно современным требованиям площадки должны быть оборудованы водонепроницаемым покрытием и системой дренажей для отвода воды в систему очистки ливневого стока. Количество ливневых вод, образующихся на площадке и количество организованного дренажного стока рассчитываются согласно приложениям 2,3.

Состав загрязняющих компонентов зависит от вида древесины, времени хранения и в общем случае совпадает с качеством воды после дождевальных установок для мойки бревен.

Поверхностные воды с территории склада химикатов и объекта подготовки древесного сырья по внутренним водостокам и через дождеприемники отводятся в ливневую канализацию предприятия.

Расходы дождевого стока характеризуются большой неравномерностью, в меньшей степени это относится к талому стоку. Общее количество поверхностного стока зависит от климатических особенностей региона.

Объем поверхностного стока для Санкт-Петербурга и Ленинградской области рассчитывается на основании данных письма ГУ «Санкт-Петербургский ЦГМС-Р» № 418рк от 27.11.02 г. и временных методических рекомендаций по расчету объема поверхностного стока для водопользователей Санкт-Петербурга 1995 г.

2.3. Блок-схема производства фанеры и слоистых пластиков

Каждый из нас в быту сталкивался с использованием фанеры или слоистых пластиков. Как конструктивно устроен этот широко используемый в строительстве и в мебельном производстве материал, знает каждый. Изготовление фанеры включает несколько основных стадий производства: *получение шпона* методом лущения (разворачивания ножевым устройством древесины по кольцам в полотно), *склеивание* и *прессование* фанеры. На рис.2.5 приведена блок-схема производства фанеры и слоистых пластиков.

В композицию современных клеев входят самые различные компоненты, в том числе могут входить и лигнинные вещества, полученные при глубокой деструкции древесины. В каждом конкретном производстве фанеры может быть разработан самостоятельный регламент, в том числе и

подготовки связующего и клея. Однако в большинстве случаев в состав этих композиций входят следующие соединения: формальдегид, мочевины, аминосоединения, щелочь, фенол, аммиачная вода и др. Все эти соединения строго нормируются в сточных водах.

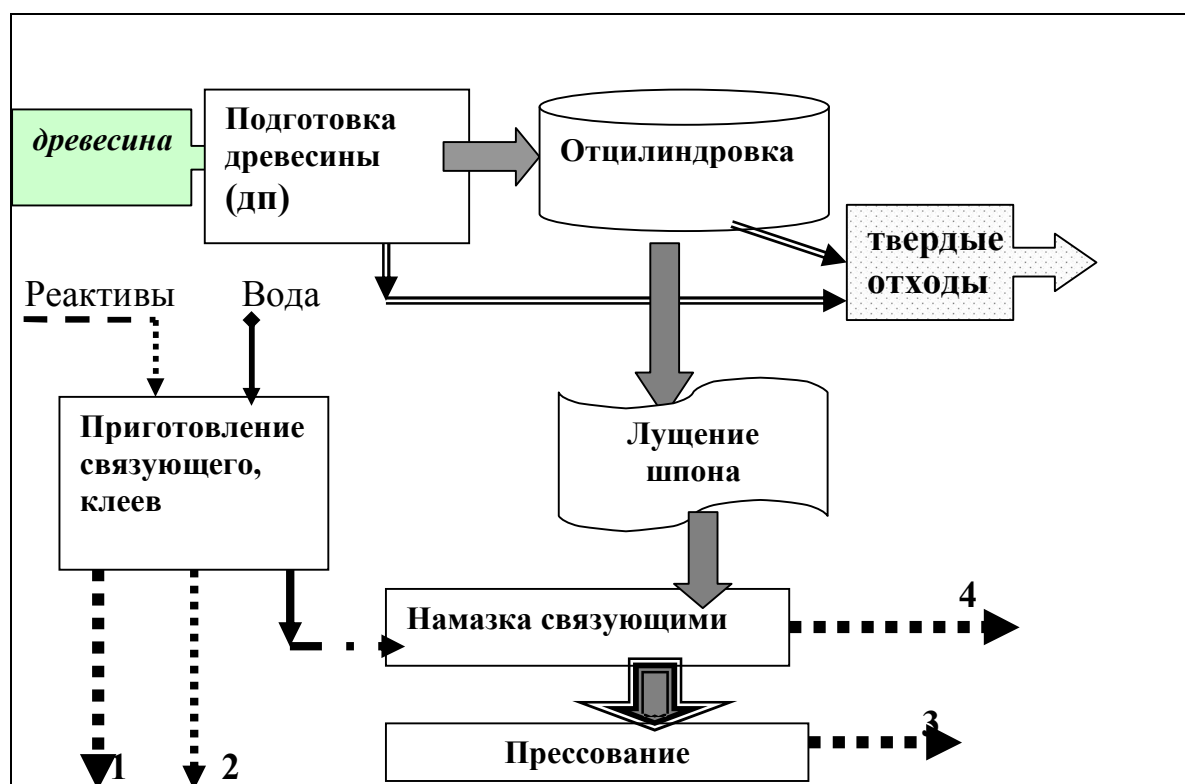


Рис.2.5. Блок - схема производства фанеры и слоистых пластиков:

1 – сточные воды промывки оборудования приготовления связующего; 2 – сточные воды после процессов охлаждения; 3 – стоки промывки прессов; 4 – стоки с водой на уборку помещений

Поток сточных вод 1, который образуется в результате промывки реакторов и оборудования, используемого в приготовлении связующей композиции, является самым загрязненным, но он образуется периодически, собирается в усреднителе и может быть обезврежен с помощью реагентов. Поток 2 – это охлаждающие воды, они являются условно чистыми (I категория назначения). Потоки 3 и 4 содержат примеси основных компонентов связующих и могут быть очищены по технологии, разработанной АО «ВНИИДрев» для аналогичных стоков, образующихся при производстве древесно-волоконистых плит (ДВП).

2.4. Производство древесно-волокнистых плит

Производство древесных плит – одно из наиболее эффективных направлений использования отходов и низкосортной древесины. В Российской Федерации действует 98 технологических линий по производству древесно-стружечных плит общей мощностью более 6 млн.м³/год и 67 линий по производству древесно-волокнистых плит суммарной мощностью около 500 млн.м²/год.

Весомой статьей затрат в производстве плит являются платежи за загрязнение воздуха и сточных вод. Например, завод древесно-стружечных плит (ДСП) мощностью 100 тыс. м³/год выбрасывает за год 20 – 60 т формальдегида, 40 – 50 т аммиака и метанола, большое количество пыли.

Производство ДВП может осуществляться различными способами: **мокрым** и **сухим**.

Мокрый способ осуществляется путем нарезки из влажного волокнистого ковра (влажность 70–80 %) плиты с последующим горячим прессованием.

Сухой способ осуществляется путем высушивания волокнистой массы до влажности 5–8 %, а затем ее подвергают горячему прессованию.

Принципиальная схема производства ДВП приведена на рис. 2.6.

По статистическим данным, удельное количество потребляемой воды на данных предприятиях составляет от 30 до 60 м³/т плит по свежей воде и 110 м³/т плит по оборотной воде. На предприятиях ДСП и ДВП до сих пор используют старые методики и нормативы при определении технико-экономических показателей производства. По данным ЗАО «ВНИИДРЕВ», возможно реальное сокращение свежей воды в данных производствах до 10 м³/т плит.

Сокращение потребления свежей воды для технологических процессов в основном производстве приводит к усложнению процессов очистки оборотной воды. Это связано с накоплением загрязнений в оборотных системах.

При использовании потока 2 в замкнутом режиме изменяется режим проклейки, и необходимы постоянный контроль и корректировка технологического регламента проклейки для получения товарной продукции соответствующего качества.

Основные потоки высококонцентрированных сточных вод образуются при обработке и мойке формовочных плит, отжиме щепы.

Пропарка сырья производится при температуре 170–180 °С и давлении приблизительно 1 МПа. После пропарки и измельчения выход волокнистой массы из древесины составляет 85–90 %, остальные 10–15 % в результате гидролиза органических веществ древесины переходят в растворенное состояние и вымываются из древесной массы при отжиме и дальнейшей переработке. При прочих равных условиях глубина этих изменений зависит от температуры, давления и продолжительности обработки, чем дольше обработка, тем больше происходит изменений, тем более загрязненным является поток воды. В случае использования в технологическом процессе

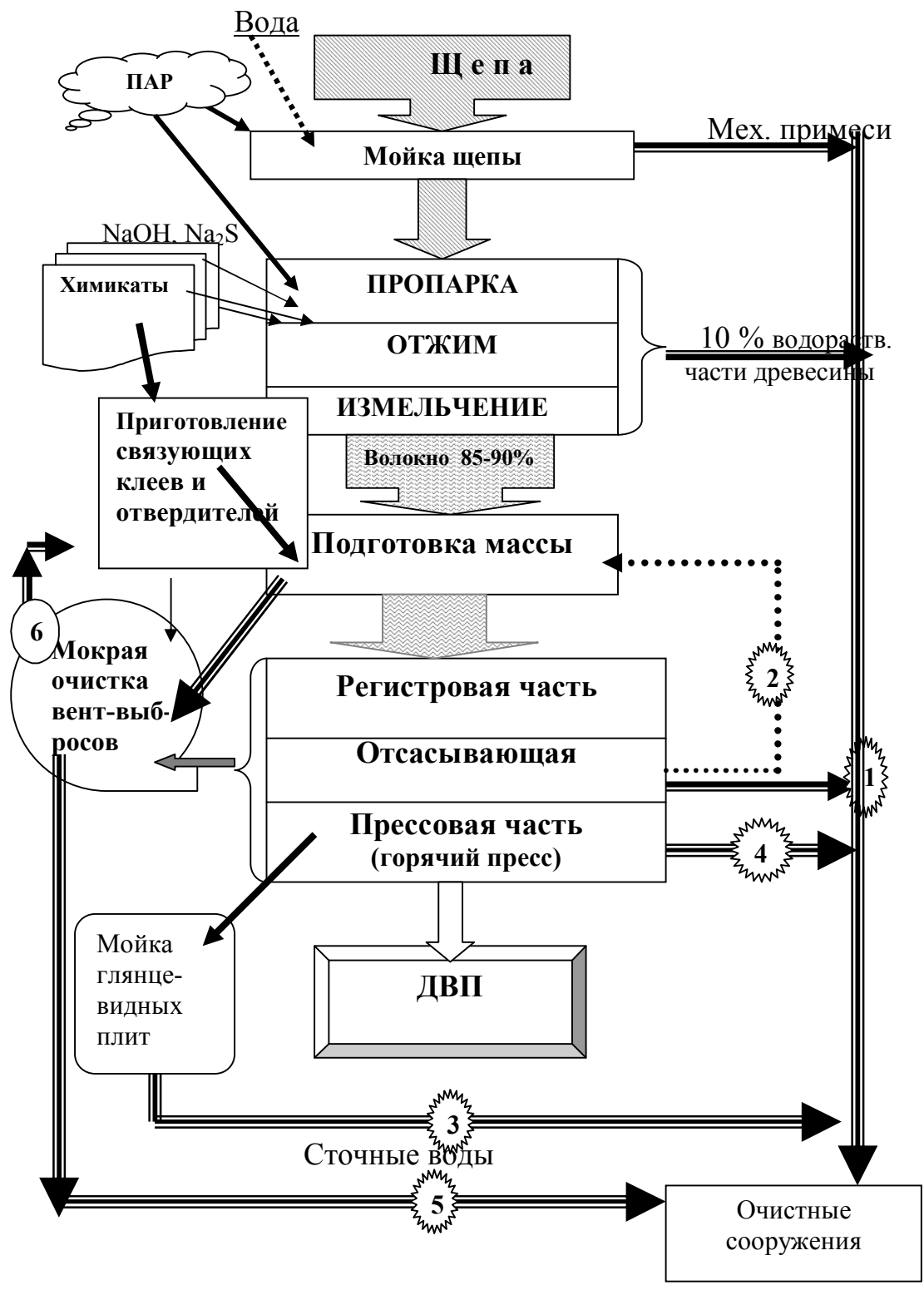


Рис.2.6. Принципиальная схема производства и водопотребления производства волокнистых плит:

1 – традиционный отвод концентрированных стоков; 2 – использование стоков в составлении композиции; 3 и 4 – сильно загрязненные и самые загрязненные стоки, соответственно; 5 – стоки после мокрой очистки вентиляционных выбросов; 6 – очищенные воды в обратное использование

сырья с корой и древесины лиственных пород – концентрация растворенных органических веществ будет максимальной, а величина ХПК составляет порядка 45 г/л.

Высокая температура прессования и низкое значение рН среды способствуют глубокому разрушению и поликонденсации древесного волокна со связующими компонентами. Горячий пресс дает до 95 % от общего количества органических загрязнений всего потока. При этом, чем больше оборотной воды и меньше свежей, тем больше загрязнен весь поток.

Для улавливания газообразных токсичных компонентов из вентиляционных выбросов предприятия этой отрасли необходимо дооснащать водяными биоскрубберами. ЗАО «ВНИИДРЕВ» разработаны и испытаны биоскрубберные системы очистки производительностью 50 и 150 тыс. м³ воздуха в час. Для предприятий отрасли созданы варианты очистки газовых выбросов с бионейтрализацией вредных веществ. Эффективность очистки газа от формальдегида с помощью биоскрубберов достигает 95 %. Таким образом, сточные воды потока 5 могут быть направлены на общие очистные сооружения или очищены локально (6) и использованы в оборотном водоснабжении.

На заводах древесных плит имеются цеха по изготовлению карбамидоформальдегидных смол. Общая мощность по этим компонентам составляет 232 тыс.т в год. При работе цехов образуется 96,2 тыс.т надсмольных вод, содержащих 2,9 т формальдегида и 9,6 т метанола.

На предприятиях ДВП и ДСП имеются также смолосодержащие воды от промывки оборудования. Эти стоки на большинстве предприятий не обезвреживаются. Возможно сжигание надсмольных вод в заводских котельных и в топках сушильных барабанов ДСП, однако полного сгорания не происходит, и проблема остается нерешенной.

Таким образом, при производстве ДВП образуется **три основные категории** сточных вод :

- *Условно чистые сточные воды* (следы нефтепродуктов), которые используются повторно после охлаждения.
- *Оборотные воды* (2, 6) по характеру загрязнения приближаются к основным сточным водам.
- *Высококонцентрированные сточные воды*, состоящие из потоков – отжима пропаренной щепы, от горячего пресса, от мойки гляцевидных формирующих плит и мойки проклеивающего оборудования.

Средняя **характеристика** сточных вод ДВП: температура 20 °С, рН 4,5–5,0; концентрация взвешенных веществ до 2,5 г/л; БПК₅ 900–1800 мг/л; БПК₂₀ 1,8–2,6 г/л; ХПК 2,1–4,5 г/л; азот общий – 30 мг/л.

Специфические вещества: сахара, фурфурол, органические спирты, парафин, фенол, формальдегид.

Концентрация взвешенных веществ обусловлена присутствием волокна древесины, целлюлозы, коллоидного лигнина.

Перспективы изменения экологической характеристики производства ДВП

Обострение экологической ситуации вокруг предприятий производства ДВП связано со следующими факторами:

1. Изменение состава сырья:

- а)* изменение *породного* состава (увеличение доли использования лиственных пород), что заставляет увеличивать температуру горячего прессования, которое увеличивает глубину гидротермического разложения древесины, концентрирование экстрактивных веществ, приводит к увеличению объема сточных вод;
- б)* привлечение в производство *отходов переработки древесины* (зеленой массы, коры и пораженной древесины), что заставляет углублять мойку, а наличие коры в несколько раз увеличивает концентрацию растворенных органических веществ.

2. «Ухудшение качества» проклеивающих веществ, т.е. замена природных проклеивающих органических веществ (альбумин, белковый, козеиновый клеи и др.) на синтетические фенолформальдегидные смолы, замена парафина на нафтены, что приводит к выделению трудно-окисляемых органических остатков этих продуктов (фенолов, формальдегидов, нефтепродуктов) в сточные воды и существенно осложняет процессы их биологической очистки.

Как уже отмечалось выше, сточные воды в этом производстве образуются при мойке оборудования (клееварные емкости, емкости хранения, дозаторы и т.д.), при уборке и обслуживании производственных помещений, полов и дренажных систем. Все компоненты композиции связующих клеев переходят в сточные воды.

При промывке емкостей и коммуникаций расходуется в среднем (в зависимости от мощности) 1 – 3 м³/ч воды. В этой сточной воде содержится до 4 кг/м³ формальдегида, до 90 г/м³ смол.

В рамках государственной научно-технической программы «Комплексное использование и воспроизводство древесного сырья» в разделе «Экологическое нормирование, очистка и рекуперация выбросов предприятий лесопромышленного комплекса» АО «ВНИИДрев» разработало и внедрило новый способ очистки содержащих смолу вод, в основу которого положена реакция формальдегида с реагентом (химический состав реагента авторами разработки не раскрывается). При этом образуются нетоксичные продукты, безвредность которых подтверждена Минздравом РФ. Полученные при дезактивации жидкие отходы являются хорошим питательным субстратом для активного ила и направляются на биологическую очистку. Взвешенные вещества, отделяемые после дезактивации (1,5 % от объема стоков), могут быть использованы в строительстве и сельском хозяйстве. Испытания способа на ряде предприятий показали его высокую эффективность. Способ защищен патентом.

2.5. Мебельное производство

Мебельное производство является завершающим этапом переработки древесины, если в производстве используются уже готовые полуфабрикаты вышеперечисленных деревообрабатывающих производств. В структуре мебельных комбинатов могут присутствовать различные вариации деревообрабатывающих цехов. Наиболее частое распространение получили в настоящее время мебельно-сборочные производства.

Основное потребление воды на этом производстве связано с обслуживанием гидрофильтров окрашивающих камер. Один раз в неделю производится продувка оборотной системы гидрофильтров.

Основными загрязняющими компонентами этого производства являются красители и растворители. К ним относятся соединения, используемые в технологии приготовления и нанесения покрытий: ацетон, толуол, ксилол, этилацетат, бутилацетат, эфиры и органические спирты.

Для очистки сточных вод такого типа могут применяться адсорбционные локальные установки, которые, как правило, состоят из одной или нескольких последовательно включенных колонн, загруженных гранулированным активным углем. Одна из колонн установки находится на регенерации. После проскока загрязнения в фильтрат первая по движению колонна отключается на регенерацию, а в конец блока подключается колонна со свежее-отрегенерированным активным углем. Общая длина слоя активного угля в работающем блоке не должна быть меньше 3 м (оптимальная длина слоя угля в блоке колонн 4,5 – 6 м). Установки могут различаться методами регенерации.

Уточнение основных эксплуатационных параметров адсорбционных установок производится на основе технологических расчетов по величинам адсорбции нормируемых показателей производственных стоков. Наиболее часто предварительный расчет величин адсорбции сточных вод производится в единицах ХПК на 1 м³ адсорбционного объема.

Применение порошкообразных активных углей для извлечения растворенных органических загрязнений из сточных вод до недавнего времени было ограниченным из-за отсутствия экономически выгодной технологии регенерации тонкодисперсного адсорбента.

Практически полностью адсорбционную емкость порошкообразного угля можно использовать в технологических схемах ступенчато-противоточной очистки сточных вод. Возможная схема такой очистки от многокомпонентной смеси органических растворителей в сточных водах приведена на рис. 2.7.

Активный уголь подается дозатором 5 в аппарат 1 последней (3-й) ступени очистки сточных вод. Свежий адсорбент в реакторе 1 вступает в контакт с водой, прошедшей уже частичную адсорбционную очистку на первой и второй ступенях, и доочищает воду до заданного качества. Из аппарата 1 активный уголь и очищенная вода поступают в отстойник 3 последней ступени, где происходит частичное осветление воды от угля. Обычно отстойники или гидроциклоны рассчитывают на 90–95 % задержания

в них активного угля. Окончательное отделение выносимых из отстойников (или гидроциклонов) мелких частиц угля от очищенной воды происходит на фильтрах. Для этого используют фильтры с крупнозернистой загрузкой, патронные, листовые и другие типы фильтров.

Активный уголь из отстойников 3 третьей ступени в виде концентрированной пульпы подается в реактор 1 второй ступени, а затем со второй ступени на первую. Таким образом, очищаемая сточная вода проходит три ступени очистки, а адсорбент движется в обратном направлении, достигая при выводе его на регенерацию высокой степени обработки, отвечающей концентрации загрязнений на первой ступени очистки сточных вод.

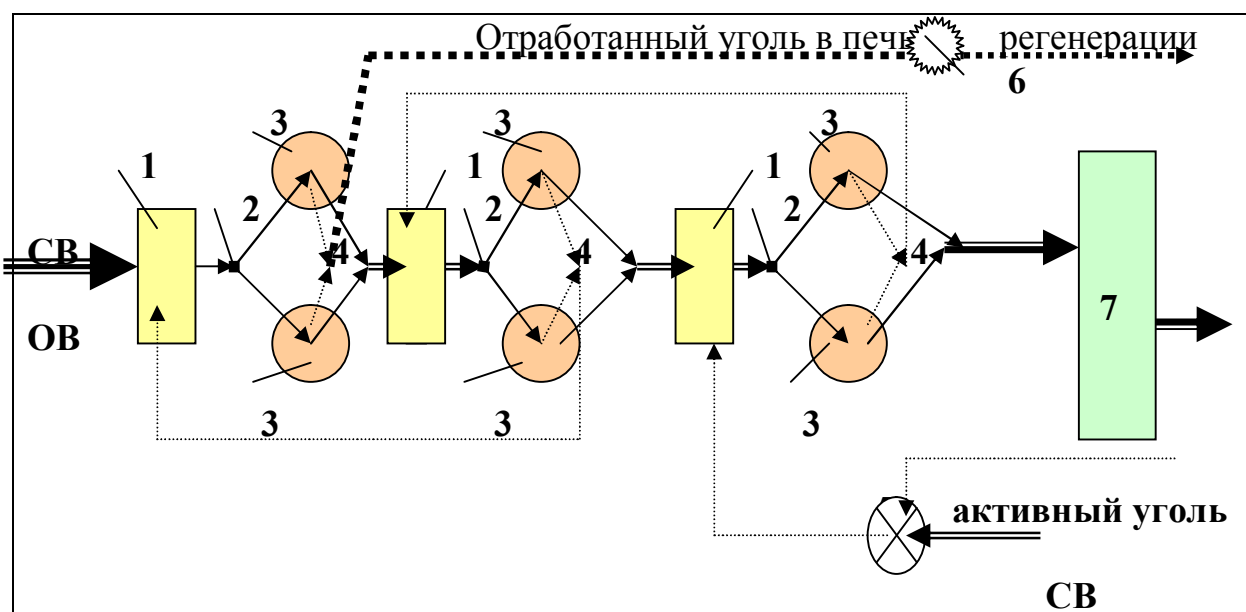


Рис.2.7. Ступенчато-противоточная схема очистки сточных вод порошковым активным углем :

1 – адсорбционный аппарат с перемешиванием; 2 – распределительная чаша; 3 – отстойник; 4 – насос - дозатор; 5 – дозирующее устройство активного угля; 6 – углеуплотнитель; 7 – скорый фильтр

При использовании ступенчато-противоточной технологической схемы очистки стоков достигается значительная экономия активного угля по сравнению с одноступенчатой схемой, однако капитальные и эксплуатационные затраты при этом возрастают пропорционально числу ступеней очистки. Тем не менее, расчеты показывают, что в большинстве случаев в экономическом отношении предпочтительнее ступенчато-противоточные схемы, так как затраты на регенерацию и восполнение потерь активного угля оказывают доминирующее влияние при технико-экономическом сравнении вариантов технологических схем очистки сточных вод. Следует также отметить, что степень извлечения компонентов из сточных вод в последнем случае выше, чем при одноступенчатой схеме очистки.

Контрольные вопросы для самоподготовки:

1. Назовите основные компоненты состава древесины.
2. Для каких целей расходуется вода в лесопильном, мебельном производствах, в производствах фанеры и ДВП?
3. Назовите основные технологические этапы производства фанеры и ДВП.
4. Какие виды сточных вод образуются на деревообрабатывающих производствах? Назовите качественные характеристики этих вод.
5. Приведите основные решения по очистке сточных вод деревообрабатывающих производств.

3. Использование воды на целлюлозно-бумажных предприятиях и основные технологические схемы очистки стоков

3.1. Производство древесной массы

Волокнистые полуфабрикаты, применяющиеся при производстве бумаги и картона, получают в результате механической или химической переработки древесины.

Волокнистый полуфабрикат, полученный механическим путем, обычно называют древесной массой или белой древесной массой.

Целлюлозные волокна являются главными составными компонентами растительных клеток и обладают ценными свойствами для производства бумаги и картона. Эти свойства в технологии целлюлозно-бумажного производства принято называть *бумагообразующими*. В зависимости от способа получения, волокнистые полуфабрикаты, получаемые даже из одного и того же сырья, имеют различные свойства.

Древесная масса (ДМ) является относительно дешевым и очень распространенным волокнистым полуфабрикатом, входящим в композицию многих видов бумаги и картона. Ее использование позволяет не только снизить стоимость готовой продукции, но и улучшить ее печатные свойства, повысить непрозрачность и гладкость. Существенным достоинством древесной массы является то, что в процессе ее производства наиболее полно используется растительное сырье.

К недостаткам древесной массы следует отнести ее низкую механическую прочность и неустойчивость свойств при хранении и воздействии на нее света, тепла и влаги. Качество древесной массы зависит от способа ее производства. В настоящее время вырабатываются следующие виды древесной массы: *белая, бурая, термомеханическая (ТММ) и химико-термомеханическая (ХТММ)*.

Белая древесная масса вырабатывается либо путем механического истирания древесины в виде балансов на вращающемся камне дефибреров разного типа, либо путем размола щепы в дисковых мельницах (рафинерах). Белая древесная масса по своему химическому составу мало отличается от исходной древесины, ее выход достигает 97 % от массы исходного сырья. По фракционному составу она менее однородна, чем целлюлоза, и состоит из

пучков разных размеров из нескольких волокон различной длины с раздавленными или обрезанными концами, обрывков продольного расщепления волокон, мелочи в виде фибриллированных и нефибриллированных обрывков волокон и других волокон растительной ткани.

Бурая древесная масса вырабатывается из предварительно пропаренной древесины. Ее волокна более длинные и гибкие, чем у белой древесной массы. Производство этого полуфабриката весьма ограничено.

Химическая древесная масса получается аналогично белой древесной массе, но из древесины, главным образом, лиственных пород, предварительно подвергающейся химической обработке нейтрально-сульфитным раствором при повышенных температуре и давлении.

Термомеханическую древесную массу получают из щепы, которую подвергают кратковременной пропарке (2–5 мин) при температуре 120–150 °С и затем подвергают размолу. *Химико-термомеханическую* древесную массу получают примерно так же, как и термомеханическую, но пропарку щепы осуществляют с небольшими добавками (2,5–4,5 %) сульфита натрия или других реагентов.

Потребление химико-термомеханической массы для производства бумаги и картона в мире постоянно растет. Также растет производство товарной ХТММ. Возможность производства товарной ХТММ является одним из достоинств данного полуфабриката. Наибольший коммерческий успех имеют предприятия с комбинированной структурой, что позволяет регулировать потребление ХТММ на собственные нужды или выпускать полуфабрикат в товарном виде, в зависимости от ситуации, складывающейся на рынке. Основным древесным сырьем для производства ХТММ является лиственная древесина (осина) и хвойная древесина (ель).

Применение термомеханической и особенно химико-термомеханической древесной массы позволяет сократить расход целлюлозы при производстве многих печатных видов бумаги и картонов, улучшить их качественные показатели, а газетную бумагу можно вырабатывать без использования целлюлозы. Поэтому последние виды древесной массы являются весьма перспективными полуфабрикатами, их производство будет увеличиваться.

Древесная масса всех типов широко используется, главным образом, для производства газетной, бытовой бумаги, причем массу обычно смешивают с целлюлозой (соотношения ДМ – 80 %, целлюлозы – 20 %).

Общая технологическая схема производства ДМ (белой) приведена на рис. 3.1. Другие типы древесной массы производятся аналогичным образом с некоторыми добавочными технологическими операциями (пропарка – бурая масса, ТММ; пропарка и химическая обработка – ХТММ).

Древесина, волокно, пар и энергия образуют основные компоненты процесса. Общей характерной чертой процесса является то, что природное волокно изменяется в технологическом (механическом) процессе до такого состояния, при котором его можно почти без изменения использовать как

сырье для производства различных видов бумаги. Иными словами, природная структура древесины разрушается, образуется полидисперсная система древесного целлюлозного волокна, которая способна образовывать новую структуру материалов многоцелевого назначения.

В производстве ДМ используется значительное количество воды. Категории назначения воды в данном производстве аналогичны категориям назначения воды для производства ДВП. Следует отметить более широкое и значительное использование оборотных вод в системе водообеспечения этого производства. Количество свежей воды, используемой в производстве ДМ, колеблется в диапазоне 15–20 м³/т, а количество оборотной – 340–350 м³/т.

Окоренные балансы из древесного цеха поступают на древесномассное производство к дефибрерам. Истертая и смешанная с водой волокнистая масса течет к щеполовкам, которые отсортировывают из массы крупную щепу. Эта щепка может быть использована в производстве ДВП. Если производство ДМ входит в комплекс целлюлозно-бумажного производства, то эта щепка может быть направлена на варку целлюлозы.

Пройдя щеполовки, дефибрерная масса разбавляется оборотной водой и направляется на следующую ступень очистки, где из массы извлекаются минеральные загрязнения, а затем на сортировки. Они отделяют крупные пучки волокон, которые затем в присутствии воды дополнительно истирают на дисковых аппаратах (рафинерах). Волокнистую суспензию снова возвращают на сортировки.

Далее масса поступает на сгустители для удаления из нее значительной части воды (оборотной воды). Обезвоженную до 4–5 % концентрации ДМ собирают в бассейнах, из которых перекачивают на бумажную фабрику или в отбельный цех, в зависимости от того, из какой массы изготавливают бумагу.

ДМ, предназначенную для отправки другим предприятиям, обезвоживают на папочных машинах до влажности 70–50 %, в зависимости от типа машины.

Для предупреждения потери волокна, уходящего вместе с водой от сгустителей и папочных машин, и для создания стабильной работы производства ДМ оборотную воду аккумулируют в бассейне, а затем полностью используют для разбавления массы в процессе выработки ДМ. Свежая вода используется только в незначительных объемах на спрыски сгустителей и папочных машин, расход ее составляет 15–20 м³/т воздушно-сухой древесной массы.

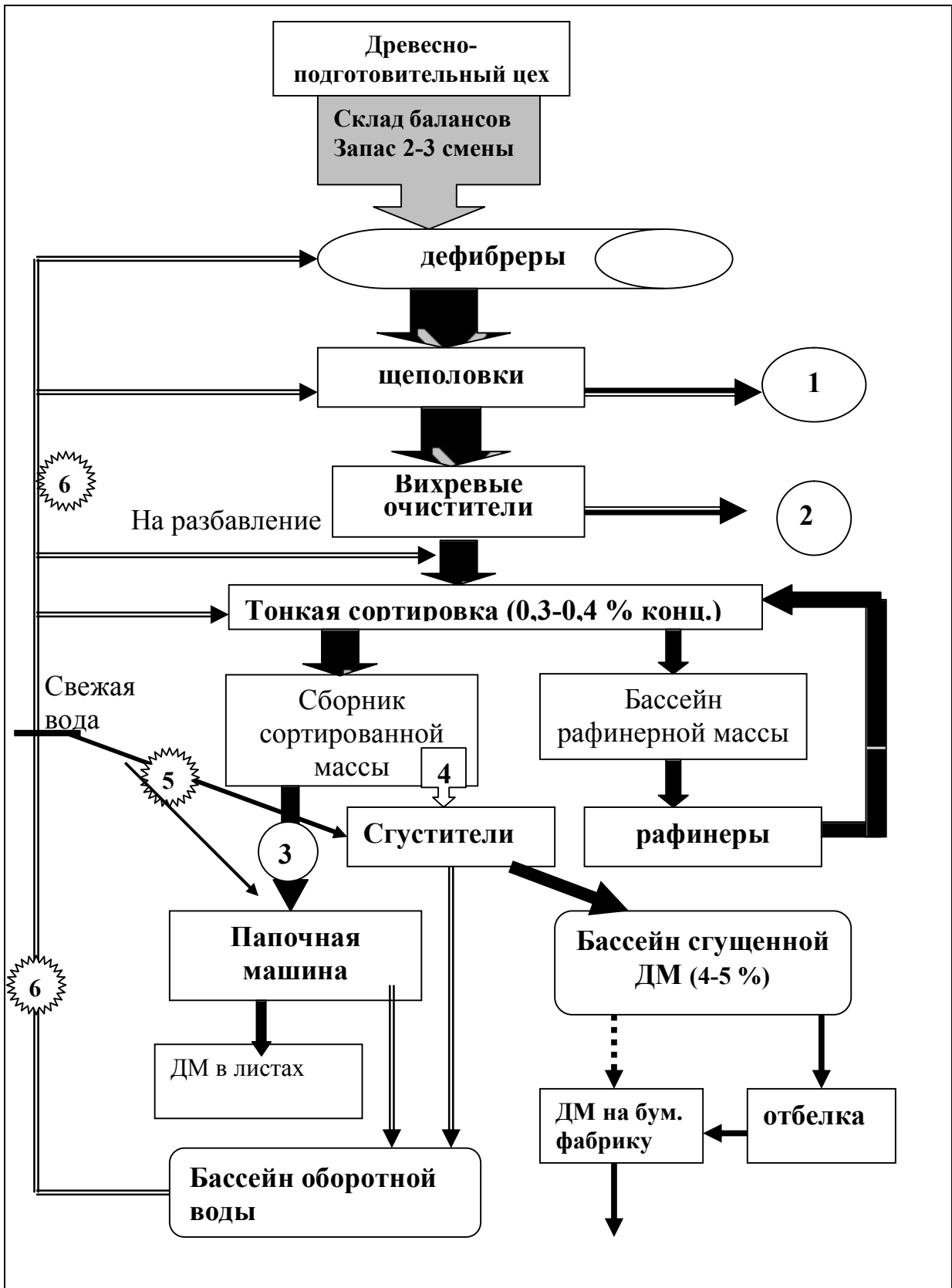


Рис.3.1. Схема производства белой древесной массы:
 1 – отвод щепы на конические мельницы, на варку целлюлозы или в производство ДСП; 2 – минеральные примеси; 3 – поток ДМ на обезвоживание и реализацию потребителю; 4 – поток ДМ на обработку (отбелку) и переработку на бумажную фабрику; 5 – поток свежей воды; 6 – поток оборотной воды

В процессе производства ДМ обратная вода обычно многократно используется для разбавления древесной массы. В обратную воду в процессах обезвоживания вместе с мелким волокном попадают водорастворимые органические вещества древесины, которые представляют собой питательную среду для развития микроорганизмов. Постепенно накапливаясь на стенках бассейнов и трубопроводов в виде слизи, эти микроорганизмы создают значительные трудности в производственном цикле, являются источником загрязнения древесной массы и бумаги. Особенно активно микроорганизмы развиваются при температуре 35–40 °С, но повышение температуры до 50 °С снижает процесс развития микроорганизмов. Для уничтожения слизи в обратную воду принято добавлять незначительные количества антисептиков, аналогичных тем, которые могут применяться при производстве ДВП.

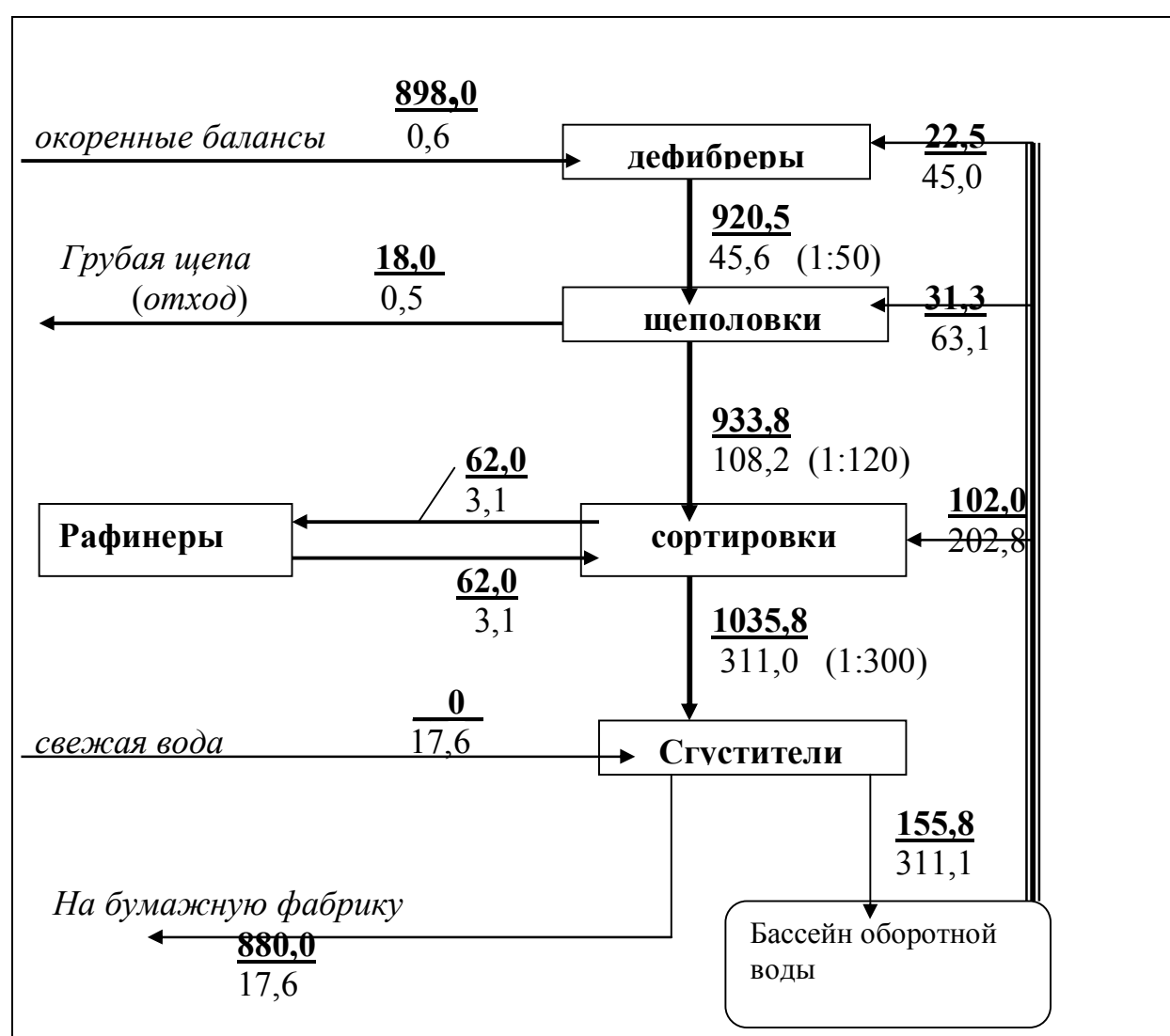


Рис.3.2. Баланс воды и волокна при производстве белой ДМ

В последние годы Центральным научно-исследовательским институтом бумаги разработаны генераторы для подавления слизиобразования, работа которых на ряде предприятий отрасли получила положительную оценку. Недостатком этого аппарата может являться то, что

он требует дополнительной энергии на выработку обеззараживающего агента, при длительном использовании может наблюдаться увеличение солесодержания и агрессивности оборотных вод, что требует корректировки балансовых расчетов воды данного производства и введения обязательной продувки в систему водопотребления данного предприятия.

Балансовый расчет для такого типа производств ведется по основным компонентам: по воде и по волокну. На рис. 3.2 приведен баланс воды и волокна производства ДМ по основным стадиям производства. В числителе указывается количество волокна (чаще всего в кг), а в знаменателе – количество воды (в м³), в скобках – концентрация.

Сточные воды при производстве ДМ образуются в результате обслуживания оборудования и помещений, продувок оборотной системы водообеспечения и могут быть отнесены к **волоконосодержащим стокам**.

Основные характеристики этих стоков следующие: температура до 30 °С, концентрация взвешенных веществ до 1500 мг/л, рН 6–8, окисляемость перманганатная до 500 мг О₂/л, остаток сухой до 1150 мг/л, остаток прокаленный до 1100 мг/л, ХПК 1000 мг О₂/л, БПК₅ 40 мг О₂/л.

Требования к качеству оборотной воды для данного производства не являются жесткими. Вода, используемая в производстве ДМ, нормируется по таким показателям, как температура (70 °С), запах (2 балла), цветность (35–50 °ПКШ), мутность (50 мг SiO₂/л), рН (6–8), жесткость (6,5–7,5 мг-экв/л), общее солесодержание (не более 500 мг/л), свободный диоксид углерода (25 мг/л).

Следует отметить, что основные загрязняющие компоненты воды, которые появляются в сточной воде при производстве ДМ, характеризующие ее окисляемость, содержание взвешенных веществ, ХПК и БПК для воды, используемой в этом производстве, *не нормируются*. Это свидетельствует о том, что в систему локальной очистки производственных стоков достаточно включить одну ступень механической очистки для удаления минеральных взвешенных веществ. Это могут быть различные конструкции ловушек, отстойников и гидроциклонов.

На ОАО «Светогорск» реализована схема по производству ХТММ 200 000 т/год (563 т/сут) воздушно-сухого волокна (в.с.в). Беленая химико-термомеханическая масса производится в виде товарной продукции и на собственные нужды предприятия.

Производство щепы для ХТММ осуществляется в новом древесно-подготовительном цехе, размещаемом на существующих площадях бывшего ДПЦ, в его состав входят:

- линия подготовки щепы для ХТММ;
- линия подготовки кородревесных отходов для сжигания.

Процесс производства ХТММ включает следующие основные технологические операции:

- прием щепы;
- предварительную пропарку щепы;

- промывку щепы;
- пропарку и пропитку щепы химикатами;
- пропарку щепы перед размолом;
- размол щепы на дисковых рафинерах в две ступени;
- сортирование волокнистой массы;
- отбелку волокнистой массы в две ступени;
- узел переработки отходов, включая размол, сортирование и очистку отходов на вихревых конических очистителях;
- узел приготовления химикатов для пропитки и отбелки и подачи их в производство;
- установку теплорекуперации пара, образующегося при размоле щепы с последующим использованием в технологическом процессе производства ХТММ (сушка, пропарка);
- аэрофонтанную сушку;
- транспортно-упаковочную линию для упаковки и транспортировки кип ХТММ на склад;
- склад готовой продукции

Количество сточных вод от разных операций данного производства ХТММ приведено в табл. 3.1.

Таблица 3.1

**Расходы сточных вод производства ХТММ
(производительность 563 т/сут)**

Операция	Расход сточных вод	
	м ³ /сут	м ³ /т
• промывка щепы	71	0,13
• очистка промывочной воды	297	0,53
• пропитка щепы	551	0,98
• размол щепы	1022	1,82
• сортирование, очистка	356	0,63
• сгущение, промывка	4603	7,22
• уплотнение сальников	432	0,77
• промывка оборудования	61	0,12
• линия упаковки	321	0,57
• анализаторы проб	80	0,14
• лаборатория	8	0,01
• смыв полов	43	0,08

Общее количество сточных вод, образующихся от производства ХТММ, составит 7845 м³/сут (2784,98 тыс. м³/год). Из них 6612 м³/сут (2347,26 тыс. м³/год) – высококонцентрированные сточные воды. Эти сточные воды поступают на сооружения механической и физико-химической очистки сточных вод производства ХТММ на флотаторах.

Усреднённый состав сточных вод от производства ХТММ (по данным фирмы Метсо) приведён в табл. 3.2.

Высококонцентрированные сточные вода от производства ХТММ проходят три стадии очистки:

- физико-химическую очистку на локальных очистных сооружениях;
- биологическую очистку в аэротенках с высокой концентрацией активного ила;
- биологическую доочистку на существующих биологических очистных сооружениях совместно с промышленными сточными водами предприятия.

Таблица 3.2

**Усреднённый состав сточных вод от производства ХТММ
по данным фирмы Метсо**

№ п/п	Характеристика	Ед. измерения	Значение	Количество, т/сут
1	Взвешенные вещества	г/м ³	2410	15,9
2	ХПК	гО/м ³	17220	113,9
3	Растворенные орг. вещества	г/м ³	13250	87,6
4	БПК _п	гО ₂ /м ³	9570	4790
5	Температура	°С	75	-
6	Расход воды	м ³ /сут	6612	-

3.2. Современные системы водопользования на целлюлозных заводах

Переработка древесины на волокна целлюлозы возможна химическим путем. Существующие методы обработки можно разделить на следующие группы: *кислотные* (сульфитный и азотнокислый способы), *щелочные* (сульфатный и натронный способы), *органосольвентный* и *комбинированный*.

Основными методами производства целлюлозы в настоящее время остаются сульфатный и сульфитный, основанные на варке древесины с использованием щелочных и кислых варочных растворов при повышенных температурах. Наибольшее распространение получила **сульфатная варка** целлюлозы с использованием щелочного раствора при температуре 160–180 °С и давлении 8,10 – 10,13 МПа в течение 30 – 150 мин. В результате избирательного воздействия белого щелока, состоящего из гидроксида натрия и сульфида натрия, в древесине происходит растворение лигнина и значительной части гемицеллюлоз. В отработанный варочный раствор, так называемый черный щелок, переходят также и другие компоненты древесины: смолы, жиры, этиловый и метиловый спирты, муравьиная и уксусная кислоты и т.д., а также большая часть используемых на варку химикатов. Сульфитная варка древесной щепы происходит с сульфитной варочной кислотой, представляющей кислый бисульфитный раствор, содержащий 5–8 % диоксида серы и 0,7–1,2 % основания в виде Na₂O,

$(\text{NH}_4)_2\text{O}$, MgO или CaO . При этом в раствор переходят лигносульфоновые кислоты и часть гемицеллюлоз древесины.

Целлюлозу отбеливают путем ее обработки хлором, кислородом и их соединениями в кислой или щелочной среде. В раствор переходит значительное количество органических и минеральных веществ, которые в балансе загрязнений сточных вод предприятия могут составлять более 50 %, причем эти сточные воды (особенно после отбелки хлором) являются наиболее опасными и трудно поддаются очистке.

При всех методах получения целлюлозы производятся следующие операции:

- **Подготовка древесины** (хранение, выгрузка, окорка, распиловка на балансы, измельчение в рубильных машинах или отделение от привозной щепы инородных тел, таких как песок, металлические включения).

- **Приготовление варочного раствора** (в случае сульфитной варки – это растворы бисульфита Ca , Na , а также Mg , в случае сульфатной варки – щелок, основными компонентами которого являются едкий и сернистый натрий).

- **Варка щепы** с варочным щелоком в котлах под давлением и при высокой температуре.

- **Утилизация органических веществ** древесины, перешедших в раствор в процессе варки.

- **Промывка, сортировка, обезвоживание и сушка целлюлозы**, а в ряде случаев полумасный размол или сепарирование целлюлозы.

- **Отбелка и облагораживание целлюлозы.**

- **Очистка сточных вод.**

Все эти операции происходят при использовании значительного количества воды. Целлюлозу отбеливают при значительном разбавлении ее водой. Следует отметить, что транспортировка целлюлозной массы осуществляется перекачкой водных суспензий; вода в производство поступает в виде пара и различной воды (свежей, повторно используемой и оборотной).

В системе водообеспечения целлюлозных предприятий представлены воды всех четырех категорий назначения.

В настоящее время на большинстве предприятий свежая вода используется на следующие нужды:

- **технологические** – на промывку целлюлозы, шламов, оборудования и т.п., гидрозатворы, охлаждение подшипников, транспортировку массы, окорку древесины;

- **тепло-энергетические** – на производство пара, электроэнергии, теплой и горячей воды;

- **для охлаждения** технологического оборудования и теплообменной аппаратуры.

Наиболее распространенный метод получения волокнистых полуфабрикатов – **сульфатный**. Он позволяет перерабатывать все виды древесного сырья.

Количество сточной воды, сбрасываемое предприятием, зависит от технологической схемы, установленного оборудования, принятой системы использования воды в производстве. Фактический расход свежей воды на отечественных предприятиях, выпускающих небеленую сульфатную целлюлозу, изменяется в пределах 65–370 м³/т. Важным показателем работы сульфатцеллюлозного завода является величина потерь сульфата натрия со сточными водами (в виде натриевых солей) с дурнопахнущими конденсатами и с газовыми выбросами. В идеальном варианте сульфатное производство (СФА) должно быть практически бессточным и с полностью регенерируемыми минеральными компонентами варочных щелоков. Основная технологическая схема производства и баланс жидкости на предприятии СФА целлюлозы с замкнутой системой циркуляции жидкости (теоретический пример) приведены на рис. 3.3.

Для производства СФА целлюлозы используют балансовую древесину III и IV сортов. Древесина в ДПЦ подвергается распиловке, окорке и рубке в щепу. Окорка может производиться по «сухому» и «мокрому» способам в корообдирных аппаратах. Общий расход воды на окорку зависит от типа применяемого барабана, качества и породного состава древесного сырья, вида транспорта коры и отходов окорки. В настоящее время «сухим» способом окоряют древесину (как с паром, так и без него) на Селенгинском, Красноярском, Сыктывкарском, Балахнинском и др. комбинатах. Применение «сухой» окорки позволяет сократить потребление воды в ДПЦ и количество коросодержащих вод, упростить схему ДПЦ и повысить надежность работы оборудования.

Количество стоков ДПЦ зависит от мощности предприятия (по потреблению древесины), используемого оборудования для окорки и очистки коросодержащих вод, принятых схем утилизации коры и очистки вод. Расход воды в ДПЦ достигает 15 % общего расхода воды по предприятию. Удельные нормы водопотребления по предприятию составляют 3–15 м³/м³ древесины. В последнее время в ДПЦ в технологическом цикле применяют оборотную воду из следующих подразделений производства: осветленную воду волокнодержущего потока; дезодорированный конденсат варочного и выпарного цехов; очищенную воду внеплощадочных очистных сооружений. Качество используемой воды при этом должно соответствовать требованиям технологических норм водопотребления и водоотведения.

На большинстве предприятий до настоящего времени действуют варочные котлы периодического действия. Для уплотнения щепы в котле производят обработку ее паром. После загрузки и уплотнения щепы проводят варку с применением варочных щелоков и пара («глухого» или «острого»). Пар используется для ведения процесса при повышенных температурах и давлении. **Свежая вода** на варку не поступает. В варочном цехе свежая вода используется для охлаждения и **должна уходить** из теплообменной аппаратуры **чистой**. Однако, из-за утечек и неплотных соединений в оборудовании в условно чистую воду могут попадать загрязнения в виде технологических растворов и продуктов переработки древесины (черный и

белый щелок, скипидар, дурнопахнущие конденсаты). При смыве полов и оборудования сточные воды загрязняются растворенными органическими и минеральными веществами, песком, волокном.

При *периодической варке* целлюлозы дурнопахнущие конденсаты образуются от терпентинной и конечной сдувок, на теплоутилизационной установке, *при непрерывной варке* – после охлаждения парогазовой смеси из пропарочной камеры, расширительного циклона и выдувного резервуара.

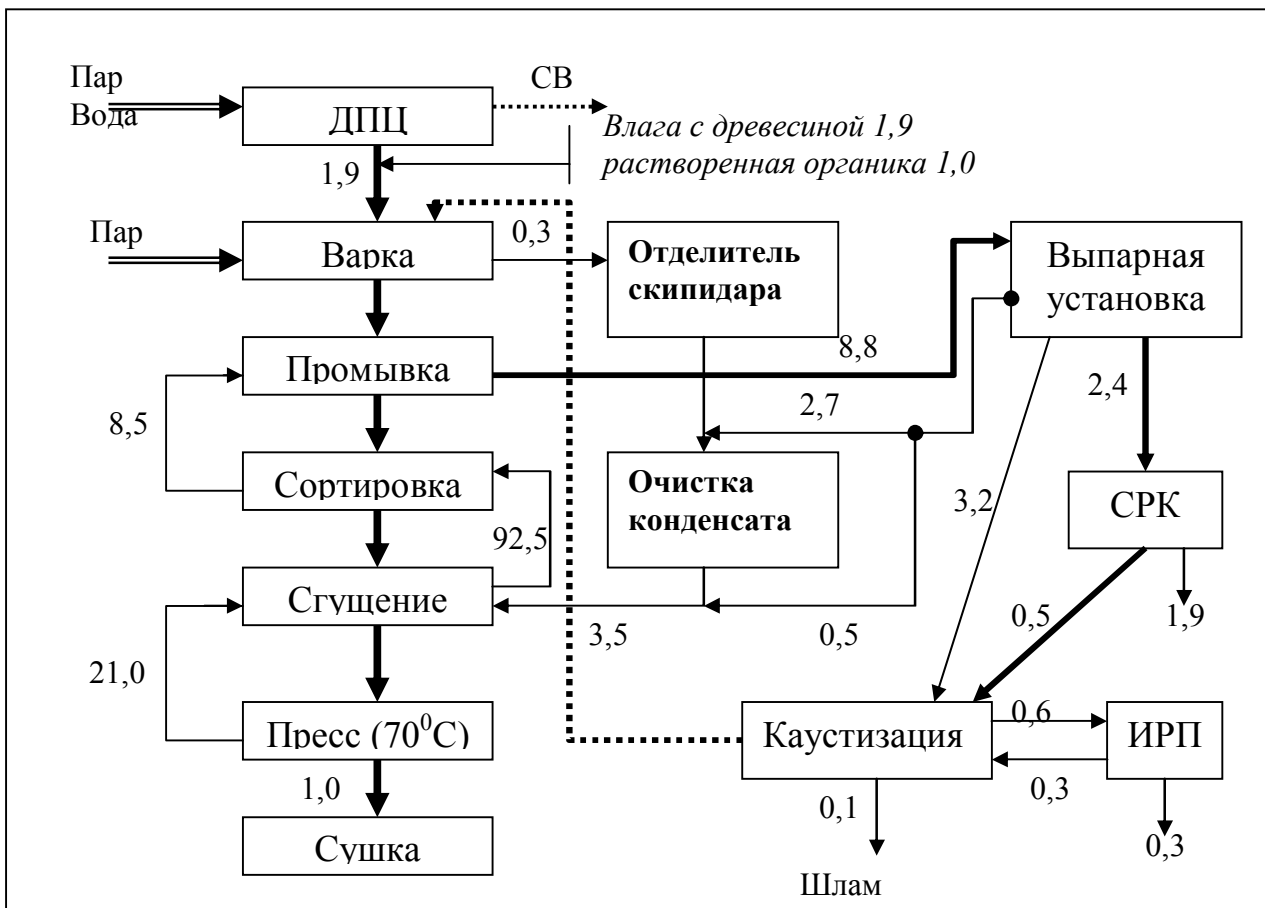


Рис.3.3. Баланс растворов (т раствора/т целлюлозы) на сульфат-целлюлозном предприятии с замкнутой системой циркуляции воды (теоретический пример): ИРП – известерегенерационная печь, СРК – содорегенерационный котлоагрегат

Основной задачей стадии промывки является отделение от целлюлозы максимально возможного количества щелока в наиболее концентрированном виде, поскольку, кроме необходимости максимального использования химикатов после регенерации на последующую варку, следует стремиться к снижению загрязненности сточных вод при минимальном расходе свежей воды.

Эффективность промывки η выражается отношением количества сухого вещества или щелока в единицах Na_2SO_4 , определенного в промытой целлюлозе при соответствующей сухости папки, к общему количеству сухого вещества или солей Na , содержащихся в черном щелоке после варки.

Эффективность промывки целлюлозы на отечественных предприятиях колеблется от 92 до 97 %.

Сокращение расхода свежей воды в производстве и снижение сброса сточных вод в водоемы возможны при максимальном использовании в технологии основного производства (промывка, сортировка и т.д.) биологически и химически очищенной сточной воды. Сравнительные данные по применению различной воды в технологии промывки приведены в табл. 3.3. При этом наилучшие физико-химических показатели наблюдается при промывке целлюлозы химически очищенной сточной водой.

Таблица 3.3

Характеристики воды, применяемой для промывки целлюлозы

Показатель	Ед. измер.	Свежая вода	Конденсат выпарного цеха	Химически очищенная вода	Биологически очищенная вода
рН	–	6,7	6,9	6,5	6,9
Щелочность	г-экв/л	0,015	0,018	0,012	0,05
Сухой остаток	г/л	0,088	0,307	1,230	1,36
Минеральная часть сухого остатка	%	79,5	44,0	91,0	81,0
	г/л	0,070	0,135	1,120	1,10
Органическая часть сухого остатка	%	20,5	56,0	9,0	19,0
	г/л	0,018	0,172	0,110	0,26
Взвешенные вещества	мг/л	–	24,3	17,3	130,0
Цветность	⁰ ПКШ	–	1000	112	2000
Окисляемость	мгО ₂ /л	–	1000	43	368
ХПК	мгО ₂ /л	–	1024	62	660
БПК ₅	мгО ₂ /л	–	264,0	2,8	7,8
Общие потери щелочи с массой	кг/т а.с. целлю- лозы	17,5	17,4	17,0	19,0
Эффективность промывки	%	97,9	98,0	98,0	97,8

При создании *системы сокращенного водоснабжения* особое внимание необходимо обращать на снижение потерь щелочи, взвешенных веществ и растворенной органики, уменьшение объема загрязненных сточных вод и количества содержащихся в них загрязнений. В системе должны быть использованы основные положения по созданию и организации оборотных циклов водообеспечения, локальных систем очистки и использованию очищенных оборотных и сточных вод в производстве.

Загрязнения сточных вод сульфатного производства представляют собой сложный комплекс органических и минеральных веществ, находящихся в растворенном и взвешенном состоянии. Загрязнения СВ могут быть разделены на следующие группы по *физико-химическим свойствам*:

взвешенные вещества (волокно, кора, песок и др.); *органические растворенные вещества* (лигнин, углеводы, органические кислоты, спирты и т.д.); *неорганические растворенные вещества* (соли натрия, кальция, магния, хлора, неорганические кислоты и щелочи). **По характеру загрязнений** СВ сульфатного производства разделяются на следующие **потоки**: *коросодержащие, волокносодержащие, щелокосодержащие, дурнопахнущие, шламовые, незагрязненные*. рН *щелокосодержащих стоков* колеблется в диапазоне 8,5–11. Цветность воды обусловлена присутствием сульфатного лигнина, причем чем выше значение рН, тем выше цветность сточной воды. В сточных водах этого производства содержится до 40 % сульфатного лигнина от общей массы органических загрязнений. Эти воды имеют специфический запах метилмеркаптана и сероводорода. Легкоокисляемыми веществами сточных вод, которые характеризуются величиной БПК₅, являются сахара, низкомолекулярные гемицеллюлозы, уксусная и муравьиная кислоты, метанол и т.д. Суммарная их концентрация по величине БПК₅ составляет 300–800 мг О₂/л. Углеводы, фенол, метанол, этанол и т.д. относятся к разряду специфических загрязнений данного производства.

3.3. Сульфитное производство

Сульфитная варка, как было отмечено ранее, это варка в кислом растворе с сульфитной варочной кислотой. Бисульфитный раствор содержит 5–8 % диоксида серы, 1 % основания, в качестве которого могут служить следующие соединения: Na₂O, MgO, CaO, (NH₄)₂O. При варке древесины в раствор переходят лигносульфонаты, значительная часть гемицеллюлоз, и в том числе большое количество полисахаридов. Отбор щелоков при сульфитном производстве не высок и в среднем составляет около 70 %. В отличие от сульфатного производства, где щелок регенерируется с незначительным добавлением основного реагента с получением белого варочного щелока, при сульфитном способе щелока или сбрасываются (в худшем случае), или утилизируются. Из этого щелока с помощью биохимической обработки можно получить этиловый спирт, кормовые дрожжи, ванилин и т.д. Однако следует отметить, что органических веществ в сточных водах этого производства на любой стадии переработки сырья практически всегда бывает больше, чем при производстве сульфатным способом, поэтому последний является более предпочтительным с точки зрения промышленной экологии.

Принципиальная блок-схема этого производства изображена на рис. 3.4. Обратные и сточные воды образуются в основных и вспомогательных цехах по всему технологическому потоку. Обратные воды образуются в кислотном цехе, где часть уходящей со второго скруббера воды поступает на орошение первого по ходу газа. Используется также осветленная вода после сгустителей, от ступени отлива небеленой целлюлозы. Воды после охлаждения оборудования также используются в технологическом цикле.

Коросодержащие потоки сточных вод в целлюлозном производстве, как и в других деревообрабатывающих производствах, образуются при

околке и обмывке древесины и имеют концентрацию взвешенных веществ до 20 г/л (эта величина варьирует в зависимости от вида и качества древесины). Величина ХПК этих стоков может составлять несколько тысяч, что связано с поступлением лигнинных веществ и гемицеллюлоз, БПК₅ этих вод составляет 120–200 мг О₂/л. В водах присутствуют специфические загрязнения, такие как смолы, танины, дубильные вещества и др. Как правило, эти воды подвергаются локальной очистке.

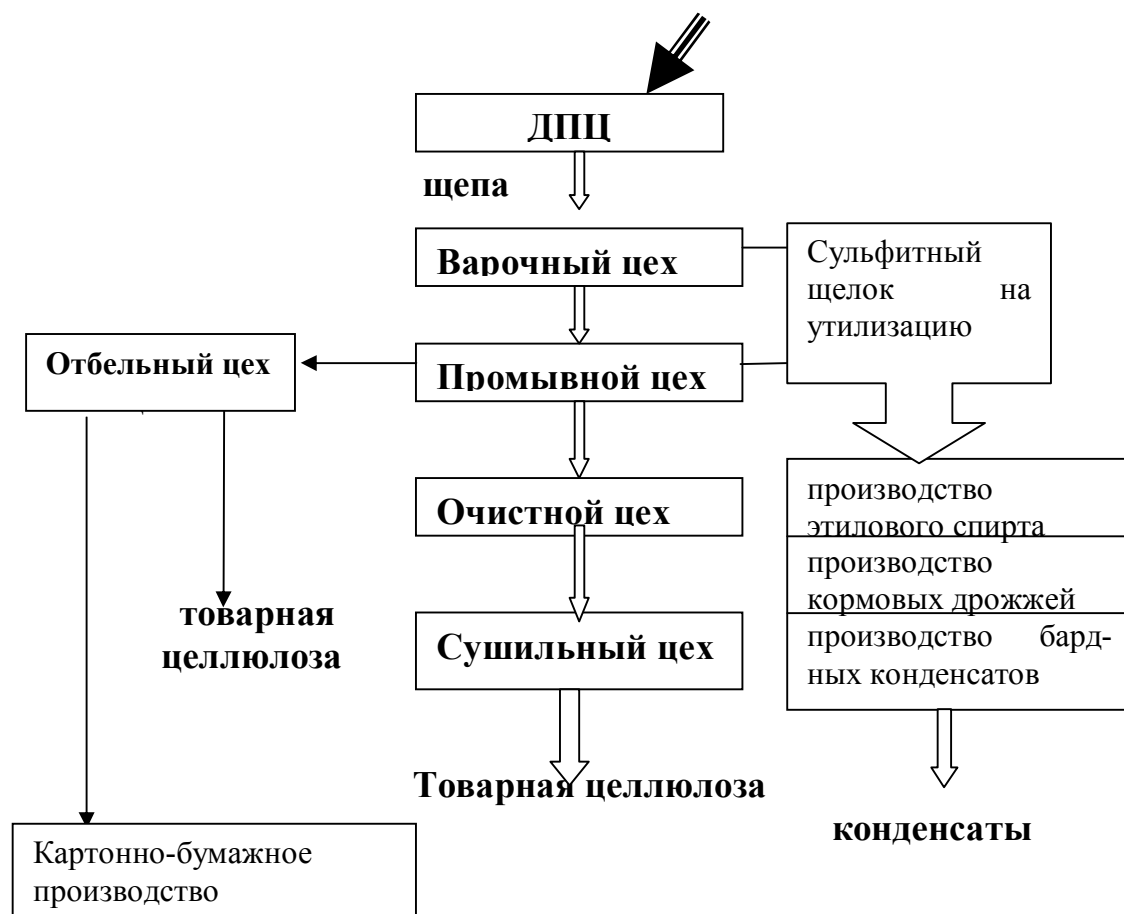


Рис. 3.4. Блок схема производства сульфитной целлюлозы и вторичных продуктов

Щелокосодержащие сточные воды образуются от варочных, промывных и очистных цехов. Чем *меньше отбор щелоков* при производстве, тем больше загрязнены сточные воды этого производства. Основной составляющей взвешенных веществ этих стоков является волокно. Волокно, как правило, содержится в небольших количествах 200–500 мг/л. рН щелокосодержащих стоков колеблется в диапазоне 4,5–6,0. Трудноокисляемую часть органических загрязнений данного стока составляют лигносульфонаты, которые по сравнению с сульфатным лигнином являются более гидрофильными. Цветность сульфитного стока меньше, чем сульфатного. Соотношение легкоокисляемой к трудноокисляемой части органики указывает на доминирование первой (БПК_т / ХПК > 0,5). Если производство имеет цеха по переработке щелоков, то

в них по технологии используются биогенные соли, следовательно, в сточных водах содержатся азот и фосфор.

Сточные воды отбельного цеха могут содержать хлорорганические соединения, если отбелка осуществляется хлорсодержащими агентами. Отбелка – это дополнительная делигнификация целлюлозы. Если в производстве есть отбельные цеха, то 85–90 % цветности стока определяет отбельный цех. Это связано с наличием лигнина и трудноокисляемых продуктов его распада. Процесс биохимического окисления после отбелки идет очень медленно и неполно, поэтому хлорорганические соединения остаются в стоках, которые требуют дополнительной очистки.

3.4. Локальная очистка сточных вод ЦБП

Локальная очистка *коросодержащего потока* направлена на то, чтобы отделить кору и волокно от воды и использовать эту твердую фазу в качестве топливного агента, осветленную воду частично вернуть для повторного использования в данном производстве, а часть локально очищенной воды направить в бытовую канализацию. В данном случае очистка коросодержащего потока сточных вод. Локальная очистка коросодержащего потока является, как правило, механической и состоит из 2–3 ступеней, причем каждая ступень может быть оснащена оборудованием для каждого производства. В данном случае, сточная вода подается на дренажный конвейер, где отделяются крупная взвесь, кора и волокно, концентрация взвешенных веществ снижается до 1–5 г/л. Далее сточную воду направляют на сетчатый барабанный фильтр, который снимает незначительное количество взвешенных веществ (до 700–800 мг/л). Часть воды направляется в оборот, а остальная направляется на следующую ступень очистки в отстойник (чаще всего радиального типа), где концентрация взвешенных веществ может быть доведена до 120–150 мг/л и направлена на ЦОС. После корьевого пресса кора направляется на сжигание или в отвал, отжатая жидкость на прессе имеет малый объем, но сильно загрязнена, имеет темный цвет, много лигнина и специфического загрязнения – смолы. Этот поток принято направлять на ЦОС.

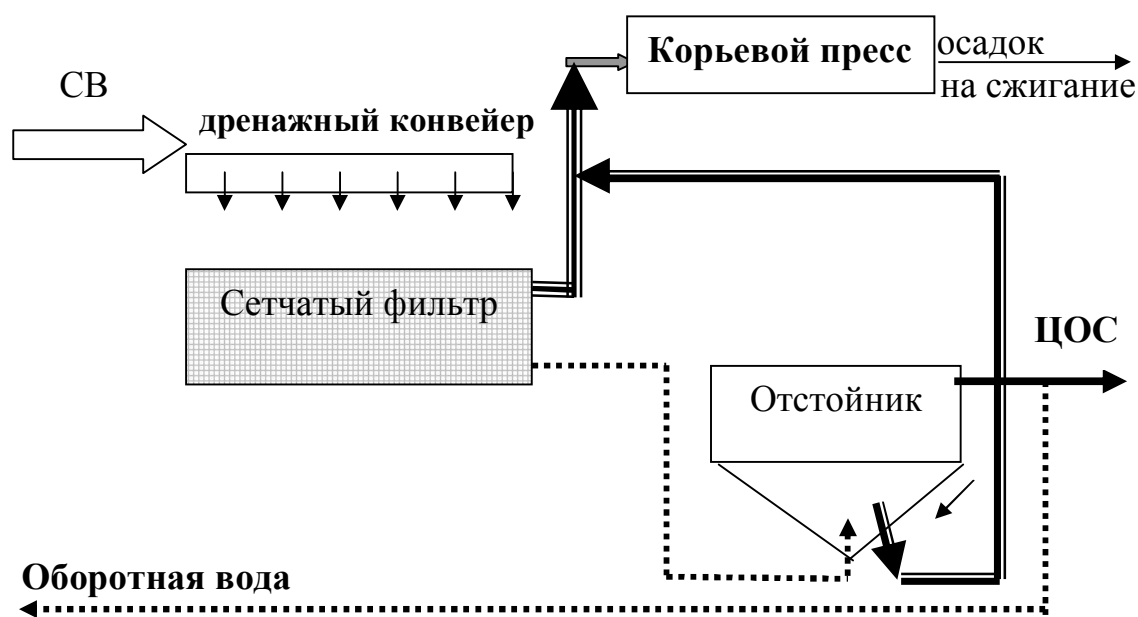


Рис. 3.5. Схема локальной очистки корросодержащего потока сточных вод

Щелокосодержащие сточные воды на современном этапе локальной очистки не подвергаются. Могут быть выделены сточные воды выпарки, варочно-промывных цехов и непосредственно самого варочного цеха (конденсаты). Делаются попытки локальной очистки сточных вод отбельных цехов и промывных цехов. Принципиально, как показывают предварительные исследования, имеется возможность очистить щелокосодержащие потоки сульфатного производства при использовании сочетания физико-химических и механических способов (флотации) очистки. Сточные воды после процессов отбеливания в сульфитном производстве возможно очистить в биореакторах нового поколения. Пилотная установка для этих целей смонтирована на ОАО «Выборгский ЦБК». На остальных предприятиях локальная очистка после отбеливания отсутствует. Ранее предложенные варианты реагентной обработки стоков отбеливания со значительными дозами извести, которые в процессе обработки давали большие объемы шлама, требующего дальнейшей утилизации, не нашли широкого применения. Для очистки вод от цехов отбеливания используют ионнообменные установки, однако эта вода требует предварительной очистки от органики.

Сточные воды варочных и выпарных цехов – это **дурнопахнущие сточные воды**. Локальная очистка этих конденсатов направлена на выделение сульфидной серы. Это значит, что очистка направлена на выделение или разрушение сероводорода, метилмеркаптана, диметилсульфида, метанола, этанола, ацетона. Варианты доочистки могут быть следующие: а) аэрация стока, при которой в определенных условиях отдуваются летучие компоненты, а затем поглощаются белым щелоком; б) отгонка паром – ректификация; в) процесс окисления в присутствии катализатора, что позволит очистить воду по нормируемым показателям до 99 %.

Волокнодержавные сточные воды образуются в сушильных цехах и картонно-бумажном производстве. В сушильных цехах можно использовать различные модификации сетчатых барабанных фильтров, флотаторов, ловушек и другого технологического оборудования.

3.5. Централизованная очистка сточных вод ЦБП

Смесь сточных вод от всех цехов и локальных систем очистки собирается в усреднителе.

Сточные воды **сульфатного производства** на входе в очистные сооружения имеют следующие характеристики: рН выше 7 (8,5–9,0), концентрация взвешенных веществ 250–400 мг/л, высокое значение ХПК (600–800 мг О/л), специфические загрязнения (смолы, органические кислоты, хлорорганика (если есть отбелка), сульфидная сера, метилмеркаптан и т.п.) Воды имеют коричневый цвет, обусловленный присутствием сульфатного лигнина.

Сточные воды поступают на механическую очистку в первичные отстойники радиального типа (наиболее часто используемые для этих целей в технологии очистки). Вода поступает в центр сооружения, осветленная вода через лотки отводится на вторую ступень очистки – биологическую. Принципиальная схема очистки приведена на рис. 3.6.

Требованиями к сточной воде, которая поступает на биологическую очистку, являются следующие: рН 6,5–8,5; концентрация взвешенных веществ не более 125 мг/л, причем большая часть из них может быть волокно; БПК и ХПК могут быть не ограничены и составлять порядка 800 мг О₂/л, соотношение реагентных добавок биогенных солей составляет БПК₅:N:P= 100:4:1. Существуют предприятия, где в сточные воды добавляют фосфорную кислоту и для нейтрализации, и в качестве биогенных добавок.

В аэротенках идут сорбция и окисление органических веществ. Из аэротенка выходит иловая смесь, которая разделяется во вторичных отстойниках. После отстойников вода имеет БПК 12–25 мг О₂/л, С_{вв} 15–20 мг/л. В этих стоках присутствуют трудноокисляемые вещества.

Часть избыточного активированного ила, равную приросту биомассы, необходимо выводить из системы. Осадки первичных и вторичных отстойников отводят на обезвоживание и обработку.

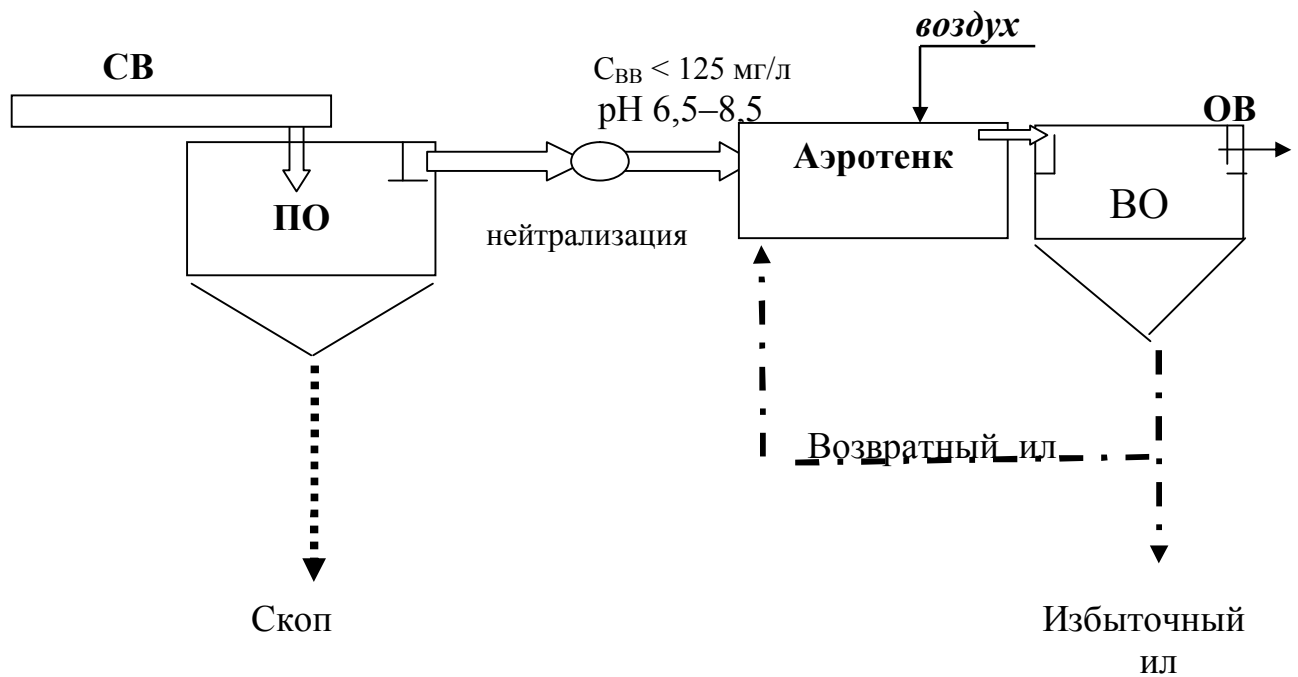


Рис. 3.6. Принципиальная схема сооружений централизованной очистки сточных вод сульфатного производства:

СВ – сточная вода; ПО – первичный отстойник; ВО – вторичный отстойник; ОВ – очищенная вода

Если эффективность биологической очистки обеспечивает норматив на сброс, то после нее можно производить выпуск воды в водные объекты, если нет – необходимо применять доочистку биологически очищенных сточных вод. На Байкальском и Селенгинском ЦБК используют физико-химическую доочистку с целью снижения цветности стока и выведения некоторых специфических веществ (рис. 3.7), таких как модифицированные лигнины. Для осуществления этого процесса важно правильно определить требуемую дозу коагулянта. На практических занятиях осваивается модифицированный метод пробного коагулирования, который позволяет определить наиболее эффективные условия выделения загрязняющих компонентов из водного потока.

При проведении технологических изысканий для разработки регламента процесса коагуляции необходимо выполнить следующие операции:

- 1) определить исходные характеристики обрабатываемой воды: (рН, ХПК, цветность, концентрацию взвешенных веществ, мутность, содержание нормируемых металлов, в том числе алюминия);
- 2) определить ориентировочную дозу коагулянта с использованием эмпирических формул или таблиц, приведенных в справочной литературе,
- 3) определить эффективности очистки воды при различных значениях рН для ряда доз коагулянта, включающих ориентировочную дозу, найденную по п.2, на основании которых построить соответствующие зависимости эффективности коагуляционного выделения компонента от рН,

4) выбрать оптимальную дозу коагулянта и условия процесса коагуляционной очистки воды из совокупности полученных данных.

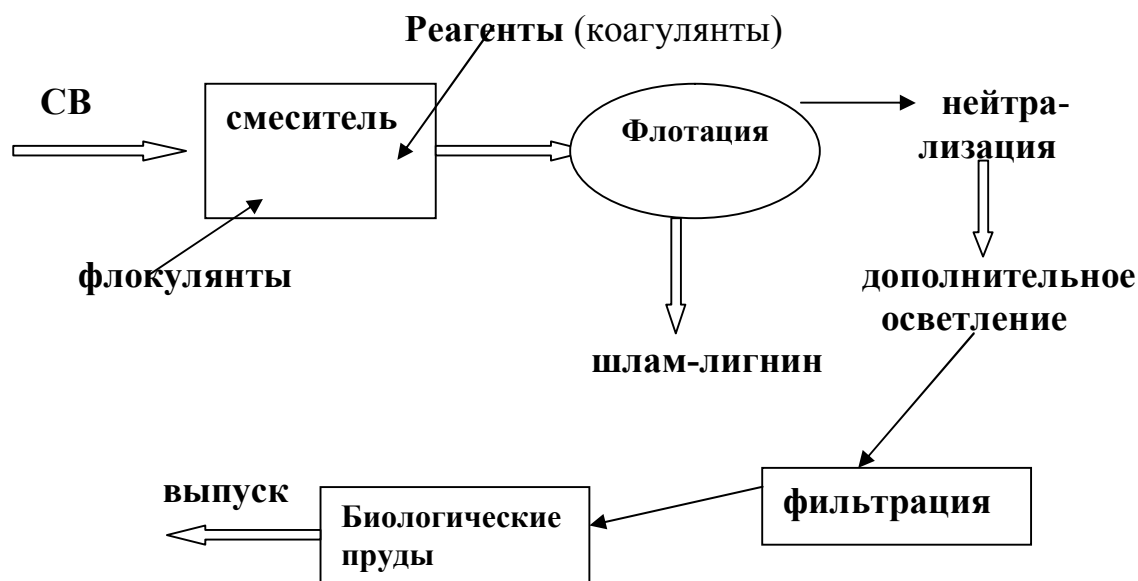


Рис. 3.7. Схема доочистки щелочесодержащих сточных вод

Осадки, которые образуются после механической очистки, называют *шлам-лигнином*. Этот осадок может быть переработан путем пиролиза с получением адсорбента-коагулянта, который может быть использован повторно в технологии очистки.

На ОАО «Светогорск» для линии биологической очистки высококонцентрированных органических примесей реализована концепция "БИОФЛОТ". Она состоит из аэротенка с высокой концентрацией ила (6–8 г/л) и двух установок напорной флотации для илоразделения. Усреднённый состав производственных сточных вод, поступает на *биологическую очистку с обеспечением высокой концентрации активного ила* в аэротенке. В аэротенке (объем 17000 м³) установлено 12 высокопроизводительных низкоскоростных турбоаэраторов. Производительность одного турбоаэратора – 150 кг О₂/ч. Гидравлическое время пребывания воды в аэротенке в продленном режиме (период аэрации) составляет 44,7 ч. Удельная скорость окисления составляет 23 мг БПК на 1 г беззольного вещества ила. Концентрация растворенного О₂ – 2-3 мг/л. Технология, реализованная в системе "БИОФЛОТ", обеспечивает:

- хорошее и быстрое разложение органических соединений с короткой углеродной цепочкой;
- разрыв цепочек и разложение органических соединений с длинной углеродной цепочкой;
- разрыв прочных органических структур;
- высокую минерализацию ила;
- низкий прирост избыточного ила.

Для разделения и уплотнения активного ила предусматриваются два флотационных илоразделителя. Очищенная вода после флотаторов перекачивается в существующие аэротенки и проходит биологическую очистку совместно с промышленными сточными водами предприятия. Циркулирующий активный ил с концентрацией 5–6 % перекачивается в начало аэротенка и не требует регенерации.

Все очистные сооружения являются источниками образования осадков. На централизованной станции очистки воды образуется **скоп и избыточный активный ил**.

Осадки сточных вод – это примеси в виде твердой фазы, которые отделяют при механической очистке.

Скоп – это смесь волокна, наполнителей, частиц коры, известкового шлама и хлопьев коагулянта. Такого рода осадки могут образоваться при производстве бумаги, картона и при механической очистке волоконсодержащих потоков.

Скоп на некоторых предприятиях после обезвоживания может использоваться в качестве вторичного сырья для производства ДВП. С точки зрения выделения и обработки – это самый простой осадок в данной промышленности.

Каждый осадок характеризуется влажностью. **Влажность** – это отношение массы воды к массе всего осадка: $V = (M_{\text{воды}} / M_{\text{ос}}) 100 \%$.

Осадок первичных отстойников имеет влажность 95–98 %. Шлам-лигнин может иметь различную влажность, в зависимости от способа его выделения. При выделении его отстаиванием влажность составляет 98,5–99,5 %, при флотационном выделении влажность осадка составляет 98 %.

Обработка осадков может иметь несколько стадий. В целлюлозно-бумажной промышленности используют следующие операции при обработке осадков:

- уплотнение осадков в илоуплотнителях для снижения влажности до 97 % (следует отметить, что при уплотнении некоторые осадки снижают водоотдающую способность);
- кондиционирование осадков – улучшение реологических и водоотдающих свойств осадков. Это может быть достигнуто разными способами: реагентной обработкой, термической обработкой (для осадка с большим количеством органических веществ), замораживанием с последующим оттаиванием;
- обезвоживание осадков до влажности 70 % (при использовании современных технологических решений возможно достижение влажности 65 %);
- термическая сушка производится в сушилках различного типа до влажности 20-25 %;
- высокотермическая сушка с возможным последующим сжиганием в многотопливном котле.

Все осадки производственных сточных вод можно разделить на два класса: инертные и токсичные. Кроме того, осадки могут быть двух видов: стабильные и нестабильные (загнивающие).

Если в производстве образуются загнивающие осадки, то после уплотнения необходимо проводить стабилизационную обработку. **Стабилизация осадка** – это изменение физико-химических характеристик осадка, при которых происходит подавление жизнедеятельности гнилостных бактерий.

Стабилизация может быть достигнута следующими способами:

- минерализация органических веществ с помощью анаэробного метанового сбраживания, аэробное окисление, тепловая обработка, биотермическое разложение, жидкофазное окисление;
- изменение рН среды до высоких значений путем введения щелочей;
- высушивание осадков;
- введение ингибиторов.

В целлюлозно-бумажной промышленности осадок первичных отстойников (скоп), если он не используется в производстве ДВП, соединяют с избыточным активным илом, уплотняют, обрабатывают реагентами (FeCl_3 , известью, флокулянтами), затем направляют на обезвоживающие аппараты (вакуум-фильтры, фильтры-прессы, центрифуги). После этого его сушат или сжигают.

3.6. Производство бумаги и картона

Бумажно-картонные производства могут входить в состав целлюлозно-бумажных комбинатов и могут быть самостоятельными производствами, которые производят товарную бумагу и картон. На эти предприятия целлюлоза поступает в виде папки, товарной целлюлозы. В последнее время широко развивается переработка вторичного сырья в виде макулатуры. Основное сырье направляют в подготовительный цех, где производят роспуск при добавлении воды. После роспуска производится размол, т.е. волокно измельчается до определенного градуса размола, далее масса направляется на очистку и сортирование. Чем больше добавляется воды на эти стадии производства, тем меньшей концентрации масса получается, и тем больше волокна поступает в сточные воды.

С экономической точки зрения (экономии волокна и воды), наиболее целесообразно сортирование и очистку вести при более высоких концентрациях массы. После сортировки в мешальный бассейн добавляют компоненты, которые, согласно технологическому регламенту, придадут бумажной массе специфические бумагообразующие свойства. К этим компонентам относятся *наполнители, проклеивающие вещества, красители*.

К наполнителям относят каолин, мел, тальк, сульфат бария, диоксид титана и различные силикатные наполнители. Эти соединения придают бумаге непрозрачность, белизну и сокращают потребление целлюлозы. К проклеивающим веществам относят соединения алюминия, различные

модификации канифоли, синтетические проклеивающие вещества типа водоамина и латексов.

К красителям, применяющимся для крашения бумаги и картона, предъявляются следующие требования: они должны быть нетоксичными, не смываемыми водой, хорошо адсорбирующимися на волокнах, не менять окраски при изменении pH среды, обладать высокой свето- и теплостойкостью. Поэтому при разработке новых технологий обязательно должны быть обоснованы концентрации окрашивающих компонентов по величинам удельной адсорбции на поверхности целлюлозы. При избытке этих веществ в массе они могут попадать в оборотные и сточные воды, что создает существенные трудности при локальной очистке.

Общая схема производства бумаги и картона может быть представлена следующим образом (рис. 3.8).

Концентрация бумажной массы изменяется по ходу технологического процесса. Концентрация целлюлозы уменьшается от стадии роспуска к напорному ящику и к моменту выпуска на сеточную часть машины может составлять 0,8-1,0 % в зависимости от марки бумаги. Для разбавления и регулирования концентрации массы в потоке активно используется обратная вода. Вода с максимальным количеством волокна и наполнителя может быть направлена на роспуск и размол целлюлозы. Вода с отсасывающей части может быть направлена на сортировку и разбавление массы в мешальных бассейнах перед напорным ящиком. Избыточная обратная вода направляется на локальную систему очистки, откуда может быть направлена для регулирования концентрации массы, а избыток в качестве продувки отводится в канализационную систему или на выпуск.

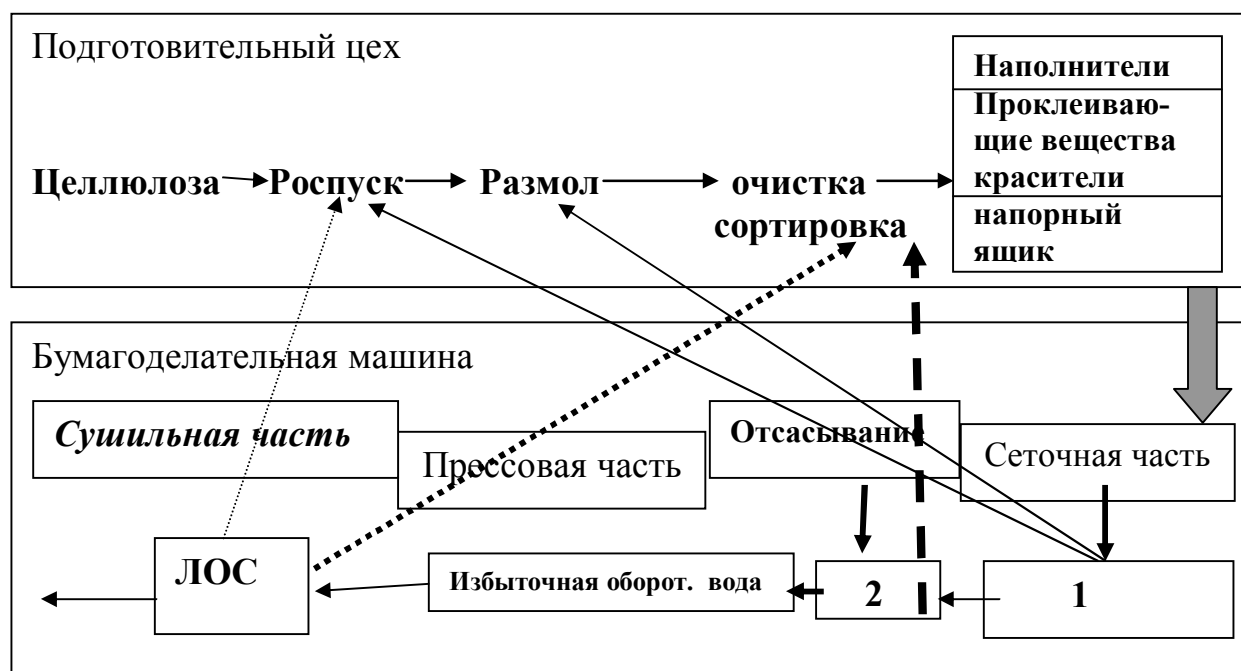


Рис. 3.8. Принципиальная технологическая схема производства бумаги (картона): 1, 2 – резервуары для сбора воды из сеточной части и отсасывающей части соответственно

В технологии применяется термин *удерживаемость машины*. Его применяют к наполнителям и проклеивающим веществам, используемым в технологическом цикле. Однако с химической точки зрения этот термин не совсем верен, так как наиболее целесообразно употреблять понятие удерживаемость массы за счет физико-химических взаимодействий композиции.

Понятие *промой* связано с вымыванием части мелковолоконистой фракции целлюлозы на сеточной части машины. Концентрация промоя может изменяться в широких пределах в зависимости от вида сырья, технологии и используемого оборудования.

Свежая вода в технологии используется для sprays на бумажной машине, для приготовления реактивов

3.7. Сточные воды картонно-бумажных предприятия

Сточные воды картонно-бумажного производства, в зависимости от вида продукции, содержат в своем составе волокна целлюлозы, наполнители, пигменты, красители, латексы, эмульсии, проклеивающие вещества и др. Свойства каждого из этих веществ (размеры частиц, заряд поверхности) и их сочетание в составе сточных вод влияют на выбор метода очистки. Размер волокон зависит от степени помола целлюлозы, а величина заряда поверхности – от вида целлюлозы. Большинство целлюлозных волокон и наполнителей имеют отрицательный заряд, величина которого может изменяться в процессе производства бумаги. Все это может оказывать влияние на качество очистки сточных вод.

В реальных сточных водах каждый вид взвешенных веществ встречается отдельно или в смеси с другими видами примесей. Поэтому с технологической точки зрения стоки картонно-бумажного производства целесообразно разделить на четыре группы:

- Стоки от производства высокосольных бумаг, содержащие в своем составе волокна 300–500 мг/л, наполнители 500–1000 мг/л. Для этих стоков целесообразнее всего использовать метод отстаивания без реагентов или двухступенчатую схему очистки с применением на первой ступени отстаивания, на второй ступени – осветления во взвешенном слое осадка без реагентов или с реагентами (в зависимости от дисперсности частиц).

- Сточные воды от среднесольных видов продукции, содержащие в своем составе волокна 200–500 мг/л и наполнителя 100–500 мг/л. При степени помола до 50⁰ШР для очистки сточных вод целесообразнее применять методы седиментации, при более высокой степени помола – методы флотации.

- Сточные воды от безсольных и малосольных видов продукции. При крупном помоле очистка сточных вод эффективнее при использовании методов сетчатой фильтрации, при помоле более 70⁰ШР – методы флотации.

- Сточные воды при производстве с использованием макулатуры. Для очистки сточных вод рекомендуется двухступенчатая очистка: на первой

ступени – избирательное улавливание волокна на фракционаторах, на второй – отстаивание, флотация и осветление с использованием реагентов.

Картонно-бумажные фабрики, как правило, имеют замкнутые системы водообеспечения. Как показывает практика, при замкнутых системах водоснабжения в оборотной воде увеличивается содержание солей (хлоридов, сульфатов), ХПК, БПК₅, агрессивность и т.д. При почти полном прекращении подачи свежей воды значительно повышается концентрация солей. Стабилизация количества солей при замкнутой системе водоснабжения наблюдается на 6–10-й день.

Содержание взвешенных веществ при замкнутом использовании воды может достигать 2 г/л, величина БПК₅ возрастает до 8 г О₂/л, ХПК – до 12 г О₂/л. В оборотной воде может наблюдаться рост микроорганизмов, что способствует образованию слизи, которая нарушает технологический процесс. Питательной средой для их роста является растворенная органика. Существенными факторами, способствующими росту слизи, являются рН воды (оптимальными условиями являются воды с рН 6–8) и температура (для каждого вида микроорганизмов свойственна своя специфическая температура).

Борьба со слизью и биообрастанием проводится аналогично процессам обеззараживания природных вод, с которыми можно подробнее ознакомиться на практических занятиях по данному курсу.

Снижение удельного расхода свежей воды в данных производствах с 35 м³/т до 20 м³/т не ухудшает условий эксплуатации оборудования и может быть осуществлено на большинстве предприятий. При дальнейшем сокращении удельного расхода до 8 м³/т необходимо предусматривать более высокую степень очистки по контролируемым показателям. При этом следует поддерживать рН очищенной воды в пределах 6,0–6,5, а щелочность 1 мг-экв/л, что позволит в этих условиях избежать коррозии оборудования.

Контрольные вопросы для самоподготовки:

1. Приведите основные этапы производства ТММ и ХТММ.
2. Для каких целей расходуется вода в производствах целлюлозы и древесной массы?
3. Назовите основные технологические этапы сульфат- и сульфитцеллюлозных производств. Каковы основные отличия этих производств?
4. Какие виды сточных вод образуются на целлюлозных производствах? Назовите качественные характеристики этих вод.
5. Приведите основные решения по очистке сточных вод целлюлозных производств.

4. Использование воды и схемы очистки стоков в машиностроении

4.1. Структура машиностроительных предприятий

В состав машиностроительных предприятий входят следующие цеха и производства: металлургическое производство, прокатный и термические цеха, кузнечный цех, цеха металлообработки и металлопокрытий, окрасочные и инструментальные цеха, масло-эмульсионное хозяйство, ТЭЦ или крупные котельные, кислородные, азотные, ацетиленовые и компрессорные станции, автотранспортные предприятия (АТП), может входить депо, системы очистки сточных вод. Каждое предприятие специализируется на определенном ассортименте, и, следовательно, компоновка производства в каждом случае должна быть индивидуальной.

Основная часть потребляемой воды на машиностроительных предприятиях расходуется на охлаждение оборудования. При этом охлаждение может осуществляться через стенку (теплообменники) или при непосредственном контакте водной среды с охлаждаемой поверхностью. Количество воды, используемой для этого, составляет 80–85 % от общего количества воды, потребляемой данным предприятием.

Часть воды используется для промывки деталей. Промывка осуществляется в кузнечном, термическом цехах, в цехах нанесения покрытий. Объем воды, используемой для этих целей, составляет приблизительно 5 % от общего объема воды.

Вода является транспортом механических примесей при гидромеханической обработке деталей. В этом случае происходит контакт воды с деталями и средами, что приводит к загрязнению воды. Транспортные расходы воды составляют 8–10 %.

В металлургических цехах (литейное производство) вода используется для охлаждения печей, на охлаждение изложниц. Она используется для гидрообработки деталей, вынутых из форм (гидравлическая очистка литья), расходуется для мокрой очистки дымовых газов от печей, для очистки вентиляционных выбросов и для грануляции шлаков.

При подготовке форм для отливки деталей из металла чаще всего используют специальные металлические и другие емкости, в которые набивается специальная формовочная смесь, которой моделируют форму будущей детали. Расплавленный металл сливают в эту форму, где он и застывает. Затем эти детали очищают гидроспособом под напором.

В процессе литья в данном производстве образуются шлаки.

От плавильных печей отходят дымовые газы, которые подвергают очистке. Эти газы содержат не только механические примеси, но и ваграночные газы, содержащие диоксид серы.

В данном производстве образуется 4 потока сточных вод:

1. Условно чистые стоки от охлаждения печей, расход этих нагретых вод составляет 0,8–1,0 м³/ч на 1 м² поверхности печи.

2. Сточные воды от очистки газов плавильных печей. Эти стоки характеризуются повышенной температурой (60–65 °С), концентрация взвешенных веществ ($C_{\text{вв}}$) составляет 2–4 г/л. Эта вода может быть использована в обороте при соответствии требованиям к качеству оборотной воды ($C_{\text{вв}}$ – до 20 мг/л), концентрация H_2SO_4 до 10 мг/л. При более высоких концентрациях кислоты вода не должна использоваться в оборотном цикле.

3. Сточные воды от процесса гидросмыва. Эти воды загрязнены взвешенными веществами до 15 г/л, растворенными минеральными примесями – до 2 г/л.

4. Сточные воды от систем очистки вентиляционных выбросов.

Спектр загрязнений и их количество колеблется в широких пределах в зависимости от типа оборудования, используемого в технологическом цикле, и объема очищаемого воздуха.

В прокатных цехах водопотребление и количество сточных вод зависят от того, какой прокат изготавливают на прокатном стане (листовой, стержневой, ковровый или профильный). В данном производстве вода используется на охлаждение подшипников и валков. Охлаждение масла и воздуха, используемого в производстве, также осуществляется охлаждающей водой. После производственного цикла использованная вода загрязнена окалиной и маслом. Масло не является нормируемым показателем сточных вод, и это понятие не включено в список основных показателей по данному производству, его определяют как суммарный показатель – **нефтепродукты**. Сточные воды данного производства содержат нефтепродукты в концентрации 100–150 мг/л, взвешенные вещества – 1,5 г/л.

В термических цехах осуществляется закалка металла и охлаждение кузнечного оборудования. Закалка металла необходима для изменения и доведения до заданных параметров его прочностных и пластических свойств. С этой целью нагретый металл (деталь) опускается в масло, в воду или последовательно сначала в масло, а затем в воду:

металл (деталь) ⇒ масло ⇒ вода.

Следовательно, на последнем цикле вода, которая идет на сброс, загрязнена маслом и требует очистки от нефтепродуктов. Эти сточные воды являются основным потоком в данном производстве.

Охлаждение печей и оборудования в данном производстве дает поток условно чистых стоков.

Окрасочные цеха могут входить в структуру не каждого машиностроительного предприятия. На АО «Кировский завод» имеется крупный цех для окраски кабин машин и деталей. В этих цехах предусмотрены следующие участки: участок подготовки поверхности, участки грунтовки и нанесения покрытий. Открытой покраски на современных предприятиях нет. При закрытом способе покраски в технологической схеме используются гидрофилтеры, работающие в замкнутом режиме. Подпитка системы и периодический сброс всей воды

осуществляются раз в неделю.

Сточные воды данного цеха имеют разнообразные характеристики в зависимости от компонентов, используемых для обработки поверхности деталей перед нанесением покрытия и окрашивающих композиций. Эту воду целесообразно локально очищать до подачи на ЦСО.

Инструментальные цеха подготавливают режущий инструмент для станков. Эти цеха укомплектованы станками различного типа и назначения. В данном производстве вода используется для приготовления смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ). На крупных предприятиях есть специальные масло-эмульсионные хозяйства. СОЖ – это эмульсии. Состав самых простых СОЖ состоит из следующих компонентов: эмульсол, сода и вода. Товарный эмульсол – композит на основе масел. В его состав входят также эмульгатор (ПАВ) и стабилизатор.

Масло-эмульсионное хозяйство должно работать в оборотном режиме. Эмульсол накапливается в специальной емкости, насосом подается к станкам. В свою очередь, станки должны быть обеспечены оборотной масло-эмульсионной системой. В процессе работы СОЖ срабатывается (понижается рН, развивается микрофлора и увеличивается содержание взвешенных веществ). В этом случае СОЖ подлежит замене. Из емкости СОЖ откачивается и заменяется на свежую, а использованную жидкость направляют на регенерацию. Иногда СОЖ сбрасывают во внутривоздушную канализацию и направляют на ЦСО.

Учитывая особенности машиностроительного производства и специфику назначения воды в технологических циклах данного производства, **сточные воды** данного производства могут быть **разделены** на следующие **потоки**:

1. Условно чистые, т.е. незагрязненные воды после процессов охлаждения оборудования. Этих вод может быть 50–80 % от общего количества воды, используемой на предприятии.

2. Загрязненные преимущественно механическими примесями (до 300 мг/л) и маслами (50–400 мг/л). Это сточные воды от промывки деталей в механосборочных цехах, кузнечно-прессовом, сварочном и других производствах. Объем этих вод может составлять 10–15 % от общего объема используемой воды на предприятии. Следует подчеркнуть, что эти воды по составу близки к ливневым водам, собираемым с территории предприятия.

3. Концентрированные маслосодержащие воды. Их объем составляет примерно 1 % от общего объема. Они образуются в механосборочных цехах и гальванических производствах, на участках металлопокрытий и окраски при обезжиривании и промывке изделий, где используются в технологии СОЖ и эмульсии, моющие и обезжиривающие растворы.

4. Шламодержащие сточные воды образуются в результате мокрой очистки воздуха в литейном производстве и после операций грануляции шлаков. Объем этих вод составляет 10–20 %.

5. Химически слабо загрязненные сточные воды (до 5 % от общего объема сточных вод). Они образуются от промывки изделий при подготовке их под лакопокрытие и при термической обработке металла.

6. Концентрированные химически загрязненные сточные воды (до 5 % от общего объема сточных вод) от гальванических производств и от подготовки изделий под лакопоккрытие. К этой категории вод могут быть отнесены высокоминерализованные воды от водоподготовки для котельных.

4.2. Схема водопотребления и водоотведения машиностроительного предприятия

К предприятиям машиностроительной промышленности относятся станкостроительные, инструментальные, автомобильные, тракторные, кузнечно-прессового оборудования, заводы по производству технологического оборудования для ЦБП и т.д.

На рис. 4.1 приведена блок-схема основных водных потоков машиностроительного предприятия. В данной схеме поток 1 – оборотные охлаждающие воды, которые относятся к условно чистым водам. Основной способ очистки данного потока – охлаждение. В практике охлаждения оборотной воды используют два метода: испарительное охлаждение и охлаждение в поверхностных теплообменниках (через стенку, разделяющую фазы).

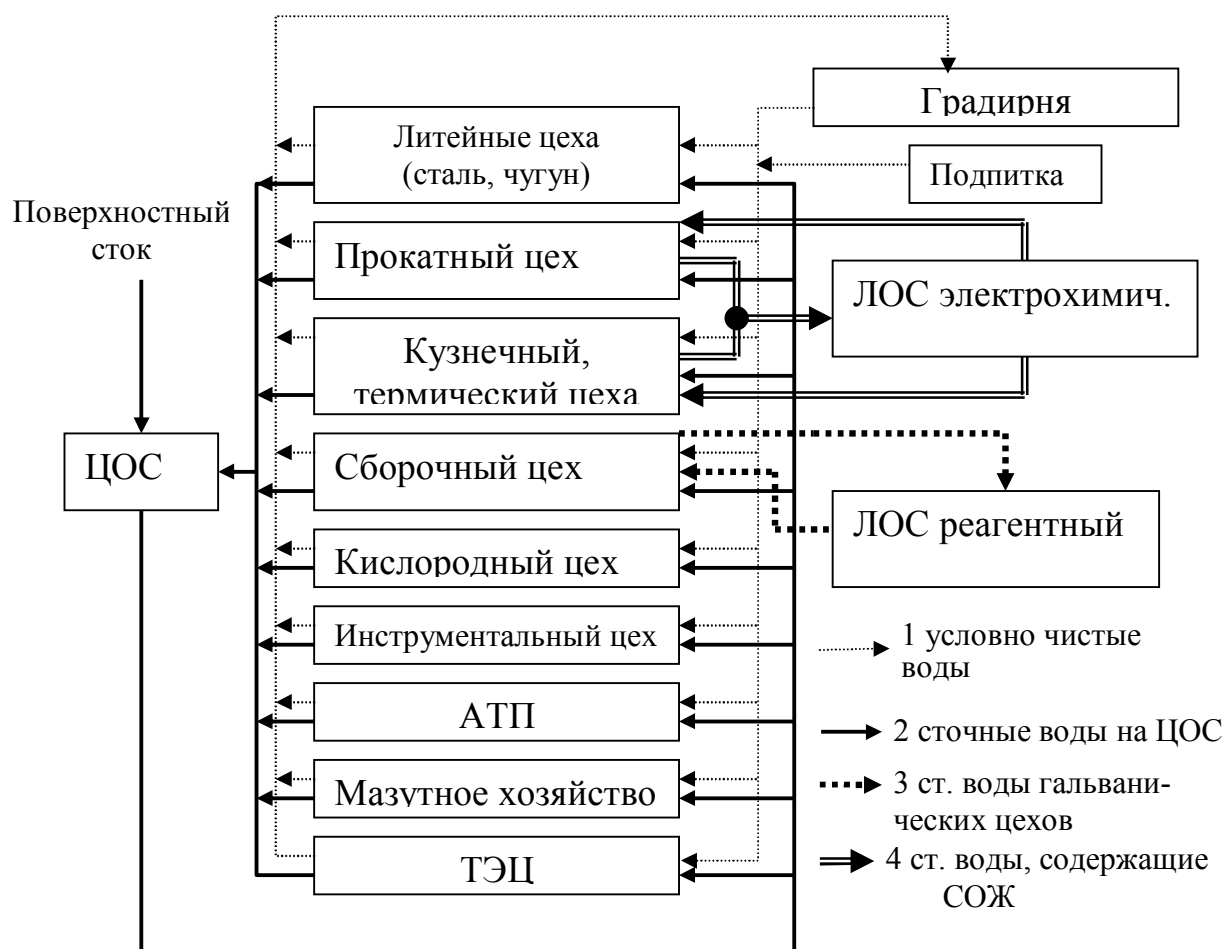


Рис. 4.1. Блок-схема водопотребления и водоотведения машиностроительного предприятия

Сточные воды потока 2 – это воды, загрязненные механическими примесями и маслами, которые образуются при промывке изделий. По своему составу они близки к дождевым, талым и водам от полива территорий. Это самые значительные потоки и их целесообразно направлять на общезаводские очистные сооружения, которые komponуются в каждом случае индивидуально и включают механическую (песколовки или гидроциклоны, нефтеловушки, флотаторы, фильтры) и физико-химическую ступени. Очищенная вода (2) может быть использована повторно на производственные нужды.

Сточные воды гальванических цехов (3) рекомендуется очищать локально. При расходе до $100 \text{ м}^3/\text{сут}$ целесообразно обрабатывать реагентами в камерах периодического действия, а более $100 \text{ м}^3/\text{сут}$ – в камерах проточного типа с обязательным автоматическим регулированием процесса.

Сточные воды, содержащие отработанные СОЖ, поток (4), не должны смешиваться с общим потоком, его целесообразно очищать локально электрохимическим способом. Очищенные стоки в смеси с водопроводной водой (1:1) могут быть использованы повторно для приготовления свежих эмульсий, так как они стабильны. Выделенные при отстаивании перед электрокоагуляцией минеральные масла после подкисления направляются на регенерацию и утилизацию.

На рис. 4.2 представлен один из возможных вариантов блок-схемы централизованной системы очистки машиностроительного предприятия. Сточные воды, загрязненные механическими примесями и нефтепродуктами (поток 2), совместно с ливневыми стоками через приемный резервуар или усреднитель насосами подаются на первую ступень механической очистки – песколовку, где происходит отделение грубодисперсной фракции взвешенных веществ (преимущественно песка с размерами частиц $0,2-0,26 \text{ мм}$). В данном сооружении может быть выделен песок, на котором адсорбированы нефтепродукты. Следовательно, этот песок не может быть использован в строительной индустрии, а должен быть обработан для удаления нефтепродуктов с поверхности. Отвал осадка без обработки может приводить ко вторичному загрязнению поверхностных и подземных вод в местах складирования.

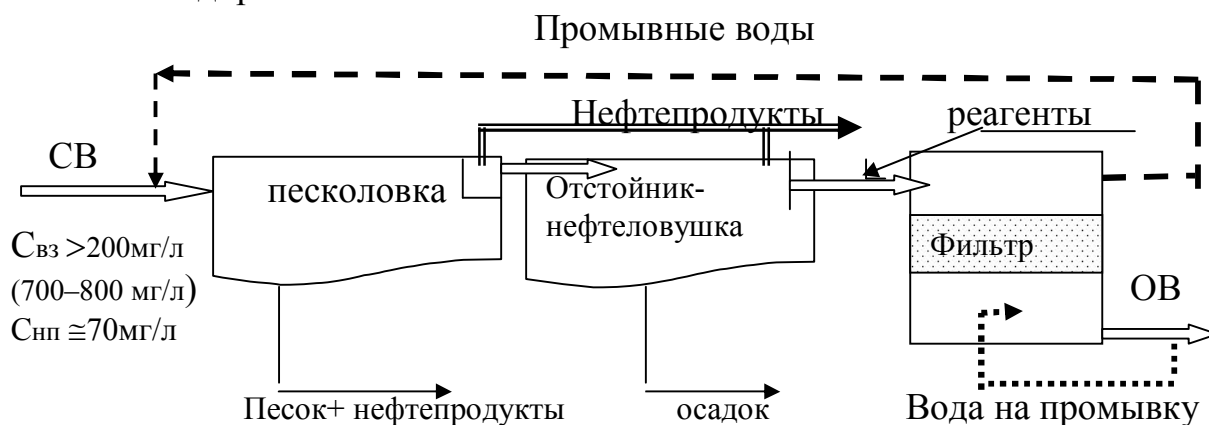


Рис. 4.2. Централизованная система очистки сточных вод машиностроительного предприятия

Если песколовка оснащена специальными сборочными желобами для удаления нефтепродуктов, то часть нефтепродуктов может быть удалена на первой ступени очистки и направлена совместно с потоком нефтепродуктов второй ступени на утилизацию или сжигание. На второй ступени могут быть использованы нефтеловушки различной модификации: горизонтальные, многоярусные и радиальные. Многоярусные (тонкослойные) нефтеловушки имеют меньшие габариты и более эффективны в работе. Третья ступень очистки – это фильтрация через фильтр с загрузкой. Здесь могут быть использованы различные модификации фильтров, различающиеся грязеемкостью (*количество загрязнений в кг, удаляемых с 1 м² поверхности фильтрующего слоя, либо 1 м³ фильтрующей загрузки*). Промывные воды после регенерации фильтров направляются в голову очистных сооружений. Очищенная вода сбрасывается в городской коллектор или, при соответствии требованиям, может быть использована в производстве.

4.3. Обратная система грязевого цикла машиностроительных предприятий

В обратную систему грязевого цикла машиностроительных предприятий поступают стоки прокатных станов. Типичным представителем машиностроительной индустрии является АО «Кировский завод», поэтому в данном случае является целесообразным рассмотреть систему очистки такого рода стоков (рис. 4.3) на примере именно этого предприятия.

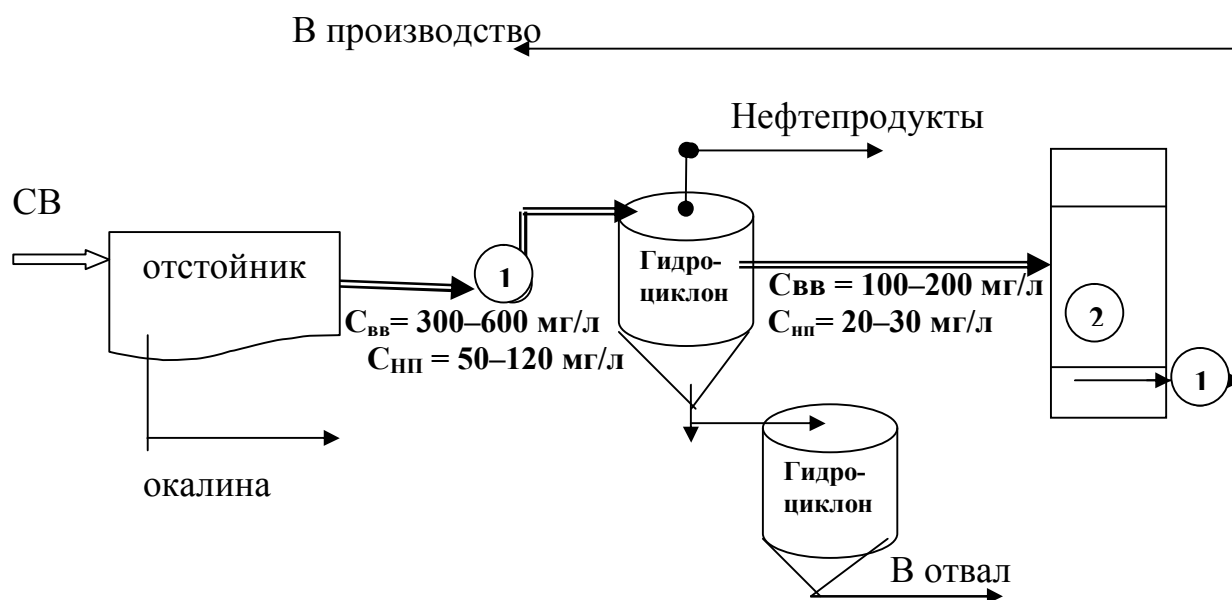


Рис 4.3. Схема очистки сточных вод грязевого цикла : 1 – насос; 2 – градирня

Сточная вода собирается в отстойнике, где она находится в течение 1,5–2 ч. Тяжелая металлическая окалина вся выпадает в осадок. Осадок из этого сооружения удаляется специальными устройствами – грейферами. Окалину вывозят в Тихвин на переработку. Осветленная вода после отстойников с концентрацией взвешенных веществ 300–600 мг/л и

концентрацией нефтепродуктов 50–120 мг/л насосами подается в открытые гидроциклоны. В них производится очистка от взвешенных веществ и от нефтепродуктов.

В данном случае открытый гидроциклон оснащен специальной маслосборной воронкой, через которую отводятся всплывшие нефтепродукты, а взвешенные вещества отделяются в нижней части аппарата. Взвешенные вещества вместе с водой подаются на дополнительное уплотнение на вторую ступень гидроциклонов. Со второй ступени почти полностью обезвоженная взвесь подается на машины для вывоза. Масла и нефтепродукты собираются в накопителе, откуда направляются на регенерацию или сжигание. Осветленная вода направляется на охлаждение в градирню.

Градирня – это устройство, которое предназначено для охлаждения воды. Они бывают различной конструкции: башенные, вентиляторные, радиальные. В вентиляторных градирнях идет разбрызгивание воды, вода накапливается в нижней части сооружения, после чего направляется насосом обратно в производство. Потери воды составляют 1–2 % от общего расхода на сооружение. В зимнее время вентилятор отключают, а воду разбрызгивают через дырчатые трубы.

4.4. Система очистки сточных вод для установок газоочистки машиностроительных предприятий

В качестве систем очистки газовых выбросов после плавильных печей на машиностроительных предприятиях предлагается абсорбционная и адсорбционная очистка газов от пыли, CO_2 и SO_2 . В качестве оборудования предлагаются искрогасители, инертные пылеуловители. В зависимости от производительности плавильных печей, в систему очистки газов вводят либо оборудование, предназначенное для отделения взвешенных примесей, либо оборудование для отделения взвешенных примесей с последующей нейтрализацией сточных вод.

По данным организаций, проектирующих и эксплуатирующих газоочистное оборудование, вода после мокрой очистки газов на входе в водоочистные сооружения имеет концентрацию взвешенных веществ до 2,5 г/л, температуру в диапазоне 30–65 °С и рН 5,0–5,5. Кислая реакция сточных вод обусловлена абсорбцией диоксида серы. Очистка стоков предполагается по схеме, приведенной на рис. 4.4.

После искроуловителя вода поступает в горизонтальный отстойник, где отделяются взвешенные вещества. После отстаивания вода может быть нейтрализована щелочными реагентами. Далее проводится подпитка свежей или технической водой, а затем вода может быть направлена в производство. Осадок после отстойника подвергается обезвоживанию в гидроциклонах, а осветленная вода возвращается в голову сооружения. Выделенный шлам направляется в отвал.

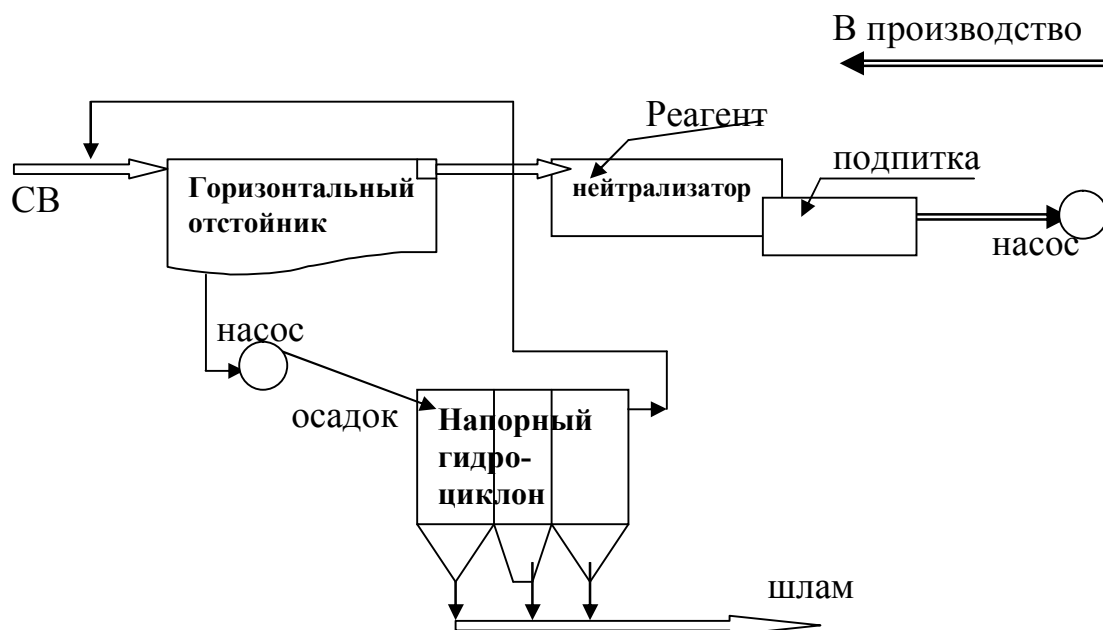


Рис. 4.4. Схема очистки сточных вод для установок газоочистки машиностроительных предприятий

После процесса очистки на выходе из системы вода имеет следующие характеристики: концентрация взвешенных веществ 0,5 мг/л, рН 6–7. Подпитка осуществляется в диапазоне 20–25 % от общего объема воды. В данной системе идет накопление сульфатов в диапазоне 150–300 мг/л и хлоридов 100–150 мг/л, причем накопление первых приводит к образованию отложений, а накопление хлоридов – к коррозии оборудования. Поэтому в системе должна быть предусмотрена продувка и значительная подпитка.

4.5. Нефтедержащие сточные воды машиностроительных предприятий

Согласно определению, данному Комиссией по унификации методов анализа природных и сточных вод, *нефтепродуктами при анализе и контроле вод следует считать неполярные и малополярные соединения, растворимые в гексане, т.е. алифатические, алициклические и ароматические углеводороды*. Эти углеводороды составляют 70–75 % от суммы всех веществ, получаемых из нефти при ее переработке.

Нефтепродукты в воде могут присутствовать в различных формах: *растворимой, эмульгированной, сорбированной на поверхности твердых частиц и в виде «нефтяных пятен»*. Пятна наиболее легко могут быть обнаружены визуально. Донными отложениями, содержащими значительные количества нефтепродуктов, при анализе часто пренебрегают.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) нефтепродуктов для водоемов рыбохозяйственного назначения составляет 0,05 мг/л, для водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения – 0,3 мг/л. В незагрязненных пресных водоемах концентрация нефтепродуктов может

составлять 0,01–0,02 мг/л, в морских – 0,01–0,1 мг/л. Это может свидетельствовать о том, что в этих водах идет разложение органики с выделением углеводородов, относящихся к нефтепродуктам.

4.5.1. Системы очистки сточных вод от нефтепродуктов

Система очистки сточных вод от нефтепродуктов начинается с песколовок, где отделяются тяжелые примеси в виде песка и окалины. На поверхности выделенных частиц на первой ступени очистки могут содержаться адсорбированные нефтепродукты, которые требуют дальнейшей обработки перед направлением в отвал. После песколовок вода подается на нефтеловушку (отстойного типа). В ней также отделяется осадок в виде взвешенных веществ, на которых могут быть адсорбированные нефтепродукты. Более легкая фракция всплывающих нефтепродуктов отделяется с поверхности специальным заборным устройством и удаляется в накопительные емкости с последующей утилизацией.

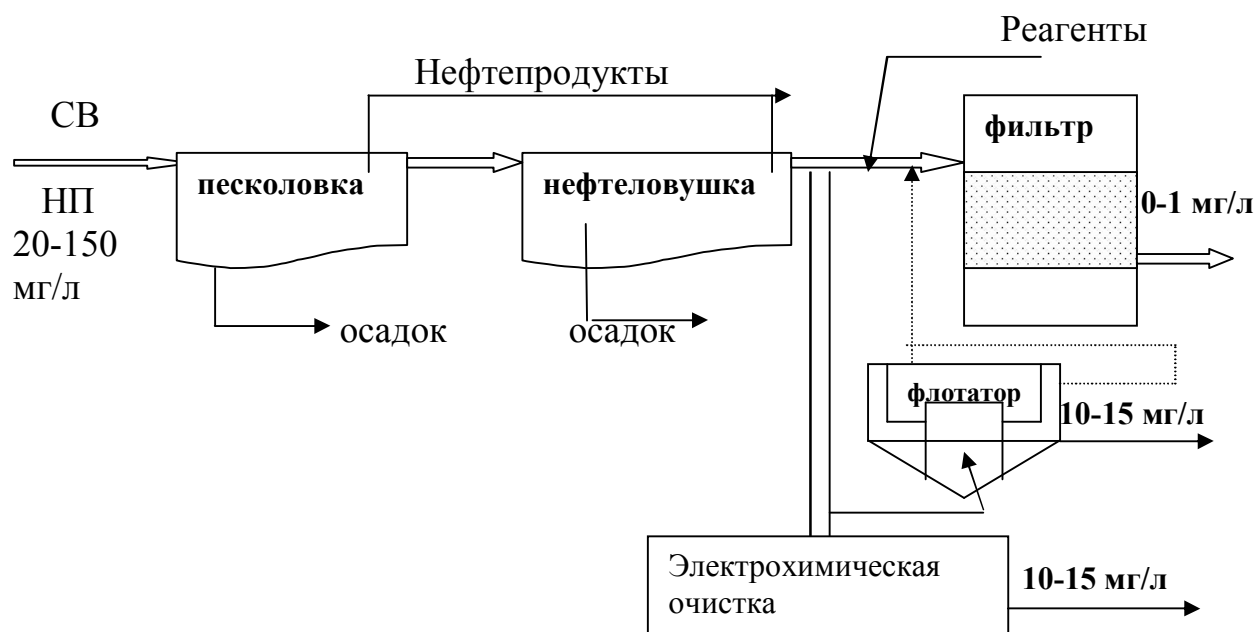


Рис. 4.5. Принципиальная схема очистки сточных вод от нефтепродуктов

В воде на выходе из нефтеловушки остаются эмульгированные нефтепродукты, которые отделить от воды достаточно сложно. Для укрупнения эмульгированных нефтепродуктов могут применять реагентную обработку (солями железа и алюминия) с последующим отделением нефтепродуктов путем фильтрации через зернистую загрузку.

Возможные варианты схем очистки и доочистки от нефтепродуктов представлены на рис. 4.5.

Степень фильтрационной очистки в данной технологической схеме позволяет очистить сточную воду до требований, при которых можно использовать очищенную воду в технологии основного производства. Характеристика воды после фильтрационной очистки по нефтепродуктам

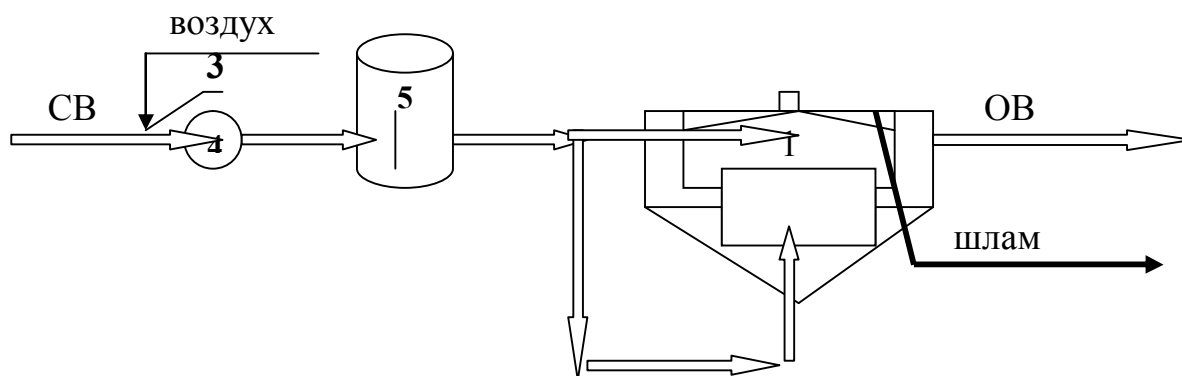
может быть 0 – 1 мг/л.

При менее жестких требованиях по концентрации нефтепродуктов в оборотных водах в схеме целесообразно использовать флотационную очистку.

Наиболее распространенной в технологии очистки является напорная флотация (рис. 4.6). На практике применяют две схемы напорной флотации: 1) прямоточная, 2) рециркуляционная.

В схеме очистки сточных вод от нефтепродуктов возможно использование электрохимического способа очистки с растворимыми электродами (анод при пропускании постоянного тока будет растворяться, выделяя в раствор ионы железа или алюминия с последующим их гидролизом), тем самым обеспечивая процесс электрохимической коагуляции. При электрохимической обработке на электродах выделяются газы (у катода – водород, у анода – кислород), которые способствуют протеканию процесса флотации.

А



Б

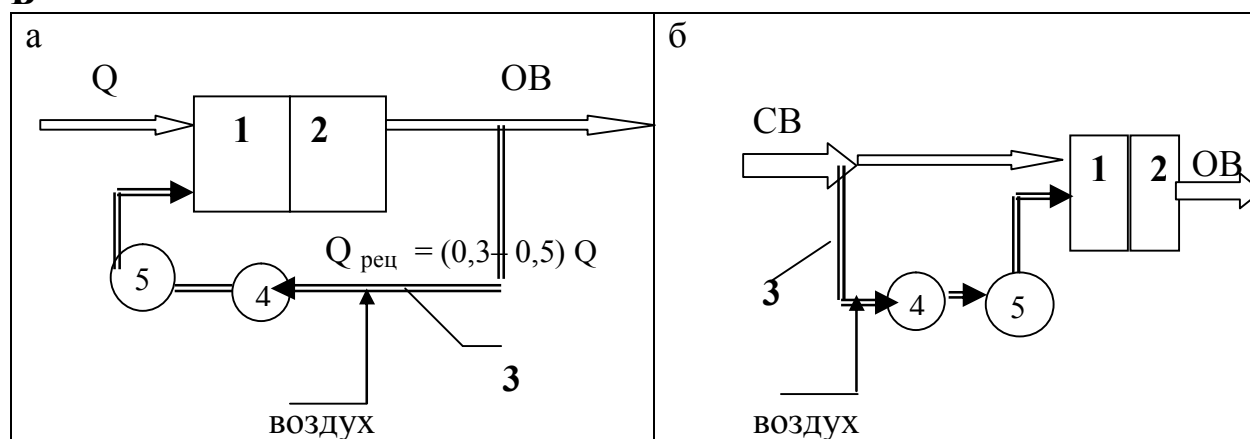


Рис. 4.6. Принципиальные схемы напорной флотации: А – прямоточная схема флотации; Б – рециркуляционные схемы: а – рециркуляционная схема с использованием очищенной воды для насыщения воздухом; б – схема с разделением потока сточной воды: 1 – приемное отделение; 2 – флотационное отделение; 3 – всасывающий трубопровод; 4 – насос; 5 – сатуратор

Применение этих методов позволяет получить воду, которая по техническим условиям может быть использована в оборотных системах данного предприятия.

Если концентрация нефтепродуктов на выпуске должна быть менее 10–15 мг/л, то целесообразно в систему очистки вводить фильтрацию через загрузку.

Для достижения более жестких требований на выпуске после этих операций возможна доочистка:

- ультрафильтрацией – мембранное фильтрование в случае, если концентрация на входе составляет 5 мг/л, то на выходе можно достигнуть 1 мг/л; при концентрации на входе 1 мг/л – на выходе 0,2–0,5 мг/л ;
- адсорбционная доочистка на активных углях, которая позволяет снизить концентрацию нефтепродуктов на выходе до 0,05 – 0,08 мг/л, но это не всегда экономически выгодно.

4.6. Обработка смазочно-охлаждающих жидкостей

СОЖ на большинстве предприятий города, в том числе и на Кировском заводе, собирают и отправляют на завод "Красный нефтяник", где их регенерируют и превращают вновь в эмульсолы, которые возвращаются в производственный цикл.

Сточные воды, содержащие отработанные СОЖ, не должны смешиваться с другими потоками сточных вод.

Характеристика стоков, подаваемых на очистку, приблизительно составляет: прозрачность по Снеллену 0 см, рН – 10, содержание эмульгированных масел 2–8 г/л, содержание свободных масел 10–25 г/л, ХПК – 6–60 г О₂/л, хлориды – 200–500 мг/л, концентрация взвешенных веществ до 3 г/л, сухой остаток до 25 г/л.

На Кировском заводе СОЖ собирают в емкость, где обрабатывают их нагреванием и отстаивают. Это способствует разделению фаз, после чего система может быть разделена, эмульсол собирают и отправляют на регенерацию, а вода с более низкой концентрацией нефтепродуктов подвергается дополнительной очистке. Выделенные нефтепродукты направляются на ТЭЦ.

На практике может быть использована и другая схема выделения СОЖ из сточных вод, без использования подогрева, рис. 4.7.

Основные технологические процессы при локальной электрохимической очистке СОЖ по представленной схеме следующие:

- Предварительное отстаивание и усреднение стока – удаление свободных масел и осадка (приемная емкость).
- Подкисление в смесителе до рН 6,5 (по СНиП 2.04.03-85 и по разработке ВНИИводгео требуется подкисление стоков до рН 5,2–5,6.) Это зависит от характера стоков и выбора электродов при дальнейшей очистке.

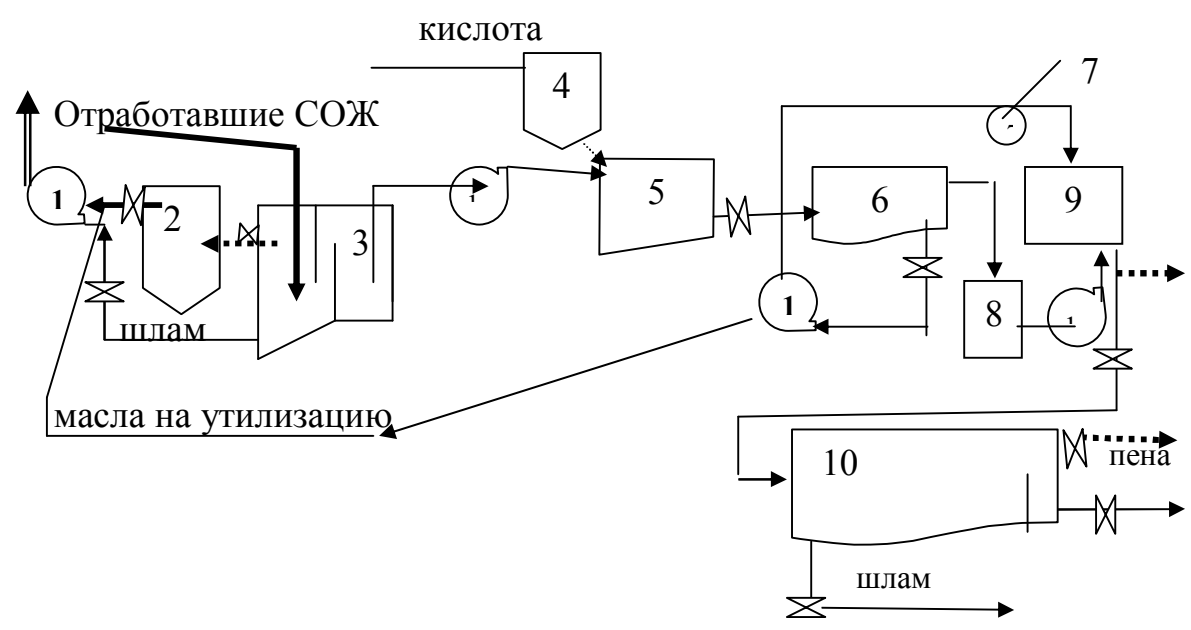


Рис. 4.7. Схема электрохимической очистки отработавших СОЖ:
 1 – насос; 2 – сборник масел; 3 – приемная емкость; 4 – бак кислоты; 5 – смеситель; 6 – электролизер; 7 – вентилятор; 8 – пеносборник; 9 – промежуточная емкость; 10 – отстойник

- Обработка в электролизере с удалением пены и шлама. В электролизере совмещается 3 процесса – создание коагулянта, коагулирование и флотация.
- Дополнительное отстаивание или фильтрация (в зависимости от требований к воде на выпуске).

Расчетные параметры очистки: плотность тока 1–3 А на 1 м² анодов; напряжение электродной системы 8–12 В; продолжительность обработки в электрическом поле 15–40 мин; расход алюминия 0,4–0,5 кг/м³; расход электроэнергии 8–12 кВт·ч/м³; расстояние между электродами 10–12 мм; рН стоков 4,5–6,0.

Характеристика очищенных стоков: прозрачность по Снеллену 12 см; рН 6,8–7,3; концентрация масел эмульгированных до 25 мг/л, свободных – следы; ХПК 500-600 мг О₂/л; содержание хлоридов – 1,4 г/л; концентрация взвешенных веществ до 25 мг/л.

Очищенные стоки в смеси с водопроводной водой (1:1) могут быть использованы повторно для приготовления свежих эмульсий, так как они стабильны, выдерживают испытание на коррозию и имеют микропоражаемость 0 баллов, или их можно направить на доочистку с основным потоком стоков предприятия.

Минеральные масла, выделенные из стоков перед электрокоагуляцией после подкисления, направляются на регенерацию и утилизацию. Пенный продукт и шлам, образующиеся в электролизере, могут быть использованы в качестве смазки металлической опалубки на заводах железобетонных конструкций или в качестве топлива для теплотехнических агрегатов. Пенный продукт и шлам, содержащий алюминий, можно использовать при

обработке новых порций отработавших СОЖ для сокращения расходов алюминия и электрической энергии.

Как показывает практика, технико-экономические показатели электрохимической очистки в сравнении с реагентно-флотационной очисткой при расходах сточной воды более 25 м³/сут по капитальным затратам значительно ниже при соизмеримых эксплуатационных затратах и могут давать прибыль от утилизации масел.

4.7 Гальваническое производство, использование и очистка воды

Гальваническое производство предназначено для нанесения на детали защитных покрытий или обработки поверхности детали для придания ей заданных технологических и потребительских свойств.

В гальваническое производство детали поступают после кузнечных и термических цехов. Гальванические цеха могут присутствовать как вспомогательные цеха и в ЦБП.

В гальванических цехах производится очистка деталей от механических примесей, обезжиривание, травление и нанесение покрытий.

Процесс нанесения покрытий сложный и многостадийный (5-6 операций). Операции нанесения покрытий начинают с подготовки деталей, и основную операцию по нанесению покрытия проводят в специальных рабочих или технологических ваннах, которые оснащены электродами. Между рабочими ваннами располагаются промывные ванны. Они служат для снятия с поверхности деталей остатков предыдущих технологических растворов.

В рабочих ваннах деталь выступает в роли катода (но иногда бывает и как анод, так называемое анодированное покрытие). На поверхности детали происходит выделение тяжелых металлов из раствора.

Детали опускаются в находящийся в рабочей ванне раствор различными способами в зависимости от крепления. Они могут вводиться в ванну на подвесах, на сетках и находиться в барабане. **Норма используемой воды на промывку** зависит от *способа закрепления деталей*.

Промывка деталей может быть *струйной* или *погружной*. Струйная промывка осуществляется через форсунки в трубопроводах. Погружная (для сложных деталей) – в ванне, через которую протекает вода. Количество воды может быть рассчитано. Промывка на предприятиях может осуществляться по различным вариантам (рис.4.8): прямоточная схема (а); противоточная схема (б); каскадная. Противоточная промывка при наличии в схеме 2–3 ванн может считаться каскадной.

При определении необходимого количества воды для промывки используются различные способы в соответствии с ГОСТ. Наиболее распространенным является расчетный способ, где количество промывных вод может быть определено по уравнению

$$W=qFC_0/C ,$$

где F – промывная поверхность, m^2 ; q – удельное количество воды на промывку, $л/m^2$; C_0, C – концентрации электролита соответственно в рабочей ванне и после промывки.

Величину C_0/C принято называть *критерием промывки*. В зависимости от организации промывки. Этот критерий может быть равен 1 (первой степени), 1/2 (2 ванны в схеме), 1/3 (3 ванны).

Для снижения концентраций загрязняющих компонентов в промывных водах в технологических схемах промывки целесообразно предусматривать после рабочих гальванических ванн ванны улавливания (рис. 4.9), а затем ванны промывки.

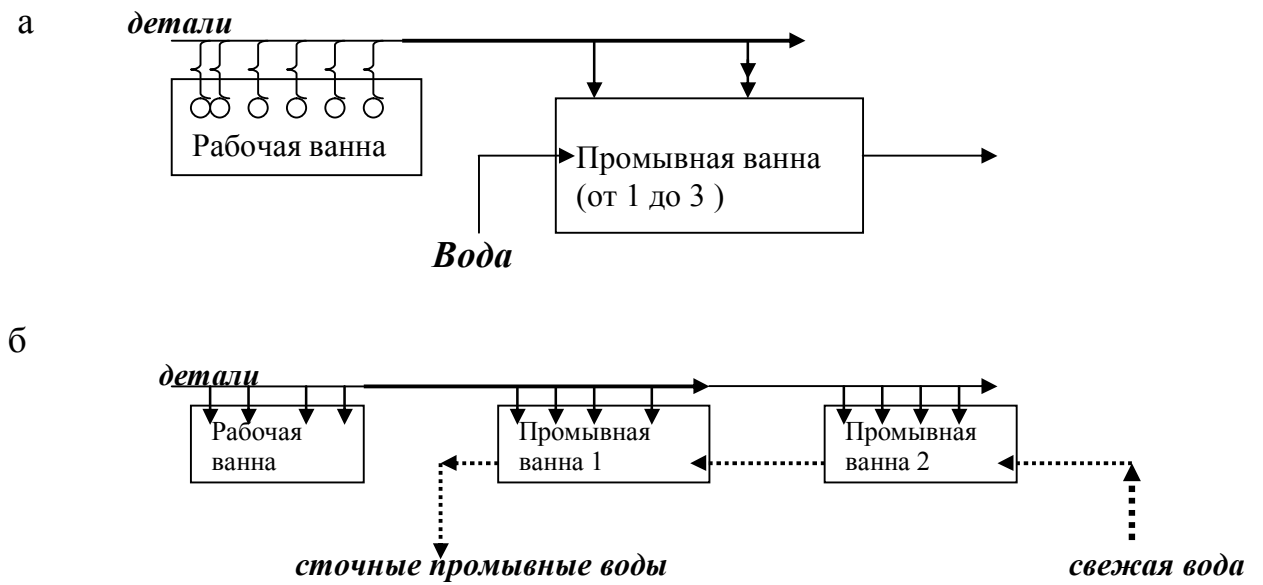


Рис. 4.8. Схемы промывки деталей в гальваническом производстве: а – прямоточная; б – противоточная

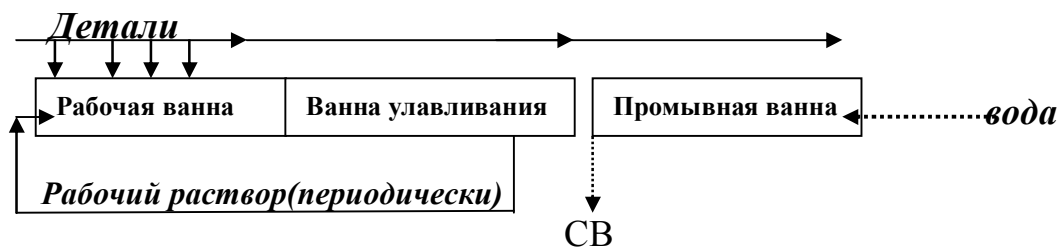


Рис. 4.9. Схема промывки с накоплением рабочего раствора в ваннах улавливания

На большинстве предприятий отрасли воды от промывки деталей поступают в канализацию непрерывно. Отработанные растворы из рабочих гальванических ванн сбрасываются периодически по мере накопления осадков (1 раз в месяц или год), следовательно, эти жидкости имеют высокие

концентрации по основным нормируемым компонентам и небольшой объем. Наиболее целесообразно эти стоки обрабатывать и очищать локально, не смешивая с основными потоками промывных вод.

Технология гальванического производства предусматривает непрерывную смену промывных вод и в большинстве случаев работает на проточной питьевой воде. Как показывают практика и последние исследования, вода из сети питьевого водоснабжения не обладает достаточно высоким качеством, особенно для обработки и промывки деталей для радио- и электронной промышленности. Счетная концентрация частиц в промывочной воде, которая влияет на качество покрытий и долю брака в партиях, составляет порядка $(2-8) \cdot 10^7$ частиц/мл, а их размер 40–120 мкм.

Однако в настоящее время развиваются гальванические производства, которые работают на замкнутом цикле водопользования с регенерацией основных технологических растворов. Как правило, они выпускают незначительный объем товарной продукции.

Для оценки основных потоков сточных вод гальванического производства рассмотрим блок-схему этого производства (рис. 4.10).

Фильтрованная вода может быть использована на промывку деталей при условии ее соответствия ТУ для промывных вод данного цикла производства.

Перед ответственной операцией по нанесению непосредственно покрытия необходимо предусматривать дополнительную очистку (иногда даже дистилляцию), что позволит существенно повысить качество нанесенных покрытий на детали.

В данной технологии имеются кислые и щелочные сточные воды. Как правило, эти воды в своем составе содержат тяжелые металлы. Канализовать гальванические цеха и участки целесообразно по операциям, т.е. собирать и отводить воду следует по операциям и по веществам.

На большинстве российских предприятий стоки отводят 4 потоками:

- хромсодержащие стоки;
- цианидсодержащие стоки;
- кислые стоки;
- щелочные стоки.

Хромсодержащие стоки образуются в результате хромирования, хроматирования и травления. Эти сточные воды имеют pH 4,0–5,0, содержат ионы тяжелых металлов, но основным загрязнителем является Cr^{6+} . Эти стоки коррозионно-активные, и поэтому оборудование, обслуживающее эти потоки, должно быть специальным или обработано антикоррозионным покрытием. Целесообразно потоки этих сточных вод обрабатывать отдельно.

Цианидсодержащие стоки образуются при использовании цианистогальванических ванн при нанесении Zn, Cu и других металлов на поверхность. Эти стоки имеют pH 9 – 11. **Цианидсодержащие стоки нельзя смешивать с другими стоками**, так как могут образовываться высоколетучие токсичные соединения. Эти стоки мало агрессивны, но они могут образовывать отложения на стенках коммуникаций.

Кислые стоки отходят от операций травления. Эти стоки имеют рН 1–3, обладают коррозионной активностью, содержат незначительное количество взвешенных веществ.

Сточные воды всех потоков должны быть очищены, из них должны быть извлечены тяжелые металлы, и концентрации их на выпуске должны быть минимальными и соответствовать нормативам ПДС.

Для очистки этих сточных вод могут применяться самые различные физико-химические методы. Самый распространенный и позволяющий утилизировать и регенерировать рабочие растворы – метод ионного обмена. В технологии очистки могут быть использованы и мембранные методы.

К **щелочным сточным водам** относят стоки от процесса обезжиривания и нанесения покрытий в щелочной среде, рН этих стоков 9-11. Они содержат нефтепродукты, масла, взвешенные вещества и незначительное количество тяжелых металлов.

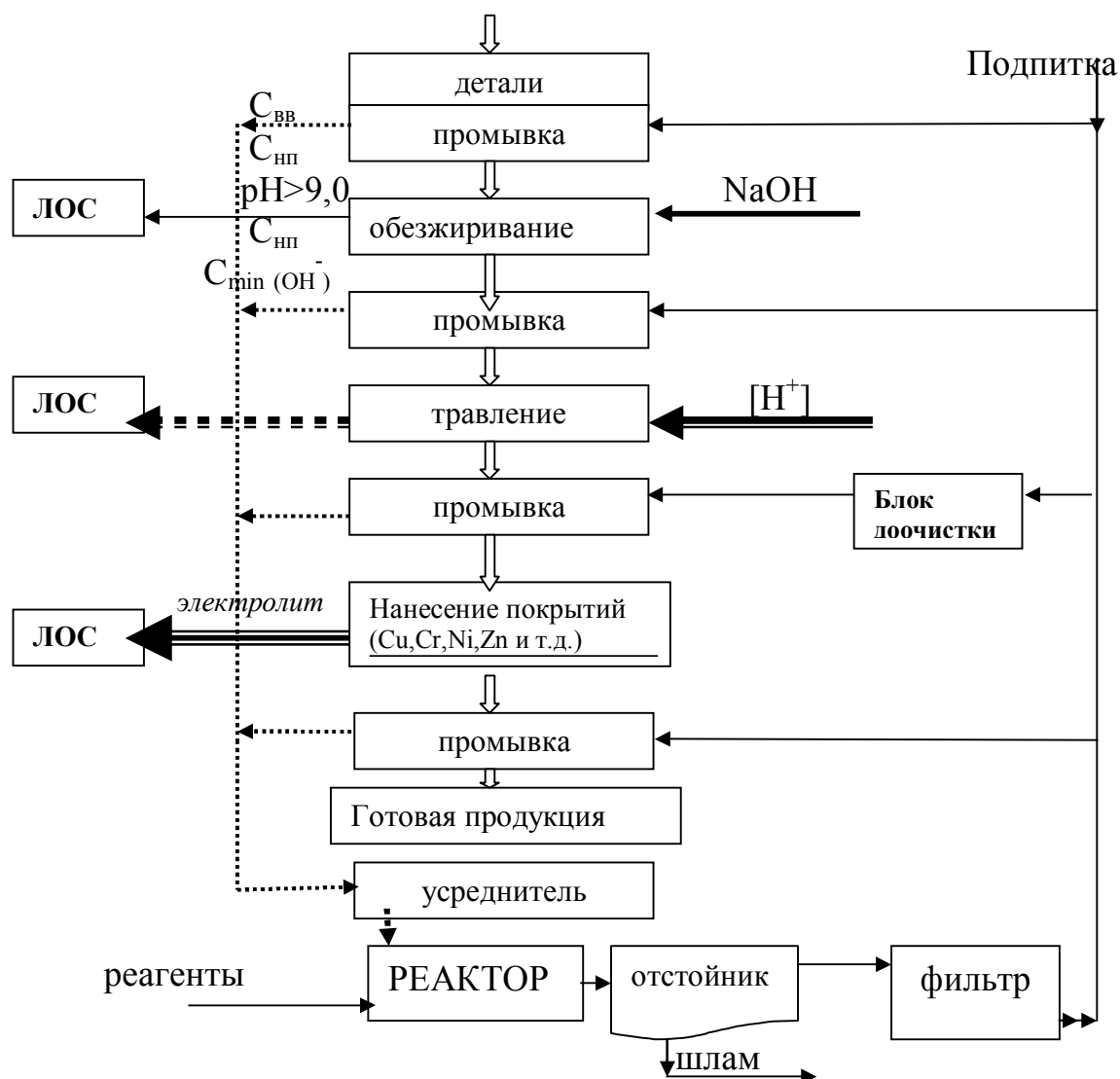


Рис. 4.10. Блок-схема гальванического производства с системой очистки и доочистки промывных вод

Применение биологической очистки для удаления тяжелых металлов

возможно, но при этом возникает проблема переработки и захоронения активного ила.

4.7.1. Очистка хромсодержащих стоков

Очистка хромсодержащих сточных вод может производиться различными методами: реагентным, электрохимическим и ионообменным.

Реагентный метод очистки этих стоков является наиболее распространенным в практике. Технологическая последовательность обезвреживания шестивалентного хрома заключается в восстановлении его до трехвалентного с последующим осаждением в виде гидроксида. В качестве реагентов наиболее часто используются гидросульфит и сульфит натрия. На некоторых предприятиях используют отходы в виде серного купороса и различных соединений серы, способных перевести Cr (VI) в форму Cr (III).

Реагентная обработка целесообразна при значительных концентрациях хрома в воде, в противном случае реакция идет неполно. Поэтому в технологии очистки целесообразно смешивать концентрированные и мало концентрированные стоки. Следует учитывать, что процесс протекает в кислой среде ($\text{pH} < 3$) и зависит от концентрации хрома и температуры. Именно эти параметры контролируются и регулируются в данном технологическом процессе. Продолжительность пребывания воды в реакторе составляет около 10 мин.

Присутствие тяжелых металлов в стоках (Fe, Zn, Cd) замедляет химический процесс, при этом время взаимодействия до образования конечного продукта увеличивается до 20 мин.

Следует отметить, что большой избыток восстановителей в системе приводит к повышению солесодержания стоков, что препятствует возврату очищенных вод в основной технологический процесс и усложняет достижение нормативов на сброс в водные объекты или городской коллектор.

Анализируя этот метод очистки стоков, можно выделить его основные преимущества и недостатки.

Преимущества:

- возможность очистки сточных вод с любой концентрацией компонента и любых объемов ;
- простота автоматизации при известных технологических параметрах.

Недостатки:

- непригодность очищенных вод для оборотного водоснабжения;
- наличие обводненного осадка и необходимость дополнительных площадей для шламоотвалов, сложность утилизации шлама;
- значительное количество реагентов и площадей под реагентное хозяйство;
- трудность повышения производительности и эффективности при изменении нагрузок.

Электрохимические методы (электрохимическая коагуляция и электрофлотация) основаны на эффектах электрохимического восстановления вблизи катода компонентов сточных вод. Эти методы позволяют во многих случаях не только извлечь из сточных вод загрязняющие вещества, но и вернуть воду в основное производство.

Сущность метода электрохимической коагуляции заключается в следующем: в результате пропускания постоянного тока и при применении железных электродов в кислой среде Cr (VI) переходит в форму Cr (III). В процессе электролиза в сточной воде происходят повышение рН и образование газообразного водорода, который способствует флотации. При этом происходит образование гидроксидов железа, хрома и других тяжелых металлов, присутствующих в данном стоке. В результате процесса достигается достаточно высокая полнота удаления тяжелых металлов при величине рН обработанной воды 7 – 9.

Исходя из практического опыта очистки сточных вод гальванических цехов, где применяется в настоящее время электрохимическая коагуляция, время обработки воды составляет 0,5–5 мин, плотность тока 0,6–2 А/дм², удельный расход электроэнергии 3–12 кВт·ч/м³.

Процесс очистки осуществляется в специальных аппаратах – электрокоагуляторах. Они различаются в соответствии с их конструктивными особенностями по: способу очистки воды (электрокоагуляторы, электрофлотаторы, электрофлотокоагуляторы); принципу действия (непрерывные и полунепрерывные); числу камер, месту установки электродного блока; расположению электродов; типу поверхности электродов; способу подачи воды и т.д.

Естественным путем удаляются маловязкие отходы, накапливающиеся на поверхности очищенной жидкости. Такое многообразие электрокоагуляторов и электрофлотаторов объясняется отсутствием унификации технологии даже в однотипных производственных процессах. Поэтому, выбирая и проектируя аппарат, необходимо тщательно изучить каждый конкретный технологический цикл.

Схема самого простого электрофлотатора представлена на рис. 4.11.

При использовании растворимых электродов в данной схеме аппарат будет являться электрокоагулятором. Совмещение в конструкции растворимых и нерастворимых электродов в аппаратах колонного типа позволяет интенсифицировать процессы очистки и снизить зашламление межэлектродного пространства. Эти методы очистки применимы для обезвреживания сточных вод с расходом до 50 м³/ч и концентрацией хрома до 100 мг/л.

Преимущества этого метода:

- очистка до требований норм ПДС;
- простота процесса;
- отсутствие или минимизация расходов химикатов.

Основные недостатки:

- значительный расход конструкционных материалов на растворимые

- электроды и электроэнергия;
- возможная пассивация электродов, невозможность необходимой очистки стоков без предварительного разбавления при значительных концентрациях;
- наличие обводненного осадка, требующего обработки и утилизации;
- возможное зашламливание межэлектродного пространства при традиционно используемых конструкциях;
- ограничения по расходу сточных вод.

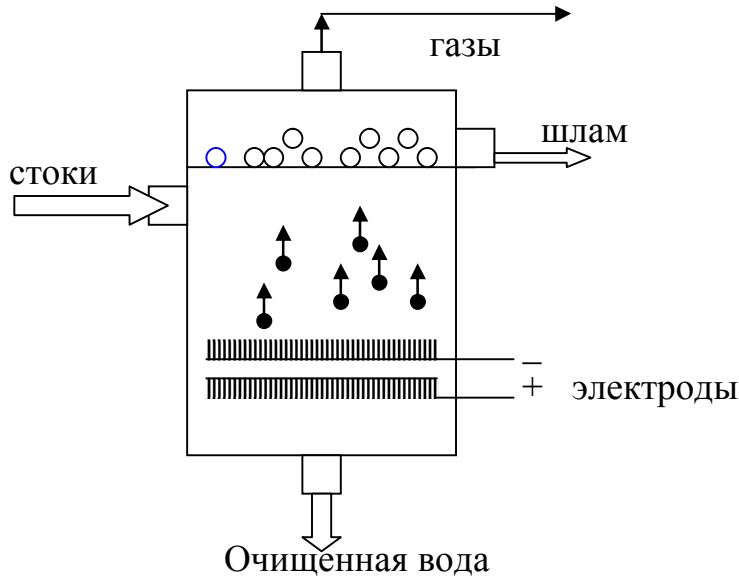


Рис 4.11. Схема электрофлотатора с горизонтальными перфорированными нерастворимыми электродами

Ионообменный метод очистки сточных вод позволяет не только обезвредить промышленный сток, но и вернуть в производство очищенную воду и соединения металлов. В настоящее время этот метод является единственным, позволяющим осуществить обратное водоснабжение в гальванических цехах и утилизировать из стока ценные компоненты.

Ионообменная технология очистки хромосодержащих промышленных стоков дает возможность вернуть в гальваническое производство как очищенную воду требуемого качества, так и концентрат хромового ангидрида или хромосодержащих солей.

При очистке хромосодержащего стока этим методом можно решить две основных задачи: обезвреживание стоков путем выделения шестивалентного хрома анионообменной смолой и переработку хромосодержащего щелочного реагента после анионитового фильтра с целью возврата хроматов в технологический процесс. Для обезвреживания стока и получения очищенной воды в технологическую схему необходимо вводить блок из катионитового фильтра в Н- форме и двух последовательных анионитовых фильтров в ОН-форме. Такое последовательное включение дает возможность полнее использовать емкость анионита по хроматам и получать щелочные реагенты, менее загрязненные сульфат-, хлорид-, фосфат-, и нитрат – ионами и более концентрированные по шестивалентному хрому. Наиболее часто

используется загрузка смол КУ -2×8 и АВ -17×8.

Этот метод имеет следующие *преимущества*:

- высокая степень очистки воды;
- возврат воды в оборот для различных стадий технологического процесса (приготовление электролитов и промывка);
- возможность очистки смешанного стока;
- высокая надежность и стабильность качества воды при колебании состава;
- простота автоматизации и контроля процесса очистки;
- возврат регенерированных веществ в производство.

Недостатки метода:

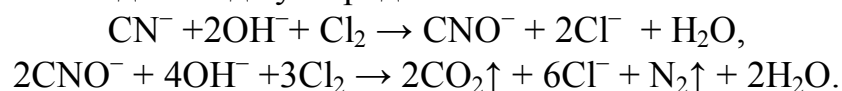
- необходимость предварительной очистки от механических примесей, органики и ПАВ;
- значительный расход реагентов на регенерацию;
- необходимость дополнительного обезвреживания элюатов реагентным методом и сброс сильноминерализованной воды;
- необходимость наличия высококвалифицированного персонала.

4.7.2. Обезвреживание цианидсодержащих стоков

Обезвреживание цианидсодержащих стоков может производиться различными методами: электрохимическими, окислением, ионным обменом. В последнее время за рубежом и в отечественной практике применяются реагентные методы осаждения цианидов, где они выделяются в виде устойчивых комплексов.

Наиболее распространенными являются *методы окисления*. В качестве окислителя используют хлор или его соединения, озон.

Процесс окисления идет в щелочной среде при рН 10–11 с образованием **ционат**-ионов, которые затем могут быть окислены до элементарного азота и диоксида углерода:



Следует помнить, что при снижении рН возможно протекание реакции прямого хлорирования цианида с образованием **токсичного хлорциана** ! Поэтому в практике при окислении цианидов целесообразно использовать реагенты, такие как хлорная известь, гипохлориты натрия и кальция.

Цианидсодержащие стоки обычно обрабатывают отдельно, так как их нельзя смешивать с другими стоками. Кислые и щелочные цианидсодержащие стоки взаимно смешивают и нейтрализуют (если это необходимо) добавлением эквивалентного количества кислоты или щелочи. Затем повышают рН до 8,0–9,5, что приводит к образованию гидроксидов металлов, которые могут быть выделены из стоков механическим способом очистки.

Электрохимические методы очистки основаны на электролизе производственных сточных вод. При электролизе щелочных сточных вод, содержащих цианиды, на аноде происходит окисление с образованием

ционат-ионов и дальнейшее их окисление до конечных продуктов. Для повышения электропроводности сточных вод, снижения расхода электроэнергии и интенсификации процесса целесообразно в систему добавлять минеральные соли (хлорид натрия), которые могут участвовать в процессе окисления.

Электрохимические способы применяются при расходах воды до $10 \text{ м}^3/\text{ч}$ и концентрации цианидов не менее 100 мг/л (оптимально $\sim 400 \text{ мг/л}$). Самые значительные недостатки метода – наличие большого количества токсичного осадка и зашламливание межэлектродного пространства. В технологии очистки необходимо предусматривать захоронение осадка и дополнительную нейтрализацию стока.

Ионообменный метод можно применять для общего потока, содержащего кислотные стоки, цианидсодержащие и хромсодержащие стоки при общем объеме не более $10 \text{ м}^3/\text{ч}$ и общем солесодержании в пределах $10\text{--}15 \text{ мг-экв/л}$, или для доочистки после локальных систем. Преимущества и недостатки этого метода такие же, как и при использовании его для очистки хромсодержащего стока.

4.7.3. Система реагентного обезвреживания стоков

Цианидсодержащие и хромсодержащие стоки в технологии очистки, как уже отмечалось, выделяются отдельными потоками и проходят обязательную локальную очистку. Принципиальная схема реагентной обработки основных потоков сточных вод гальванического производства приведена на рис. 4.12.

Предварительно обработанные сточные воды хром- и цианидсодержащих потоков направляются в смеситель-накопитель. В эту емкость также направляются кислые и щелочные воды. В камеру реакции вводят кислые или щелочные реагенты в зависимости от pH в системе после взаимного смешения и доводят до значения pH $8,5\text{--}9,5$. В отстойнике выделяется осадок в виде гидроксидов металлов. Практика показывает, что даже при хорошо организованной дозировке реагентов необходим постоянный контроль за технологическим процессом. При добавлении в качестве регулирующих pH компонентов карбонатов кальция и натрия в процессе взаимодействия в системе выделяется CO_2 , который отрицательно влияет на процесс отстаивания.

В силу различных обстоятельств, даже рекомендуемое избыточное введение реагентов ($5\text{--}10 \%$ от расчетного) не всегда приводит к полному выделению гидроксидов металлов, так как каждый металл имеет различное pH полного выделения фазы. Поэтому при оптимизации процесса очистки целесообразно проводить технологические изыскания и определять оптимальные условия ведения процесса в широком диапазоне pH, ориентируясь на качественные и количественные характеристики стока, учитывая pH полного выделения каждого металла, который необходимо удалить из стока.

Для более полного выделения взвеси в схеме целесообразно предусматривать фильтры с зернистой загрузкой, которые позволят обеспечить очистку до требуемых норм по взвешенным веществам и металлам. Если вода на выпуске не соответствует требованиям по pH, то необходимо предусмотреть дополнительную нейтрализацию.

Для повышения степени очистки и создания условий для повторного использования этой воды на ряде предприятий были предложены и внедрены дополнительные ступени очистки.

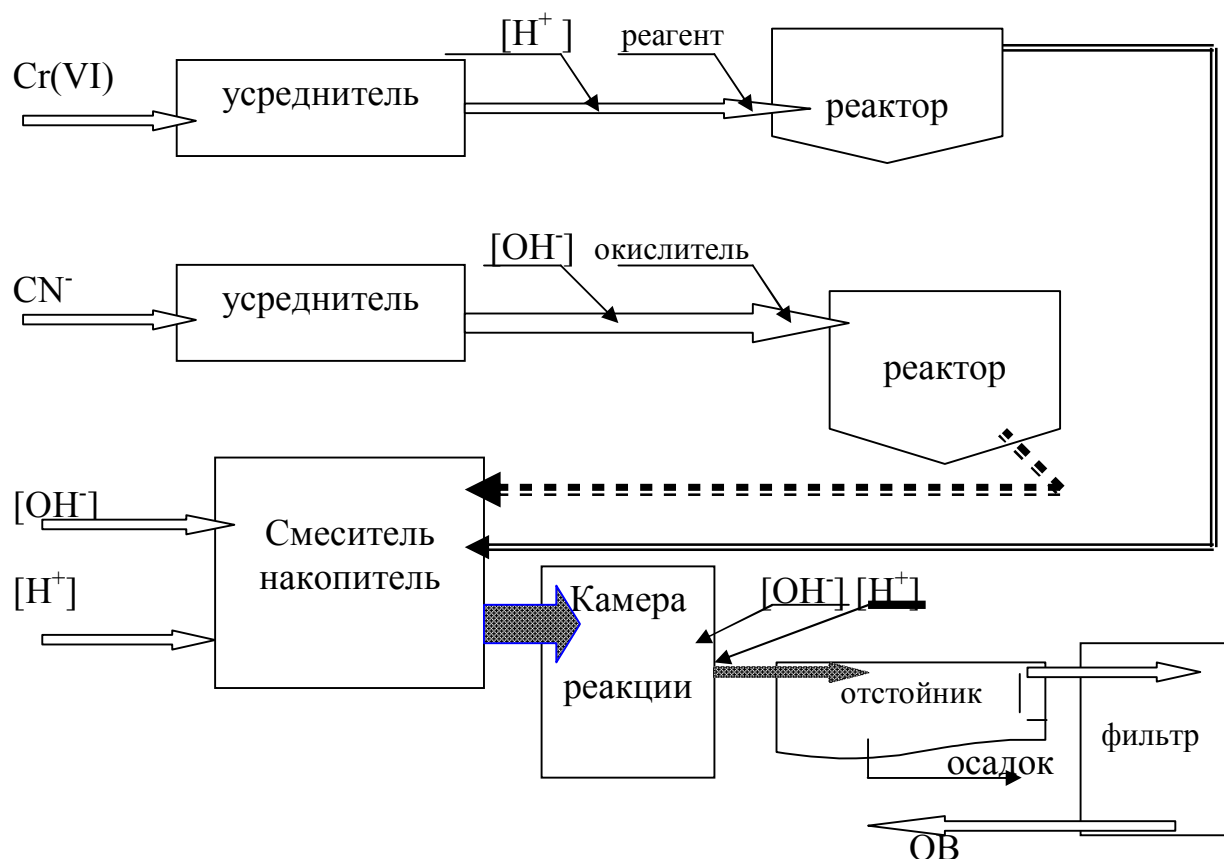


Рис.4.12. Схема реагентной обработки стоков гальванических производств

Согласно этим разработкам, система может иметь следующие основные ступени:

- кислотно-щелочные стоки проходят механическую очистку, при которой отделяются взвешенные вещества (целесообразно механическую очистку производить в две ступени – отстаивание и фильтрация);
- далее производить адсорбционную очистку на активных углях для удаления органических примесей;
- ионообменная очистка основного потока позволит получить воду высокого качества для основного технологического процесса.

Однако необходимо учитывать, что при регенерации ионообменных фильтров выделяются ионы тяжелых металлов, причем их концентрации в 3–4 раза выше, чем в основных стоках. Поэтому концентрированный сток после

регенерации фильтров необходимо снова чистить, и в этом случае без реагентной обработки не обойтись. Далее опять та же самая схема:

Накопитель → реактор → отстойник → фильтр.

Альтернативой реагентной обработке этих стоков может являться электрохимическая очистка. При проектировании систем очистки необходимо детальное обоснование технико-экономических показателей при определенной экономической ситуации региона.

Контрольные вопросы для самоподготовки:

1. Какие основные и вспомогательные подразделения входят в состав машиностроительных предприятий? Охарактеризуйте их.
2. Какие виды сточных вод характерны для машиностроительных предприятий? Их характеристики.
3. Дайте определение показателю «нефтепродукты». В каком виде нефтепродукты содержатся в воде?
4. Приведите схемы очистки сточных вод от нефтепродуктов и СОЖ.
5. Приведите основные решения по очистке сточных вод гальванических производств.

5. Система водоснабжения и водоотведения энергетических объектов

К энергетическим объектам предприятий относятся котельные и ТЭЦ. Котельные дают пар и горячую воду на отопление, ТЭЦ – пар, горячую воду и электроэнергию.

В качестве топлива для котлов используют газ, мазут и уголь. Наиболее экологичен газ, но на большинстве предприятий этого профиля, и в частности в Санкт-Петербурге, при основном топливе в виде газа, резервным топливом является мазут. Следует отметить, что большинство предприятий, на которых имеется собственная котельная, в качестве топлива используют также мазут.

Водоснабжение ТЭЦ на хозяйственно-бытовые нужды, подпитку закрытой системы горячего водоснабжения предусматривается водой питьевого качества. Источником питания питьевого водопровода в черте города могут являться городские сети. На площадку ТЭЦ вода подается двумя водоводами, каждый из которых обеспечивает 100 %-й пропуск необходимого расхода. Источником питания водой технического качества является поверхностные водоисточники, которые обеспечены береговыми насосными станциями добавочной воды. Эта вода также направляется по двум водоводам на подпитку оборотного технического водоснабжения (градирен), на заполнение баков противопожарного запаса воды, на химводоочистку, на кислотную промывку котлов.

Вода питьевого качества используется: на подпитку сети горячего водоснабжения (ГВС); на хозяйственно-бытовые нужды, которые определяются на основании действующих норм на одного работающего в смену (СНиП 2.04.01-85, СНиП 2.04.02-84).

В состав системы питьевого водопровода входят следующие сооружения и коммуникации: водомерный узел; внутренние и наружные сети.

Водомерный узел располагают на вводах горводопровода на площадку ТЭЦ. В современных условиях на каждом трубопроводе предусматривается установка ультразвуковых расходомеров, а также необходимой арматуры.

Вода технического качества подается по двум водоводам и используется на: подпитку оборотного технического водоснабжения; заполнение баков запаса воды; кислотную промывку котлов; технологические нужды химводоочистки; противопожарные нужды.

Подача технической воды ко всем сооружениям производится по системе производственно-противопожарного водопровода.

В состав сооружений системы водоснабжения ТЭЦ водой технического качества входят следующие сооружения и коммуникации: внутривозовые водоводы добавочной воды; павильон задвижек на водоводах подачи воды от береговой насосной станции; баки запаса воды; производственно противопожарная насосная станция; производственно-противопожарный водопровод на площадке ТЭЦ.

В баках противопожарного запаса воды хранится запас воды, равный объему, обеспечивающему водой наихудший вариант сочетаний пожаров. Кроме того, во время пожара необходимо обеспечить технологические нужды ТЭЦ в случае прекращения подачи воды в баки от береговой насосной станции в течение суток. В соответствии со СНиП 2.04.02-84 предусматривается строительство двух баков запаса воды. В случае снижения уровня воды в баках ниже определенного, обеспечивающего запас воды на пожаротушение, подается аварийный сигнал на главный щит управления. Обмен воды в баках осуществляется за счет подачи воды на технологические нужды: постоянный расход – на химводоочистку, периодический в насосную дизельного топлива.

Водоотведением на ТЭЦ предусматриваются отведения следующих видов сточных вод: *хозяйственно-бытовых; поверхностных; сбросы после кислотной промывки (после бака - нейтрализатора); минерализованные стоки от химводоочистки, продувки котлов.*

Соответственно предусматриваются следующие системы канализации: ***хозяйственно-бытовая; ливневая; производственная.***

В хозяйственно-бытовую канализацию отводятся хозяйственные и бытовые стоки жизнедеятельности ТЭЦ, включая нейтральные условно чистые стоки от экспресс-лабораторий, минерализованные стоки от химводоочистки, продувок котлов (1 раз в 4 года), кислотной промывки (после нейтрализации).

На площадке ТЭЦ выполняется дождевая канализация, в которую поступают все дождевые, талые, мочные воды с дорог, внутренних

водотоков, площадок установок баков ГВС, площадки склада дизельного топлива. Кроме того, в дождевую канализацию поступают аварийные переливы от баков ГВС и от баков ХВО.

Все стоки направляются на канализационную насосную станцию (КНС). Все дождевые стоки перекачиваются в аккумулирующие емкости. После отстоя стоки перекачиваются на очистные сооружения. От КНС стоки направляются в аккумулирующие емкости. Подземная часть насосной станции выполняется из монолитного железобетона. Наземная часть выполняется каркасно с утеплителем.

Для аварийного слива трансформаторного и турбинного масла предусматриваются два заблокированных подземных бака, располагаемых на площадке открытой установки трансформаторов. Каждый подземный бак имеет две емкости, разделенные между собой стенкой. Емкость баков рассчитана на слив турбинного масла и на прием аварийного слива масла при пожаротушении трансформаторов. Турбинное и трансформаторное масло (после отстоя) откачиваются из емкостей передвижными насосами и вывозятся на регенерацию.

Емкость аварийного слива трансформаторного масла связана с трансформаторными ямами, поэтому в емкость постоянно поступают дождевые стоки, которые, из условия заглубления бака на глубину 4,5 м, нельзя сбросить в канализацию. Из условия приема объема масла и воды при пожаре емкость должна быть всегда пустой, поэтому при баке выполняется насосная станция для перекачки дождевых вод в дождевую канализацию. В случае пожара насосная станция автоматически отключается.

Данные дождевые стоки считаются маслозагрязненными от возможных свищей в трансформаторах, поэтому направляются на очистку.

При срабатывании переливных устройств баков ГВС в канализацию сбрасывается чистая вода с температурой 70 °С. Для сохранения полиэтиленовых труб и стыков железобетонных труб дождевой канализации предусматривается бак-охладитель, емкостью в 2 раза превышающий сбрасываемый объем горячей воды. Бак наполовину заполнен холодной водой. При сбросе горячей воды температура усредняется, и вода самотеком сбрасывается в дождевую канализацию.

Сточные воды, поступающие в производственную канализацию, делятся на постоянные и периодические потоки сточных вод.

К постоянным сбросам относятся *замасленные стоки от уплотнения подшипников и минерализованные стоки.*

К периодическим сбросам относятся стоки *от насосной дизельного топлива, замасленные, подтоварные и кислотные стоки.*

Состав стоков, сбрасываемых в канализацию предприятия приведен в табл 5.1 и 5.2.

В общем виде принципиальная схема использования воды на основные технологические цели ТЭЦ и образование основных потоков сточных вод этих предприятий может быть представлена следующим образом (рис. 5.1).

Таблица 5.1

Содержание нефтепродуктов и взвешенных веществ в различных потоках ТЭЦ

Наименование потока	Содержание загрязняющих веществ, мг/л	
	нефтепродукты	взвешенные вещества
Вода, охлаждающая подшипники механизмов от главного корпуса	100	-
Мойка автодорог	19,0	1200,0
Водные отмывки котлов	-	160,0
Дождевые и талые воды	20,0	1500,0
Дизтопливное хозяйство	100	-

Таблица 5.2

Состав минерализованных стоков

№	Показатель	Единица измерения	Значение
1	Мутность	ЕМФ(по формазину) или мг/л(по каолину)	180 - 200
2	Цветность	°ПКШ	До 50
3	Температура	°С	5-18
4	Жесткость общая	мг- экв/л	3,5-5,0
5	Жесткость кальциевая	мг- экв/л	2,1-2,5
6	Водородный показатель	pH	8,5-9,5
7	Железо(Fe) общее	мг/л	До 1
8	Медь(Cu)	мг/л	До 0,03
9	Натрий(Na)	мг/л	До 300
10	Никель(Ni)	мг/л	До 0,001
11	Цинк(Zn)	мг/л	0,02-0,1
12	Кремниевая кислота	мг/л	До 0,15
13	Марганец(Mn)	мг/л	До 0,07
14	Хлориды(Cl ⁻)	мг/л	До 500
15	Хром(Cr)	мг/л	До 0,02
16	Сульфаты(SO ₄ ²⁻)	мг/л	500
17	Фосфор фосфатов	мг/л	До 0.021
18	Нитраты(NO ₃ ⁻)	мг/л	До 15,0
19	Взвешенные вещества	мг/л	180 - 200
20	Окисляемость (ХПК)	мг O ₂ /л	До 20
21	Щелочность	мг-экв/л	До 2
22	Сухой остаток	мг/л	До 1200
23	Содержание нефтепродуктов	мг/л	До 0,05

Механическая очистка может проходить в несколько ступеней. Это зависит от качества воды в поверхностном источнике. Как правило, в блок механической очистки может быть включена ступень реагентной обработки коагулянтами и флокулянтами с последующей фильтрацией или отстаиванием. Эти процессы сопровождаются образованием осадков, которые, как правило, на энергетических объектах (поток 1) не подвергаются обезвоживанию и утилизации, а прямо направляются без очистки в канализацию. После механической очистки на ряде предприятий предусмотрена адсорбционная очистка через фильтры с активным углем. При регенерации фильтров также образуются осадки, содержащие значительное количество органических веществ (поток 2), который также без дополнительной очистки направляется на сброс.

Обязательным звеном водоподготовки для котлоагрегатов является система ионообменных установок. Процесс *умягчения воды* – наиболее важный и жестко контролируемый технологический процесс. После регенерации этих установок образуются высококонцентрированные минерализованные воды (поток 3), состав которых существенно зависит от загрузки фильтров, состава исходной воды и способа регенерации.

Часть пара из котлоагрегата может направляться на турбину для выработки электроэнергии. При этом возможен сброс конденсата. Если этот сброс осуществляется непосредственно в водоем, то он в этом случае является мощным источником теплового загрязнения (поток 4).

На ТЭЦ периодически проводят профилактическую продувку котла. Продувочные воды (поток 5) также сбрасываются в канализацию.

Пар и горячая вода используются в производстве, и за исключением некоторых предприятий, пар не должен теряться в производстве, а должен возвращаться в виде конденсата. Исключением являются предприятия пищевой промышленности, где только около 80 % пара возвращается в цикл.

Для очистки маслосодержащих и поверхностных стоков предусматриваются традиционные очистные сооружения с использованием механических и угольных фильтров. Для расчета этих сооружений часто пользуются "Методическими указаниями по проектированию ТЭС с максимально сокращенными стоками".

В общем случае, в состав основного оборудования входят: приемные резервуары маслосодержащих стоков; резервуары, оборудованные устройством для улавливания всплывших нефтепродуктов; приемные резервуары дождевых стоков; резервуары, оборудованные устройством для улавливания всплывших нефтепродуктов; флотаторы; фильтры механические и фильтры угольные.

Очищенные сточные воды направляются на повторное использование в оборотную систему технического водоснабжения. Осадок из приемных резервуаров и флотаторов периодически выгружается в резервуар осадка, откуда насосом подается в бункер с гидроциклонами. Обезвоженный осадок периодически, по мере накопления, из бункеров вывозится на специализированные полигоны.

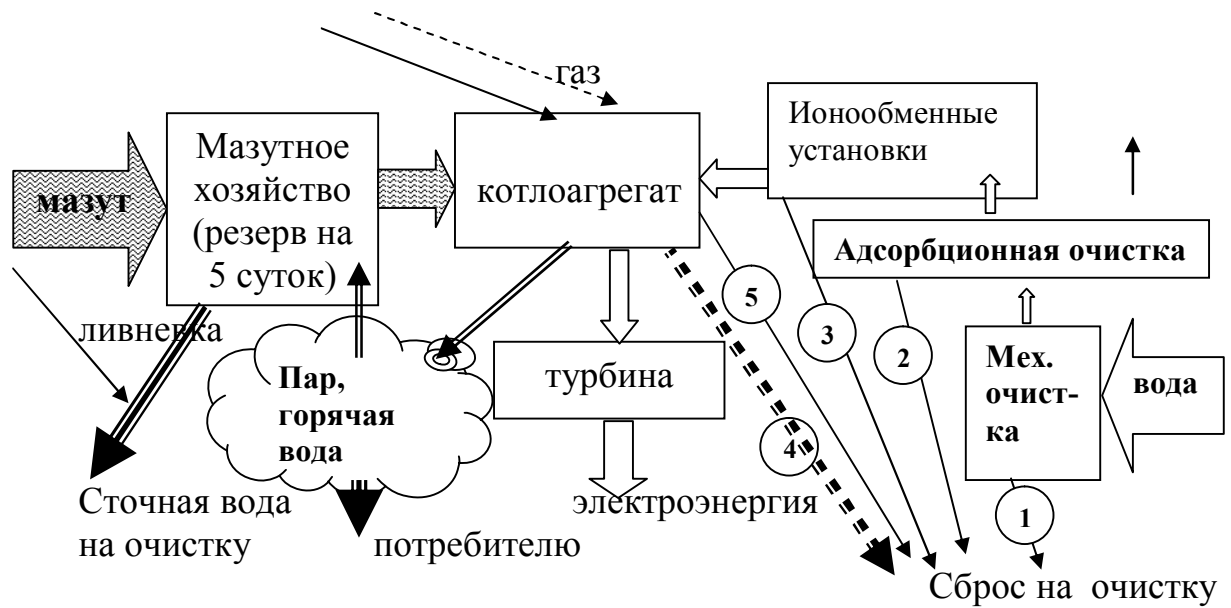


Рис. 5.1. Принципиальная схема использования воды и образования стоков на энергетических объектах

Предлагаемая схема очистки сточных вод позволяет значительно снизить содержание взвешенных веществ и нефтепродуктов, однако не позволяет достичь значений ПДК нефтепродуктов. Эффективность очистки сточных вод на очистных сооружениях подобного типа приведена в табл. 5.3.

Таблица 5.3

Эффективность очистки сточных вод на очистных сооружениях

№ п/п	Наименование загрязнений	Состав оборудования	Содержание загрязняющих веществ мг/л		Эффект очистки, %	
			до очистки	после очистки		
1	Взвешенные вещества в дождевых сточных водах	отстойник	1225	100	92	
		флотатор	100	30	70	
		фильтры:	I ступень	30	12	60
			II ступень	12	3	75
2	Нефтепродукты в маслосодержащих сточных водах	отстойник	100	30	70	
		флотатор	30	10	67	
		фильтры:	I ступень	10	4	60
			II ступень	4	1	75

Контрольные вопросы для самоподготовки:

1. Какие основные подразделения входят в состав теплоэнергетических предприятий? Охарактеризуйте их.
2. Какие виды сточных вод характерны для теплоэнергетических предприятий? Их характеристики.
3. В чем заключается водоподготовка для котельных? Какие стоки при этом образуются?
4. Приведите основные решения по очистке сточных вод теплоэнергетических предприятий.

6. Обработка осадков производственных сточных вод

В технологии очистки сточных вод, как правило, образуются осадки, различные по происхождению, химическому составу и физическим свойствам. Объем осадков зависит от вида обрабатываемых сточных вод и применяемого метода очистки. При локальной очистке производственных сточных вод, особенно при обработке воды химическими реагентами для выделения из нее нерастворимых примесей, количество образующихся осадков может достигать 10–40 % расхода сточных вод.

Проблема обезвреживания и утилизации осадков, выделяемых в процессе очистки сточных вод, является наиболее сложной, а технология обработки – наименее разработанной.

Конечной целью обработки осадков сточных вод является превращение их путем проведения ряда технологических операций в безвредный продукт, не вызывающий повторного загрязнения окружающей среды. При этом ценные компоненты, содержащиеся в осадке, должны быть максимально утилизированы.

6.1. Состав и свойства осадков

Химическая и санитарная характеристики осадков зависят от вида производственных сточных вод и способа их очистки.

По химическому составу осадки подразделяются на три группы:

- преимущественно минерального состава;
- преимущественно органического состава, имеющие зольность менее 10 %;
- имеющие в своем составе вещества органического и минерального происхождения; зольность таких осадков может изменяться от 10 до 60 %.

Все осадки производственных сточных вод можно разделить на два класса: *инертные и токсичные*. Осадки сточных вод могут быть *стабильными и нестабильными*.

Обработка инертных стабильных осадков первой группы не встречает затруднений. Эти осадки обычно направляют в шламонакопители и по возможности утилизируют.

Осадки металлургической и угольной промышленности могут быть использованы вновь в производстве. Многие осадки минерального состава находят применение в промышленности строительных материалов.

Осадки второй и третьей групп отличаются разнообразием по составу и свойствам, поэтому для каждого конкретного вида осадков должны изыскиваться свои приемы обработки и утилизации.

Как уже отмечалось, важнейшим показателем способности осадков сточных вод к влагоотдаче является *удельное сопротивление* (*сопротивление единицы твердой фазы, отлагающейся на единице площади фильтрации при фильтровании под постоянным давлением суспензии, вязкость жидкой фазы которой равна единице*). Этот параметр является обобщающим, учитывает изменение состава и свойств осадка и позволяет выбирать методы его обработки, а также осуществлять соответствующие технологические расчеты.

В табл. 6.1 приведены некоторые значения влажности и удельного сопротивления некоторых видов осадков производственных сточных вод.

Таблица 6.1.

Влажности и удельное сопротивление осадков (по И.С.Туровскому)

Осадок	Влажность, %	Удельное сопротивление, $\text{г} \cdot 10^{10}, \text{см/г}$
Шлам после нейтрализации: - травильных растворов известью; - гальванических стоков известью	63,1–89,8 95,5–97	2,9–6,5 15–45
Осадки кожевенных заводов		
Московский им. Тельмана	58,3–92,7	47–54
Кузнецовский	81,7–95,1	130–226
Осадки машиностроения		
Кузнечно-прессовый завод (Челябинск)	–	0,2–0,6
Станкостроительный завод	98,4	1,2–2,1
Механический завод	95,3–97,6	1,3–8,21
Автозавод им. Лихачева	95	5,46–17,1
Осадки ЦБП		
Производство обувного картона	98–98,5	62–75
Производство целлюлозы СФА	95–98,8	65–123

Следует учитывать, что на различных этапах очистки производственных сточных вод образуются специфические осадки, и их характеристики могут существенно различаться.

Формы связи воды с твердыми частицами влияют на выбор процессов, используемых для обработки осадков. *Влага* в осадках по степени увеличения энергии связи с твердыми частицами суспензии подразделяется на

избыточную, осмотическую, макро- и микропор, кристаллизационную и конституционную, аналогично тому, как классифицируются формы воды в горных породах и почвах. При обезвоживании и сушке осадков на каждый вид влаги затрачивается определенная удельная энергия. Химически связанная вода веществ не отделяется даже при термической сушке осадков.

Механическими методами обезвоживания осадков, а также естественной их сушкой на иловых площадках из осадков удаляется значительная часть избыточной и осмотической воды. Вода макро- и микропор удаляется выпариванием или под действием давления. Метод тепловой сушки, наиболее надежный для изучения форм связи воды с частицами твердой фазы, заключается в выявлении форм связи влаги путем снятия кривых кинетики изотермической сушки осадков.

6.2. Общие схемы и классификация методов обработки осадков

Сущность обработки осадков заключается в удовлетворении следующих требований:

- осадок не должен содержать источники вторичного загрязнения окружающей среды;
- осадок не должен содержать источники заболеваний людей и животных;
- агрегативное состояние твердых частиц осадка должно соответствовать способу и средствам его утилизации или ликвидации (в жидком, сгущенном или высушенном состоянии).

В общем случае, обработка осадков производственных сточных вод состоит из следующих стадий: *уплотнение или сгущение, стабилизация, кондиционирование, обезвоживание, обезвреживание, ликвидация, обеззараживание, утилизация.*

На рис. 6.1 показаны типовые операции, применяемые для обработки осадков производственных сточных вод.

Стадия **уплотнения** (сгущения) осадков является обязательной операцией технологии обработки осадков любого происхождения. В технологии очистки промышленных стоков используют следующие приемы уплотнения: гравитационное, флотационное, центробежное, вибрационное и фильтрационное. Иногда применяется комбинация этих способов. Эффективность и экономичность применения каждого метода зависят от конкретных свойств и состава осадка, формы связи воды и возможных последующих обработок и использования осадка.

Стабилизация осадков производится с целью предотвращения загнивания осадков для облегчения их захоронения или утилизации. Сущность процессов стабилизации заключается в изменении физико-химических характеристик, при которых происходит подавление жизнедеятельности гнилостных бактерий. Этой обработке подвергаются не все осадки промышленных сточных вод, а только те, в состав которых входит значительная часть органики.

Стабилизация осадков достигается следующими технологическими приемами:

- минерализацией органических веществ с помощью анаэробного метанового сбраживания, аэробным окислением, тепловой обработкой, биотермическим разложением и жидкофазным окислением;
- изменением рН среды путем введения щелочей (чаще всего извести);
- высушиванием осадка;
- введением ингибиторов.

В зависимости от метода обработки осадков их стабилизация может быть полной или частичной.

При выборе метода стабилизации необходимо руководствоваться следующими критериями: улучшение санитарного состояния осадка, повышение водоотдачи и улучшение технологических свойств.

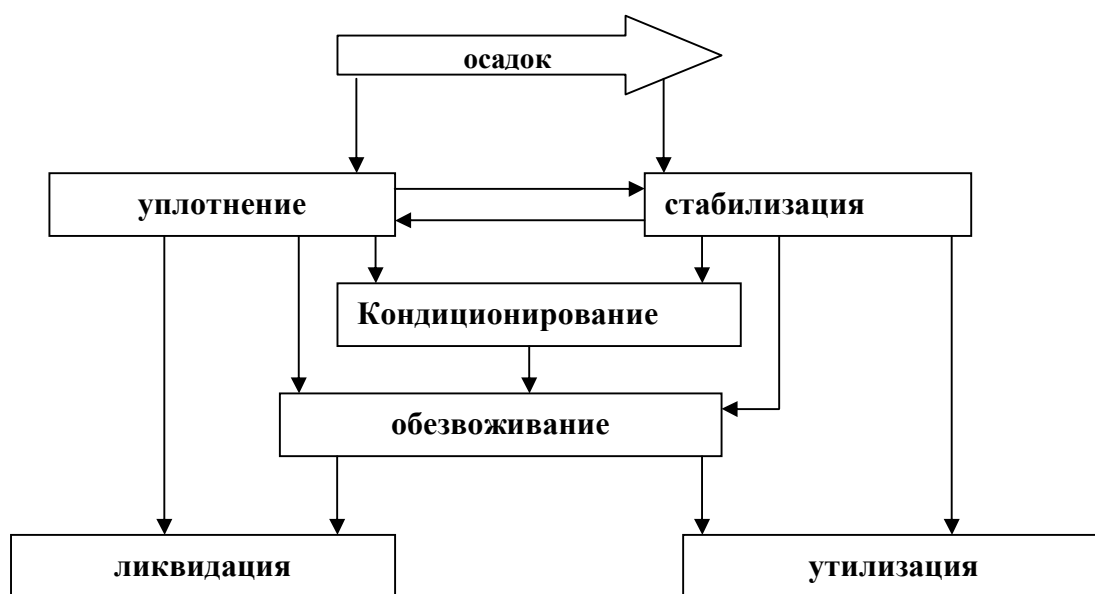


Рис. 6.1. Схема типовых процессов обработки осадков производственных сточных вод

Одним из первых приемов стабилизации может являться процесс обезвреживания и подготовки органосодержащего осадка к использованию (утилизации) в природных экологических циклах. Эти процессы приводят к минерализации органических загрязнений до незагнивающего состояния и формам, пригодным для усвоения растениями и растительными клетками и микрофлорой почвы. Как правило, такой обработке подвергаются все осадки первичных отстойников ЦСО и бытовых стоков.

Кондиционирование -- технологический прием, который обеспечивает наилучшее обезвоживание осадка. С помощью кондиционирования добиваются увеличения водоотдающих свойств осадков путем изменения их структуры и форм связи воды. Для этих процессов при обработке малозольных осадков обычно используют реагентную обработку, тепловую обработку и жидкофазное окисление; для осадков с высоким содержанием электролитов – замораживание и оттаивание, а также электрокоагуляцию.

В качестве метода кондиционирования осадков наибольшее распространение в практике получила *реагентная обработка*. Как правило, процесс кондиционирования является процессом подготовки осадка к механическому обезвоживанию. При коагуляции осадков обычно используют два или несколько реагентов, часто совместно коагулянты и флокулянты. В данном процессе могут использоваться отходы, содержащие соли многовалентных металлов (например, соли железа). Для кондиционирования осадков предприятий цветной металлургии используется только известь. Целесообразно для этих процессов использовать золу, образующуюся при регенерации извести при сжигании обезвоженных осадков.

В настоящее время перспективным методом считается *тепловая обработка*, особенно для органических осадков, имеющих зольность 30–40 %.

Следует учитывать, что при тепловой обработке до 40% сухого вещества осадка может перейти в раствор при уплотнении до влажности 92–94 % при значительном улучшении свойств осадка, в том числе и бактерицидных. Этот стерильный осадок хорошо может обезвоживаться на вакуум-фильтрах (до 65–70 %) и фильтр-прессах. Отделенная при уплотнении вода имеет высокую загрязненность по ХПК (до 10 г/л), и ее следует направлять в голову очистных сооружений. Это требует увеличения пропускной способности сооружений на 10–15 %, что необходимо предусматривать в проектных решениях. В настоящее время существует большое количество установок тепловой обработки, имеющих производительность по осадку 50–2000 м³/сут. Фирмы «Дорр-Оливер» (Германия), «Фон Ролл» (Швейцария) и др. поставляют комплексное оборудование таких установок.

Обезвоживание осадков осуществляется в условиях естественных (на иловых площадках или иловых прудах) и искусственных (на вакуум-фильтрах, фильтр-прессах, виброфильтрах и центрифугах). Заключительным этапом обезвоживания является термическая сушка. Осадки после сушки имеют влажность 5–40 %. Санитарные показатели таких осадков достаточно высоки, но они не являются полностью стерильными, хотя и не загнивают при сохранении влажности.

Для термической сушки осадков применяют барабанные, ленточные, пневматические и вальцовые сушилки, а также сушилки со взвешенным слоем и со встречными струями. Конструкции аппаратов для сушки более подробно рассмотрены в курсе «Процессы и аппараты химической технологии».

Утилизация осадков сточных вод промышленных предприятий предусматривается для извлечения и использования ценных веществ. Вопросы утилизации вторичных материалов подробно рассмотрены в главе 5 части 1 пособия по данному курсу.

Технологические схемы обработки осадков могут быть весьма разнообразны, причем общее количество всех возможных вариантов может достигать нескольких сотен.

Для **инертных осадков** возможны следующие технологические схемы:

- уплотнение ⇒ кондиционирование ⇒ обезвоживание ⇒ утилизация
- уплотнение ⇒ стабилизация ⇒ обезвоживание ⇒ утилизация
- уплотнение ⇒ стабилизация ⇒ утилизация и другие варианты.

Для **токсичных осадков** возможны схемы:

- уплотнение ⇒ кондиционирование ⇒ обезвоживание ⇒ ликвидация
- уплотнение ⇒ ликвидация
- уплотнение ⇒ кондиционирование ⇒ обезвоживание ⇒ утилизация.

Выбор оптимальной технологической схемы обработки осадков производственных сточных вод зависит от многих факторов: свойств осадков, их количества, климатических условий, наличия земельных площадей и полигонов для захоронения, условий расположения предприятия и экологической ситуации в районе. Для окончательного выбора схемы необходимы тщательное технико-экономическое обоснование и заключение экологической экспертизы.

Контрольные вопросы для самоподготовки:

1. Назовите основные параметры, характеризующие свойства осадков.
2. Какие виды осадков образуются при очистке сточных вод?
3. Назовите основные способы обработки осадков сточных вод. Охарактеризуйте их.
4. Приведите основные решения по обработке осадков сточных вод.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Сводные таблицы представления баланса водопотребления и водоотведения предприятия

Форма 1

Использование воды в продукции

№ П/П	Наименование корпуса, цеха, участка	Источник водоснабжения (горводопровод, арт. скважина, водоем, проч.)	Вид продукции	Количество выпускаемой продукции ед. изм. т/год	Норма расхода воды на ед. продукции, м ³ /ед. пр-ции	Количество потребляемой воды, м ³ /год	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8

Итого: по водопотреблению _____ м³/год или _____ м³/кал.сут

Системы оборотного водоснабжения

Характеристика системы оборотного водоснабжения							Характеристика подключенного к системе оборудования								
№ п/п	Мощность системы, м ³ /год	Состав оборудования	Характеристика оборудования	Источник водоснабжения	Потери, м ³ /год	Режим работы, дни/год	Наименование корпуса, цеха, участка, технол. процесса	Состав оборудования, подключенного к системе	Кол-во единиц оборудования	Норма на единицу оборудования	Число часов работы в сутки	Расход, м ³ /год	Потери, м ³ /год	Режим работы, дни/год	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Подпитка из горводопровода _____ м³/год или _____ м³/кал.сут
 “ технической водой _____ м³/год или _____ м³/кал.сут
 “ повторно используемой водой _____ м³/год или _____ м³/кал.сут

Расшифровка производственно-загрязненных сточных вод

Наименование корпуса, цеха, участка, сменность	Источник водоснабжения	Наименование технологического процесса, оборудования	Кол-во потребляемой воды, м ³ /год	Кол-во единиц оборудования, раб. рез.	Норма расхода воды на ед. оборуд м ³ /ч	Кол-во часов работы оборудования, ч/сут	Кол-во дней работы оборудования, в год	Кол-во сбрасываемой воды, м ³ /год	Характеристика сточных вод	Куда направ. сточные воды (№ выпуска, ОС)	Кол-во воды, повторно используемой, м ³ /год	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Итого: по водопотреблению _____ м³/год или _____ м³/кал.сут
 по водоотведению _____ м³/год или _____ м³/кал.сут, в т.ч. по выпускам:

Расшифровка условно-чистых вод

№ п/п	Наименование корпуса, цеха, участка, сменность	Источник водоснабжения	Наимен. технол. процесса, оборудования	Кол-во потребляемой воды, м ³ /год	Кол-во дней работы в году	Кол-во единиц оборудования, раб. рез.	Норма на ед. оборудования, м ³ /ч	Режим работы оборудования, ч/сут	Цель и характер использования воды	Кол-во сбрасываемой воды, м ³ /год	Куда направляются сточные воды (№ выпуска)	Кол-во воды, повторно используемой, м ³ /год	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Итого: по водопотреблению _____ м³/год или _____ м³/кал.сут
 по водоотведению _____ м³/год или _____ м³/кал.сут в т.ч. по выпускам:

Использование воды на хозяйственно-бытовые нужды

№ п/п	Наименование цеха, участка, сменность	Общее водопотребление, м ³ /год	Кол-во рабо-чих дней	В том числе									Общее водоотведение, м ³ /год	Куда направляются сточные воды (№ выпуска)	
				на хозяйственно-питьевые нужды			душевые			мытьё полов административных и бытовых помещений					
				число работающих, чел.	норма водопотребления на 1 чел.	расход м ³ /сут	число работающих, пользующихся душем, чел., или число душевых сеток, шт.	норма водопотребления на 1 чел., или на 1 душевую сетку, л	Расход, м ³ /сут	площадь, м ²	норма, л/м ²	расход м ³ /сут			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	

Итого: по водопотреблению _____ м³/год или _____ м³/кал.сут
 по водоотведению _____ м³/год или _____ м³/кал.сут, в т.ч. по выпускам:

Использование воды на хозяйственно-бытовые нужды

№ п/п	Общее водопотребление, м ³ /год	Кол-во рабочих дней в году	В том числе									Общее водоотведение, м ³ /год	Куда направляются сточные воды (№ выпуска)
			столовая			жилые дома и общежития			поливка территории				
			кол-во блюд	норма на 1 блюдо, л	расход, м ³ /сут	кол-во жителей, чел	норма на 1 чел., л	расход, м ³ /сут	площадь, м ²	норма, л/м ²	расход с учетом сезонности, м ³ /сут		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Итого: по водопотреблению _____ м³/год или _____ м³/кал.сут
 по водоотведению _____ м³/год или _____ м³/кал.сут, в т.ч. по выпускам:

Расчет объемов поверхностного (дождевого, талого, инфильтрационного) стока в системы коммунальной канализации Санкт-Петербурга

Таблица П 2.1

Расчет средневзвешенного коэффициента стока за теплый период года (Ψ_{cp})

№ п/п	Род поверхности	Площадь стока F_i , га	Коэффициент стока, ψ_i	$F_i \psi_i$ (гр.3 x гр.4)	Примечание
1	2	3	4	5	6
1	Кровля		0,6		Данные по площадям предоставляет Абонент
2	Асфальтобетонные покрытия		0,6		
3	Брусчатые и булыжные мостовые		0,4		
4	Грунтовые покрытия		0,16		
5	Газоны		0,1		
$F = \Sigma F_i$			$\Sigma F_i \psi_i$		

$$\Psi_{cp} = \frac{\Sigma F_i \psi_i}{\Sigma F_i}$$

Таблица П. 2.2

Расчет объема поверхностного стока за год ($W_{год}$) и определение константы для расчета фактического объема поверхностного стока по официальным данным (η)

№ п/п	Вид стока	H, мм	F, га	α^*	Ψ_{cp}	K_y^{**}	η^{***}	$W,^{****}$ м ³ /год	$W_{м,}$ м ³ /мес	$W_{с,}$ м ³ /сут
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Дождевой (4-10 месяцы)	468		—		—				
2	Талый (1-3, 11-12 месяцы)	252		—	0,7	0,8				
3	Инфильтрационный	720		3,98		—				
Итого										

* α - отношение величины годового инфильтрационного стока ($\text{м}^3/\text{га}$) к среднегодовому количеству выпадающих атмосферных осадков по Санкт-Петербургу; $\alpha = 3.98$

** K_y - коэффициент, учитывающий уборку и частичный вывоз снега

$K_y = 0,5$ - принимается для абонентов, предметом деятельности которых является уборка территорий, находящихся в собственности Санкт-Петербурга

$K_y = 0,8$ - для прочих абонентов

*** $\eta_d = 10 F \Psi_{cp}$

$\eta_T = 10 F \Psi_T K_y$

$\eta_n = \alpha F$

**** $W_d = 10 H_d F \Psi_{cp}$

$W_T = 10 H_T F \Psi_T K_y$

$W_n = \alpha H F$

**Расчет объемов организованного дренажного стока
в системы коммунальной канализации Санкт-Петербурга
Исходные данные для расчета ***

Параметр	Обозначение	Ед.изм.	Значение
Мощность водоносного горизонта	M	м	
Глубина залегания грунтовых вод	m	м	
Коэффициент фильтрации	K	м/сут	
Вид грунта над первым водоупорным слоем	—	—	
Длина (радиус) влияния дрены	R	м	
Длина дрены	L	м	Данные предоставляет Абонент
Ширина дрены (диаметр дренажной трубы)	b	м	Данные предоставляет Абонент
Глубина заложения дренажа	A	м	Данные предоставляет Абонент

* Расчет произведен для самотечного вида дренажа горизонтального типа; глубина воды в дрене принимается равной нулю ($h=0$); приток воды к дрене - симметричный; длина (радиус) влияния дрены определена условно на основании табличных данных.

Площадь дренируемой территории _____ м².

Дренажная система объекта имеет совершенный тип.

Расчет объема водопритоков к дренажным сооружениям производится по формуле Дюпюи:

$$Q = \frac{L \cdot K \cdot H^2}{R} \quad \text{м}^3/\text{сут.}$$

где H – толщина пласта грунта, м.

Объем организованного дренажного стока в системы коммунальной канализации

Санкт-Петербурга: $Q = \text{_____} \text{ м}^3/\text{сут}$

Требования к качеству оборотной воды для машиностроительных предприятий

Показатель	Вода I категории, используемая для охлаждения в теплообменных аппаратах		Вода, используемая в качестве транспортирующей, поглощающей, экстрагирующей и др. сред	
	охлаждение без огневого нагрева поверхности аппарата	охлаждение с огневым нагревом поверхности аппарата	II категории без нагрева (гидрозолоудаление, обогащение и др.)	III категории с нагревом (улавливание и очистка газов, гашение кокса и др.)
Температура, °С	Определяется в зависимости технологического процесса			
Взвешенные вещества, мг/л	До 50	До 20	При гравитации – до 10000 При флотации – до 200	
Эфирорастворимые, мг/л	До 20	До 10	Не нормируется	
Запах, баллы	До 3	До 3	До 3	До 4
рН	6,5-8,5	6,5-8,5	Не нормируется	6,5-9
Жесткость, мг-эquiv/л - общая - карбонатная	50 До 3,5	- До 2,5	- Не нормируется	- При очистке газов необходима обработка воды
Щелочность общая, мг-эquiv/л	Не более 4	Не более 3	То же	Необходима обработка воды
Общее солесодержание, мг/л	До 2000	До 800	- « -	Не нормируется
Содержание, мг/л СГ SO ₄ ²⁻ Fe _{общ}	До 350 До 500 1-4	До 150 До 25 0,5-1	-«- -«- -«-	То же -«- -«-
Окисляемость перманганатная мгO ₂ /л	До 20	До 20	При отстаивании не нормируется При флотации -10	-«-
ХПК, мгO ₂ /л	До 200	-	Не нормируется	-«-
БПК ₅ , мгO ₂ /л	15-20	-	то же	-«-
Биогенные вещества в подпитывающей воде, мг/л: Азот общий Фосфор (в пересчете на P ₂ O ₅)	150 5	150 -	-«- -«-	-«- -«-

Приложения 5-7 используются для выполнения контрольных работ студентами заочной формы обучения и курсовых работ студентами всех форм обучения.

Приложение 5

Допустимая концентрации отдельных веществ в сточных водах при поступлении на сооружения биологической очистки

Наименование вещества	Допустимая концентрации, мг/л	Степень удаления в процессе биологической очистки, %
1. Нефть и нефтепродукты	25	85–90
2. Синтетические ПАВ* <i>Биологически мягкие (способные к окислению):</i>		
Анионные	20	80
Неионогенные	50	90
<i>Промежуточные ПАВ:</i>		
Анионные	20	60
Неионогенные	20	75
3. Формальдегид	25	80
4. Сульфиды	1	99,5
5. Медь	0,5	80
6. Никель	0,5	50
7. Кадмий	0,1	60
8. Хром (III)	2,5	80
9. Цинк	1	70
10. Сернистые красители	25	90
11. Синтетические (активные, дисперсные, кислотные, прямые, металлосодержащие) красители	25	70
12. Мышьяк	0,1	50
13. Цианиды (за исключением ферроцианидов)	1,5	–
14. Ртуть	0,005	–
15. Свинец	0,1	50
16. Кобальт	1	50

* При наличии в стоках смеси анионных и неионогенных ПАВ общая концентрация их не должна превышать 20 мг/л.

Расчет основных загрязнений сточных вод предприятий целлюлозно-бумажной промышленности по ведомственным строительным нормам (ВСН 13-84)

1. Количество и характеристику сточных вод надлежит принимать в соответствии с технической частью проекта предприятия. Ориентировочно эти характеристики можно принимать на основании действующих «Технологических и укрупненных норм водопотребления и водоотведения при производстве основных видов продукции ЦБП».

2. Величину БПК₅ (S) сточных вод, образующихся при производстве сульфитной и сульфатной целлюлозы из хвойных и лиственных пород древесины с регенерацией химикатов, следует определять по формуле

$$S=L \cdot (1-0,01C), \text{ кг/ т в.с. целлюлозы,}$$

где

C – степень использования отобранного щелока принимается на 1,5–3,0 % меньше степени отбора щелока;

L – величина БПК₅ всего отобранного сульфитного или черного щелока после варки в зависимости от выхода целлюлозы вычисляется по формуле

$$L= a + bx, \quad \text{кг/т в.с. целлюлозы,}$$

где

x – выход целлюлозы в % от а.с.древесины; а и b – значения коэффициентов, приведенных в табл. П 6.1

Таблица П 6.1

Коэффициенты для расчета показателей отработанных сульфатных и сульфитных щелоков на натриевом основании

Способ варки	Порода древесины	Интервал выходов, % от а.с. древесины, x	Значение коэффициентов	
			a	b
Кислая сульфитная	Ель	45,0–54,0	750,5	–10,8
	Береза	45,0–54,0	764,2	–10,5
Двухступенчатая бисульфит-сульфитная	Ель	52,0–60,0	532,0	–7,0
	Береза	52,0–60,0	548,5	–7,1
Бисульфитная	Ель	52,0–60,0	503,3	–6,8
	Береза	52,0–60,0	608,0	–8,0
Сульфатная	Сосна	42,6–55,1	380,2	–2,97
	Береза	49,2–53,0	230,0	–

3. Для ориентировочного расчета загрязнений сточных вод, образующихся при производстве небеленой сульфитной целлюлозы на других основаниях и сульфатной в интервале выходов, не отраженных в табл. П 6.1, величина БПК₅ в сточной воде рассчитывается по формуле

$$L=250 \cdot (100/a-1) \cdot (1-0,01 \cdot C) \cdot W \cdot K \cdot П, \text{ кг/т в.с. целлюлозы}$$

где

250 – БПК₅ щелока, образующегося при варке 1 т целлюлозы из хвойных пород древесины (выход 50 %), кг;

a – выход целлюлозы, %;

C – степень использования щелока, %; с регенерацией химикатов величина принимается равной на 1,5–3,0 % меньше степени отбора щелока;

W – 0,88 – коэффициент, учитывающий влажность вырабатываемой целлюлозы;

K – коэффициент, учитывающий способ производства; для сульфитной целлюлозы на кальциевом основании K = 1,0; для сульфатной K = 1,12;

П – коэффициент, учитывающий породный состав перерабатываемой древесины; для хвойных П = 1,0; для лиственных в зависимости от пород до 1,3.

4. Дополнительно принимается БПК₅ на каждую тонну в.с. целлюлозы:

- от конденсатов варочного цеха сульфатцеллюлозного производства
 - при периодической варке – 7,0 кг/т;
 - при непрерывной варке – 5,0 кг/т;
- при удалении метанола методом ректификации БПК₅ конденсатов уменьшается на 85 %;
- от конденсатов выпарного цеха
 - при периодической варке – 6,0 кг/т;
 - при непрерывной варке – 9,0 кг/т;
- то же, при отгоне метанола ректификацией – 2,0 кг/т;
- от конденсатов выпарки сульфитных щелоков – 35 кг/т;
- то же, при производстве вискозной целлюлозы – 50 кг/т;
- при нейтрализации сульфитных щелоков перед выпариванием БПК₅ конденсатов снижается на 55 %;
- последрожжевой бражки при получении спирта и дрожжей – 60 кг/т;
- от конденсатов выпарки последрожжевой бражки – 15 кг/т.

БПК₅ стоков, образующихся при отбелке целлюлозы :

- сульфатной полубеленой – 13 кг/т;
- сульфатной и хвойных пород для бумаги – 15 кг/т;
- то же, лиственных пород древесины – 19 кг/т;
- сульфитной из хвойных пород древесины для бумаг – 21 кг/т;

- то же, вискозной с облагораживанием – 70 кг/т;
- то же, вискозной без облагораживания – 55 кг/т;
- при отбелке по схеме: К-Х-Щ-Д-Щ-Д с использованием не менее 80 % стоков кислородно-щелочной ступени для противоточной промывки целлюлозы – 14 кг/т.

БПК₅ стоков, образующихся при сушке целлюлозы:

- сульфатной небеленой – 2,5 кг/т;
- сульфатной и сульфитной беленой, а также вискозной – 1,5 кг/т.

БПК₅ стоков, образующихся при производстве бумаги и картона, без учета производства полуфабрикатов, следует принимать:

- газетной бумаги – 2,2 кг/т;
- писчей бумаги № 1 и № 2 – 1,5 кг/т;
- печатной бумаги №1 – 1,3 кг/т;
- печатной бумаги № 2 – 1,5 кг/т;
- мешочной и оберточной из небеленой целлюлозы – 8 кг/т;
- оберточной из беленой целлюлозы – 2,8 кг/т;
- бумага-основа для гофрирования:
 - из сульфатной целлюлозы – 5 кг/т;
 - из полуцеллюлозы – 8 кг/т;
- тарного картона марки К- 10 кг/т;
- коробочного картона марки А – 20 кг/т;
- картон из 100 % макулатуры – 12 кг/т;
- бумага санитарная и оберточная марки Е из макулатуры – 9 кг/т.

При производстве бумаги и картона на каждый кг потери крахмала в канализацию БПК₅ стоков увеличивается на 1 кг.

БПК₅ стоков, образующихся при производстве древесной массы, следует принимать:

- для беленой – 10 кг/т;
- для термомеханической – 33 кг/т;
- для химической термомеханической массы (ХТММ) с расходом Na₂SO₄ 14–17 % – 73 кг/т;
- для ХТММ с расходом Na₂SO₄ 2–4 % – 55 кг/т.

БПК₅ стоков, образующихся при окорке, следует принимать:

- для хвойных пород древесины – 0,6 кг/ пл. м³;
- для лиственных пород древесины 0,8 кг/ пл. м³.

Примечание.

При выработке других видов продукции загрязнения по БПК₅ должны приниматься по рекомендациям научно-исследовательских организаций.

5. Количество специфических загрязнений в конденсатах варочного и выпарного цехов сульфатно-целлюлозного производства следует принимать по табл. П 6.2.

Таблица П 6.2

Удельное количество специфических загрязнений в конденсатах варочного и выпарного цехов сульфатно-целлюлозного производства

Наименование показателей компонентов дурнопахнущих конденсатов варки	Исходное количество компонентов в конденсатах, кг/т		Коэффициент пересчета легколетучего сульфидного соединения в серу	Эквивалентное количество серы, кг/т	
	варка периодическая	варка непрерывная		варка периодическая	варка непрерывная
Сероводород (H ₂ S)	0,12	0,08	0,941	0,1129	0,0753
Метилмеркаптан (CH ₃ SH)	0,09	0,16	0,667	0,0600	0,1067
Диметилсульфид ((CH ₃) ₂ S)	0,40	0,17	0,516	0,2064	0,0877
Диметилдисульфид ((CH ₃) ₂ S ₂)	0,09	0,09	0,681	0,0613	0,0613
Метанол (CH ₃ OH)	9,10	3,1	–	–	–
Этанол (C ₂ H ₅ OH)	0,75	0,6	–	–	–

6. Количество взвешенных веществ в сточных водах целлюлозного и картонно-бумажного производства принимают, исходя из промывок волокна и наполнителей на основе действующих норм с коэффициентом запаса 1,5, который учитывает возможные отклонения работы оборудования предприятий от проектных режимов.

7. Выбор оптимальной схемы канализации предприятия, методов и глубины очистки стоков должен производиться на основе технико-экономического сравнения вариантов в зависимости от конкретных условий проектируемого предприятия и требований действующих «Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами».

8. В составе очистных сооружений должны предусматриваться устройства:

- для равномерного распределения сточных вод между отдельными сооружениями;
- для автономного выключения из работы, опорожнения и промывки отдельных сооружений, секций и трубопроводов для их обслуживания;
- для замеров количеств сточной жидкости, осадков, возвратного и избыточного ила, расходов воды, воздуха, пара и т.д.;

- для возможного отбора и возврата очищенной воды и осадков в производство, а также отбора проб на анализы;
- для отведения сточных вод.

9. За расчетный расход сточных вод следует принимать среднечасовой приток в течение суток, а при коэффициенте неравномерности более 1,25 – усредненный расход между максимальным и среднечасовым расходом воды от всех цехов производства. Для возможной интенсификации работы очистных сооружений лотки и трубопроводы, а также основные технологические каналы на очистной станции следует рассчитывать на максимальный секундный расход воды.

Примечание. Для выполнения контрольных и курсовых работ нормы водопотребления и водоотведения в целлюлозно-бумажной промышленности можно принимать согласно учебнику "Очистка и рекуперация промышленных выбросов" / под ред. В.Ф. Максимова, И.В.Вольфа. М.: Лесная пром-ть, 1989.

Пример расчета материального баланса оборотного водопользования

Определить максимальную концентрацию солей в воде продувки после обессоливания ее для возврата в цикл водопользования и поддержания постоянного расхода и солесодержания в нем.

В цикле оборотного водопотребления используется $10000 \text{ м}^3/\text{ч}$ воды. Концентрация солей на входе по требованиям ТУ не должна превышать 800 мг/л . Потери воды при различных циклах производства составляют $1,5$ и $0,5$ %. Величина продувки замкнутого цикла составляет $0,5$ %. В систему добавляется сточная вода производства с концентрацией солей 2 г/л . Для стабилизации расхода добавляется свежая вода из природного источника с концентрацией солей 200 мг/л .

Для расчета материального баланса составляется балансовая схема водопользования предприятия (рис. П 7.1).

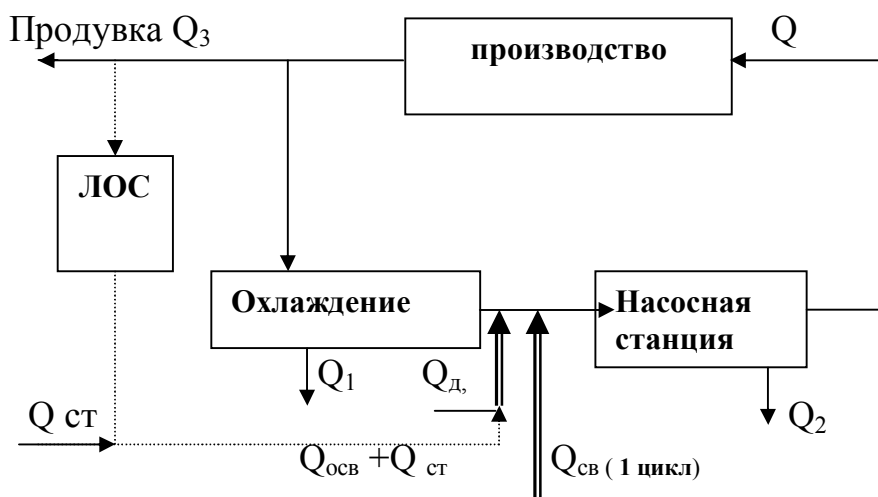


Рис. П 7.1. Расчетная балансовая схема водопользования

Допустимая концентрация солей в добавленной в систему воде, сформированной из расходов очищенной продувочной, свежей и сточной воды, должна составить

$C_o = C_{пр} (p_2 + p_3) / (p_1 + p_2 + p_3)$, где p_1, p_2, p_3 – относительные величины потерь воды в долях $p_1 = Q_1 / Q$, $p_2 = Q_2 / Q$, $p_3 = Q_3 / Q$;

$C_o = 800(0,5 + 0,5) / (1,5 + 0,5 + 0,5) = 320 \text{ мг/л}$.

Расход Q_d добавленной воды в оборотную систему для компенсации потерь составит

$$Q_d + Q_{ст} = Q_1 + Q_2 + Q_3;$$

$$Q_d = (0,015 + 0,005 + 0,005) 10000 - 10 = 240 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Находим количество свежей воды из природного источника водоснабжения в компенсирующем расходе:

$$Q_{\text{д}} = Q_3 + Q_{\text{св}} ;$$
$$Q_{\text{св}} = 240 - 0,005 \cdot 10000 = 190 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Возможная концентрация солей в добавляемой воде $C_{\text{д}}$, компенсирующей потери может быть определена из соотношения

$$Q_{\text{д}} C_{\text{д}} + Q_{\text{ст}} C_{\text{ст}} = C_0 (Q_{\text{д}} + Q_{\text{ст}});$$

$$C_{\text{д}} = \frac{320 \cdot (240 + 10) - 10 \cdot 2000}{240} = 250 \text{ мг/л}.$$

Концентрация солей в очищенной продувочной воде, добавляемой в систему водоснабжения, может быть рассчитана из соотношения

$$Q_{\text{д}} C_{\text{д}} = Q_3 C_3 + Q_{\text{св}} C_{\text{св}};$$

$$C_3 = \frac{240 \cdot 250 - 190 \cdot 200}{50} = 440 \text{ мг/л}.$$

Таким образом, в бессточной замкнутой системе стабилизация воды осуществляется выводом $50 \text{ м}^3/\text{ч}$ оборотной воды с концентрацией солей 800 мг/л , а для корректировки минерального состава оборотной воды требуется очистка на ЛОС до солесодержания воды на выходе 440 мг/л с последующим возвратом ее в цикл вместе со свежей подпиточной водой и сточной водой производства.

Библиографический список

Мазур И.И., Молдованов О.И. Курс инженерной экологии: учебник для вузов/ под ред. И.И.Мазура. – М.: Высшая школа, 1999. – 447 с.

Яковлев С.В., Каврелин Я.А., Ласков Ю.М., Воронов Ю.В. Водоотводящие системы промышленных предприятий: учебник для вузов/ под ред. С.В. Яковлева – М.: Стройиздат, 1990. – 511 с.

Очистка и рекуперация промышленных выбросов / под ред. В.Ф. Максимова, И.В.Вольфа. – М.: Лесная пром-ть, 1989. – 407 с.

Макаров В.М., Беличенко Ю.П., Галустов В.С., Чуфаровский А.И. Рациональное использование и очистка воды на машиностроительных предприятиях –М.: Машиностроение, 1988. – 272 с.

Родионов А.И., Кузнецов Ю.П., Зенков В.В., Соловьев Г.С. Оборудование, сооружения, основы проектирования химико-технологических процессов защиты биосферы от промышленных выбросов: учебное пособие для вузов –М.: Химия, 1985. – 352 с.

Когановский А.М., Клименко Н.А., Левченко Т.М. и др. Очистка и использование сточных вод в промышленном водоснабжении. – М.: Химия, 1983. – 228 с.

Никитин Я.В., Поляков С.И. Использование воды на целлюлозно-бумажных предприятиях. – М.: Лесная. пром-ть. – 208 с.

Романов Г.А., Семенов В.П. Механическая очистка сточных вод целлюлозно-бумажных предприятий. – М.: Лесн. пром-ть. 1985. –112 с.

Проект «Обоснование инвестиций. Завод по производству ХТММ» Т. 2. – СПб.: ЗАО «ХГИ ПС» 2005. – 450 с.

Проект (технико-экономическое обоснование) нового строительства Юго-Западной ТЭЦ / СевЗапНТЦ. – СПб., 2005. – 280 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр
Введение	3
1. Водное хозяйство промышленных предприятий	–
1.1. Использование воды на промышленном предприятии и очистка сточных вод. Общие положения	–
1.2. Схемы водообеспечения и водоотведения промышленных предприятий	7
1.3. Понятие экологической паспортизации	10
1.4. Баланс водопотребления и водоотведения	14
1.5. Показатели эффективности использования воды на предприятии	16
2. Основные схемы производства, использования воды и очистки стоков при деревообработке	18
2.1. Сырье деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности	–
2.2. Деревообрабатывающие производства	20
2.3. Блок-схема производства фанеры и слоистых пластиков	24
2.4. Производство древесно-волоконистых плит	26
2.5. Мебельное производство	30
3. Использование воды на целлюлозно-бумажных предприятиях и основные технологические схемы очистки стоков	32
3.1. Производство древесной массы	–
3.2. Современные системы водопользования на целлюлозных заводах	39
3.3. Сульфитное производство	44
3.4. Локальная очистка сточных вод ЦБП	46
3.5. Централизованная очистка сточных вод ЦБП	48
3.6. Производство бумаги и картона	52
3.7. Сточные воды картонно- бумажных предприятий	54
4. Использование воды и схемы очистки стоков в машиностроении	56
4.1. Структура машиностроительных предприятий	–
4.2. Схема водопотребления и водоотведения машиностроительного предприятия	59
4.3. Обратная система грязевого цикла машиностроительных предприятий	61
4.4. Система очистки сточных вод для установок газоочистки машиностроительных предприятий	62
4.5. Нефтедержащие сточные воды машиностроительных предприятий	63
4.5.1. Системы очистки сточных вод от нефтепродуктов	64
4.6. Обработка смазочно-охлаждающих жидкостей	66

4.7. Гальваническое производство, использование и очистка воды	68
4.7.1. Очистка хромсодержащих стоков	72
4.7.2. Обезвреживание цианидсодержащих стоков	75
4.7.3. Система реагентного обезвреживания стоков	76
5. Система водоснабжения и водоотведения энергетических объектов	78
6. Обработка осадков производственных сточных вод	84
6.1. Состав и свойства осадков	–
6.2. Общие схемы и классификация методов обработки осадков	86
ПРИЛОЖЕНИЯ	90
Приложение 1. Сводные таблицы представления баланса водопотребления и водоотведения предприятия	–
Приложение 2. Расчет объемов поверхностного (дождевого, талого, инфильтрационного) стока в системы коммунальной канализации Санкт-Петербурга	94
Приложение 3. Расчет объемов организованного дренажного стока в системы коммунальной канализации Санкт-Петербурга	96
Приложение 4. Требования к качеству оборотной воды для машиностроительных предприятий	97
Приложение 5. Допустимая концентрации отдельных веществ в сточных водах при поступлении на сооружения биологической очистки	98
Приложение 6. Расчет основных загрязнений сточных вод предприятий целлюлозно-бумажной промышленности по ведомственным строительным нормам (ВСН 13-84)	99
Приложение 7. Пример расчета материального баланса оборотного водопользования	104
Библиографический список	106

Учебное издание

Дягилева Алла Борисовна
Лоренцсон Александр Валентинович
Чернобережский Юрий Митрофанович

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

Часть 2

Учебное пособие

Редактор и корректор Н.П. Новикова

Техн. редактор Л.Я. Титова

Темплан 2010 г., поз. 124/4

Подп. к печати 01.10.2012 г. Формат 60×84/16. Бумага тип № 1.

Печать офсетная. 7,0 уч.-изд.л.; 7,0 усл. печ. л. Тираж 100 экз.

Изд № 124/4. Цена "С". Заказ

Ризограф Санкт-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров, 198095, СПб., ул. Ивана Черных, 4.