

Однако отмеченные ограничения в большей мере нивелируются расчетом «разных» веществ, что делает его более корректным по сравнению с имеющимися методами расчета.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Жоров Ю. М. Термодинамика химических процессов.— М.: Химия, 1985.— 464 с. [2]. Козлов В. Н. Пиролиз древесины.— М.: Изд-во АН СССР, 1952.— 284 с. [3]. Козлов В. Н., Нимвицкий А. А. Технология пирогенетической переработки древесины.— М.; Л.: Лесн. пром-сть, 1954.— 620 с. [4]. Коробкин В. Н. Углежжение, теория и практика.— Москва; Свердловск: Металлургиздат, 1948.— 340 с. [5]. Лазорин С. Н., Скрипник Е. А. Каменноугольная смола, получение и переработка.— М.: Металлургия, 1985.— 118 с. [6]. Левин Э. Д. Теоретические основы производства древесного угля. М.: Лесн. пром-сть, 1980.— 151 с. [7]. Равич М. Б. Эффективность использования топлива.— М.: Наука, 1981.— 344 с. [8]. Справочник лесохимика.— М.: Лесн. пром-сть, 1974.— 372 с. [9]. Справочник нефтехимика. Т. 1 / Под ред. С. К. Огородникова.— Л.: Химия, 1978.— 496 с. [10]. Чудинов Б. С. Теория тепловой обработки древесины.— М.: Наука, 1968.— 256 с.

Поступила 5 мая 1987 г.

УДК 674.817-41.001.5

## ФРАКЦИОНИРОВАНИЕ СТОЧНЫХ ВОД ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ

*И. М. ГРОШЕВ, В. Н. МАРЦУЛЬ, С. В. ЧИРУН,  
Т. В. СУХАЯ*

Белорусский технологический институт

Решение вопросов охраны окружающей среды и комплексного использования древесного сырья в производстве древесноволокнистых плит (ДВП) связано с очисткой сточных вод и созданием на ее основе замкнутой системы водооборота. Несмотря на сходство с целлюлозно-бумажным и гидролизным производствами, технология ДВП характеризуется специфическим сочетанием операций с различными по виду и интенсивности воздействиями на древесину: механическими, гидро- и пьезотермическими, химическими и другими. Это определяет особый состав и свойства сточных вод, сбрасываемых при производстве ДВП, эффективность их очистки различными методами. Известно, что загрязнения, содержащиеся в этих водах, образуют сложную дисперсную систему с широким спектром загрязнений: от низко- до высокомолекулярных соединений, от растворенных до взвешенных частиц различного размера [2].

Очистка в системе замкнутого водопотребления должна обеспечить удаление грубодисперсных и коллоидных частиц. Этому требованию отвечают механические и физико-химические методы очистки, представляющие собой процесс разделения (фракционирования) дисперсной системы на дисперсную фазу и дисперсную среду. Выбор того или иного способа очистки определяется требованиями к качеству очищенной воды, степени дисперсности загрязнений, их составом и концентрацией. В связи с этим в данной работе проведено сравнение эффективности различных способов фракционирования сточных вод производства ДВП.

В экспериментах использовали воду, сбрасываемую цехом ДВП производственного объединения Витебскдрев (перелив из бассейна оборотной воды), с содержанием сухого остатка 5400 мг/л и значением рН 4,5. Цех оснащен линией «Земак-10», выпускает плиты марки Т-400, перерабатывает преимущественно листовую древесину (70 %) с содержанием коры 7 %, гнили — 2 %, объем сточных вод 17...18 м<sup>3</sup> на 1 т плит.

Фракционирование сточных вод проводили с использованием капронового сита № 55 к, стеклянных пористых фильтров со средними размерами пор 160, 100, 40

и 16 мкм. Фракционный состав волокнистых частиц, задержанных на сите, определяли по методике, сущность которой заключается в измерении с помощью микроскопа и фотографирования окрашенных раствором хлор-цинк-йода волокон. На основании результатов измерений построена дифференциальная кривая распределения волокон по длине\*.

Загрязнения в поле центробежной силы осаждали на центрифуге ЦВР-1. С целью сравнения молекулярно-массового распределения коллоидные вещества после их растворения в диметилсульфоксиде фракционировали на колонке (размером  $1,1 \times 36,7$  см), заполненной гелием Сефадекса G-75. Дзета-потенциал определяли методом микроэлектрофореза [4]. Мутность измеряли с помощью фотоколориметра ФЭК-56М при длине волны 670 нм [6]. Эффективную дозировку полиэлектролита (пороговую концентрацию) определяли по кривой изменения мутности воды в зависимости от расхода полиэлектролита [5].

Фракционирование показало, что капроновым ситом № 55 к задерживается 1,1 % веществ от массы сухого остатка исследуемой воды (фракция 1) или 88,5 % волокна, содержащегося в воде. Частицы размером 16...160 мкм (фракционирование на стеклянных фильтрах) составляют 53 % (фракция 2). Остальные загрязнения представлены растворимыми соединениями и коллоидами (фракция 3).

Фракция 1 содержит 65...70 % волокнистых частиц длиной 100...200 мкм, 5...12 % — длиной 250...600 мкм и менее 5 % от массы фракции — длиной более 600 мкм (рис. 1).

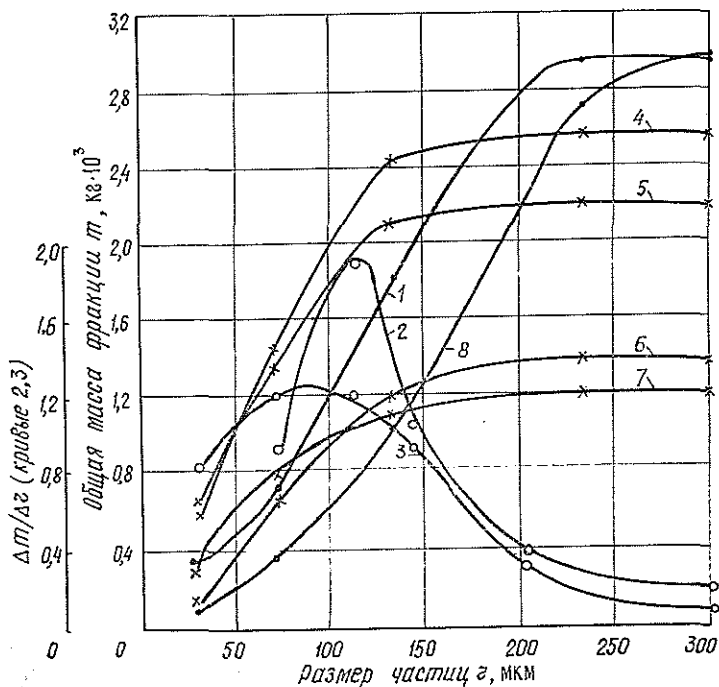


Рис. 1. Интегральные и дифференциальные кривые распределения частиц по размерам: 1 — исходная вода; 2 — фракция 1; 3 — фракция 2; 4, 5, 6, 7 — фугат, полученный соответственно при  $6000 \text{ мин}^{-1}$ ,  $11000$ ,  $1600$  и  $22000 \text{ мин}^{-1}$ ; 8 — исходная вода, обработанная 200 мг/л ВПК-402

Фракция 2 представлена главным образом частицами неволокнистой природы. Как установлено химическим анализом [3], эти частицы

\* Авторы благодарят сотрудников УкрНПОбумпрома канд. техн. наук В. П. Свительского и Ю. К. Погромского за предоставление методики микроскопического анализа фракционного состава волокон в сточной воде и за оказанную помощь в проведении микрофотографического анализа.

на 70 % состоят из веществ, определяемых как лигнин, и имеют размеры 60...120 мкм.

Из рис. 2 видно, что лигнин, содержащийся в частицах различных размеров, отличается молекулярно-массовым распределением (ММР): с увеличением размера частиц повышается молекулярная масса содержащегося в них лигнина.

Состав фракции 3 определяется наличием углеводов (69 %) и лигнина (22,7 %), содержащихся в виде растворенных соединений и мелкодисперсной взвеси [2].

Как свидетельствуют результаты фракционирования, больше половины загрязнений, содержащихся в исследуемых водах, представляют собой взвешенные частицы различных размеров и форм. Осветление таких вод обычно осуществляется на оборудовании механической очистки: отстойниках, центрифугах, фильтрах. В лабораторных и промышленных ПО Витебскдрев были проведены испытания упомянутых способов механической очистки.

Отстаивание в течение 24 ч позволяет перевести в осадок около 15 % загрязнений. Средняя скорость их осаждения — 0,07 мм/с. Объем осадка — 1 % от объема отстаиваемой воды. Увеличение времени отстаивания практически не приводит к повышению степени очистки.

Испытания шнековой осадительной центрифуги НОГШ с фактором разделения 2 200 в условиях цеха ДВП ПО Витебскдрев показали, что эффективность осаждения составляла 21 %. Изменение фактора разделения в пределах 2 800...30 000 при частоте вращения 6 000...22 000 мин<sup>-1</sup> и времени обработки 5 мин дает возможность добиться более высокой степени очистки за счет перевода в осадок крупных коллоидов. При этом концентрация взвешенных частиц уменьшается при незначительном изменении их фракционного состава. Однако и в этом случае эффект очистки не превышает 31,8 %.

Эффективность фильтрования как метода выделения дисперсной фазы определяется размерами пор фильтрующей перегородки и частиц суспензии, свойствами образовавшегося при фильтровании осадка, движущей силой процесса и рядом других факторов.

Как видно из данных, представленных в табл. 1, чем меньше размер пор и выше эффективность очистки, тем меньше скорость фильтрации и производительность фильтрования. Это существенно затрудняет практическое использование этого метода очистки. Однако фильтровальные перегородки с большими размерами пор можно применять на любом предприятии. Опыт эксплуатации капроновых сит в качестве фракционирующих элементов фракционатора в цехе ДВП объ-

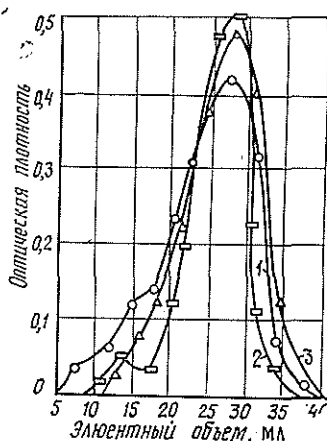


Рис. 2. Гель-хроматограммы лигнина, содержащегося в воде после удаления частиц размером более 160 мкм (1), 100 мкм (2), 16 мкм (3)

Таблица 1  
Результаты осветления сточных вод фильтрованием

Средний размер пор фильтра, мкм	Эффективность удаления загрязнений, % к сухому остатку	Видимая скорость фильтрации ( $\Delta p = 39 \text{ Па}$ )*, м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> · ч
359	1,1	34,5**
160	7,0	28,0
100	17,0	19,0
40	36,0	14,7
16	53,0	0,5

\* Фильтрование с постепенным закупориванием пор фильтровальной перегородки. \*\* Без перепада давления.

единения Витебскдрев показал, что за сутки с помощью сита № 55 к улавливается 120 кг волокна (в пересчете на абс. сухое), что позволило в течение года изготовить дополнительно 13 000 м<sup>2</sup> плит.

Приведенные данные свидетельствуют о высокой агрегативной устойчивости исследуемой дисперсной системы. Устойчивость систем такого вида характеризуется дзета-потенциалом, который определяется размерами частиц (табл. 2). Нарушение устойчивости системы (коагуляция) может быть вызвано различными способами, самый распространенный из них — добавка химических веществ-коагулянтов [1]. В условиях производства ДВП наиболее приемлемо применение для коагуляции полимеров катионного типа [3]. Введение в сточные воды полиэлектролита ВПК-402 приводит к изменению устойчивости системы и фракционного состава загрязнений (рис. 1, кривая 8), что повышает эффективность отстаивания и фильтрования. Значение рН при этом практически не меняется.

Таблица 2

## Влияние ВПК-402 на эффективность осветления сточной воды производства ДВП

Дозировка ВПК-402, мг/л	Дзета-потенциал, мВ, частиц размером, мкм*				Видимая скорость фильтрования** при среднем размере пор, мкм		Отстаивание	
	160 ... 220	100 ... 160	40 ... 100	16 ... 40	160	100	Продолжительность отстаивания, ч	Эффективность удаления загрязнений, %
—	—14...—15	—14...—15	—16...—17	—26...—27	28,0	19,0	24	15,0
50	—13...—14	—14...—15	—18...—19	—18...—19	39,0	28,0	2	10,2
100	—9...—10	—5...—6	—6...—7	—10...—12	62,5	42,3	2	25,3
150	+12...+13	+7...+8	+8...+9	—9...—10	65,8	53,2	2	46,8
200	+16...+17	+8...+9	+21...+22	+15...+16	31,8	50,5	2	52,8
250	+8...+9	+9...+10	+24...+25	+17...+18	49,0	36,7	2	49,7
500	+8...+9	+8...+9	+24...+25	+16...+17	56,8	39,7	2	39,4

\* Значение рН суспензии перед добавлением полиэлектролита во всех случаях равнялось 4,5. \*\* Перепад давления  $\Delta p = 39$  Па.

Как видно из данных табл. 2, эффективность очистки отстаиванием находится в непосредственной связи с величиной и знаком дзета-потенциала.

Наибольшая скорость фильтрования наблюдается при дзета-потенциале, близком к нулю (доза ВПК-402 — 125 мг/л). Наибольшая степень осаждения загрязнений отстаиванием достигается при добавке 200 мг/л полиэлектролита. При этой дозировке на фильтрах со средними размерами пор 160, 100, 40, 16 мкм задерживается соответственно 41,5; 53,4; 61,2 и 62,3 % загрязнений, а центрифугированием с фактором разделения 30 000 в течение 5 мин — 62,5 %. Причем эффективность отстаивания определяется перезарядкой прежде всего частиц размерами меньше 40 мкм. Поэтому, чем больше во взвешенных веществах доля частиц размерами менее 40 мкм, тем больше расход полиэлектролита для достижения требуемого эффекта очистки. Это подтверждается существенным снижением эффективности осветления при удалении из взвешенных веществ грубодисперсной фракции.

Важный фактор, определяющий эффективность использования ВПК-402 для осаждения загрязнений, — их концентрация в очищаемой воде.

Таблица 3  
Эффективность использования ВПК-402  
в процессе очистки

Концентрация загрязнений в очищаемой воде, мг/л	Дозировка ВПК-402, мг/л	Эффективность очистки, %	Отношение массы осажденных загрязнений к массе добавленного полиэлектролита, мг/мг
787	50	9,3	1,46
1 415	100	39,8	5,63
3 612	150	47,6	11,40
5 929	200	56,0	16,60
6 108	250	52,3	12,80

Как видно из данных табл. 3, при уменьшении концентрации дисперсной фазы резко снижается эффективность применения ВПК-402 для осаждения загрязнений. Это, вероятно, объясняется стерическими затруднениями. В результате снижения объемной концентрации дисперсной фазы частицы с адсорбированными макромолекулами полимера находятся на расстояниях, превышающих действие сил притяжения, что препятствует их укрупнению и последующему осаждению.

Проведенные исследования показали, что очистка сточных вод производства древесноволокнистых плит отстаиванием в течение 24 ч, центрифугированием с фактором разделения 30 000 в течение 5 мин и фильтрованием на перегородке с размером пор 16 мкм позволяет удалить 15,0; 31,8; 53,0 % загрязнений. Использование в процессе очистки катионного полиэлектролита ВПК-402 в количестве 200 мг/л позволяет повысить эффективность отстаивания до 56,0 %, фильтрования — до 62,3 %, центрифугирования — до 62,5 %. Эффективность очистки сточных вод в присутствии ВПК-402 определяется концентрацией дисперсной фазы и содержанием в ней частиц размерами менее 40 мкм.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вейцер Ю. М., Минц Д. М. Высокомолекулярные флокулянты в процессах очистки природных и сточных вод.— М.: Стройиздат, 1984.— 201 с. [2]. Марцуль В. Н. Технология древесноволокнистых плит с сокращенным водопотреблением: Автореф. дис. . . канд. наук.— Л., 1983. [3]. Марцуль В. Н., Грошев И. М. ВПК-402 — эффективная комплексная добавка в производстве древесноволокнистых плит // Современное состояние и пути совершенствования качества древесных плит и пластиков: Тез. докл. конф.— Свердловск, 1984.— С. 40—41. [4]. Руководство к практическим работам по коллоидной химии / О. Н. Григоров, Н. Ф. Жаркова, З. П. Козьмина и др.— М.; Л.: Химия, 1964.— 340 с. [5]. Справочник по свойствам, методам анализа и очистке воды / Л. А. Кульский, Н. Г. Гороновский, А. М. Когановский, М. А. Шевченко.— Киев: Наукова думка, 1980.— 1206 с.

Поступила 13 апреля 1987 г.

УДК 630\*284

## ОСОБЕННОСТИ ПРОСМОЛЕНИЯ ПОДСОЧЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ И ВЫХОД КАРРОВОГО ОСМОЛА С ОТРАБОТАННОЙ КАРРЫ

Г. В. КОЧКИН

СибНПЛО

Один из основных показателей при заготовке каррового осмола — толщина снимаемого слоя просмоленной древесины. Просмоление древесины зависит от многих технологических элементов подсочки, лесо-