

УДК 67.067  
ГРНТИ 70.25.01 70.25.09 70.25.12

## ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ЛЕСОХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

**Федотова Юлия Викторовна**

*Студент магистратуры*

*«Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет  
им. С.М. Кирова»*

*г. Санкт-Петербург.*

*Научный руководитель: Спицын Андрей Александрович  
доцент, кандидат технических наук.*

### АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены источники загрязнений, характеристики и состав сточных вод заводов по производству древесного угля. Проанализированы объёмы спускаемых стоков этих производств. Указаны преимущества оборотного водоснабжения лесохимических предприятий такие как: меньший среднегодовой расход воды на тонну готовой продукции; меньшее значение сбрасываемых стоков на тонну готового угля; невысокие суммарными потерями воды. Разобраны основные этапы очистки производственных вод и пути уменьшения их количества. Рассмотрены две принципиальные схемы станций биологической очистки стоков заводов пиролиза древесины. Предложены пути решения совместной водоочистки хозяйственно-фекальных и производственных сточных вод.

### ABSTRACT

The amount of water pollution were studied. The advantages of recycled water supply to chemical plants are lower average annual water consumption per ton of finished products, lower value of discharged reserves per tonne of finished charcoal and low total water loss. The main stages of industrial water treatment and ways to reduce their quantity were investigated. The consideration is represented of two technological scheme of biological treatment plants for wood pyrolysis plants. Ways of solving the joint water treatment of economic and fecal and industrial wastewater were proposed.

**Ключевые слова:** лесохимические производства, пиролиз, очистка, сточные воды, древесный уголь.

**Key words:** forest chemical production, pyrolysis, water treatment, waste water, wood charcoal.

### Введение

Улучшение качества природных источников пресной воды путём снижения загрязнённости промышленных сточных вод — одна из самых актуальных проблем современности.

Как и любая химическая промышленность, в том числе и производство древесного угля, сопровождается потреблением воды в технологических процессах, что приводит к образованию стоков и необходимости их очистки.

Сточные воды заводов пиролиза древесины обладают высокой концентрацией загрязняющих веществ — фенолов и их эфиров, кислот, спиртов, фурфурола и других соединений, образующихся при пиролизе древесины [1][2].

Выбор эффективной схемы очистного сооружения способствует резкому снижению

загрязнённости сточных вод и кратности их разбавления. Повторное использование вод производства в оборотных системах позволит сократить объёмы сбрасываемых стоков.

### Основная часть

Одним из источников сточных вод лесохимической промышленности является вода, содержащаяся непосредственно в древесине перед химической обработкой или образующаяся в процессе химических превращений. Высокий процент сточных вод составляют конденсат острого пара и вводимая в процесс вода, применяемые в ряде химических процессов.

В зависимости от целевого назначения воды образуются различные стоки по своему составу и свойствам (рис. 1) [3] [4].

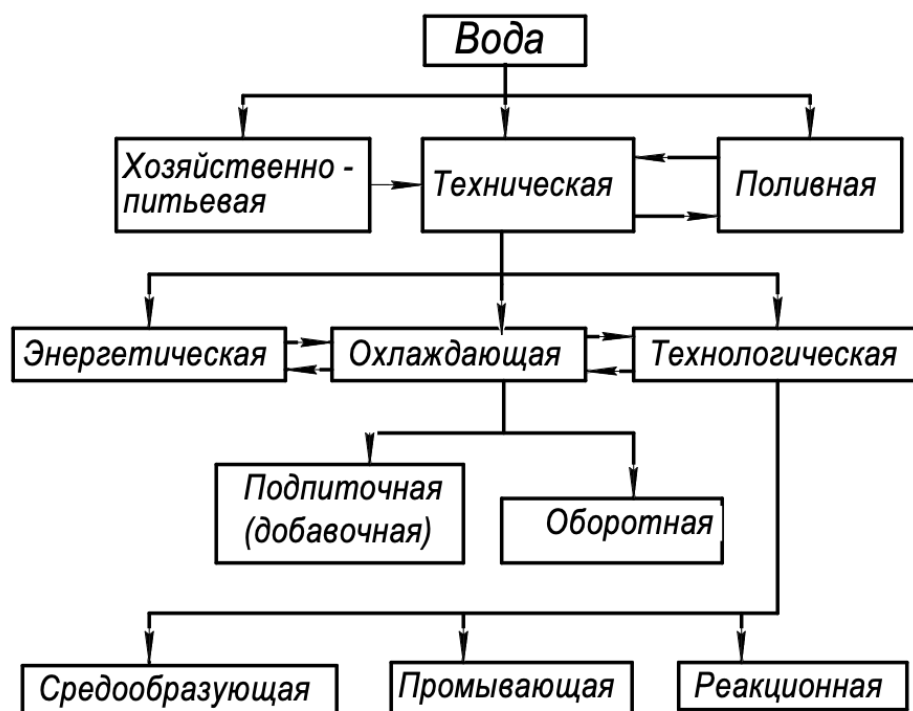


Рис. 1: Классификация воды по целевому назначению

К стокам лесохимической промышленности относят и кубовые остатки, состоящие в основном из органических соединений различной структуры, содержащие малое количество воды.

Для определения загрязнённости сточных вод лесохимического предприятия и водоёма, в который эти стоки поступают, рекомендуют определять:

- реакцию водной среды;
- прозрачность;
- содержание растворённого кислорода;
- БПК;
- содержание грубодисперсных веществ;
- запах;
- окраску воды;
- содержание фенолов;
- содержание сульфатов;
- содержание осадка;
- содержание всплывных веществ;
- содержание сухого и прокалённого остатка;

- содержание меди;
- окисляемость [5].

Спуск сточных вод лесохимического предприятия регламентируется требованиями, предъявляемыми к свойствам и химическому составу воды непосредственно у места спуска воды в соответствии с СанПин 2.1.5.980-00 и с учётом класса водопользования данного водоёма.

При пиролизе древесины в аппаратах периодического действия начальные погоны (жижка) содержат недостаточное количество ценных химических продуктов, что делает их нерентабельными для переработки, что приводит к сбросу их в канализацию или в атмосферу при отсутствии конденсирования. При ежемесячной чистке конденсаторов в канализацию поступают загрязнённые промывные воды.

Санитарно-химические показатели загрязнённости стоков заводов пиролиза в аппаратах периодического действия указаны в таб. 1 [6][7].

Табл. 1

**Санитарно-химические показатели грязных стоков, образующихся при пиролизе древесины в периодически действующих ретортах**

Критерий оценки	Стоки предприятия	
	Слабая жижка	Промывная вода охлаждающей аппаратуры
Температура, °С	20—25	20—25
Цветность	Красно-коричневая жидкость	Отсутствует
Запах	Резко смоляной	Отсутствует
pH	4,8—6,8	6,8—7
Окисляемость по йоду, мг $O_2$ /л	47420	Отсутствует
БПК <sub>полн</sub> , мг $O_2$ /л	20460	20,4
ХПК, мг $O_2$ /л	2200—2530	78
Содержание, мг/л:		
Летучих фенолов (в пересчёте на фенол)	1624—2012	146—1022
Бромирующихся веществ (в пересчёте на фенол)	5870	Отсутствует
Метанола	2800—2700	570
Летучих кислот (в пересчёте на уксусную кислоту)	10700	Отсутствует
Взвешенных веществ	40—66	12—320
Сухого остатка:		
Общего	2430—3100	1203—1342
После прокалки	330—558	799—909

При пиролизе древесины непрерывного действия слабой жижки не образуется, но в канализацию сбрасывают кубовые остатки, формирующиеся при переработке жидких продуктов пиролиза различными способами с получением товарной продукции. Такие кубовые остатки обладают непостоянным составом и образуются в разном объёме в зависимости от исходного сырья и получаемого продукта.

В табл. 2 указаны меры водопотребления и отведения стоков заводов пиролиза на 1 т готового древесного угля [8].

Проанализировав данные, указанные в табл. 2, можно сделать вывод, что оборотные схемы водоснабжения обладают рядом преимуществ: характеризуются меньшим среднегодовым расходом воды на тонну готовой продукции, при этом 88,5% от суммарного объёма расходуемой воды находится в цикле; обладают меньшим значением сбрасываемых стоков на тонну готового угля; отличаются невысокими суммарными потерями воды. Но, количество производственных вод, подлежащих очистке почти в 7 раз больше, чем в прямоточной системе.

Табл. 2

**Укрупнённые нормы водопотребления и отведения стоков заводов пиролиза на 1 т готового угля**

Система водоснабжения	Прямоточная	Оборотная
3		
Среднегодовой расход воды, м		
Свежей воды		
Технологической	85,2	7,9
Питьевой	0,2	0,2
Всего	85,4	8,1
Оборотной воды	—	67,0
3		
Среднегодовое количество сбрасываемых стоков, м		
Подлежащих очистке		
Производственных	0,5	0,2
Бытовых	3,4	0,2
Не требующих специальной очистки	81,5	1,8
Всего	82,2	5,4
3	3,2	2,7
Суммарные потери воды, м		

В общие стоки загрязненной воды лесохимических предприятий входят:

- производственные сточные воды, состав и количество которых зависят от номенклатуры производств, производимых продуктов и методов производства;
- промывные воды аппаратуры, систематизированных данных о количестве и составе которых нет [9].

Для стоков лесохимических предприятий характерно большое количество растворённых в них органических соединений, а так же минеральных веществ.

Изучение технологических процессов позволяет обозначить пути уменьшения количества и загрязнённости стоков.

Очистку сточных вод следует начинать непосредственно в местах их образования, полностью ликвидируя или снижая их объем и загрязнённость.

Возможные пути уменьшения количества и загрязнённости сточных вод:

- перевод производственных процессов на непрерывный режим работы;
- проведение более глубокой сушки древесины перед пиролизом;
- внедрение в технологический процесс отстойников для выделения лёгких всплывших и тяжёлых масел;

• использование стоков в технологических процессах не требующих свежую воду;

- замена эжекторов на вакуум-насосы;
- использование глухого пара вместо острого;
- выделение лёгких и тяжёлых масел из загрязненной воды путём отстаивания.

Физико-химические и химические методы очистки сточных вод пиролиза древесины включают в себя:

- фильтрация через древесный и активированный угли;
- коагуляция;
- нейтрализация.

Фильтрация через древесный уголь достаточно надёжный и дешёвый по сравнению с активированным углём метод очистки стоков, уменьшающий концентрацию фенольных соединений на 30%, взвешенных частиц — на 57% и снижающий ХПК на 20% при расходе угля 4,2 кг на кубометр фильтруемой воды. Достоинствами данного метода являются дешевизна и доступность древесного угля, а так же возможность регенерации с незначительной потерей его или использование для производства угольных брикетов [10], [11].

Фильтрация через активированный уголь марки БАУ — весьма эффективный метод очистки сточных вод, поскольку имеет более высокие показатели снижения ХПК на 40 – 60%, окисляемость воды сокращается на

75,5% [12]. Внедрение этого способа водоочистки затруднено, поскольку стоимости активированного угля и его регенерации методами экстракции, деструкции как низкотемпературной, так и высокотемпературной сравнительно высоки и в случае активации энергозатратны [13],[14].

Коагуляция сопровождается выделением трудноудаляемого осадка, составляющего 8-12% от объёма очищаемой жидкости. При данном виде очистки происходит снижение ХПК на 24 – 40 % в зависимости от концентрации доз добавленной извести [15].

Для нейтрализации сточных вод лесохимических производств с рН от 4 – 6 применяется раствор гидроксида кальция. Этот процесс сопровождается дополнительным выделением смолистых веществ вследствие осаждения шлама в отстойниках, который подвергается обезвоживанию на иловых площадках и отправляется в отвал [7].

Сточные воды лесохимических предприятий характеризуются сравнительно небольшим объёмом сбрасываемых загрязнений, имеющих сложный органический состав, поэтому необходимо использование ряда микроорганизмов, способных обеспечить окисление основных групп органических загрязнений стоков.

На сооружениях биологической очистки используются активный ил или биоплёнка, создаваемые в наиболее благоприятный период для культивирования микроорганизмов – зооглейных скоплений бактерий различной формы и консистенции.

Совместная очистка производственных сточных вод лесохимической промышленности и фекально-хозяйственных стоков выгодна с санитарно-гигиенической и экономической сторон, поскольку фекально-хозяйственная жидкость будет

источником биогенных элементов (азот, фосфор), необходимых для жизнедеятельности микроорганизмов. К тому же таким методом будет проходить разбавление концентрированных вод производства.

При биохимическом методе очистки сточных вод лесохимических предприятий необходимо очищать общий сток грязных вод в целях выравнивания концентрации загрязнений.

На заводах пиролиза древесины производственные стоки поступают в отстойник смолы. При наличии периодически сбрасываемых сточных вод предусматриваются цеховые сборники, из которых загрязнённые воды поступают в отстойник смолы равномерно в течение суток [16].

Процессы усреднения стоков и отделения тяжёлых и лёгких смол происходят в отстойнике смолы. После чего стоки поступают на фильтры, наполненные древесным углем, с целью отделения тонкодисперсной смолы. При необходимости сток, прошедший фильтрацию, поступает на нейтрализацию, откуда направляется в камеру смешения для разбавления до расчётного значения БПК . В некоторых случаях в камеру вводят

полн растворы минеральных солей. Затем сток направляют на биологическую очистку (биофильтры, аэротенки). Очищенная вода направляется во вторичный отстойник и после в водоём.

Совместная очистка производственных и хозяйственных вод сопровождается озонирование перед сбросом в водоём. Принципиальная схема станции очистки сточных вод заводов сухой перегонки древесины показана на (рис. 2).

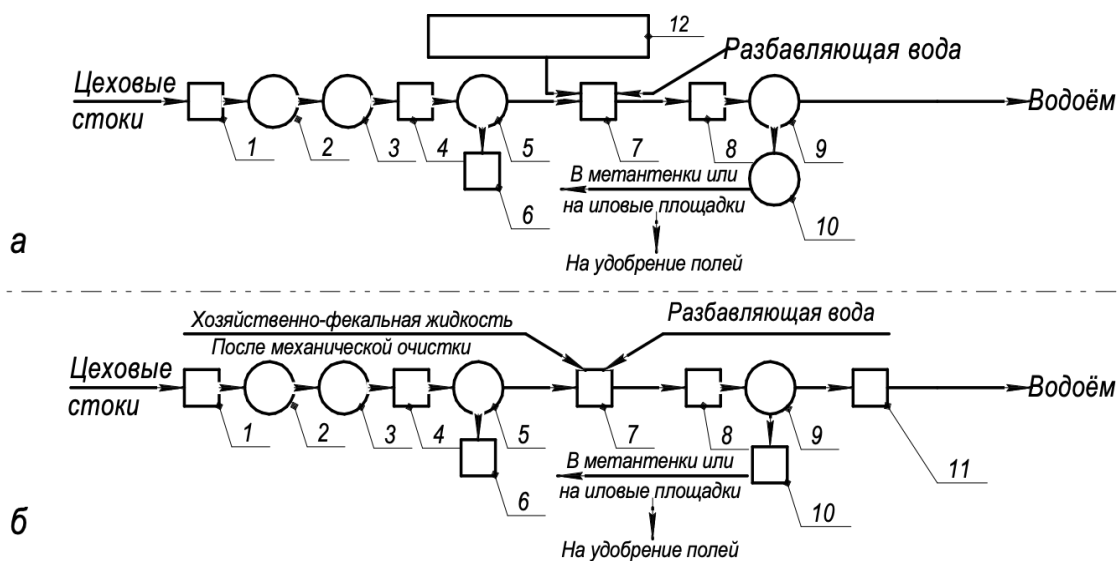


Рис. 2: Принципиальная схема станции биохимической очистки сточных вод, образующихся при пиролизе древесины лиственных пород (а — очистка производственных сточных вод; б — совместная очистка производственных и хозяйственно-фекальных вод)

1 – усреднитель; 2 – отстойник смолы; 3 – угольный фильтр; 4 – нейтрализатор; 5 – отстойник нейтрализованных вод; 6 – иловые площадки; 7 – камера смешения; 8 – биоокислитель; 9 – вторичный отстойник; 10 – уплотнитель ила; 11 – дезинфектор; 12 – реагентное хозяйство для азота и фосфора

Вода от конденсаторов-холодильников, имеющая температуру 50–55°C, незагрязнённая продуктами сухой перегонки древесины, поступает в отдельную сеть. В холодное время года применяются для разбавления грязных сточных вод или подвергаются сбросу в водоём.

Следует иметь в виду, что очистка стоков лесохимических производств не упреждает загрязнения объекта водопользования, поскольку даже при сбросе очищенных вод требуется их многократное разбавление свежей водой. Иначе же естественные водоёмы будут содержать воду, ненасыщенную кислородом и непригодную для жизнедеятельности представителей водной фауны.

#### Заключение

Использование оборотных систем резко снижает объёмы сбрасываемых стоков на тонну готового угля, при этом 88,5% от расходуемой для производства воды находится в цикле, к тому же потери воды незначительны. Но количество производственных вод на тонну готовой продукции, подлежащих очистке в 7 раз больше, чем в прямоточной системе.

Для решения проблемы водоочистки с учётом экономических и санитарно-гигиенических показателей, совместная схема очистки сточных вод хозяйственного потребления и лесохимических предприятий — лучший и эффективный вариант водоочистки.

Но для осуществления такой схемы очистного сооружения необходимо решить проблему сброса сточных вод завода производства древесного угля в хозяйственно-фекальную сеть канализации.

Соединение хозяйственно-бытовых и лесохимических стоков весьма затруднительно, поскольку заводы по производству древесного угля находятся за пределами крупных населённых пунктов. Поэтому существует необходимость в строительстве такого очистного сооружения, способного соединить новыми канализационными путями эти потоки для проведения совместной очистки.

Очищенная сточная вода лесохимического производства требует разбавления, поскольку введение такой воды в естественный водоём приведёт к непригодности его для жизнедеятельности водных животных.

#### Ссылки

1. Шевченко М. А. Органические вещества в природной воде и методы их удаления. Киев.:Наукова Думка, 1966. С. 203

2. Харлампович Г.Д., Чуркин Ю.В. Фенолы. М.: Химия, 1974. С. 376.

3. Мейнк Ф., Штофф Г., Кольшюттер Г. Очистка промышленных сточных вод. Ленинград.: Гостехиздат, 1963. С. 646.

4. Штриплинг Л.О., Туренко Ф.П. Основы очистки сточных вод и переработки твёрдых отходов. Омск: ОмГТУ, 2005. С. 192.

5. Сумароков В.П., Гордон Л.В. Справочник химика / Под ред. К.А. Снесарев. М.:Гослесбумиздат, 1956. С.256.

6. Яковлев С. В., Карелин Я. А., Жуков А. И. Канализация / Под ред. С. К. Колобанов. М.: Стройиздат, 1975. С. 632.

7. Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник. Том 2. Калуга.: Издательство Н. Бочкарёвой, 2003. С. 884.

8. Глухарева М. И., Дроздов Н. П., Ермакова Л. А. Справочник химика / Под ред. А. Н. Кислицын, В. И. Лисов, Е. А. Маклов. М.: "Лесная промышленность", 1974. С. 376.

9. Жуков А. И., Демидов Л. Г., Монгайт И.Л. Канализация промышленных предприятий. Очистка промышленных сточных вод. / Под ред. И.Д. Родзиллер. М.: Стройиздат, 1969. С. 375.

10. Углеродные адсорбенты из древесных отходов в процессе очистки фенолсодержащих вод / А.О. Еремина, В.В. Головина, М.Ю. Угай, А.В. Рудковский // Химия растительного сырья. 2004. Т. 4, № 3. С. 67–71.

11. Когановский А.М, Левченко Т.М., Кириченко В.А. Адсорбция и адсорбенты. Киев.: Наукова думка, 1975. С. 288.

12. Богданович Н. И., Черноусов Ю. И. Сорбенты для очистки сточных вод ЦБП на основе отходов переработки древесины. М.: ВНИПИЭИлеспром., 1989. С. 44.

13. Беляев Е.Ю. Получение и применение древесных активированных углей в экологических целях // Химия растительного сырья. 2000. Т. 4, № 2. С. 63–74.

14. Когановский А.М, Кульский Л.А., Сотникова Е.В. Очистка промышленных сточных вод / Под ред. В.Л. Шмарук. М.: Техника, 1974. С. 257.

15. Калабина М.М, Конобеев С.И., Роговская Ц.И. Сточные воды заводов сухой перегонки дерева лиственных пород (бука), их влияние на водоём и методы обработки / Под ред. А.И. Рыбникова. ВНИИ ВОДГЕО, 1955. С. 285.

16. Роговская Ц. И., Терентьева В.В. Сточные воды лесохимических предприятий и методы их очистки. М.: Московская правда, 1962. С. 65.