

УДК 628.315.2

**А.И. Фирсов**

Фирсов Александр Иванович родился в 1938 г., окончил в 1967 г. Нижегородский государственный университет, кандидат технических наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета. Имеет более 50 научных трудов в области охраны окружающей среды на предприятиях лесохимической промышленности.



### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ ПРИ ОЧИСТКЕ ЛЕСОХИМИЧЕСКИХ СТОКОВ

Установлено, что на стадии механической очистки целесообразно применять фильтрование промстоков через древесностружечную массу и древесноугольную мелочь со скоростью не более 2 м/ч для обеспечения степени 60...65 %.

Ключевые слова: промстоки лесохимических предприятий, фильтрование, древесная стружка, древесноугольная мелочь, конструкция фильтра.

Сточные воды предприятий лесохимической отрасли поступают, как правило, на заводские очистные сооружения, включающие узлы механической, биологической очистки и доочистки [3]. Первый из них, состоящий обычно из отстойников и фильтров, предназначен для извлечения из промстоков взвешенных частиц, в том числе смолистых веществ.

Малая продолжительность отстаивания, не превышающая 30 мин, не обеспечивает эффективного снижения концентрации взвешенных веществ (табл.1).

Для определения оптимальной продолжительности отстаивания таких стоков выполнены лабораторные исследования в стеклянных цилиндрических емкостях диаметром 140 мм и высотой 1,2 м. Отбор отстаиванной сточной воды по истечении определенного времени производили с высоты 0,8 м от дна емкости.

Таблица 1

Характеристика сточных вод после аккумуляирования  
в промежуточных емкостях

Сточная вода	Концентрация до/после очистки, мг/л		
	ХПК	Смолистые вещества	Взвешенные вещества
От охлаждения угля*	520/490	100/85	1085/900
Из гидрозатворов вертикальных реторт*	24 300/23 700	787/695	1 590/1 400
То же**	25 400/24 000	1 650/1 510	1 100/890
От охлаждения пека***	2 370/2 200	80/66	400/350
То же****	2 680/2 000	65/58	640/490

\* Ашинский ПХЗ.

\*\* Моломский ЛХЗ.

\*\*\* Завод «Метоксил».

\*\*\*\* Великобычковский ЛХК.

Полученные результаты, частично представленные на рис. 1, показывают, что через 1 ч отстаивания концентрация взвешенных веществ снижается на 30 ... 50 %, через 2 ч – на 80 %. Менее интенсивно удаляются смолистые вещества (кривая 1). Подобное явление объясняется тем, что в начальный период происходит извлечение тяжелых труднорастворимых смол. Дальнейшее отстаивание становится неэффективным, так как в сточной воде остаются в основном растворенные смолистые вещества.

Проведенные опыты по интенсификации процесса отстаивания за счет введения малых доз коагулянта предусматривали предварительное известкование сточной воды до pH 7,5 ... 9,0. Однако, как видно из рис. 1, это не обеспечило существенного снижения концентрации взвешенных веществ. В то же время при обработке стоков порошкообразной известью происходит активное удаление смолистых веществ, сопровождающееся образованием бурого осадка. Подобное было отмечено при обработке других видов сточных вод лесохимических производств и объяснялось тем, что мелкодисперсные частицы извести сорбируют на своей поверхности смолистые продукты органического происхождения, увлекая их в осадок при отстаивании.

С учетом достаточно высокой остаточной концентрации взвешенных и смолистых веществ

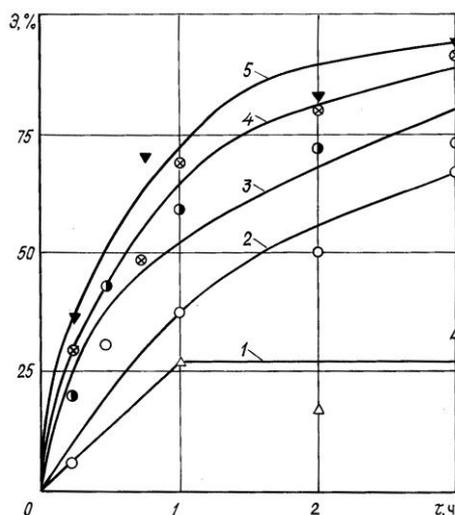


Рис. 1. Эффективность  $\mathcal{E}$  очистки сточных вод от взвешенных и смолистых веществ при отстаивании: 1 – смолистые вещества в сточной воде от охлаждения пека; 2, 4 – взвешенные вещества в стоках от охлаждения пека; 3, 5 – то же от охлаждения древесного угля; 2, 3 – без реагентов; 4, 5 – с реагентом (концентрация  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  – 30,5 мг/л)

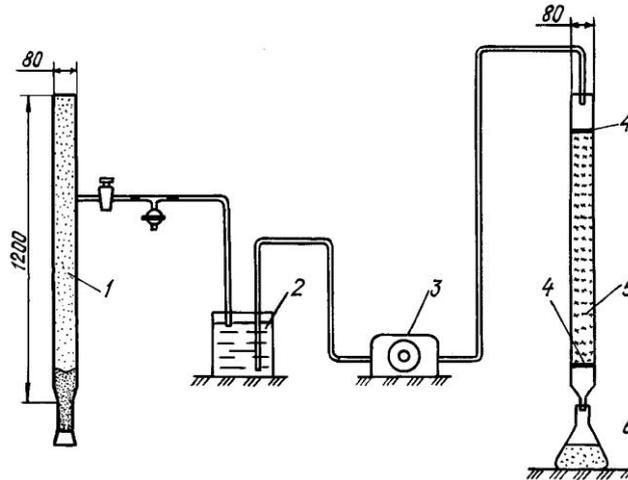


Рис. 2. Основные элементы лабораторной установки для очистки сточных вод: 1 – отстойник; 2, 6 – приемники отстоянной и отфильтрованной сточной воды; 3 – насос; 4 – сетка; 5 – фильтр

после отстаивания выполнены исследования по дополнительному фильтрованию отстоянных в течение 1 ч сточных вод на установке, представленной на рис. 2. В качестве фильтрующей загрузки применяли материалы, которые являются отходами при работе лесохимических предприятий: древесно-стружечная масса, опилки, древесноугольная мелочь, мелкие фракции древесносмоляного пека, отходы от гашения кусковой извести, песок фракций 0,5 ... 1,5 мм.

Предварительные опыты с пенополиуретановой загрузкой (отходы мебельной промышленности) показали ее неприемлемость из-за трудностей регенерации: за счет смолистых веществ происходило слипание, изменение формы кускового материала. Для восстановления загрузки требовались большие расходы ацетатных растворителей – до 5 л на 0,1 л объема выгружаемого пенополиуретана.

Основную часть исследований по фильтрованию проводили с древесно-стружечной массой, проходившей через сито с ячейками диаметром 10 ... 15 мм. Также применяли древесносмоляной пек и уголь, которые предварительно измельчали до размера частиц 15 ... 30 мм. В отдельных опытах загружали отходы от приготовления известкового молока в виде комовой извести, подвергнутые сушке, дроблению и рассеву до размера гранул, соизмеримых с приготовленным пекком. Часть результатов представлена в табл. 2.

Из анализа полученных результатов следует, что для дополнительного извлечения взвешенных веществ (в том числе смолистых) в среднем на 25 ... 30 % можно применять фильтрование через различные виды загрузки. Определенное предпочтение при фильтровании сточных вод от охлаждения древесного угля может быть отдано древесной стружке в сочетании с пекком, а также пекку в смеси с комовой известью. Для этих же целей приемлема

Таблица 2

## Очистка фильтрованием сточных вод от взвешенных веществ

Состав фильтрующего материала, % об.	Сточная вода от охлаждения	Скорость фильтрования, м/ч	Концентрация взвешенных*, мг/л	Степень очистки, %
Древесная стружка + песок (50 % + 50 %)	пека	2	295/207	30
		4	295/245	17
		6	295/286	7
То же	угля	2	1100/660	40
		6	1100/803	27
Древесная стружка + песок (70 % + 30 %)	пека	2	295/251	15
		2	1100/759	31
Древесная стружка + пек (30 % + 70 %)	пека	2	295/156	47
		2	1100/484	56
Древесная стружка + комовая известь (30 % + 70 %)	пека	2	295/159	46
		2	1100/517	53
Древесная стружка (100 %)	пека	2	280/168	40
		6	280/238	15
		2	900/315	65
То же	угля	4	1100/485	56
		6	1050/735	30
		2	295/147	50
Древесносмоляной пек (100 %)	пека	6	295/245	17
		2	600/252	58
То же	пека**	6	720/562	22
		2	650/293	55
		4	580/360	38
Древесносмоляной пек + комовая известь (60 % + 40 %)	пека**	6	650/506	22
		2	280/132	57
		4	280/196	30
То же	пека	6	280/238	15
		2	1100/440	60
		4	1100/550	50
»	угля	6	1100/869	21
		2	670/268	60
		6	670/536	20
Древесносмоляной пек + комовая (80 % + 20 %)	пека**	2	295/148	50
		6	295/227	23
То же	пека	2	280/84	70
		2	900/120	87
Пек (100 %)	угля	2	295/136	54
		4	295/200	32
		6	295/251	15
Древесноугольная мелочь (100 %)	пека	2	295/136	54
		4	295/200	32
		6	295/251	15

Продолжение табл. 2

Состав фильтрующего материала, % об.	Сточная вода от охлаждения	Скорость фильтрования, м/ч	Концентрация взвешенных, мг/л	Степень очистки, %
То же	угля	2	1050/546	48
		6	1050/924	12
»	угля**	2	1085/575	47
		4	1085/770	29
		6	1085/933	14
		2	280/232	17
Комовая известь (100 %)	угля**	4	280/246	12
		6	280/272	3

\* В числителе и знаменателе приведены данные до и после фильтрования.

\*\* Отстаивание сточной воды не производили.

древесностружечная масса. Фильтрация сточных вод от охлаждения пека можно производить через измельченный пек или его смесь с комовой известью аналогичного фракционного состава. Скорость фильтрования в указанных случаях должна быть не более 2 м/ч. Учитывая необходимость последующей утилизации отработанной фильтрующей массы, рекомендовано использовать древесную стружку, угольную мелочь для извлечения взвешенных веществ из сточных вод от охлаждения угля, измельченный пек – для фильтрования сточной воды непосредственно от его охлаждения. По окончании фильтроцикла, имеющего среднюю продолжительность не менее 5 сут, они подлежат выгрузке, подсушиванию и сжиганию в топках котельной, работающей на твердом топливе, или на специально отведенных открытых площадках.

Использовать песок не рекомендуется из-за короткого фильтроцикла и полной коагуляции загрузки.

Совокупность полученных экспериментальных данных позволила разработать и внедрить типовую схему локальной очистки сточных вод (рис. 3). Перед началом эксплуатации, в целях экономии свежей технической воды, в емкость-накопитель производилась разовая подача 10 м<sup>3</sup> использованной воды из теплообменной аппаратуры данного производства. Из нее, по мере необходимости, охлажденная естественным путем вода насосом 3 подавалась на орошение древесного угля в сушильщиках 1 (пиролизное производство) или древесносмоляного пека на картах 2 (смолообразное производство). Образующиеся при этом загрязненные сточные воды самотеком по системе лотков поступали в нестандартный отстойник с полезным объемом 30 м<sup>3</sup> или на один из фильтров 5, загруженных мелкой фракцией пека, древесноугольной мелочью, стружкой.

При достижении высокой концентрации растворенных органических веществ (ХПК = 1800 ... 2500 мг О<sub>2</sub>/л), наблюдавшейся по истечении

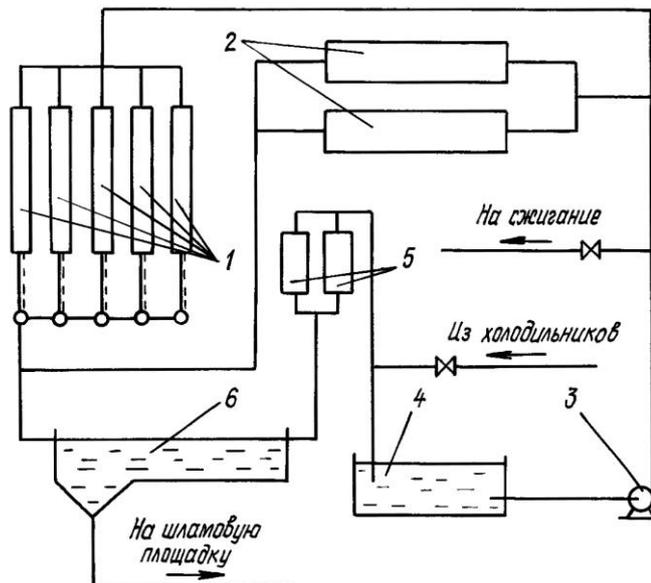


Рис. 3. Принципиальная схема локальной очистки охлаждающей воды: 1 – тушители периодического действия; 2 – ямы для пека; 3 – насос; 4 – емкость-накопитель; 5 – фильтры; 6 – отстойник

30 ... 40 сут постоянного использования, загрузку направляли на сжигание в циклонную топку вместе с другими стоками или равномерно дозировали в общий поток сточных вод, поступающих на сооружения биологической очистки.

Расчетную площадь отстойника  $b$  находили по формуле [1]

$$S = \frac{\alpha q}{3,6U_o} ,$$

где  $\alpha$  – коэффициент объемного использования отстойника;  $\alpha = 1,4$  в соответствии со СНиП 2.04.02–84 и учетом особенностей отстаивания полидисперсной взвеси из рассматриваемых стоков;

$q$  – расход сточной воды, образующейся при охлаждении угля или древесносмоляного пека;  $q = 15 \text{ м}^3/\text{ч}$  (определен на основании натуральных измерений);

$U_o$  – гидравлическая крупность извлекаемой взвеси (скорость осаждения расчетных частиц), мм/с.

Гидравлическую крупность определяли по формуле [2]

$$U_o = \frac{1000 kh_1}{\alpha_T \tau (kh_{1/h})^n} - \omega ,$$

где  $k$  – коэффициент,  $k = 0,5$ ;

$h_1$  – глубина проточной части отстойника, м;

$\alpha_\tau$  – коэффициент, учитывающий влияние температуры воды на ее вязкость;

$\tau$  – продолжительность отстаивания воды в цилиндре высотой 0,5 м;

$n$  – коэффициент, зависящий от свойств взвесей [3];

$\omega$  – вертикальная турбулентная составляющая скорости движения сточных вод.

Ширину отстойника принимали с учетом уравнения [1]

$$B = \frac{q}{V_p H},$$

где  $V$  – расчетная скорость прохождения сточной водой полезного объема отстаивания, м/ч;

$H$  – глубина, м.

При эксплуатации разработанной схемы локальной очистки сточных вод (рис. 3) полностью была исключена свежая техническая вода, ранее забираемая на охлаждение угля и пека. Расчет экономии такой воды определен по формуле

$$\mathcal{E} = Q_1 \tau_1 - Q_2 \tau_2,$$

где  $Q_1$  – расход при прямоточном использовании воды (пиролизное и смолоразгонное производство соответственно 32 и 25 м<sup>3</sup>/сут);

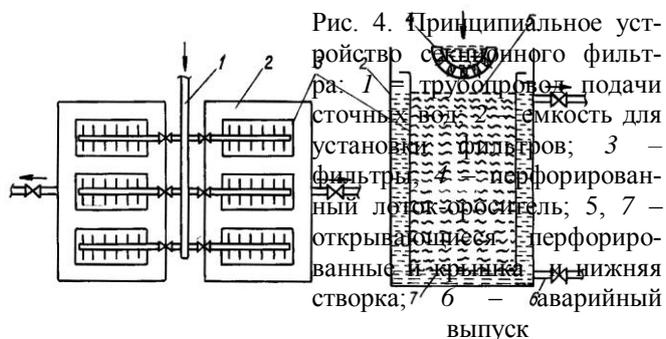
$\tau$  – продолжительность работы названных производств в течение года, сут;

$Q_2$  – расход при многократном использовании на восполнение потерь (пиролизное и смолоразгонное производство соответственно 1,5 и 0,5 м<sup>3</sup>/сут).

Предложенная схема с некоторыми уточнениями размеров компоновки оборудования была реализована на Ашинском ПХЗ, Ветлужском заводе «Метоксил», Верхнесинячихинском ЛХЗ. На последнем предприятии для тушения вырабатываемого древесного угля используется 250 м<sup>3</sup>/сут таких стоков. Суммарная годовая экономия речной воды только на двух заводах составила 18 150 м<sup>3</sup>.

В качестве оптимальной конструкции предложены фильтры (рис. 4), положительно зарекомендовавшие себя при длительной эксплуатации на Сявском заводе «Карбохим». Они состоят из емкости 2, в которой устанавливается несколько металлических контейнеров-фильтров 3. Последние в нижней части имеют перфорированное днище-створки 7, открывающиеся наружу, сверху – съемную крышку 5 с отверстиями диаметром 20 ... 30 мм. Центральный трубопровод 1 снабжен боковыми штуцерами с вентилями для регулирования свободного излива подаваемой сточной воды в перфорированные съемные лотки 4, устанавливаемые над крышками 5.

В данной конструкции обеспечивается достаточно простая регулировка равномерной подачи сточной воды на фильтрацию. Проблема механизированной загрузки решена за счет использования простейших грузоподъемных механизмов. При кольматации пор фильтрующей загрузки како-



го-либо контейнера (контролируется аппаратчиком визуально по увеличению слоя жидкости над крышкой 5) закрывается вентиль соответствующего бокового штуцера. Затем снимается дырчатый лоток 4, грузоподъемным механизмом поднимают контейнер-фильтр 3. Его выдерживают некоторое время над емкостью 2 с целью свободного истечения сточной воды. После ее удаления контейнер размещают над кузовом автомобиля-самосвала, открывают замок, удерживающий створки 7, отработанная фильтрующая загрузка под действием собственного веса выгружается, вывозится на утилизацию (ликвидацию).

#### Вывод

В качестве фильтрующей загрузки при механической очистке сточных вод лесохимических производств следует использовать древесностружечную массу, древесноугольную мелочь, обеспечивающие степень очистки от взвешенных веществ на 60 ... 65 %. По окончании фильтроцикла подсушенная загрузка утилизируется сжиганием.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жуков А.И., Монгайт И.Л., Родзиллер И.Д. Методы очистки производственных сточных вод. — М.: Стройиздат, 1977. — 204 с.
2. Канализация населенных мест и промышленных предприятий / А.И. Лихачев, И.И. Ларин, С.А. Хаскин и др.; 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1981. — 639 с.
3. Кудрявцев Г.С., Фирсов А.И. Схема очистки сточных вод пиролизного завода // Новые разработки в области пиролиза древесины / Сб. тр. ЦНИЛХИ. — Горький: Волго-Вятское книж. изд-во, 1984. — 113 с.

Нижегородский государственный  
архитектурно-строительный университет  
Поступила 13.11.02

A.I. Firsov

### Use of Wood Wastes for Treatment of Effluents of Forest-chemical Industry

It was found out that the use of industrial effluents filtration through wood particle mass and charcoal particles with speed of no more than 2 m/h is expedient at the stage of mechanical treatment for providing 60 – 65 % treatment.