

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЛОКАЛЬНОЙ ОЧИСТКИ СИЛЬНОЗАГРЯЗНЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Исследована эффективность локальной очистки сточных вод, образующихся после мокрой окорки древесины в древесно-подготовительном цехе целлюлозно-бумажных предприятий методом коагуляции. Представлены данные по влиянию pH среды, дозировки коагулянта и флокулянта. На основании экспериментальных данных разработана технология локальной очистки стока древесно-подготовительных цехов.

Введение

Одно из первых мест по объемам водопотребления и водоотведения в Российской Федерации занимает целлюлозно-бумажная промышленность, и особенно характерно это для Архангельской области, на территории которой работает ряд крупных целлюлозно-бумажных комбинатов. Так, в 2009 г. данными предприятиями на производственные нужды было использовано около 504 млн м³ поверхностных вод, при этом более 61 % из них потребили предприятия лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности. В то же время около 67 % от общего количества сточных вод (СВ) сбрасывается в природные водоемы без достаточной очистки, и только около 1,8 % очищается согласно установленного норматива [1]. В результате наблюдается серьезное превышение уровней предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в поверхностных водах в несколько раз. Данная ситуация объясняется, в первую очередь, неудовлетворительной работой существующих очистных сооружений целлюлозно-бумажных предприятий и отсутствием систем локальной очистки СВ.

СВ целлюлозно-бумажных предприятий отличаются сложным и неопределенным составом, что усложняет и удорожает их

А.М. Байборodin*,

аспирант кафедры
лесохимических
производств,
Северный
(Арктический)
федеральный
университет

К.Б. Воронцов,

кандидат
технических наук,
доцент кафедры
лесохимических
производств,
Северный
(Арктический)
федеральный
университет



обезвреживание традиционными методами. Традиционной схемой очистки стоков, используемой большинством целлюлозно-бумажных предприятий, является: 1) смешение всех СВ предприятия в один поток и 2) биологическая очистка этого значительного по объему и сложного по составу потока. Такая технология высокзатратна и малоэффективна, что можно объяснить следующими причинами. В составе СВ целлюлозно-бумажных предприятий присутствуют экстрактивные вещества коры древесины, которые попадают в стоки на стадии мокрой окорки в древесно-подготовительном цехе. Эти соединения являются биологически трудноокисляемыми и при биологической очистке практически не разрушаются и

* Адрес для корреспонденции: bajartyom@yandex.ru

попадают в природные водоемы, нанося окружающей среде непоправимый ущерб.

СВ древесно-подготовительного цеха называются сильнозагрязненными – их вклад в общий сток предприятия может достигать 30-40 % по химическому потреблению кислорода (ХПК) и взвешенным веществам (ВВ) [2].

В Российской Федерации имеется опыт доочистки всего потока СВ после стадии биологической очистки (Байкальский ЦБК, Селенгинский ЦБК) с использованием методов коагуляции, однако применение такой системы сопровождается необходимостью обработки очень больших объемов сильно разбавленных сред.

Нами предлагается использовать метод коагуляции для удаления биорезистентных органических веществ из СВ предприятий целлюлозно-бумажной промышленности на стадии локальной очистки без их разбавления при поступлении на внеплощадочные очистные сооружения.

Ранее этот метод был опробован нами для очистки сильнозагрязненных производственных СВ ОАО «Архангельский ЦБК». Эффективность очистки для стока древесно-подготовительного цеха составила по ХПК 80 %, по цветности 95 %, по ВВ 95 %; для стока условно чистых вод по ХПК 80 %, по цветности 90 %, по ВВ 90 % [3, 4].

Материалы и методы исследования

Эксперименты проводили на модельной СВ, полученной путем водной экстракции коры ели, сосны, березы, осины, измельченной и высушенной на воздухе. В отфильтрованном экстракте определяли величину ХПК. После этого экстракт разбавляли дистиллированной водой до нужной концентрации загрязнений по ХПК. Коагуляционную обработку проводили при помощи флокулятора, варьируя различные параметры (продолжительность и скорость перемешивания, рН и т. д.). В осветленной воде определяли ХПК и цветность в соответствии с ГОСТ [5, 6].

В качестве реагентов использовали коагулянт оксихлорид алюминия (ОХА), а также катионный флокулянт 7162 фирмы «Nalco» для улучшения седиментационных свойств осадка, действие которого связано с увеличением размеров образовавшихся хлопьев, что приводит к росту скорости осаждения и, соответственно, эффективности очистки СВ. Рабочая концентрация раствора коагулянта составила 1 % по Al_2O_3 , флокулянта – 0,005 %.

Н.И. Богданович,

доктор технических наук, профессор кафедры лесохимических производств, Северный (Арктический) федеральный университет

Результаты и их обсуждение

На начальном этапе исследовали влияние рН как основного фактора, от которого зависит эффективность коагуляционной очистки. Результаты очистки на примере воды из коры осины представлены в *табл. 1* и на *рис. 1*.

Из данных следует, что наилучший эффект по снижению ХПК и цветности получен в интервале рН 6,0-6,2. Учитывая то, что исходное значение рН проб было около 4,5, необходима корректировка рН среды в процессе обработки с помощью щелочных реагентов, например, гидроксида натрия.

Все последующие эксперименты были проведены с соответствующей корректировкой рН. Вторым исследованным показателем является дозировка коагулянта. Результаты экспериментов приведены в *табл. 2* и на *рис. 2*.

Наибольшая степень очистки по цветности достигнута при дозировке ОХА 50 мг/л (90%), по ХПК – при дозировках от 40 мг/л (50 %).

Таблица 1

Зависимость эффективности коагуляционной очистки от рН среды

Дозировка ОХА, мг Al_2O_3 /л	рН		Показатели воды после очистки		Эффективность очистки, %	
	исх.	кон.	Цветность, ° ПКШ	ХПК, мг O_2 /л	по цветности	по ХПК
60	4,86	5,61	325	384	35	24,7
		5,84	225	377	55	26,1
		6,06	155	340	69	33,3
		6,15	155	327	69	35,9
		6,26	180	384	64	24,7
		6,4	210	370	58	27,5

Примечание: исходные показатели модельной СВ из экстракта коры осины – ХПК 510 мг O_2 /л, цветность 500° ПКШ.

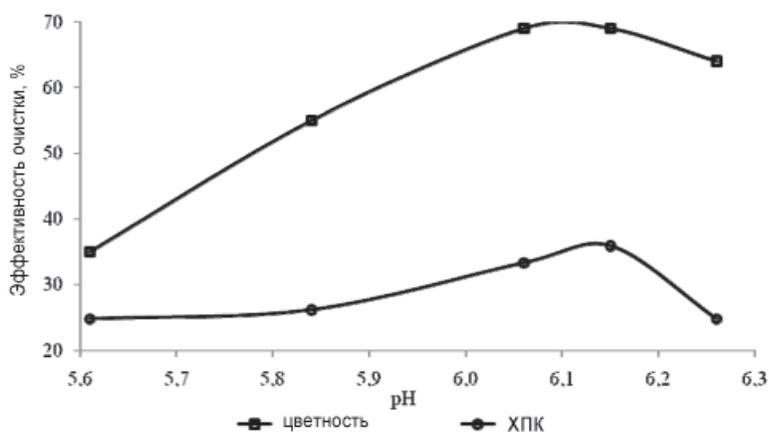


Рис. 1. Влияние рН на эффективность очистки модельной сточной воды из экстракта коры осины по ХПК и цветности.

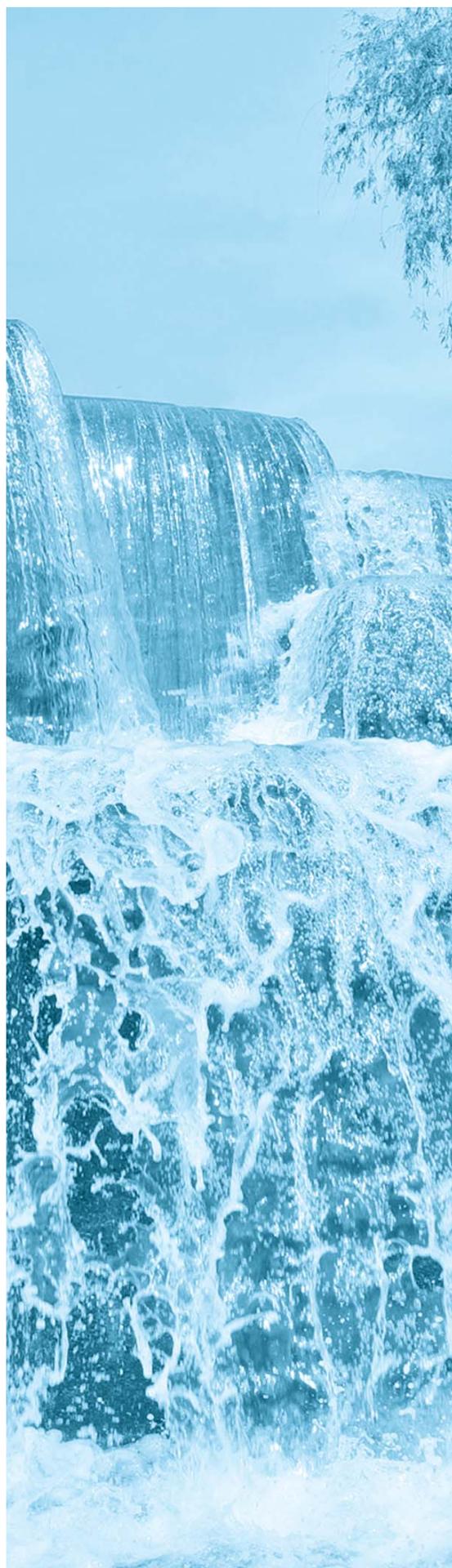


Таблица 2

Зависимость эффективности коагуляционной очистки от дозировки коагулянта

Дозировка ОХА, мг Al_2O_3 /л	Показатели воды после очистки		Эффективность очистки, %	
	Цветность, °ПКШ	ХПК, мг O_2 /л	по цветности	по ХПК
30	1324	591	21,19	25,85
35	963	459	42,68	42,41
40	410	376	75,60	52,82
45	225	372	86,61	53,32
50	140	368	91,67	53,83
55	152	372	90,95	53,32
60	101	385	93,99	51,69

Примечание: исходные показатели модельной СВ из экстракта коры ели – ХПК 684 мг O_2 /л, цветность 1800° ПКШ.

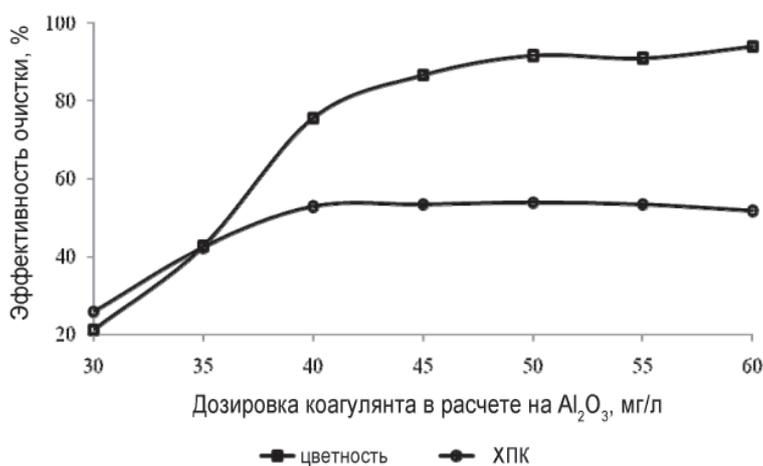


Рис. 2. Влияние дозировки ОХА на эффективность очистки модельной сточной воды из экстракта коры ели.

Таблица 3

Зависимость эффективности коагуляционной очистки от скорости перемешивания

Скорость перемешивания, об/мин	Показатели очищенной воды			Эффективность очистки, %	
	рН	Цветность, °ПКШ	ХПК, мг O_2 /л	по цветности	по ХПК
40	6,11	390	511	84,7	48,8
50	6,25	220	470	91,4	53,0
60	6,11	220	472	91,4	52,8
70	6,08	250	469	91,8	53,1
80	6,07	280	451	93,0	54,9
90	6,12	220	470	91,4	53,0
100	6,13	190	471	92,5	52,9
110	6,15	220	482	91,4	51,8
120	6,12	310	487	87,8	51,3

Примечание: исходные показатели модельной воды из экстракта коры сосны – ХПК 996 мг O_2 /л, цветность 2550° ПКШ.

Таблица 4

Влияние продолжительности перемешивания на эффективность коагуляционной очистки

Продолжительность перемешивания, сек	Показатели очищенной воды				Эффективность очистки, %	
	рН	Цветность, °ПКШ	ХПК, мгО ₂ /л	Концентрация ВВ, мг/л	по цветности	по ХПК
40	6,11	280	508	33	60,3	56,9
60	6,25	660	613	42	49,2	48,1
80	6,11	620	574	34	55,3	53,4
100	6,08	300	546	31	65,0	51,3
120	6,07	540	606	37	58,4	48,6
140	6,12	600	584	35	55,0	50,5
160	6,13	200	536	27	54,6	54,6
180	6,15	620	637	36	58,4	50,1

Примечание: исходные показатели модельной СВ из экстракта коры сосны – ХПК 1180 мг О₂/л, цветность 1298° ПКШ.

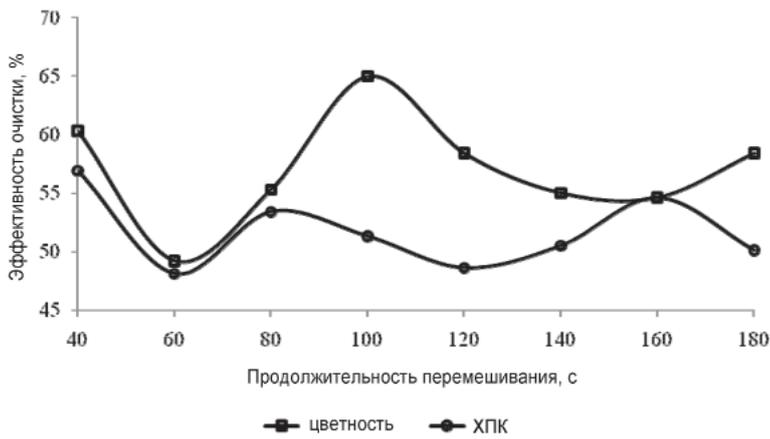


Рис. 3. Влияние продолжительности перемешивания на эффективность очистки с использованием ОХА.

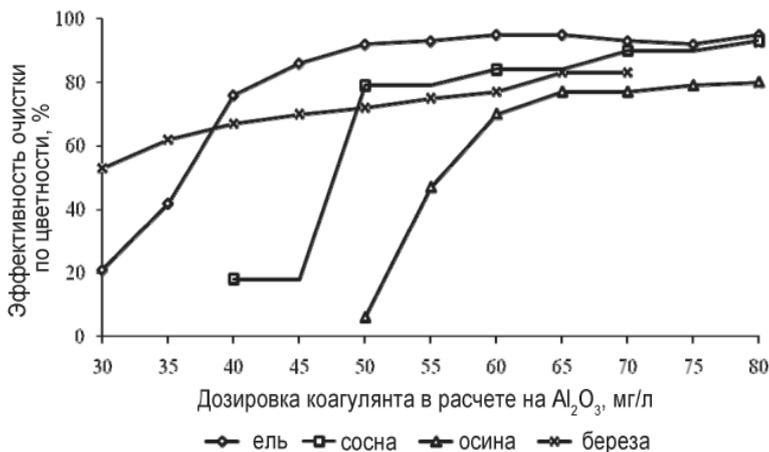
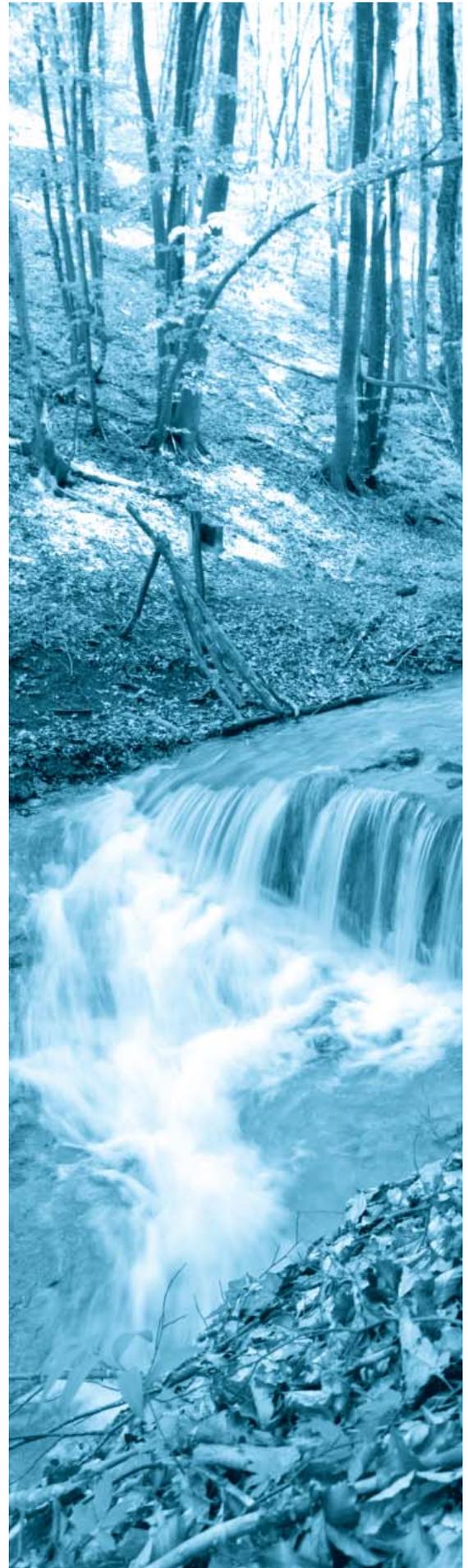


Рис. 4. Влияние исходной загрязненности на эффективность очистки модельной сточной воды по цветности.



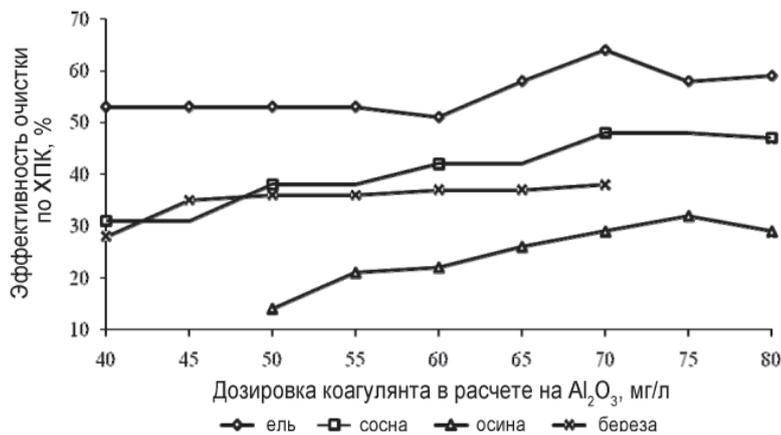


Рис. 5. Влияние исходной загрязненности на эффективность очистки модельной сточной воды по ХПК.

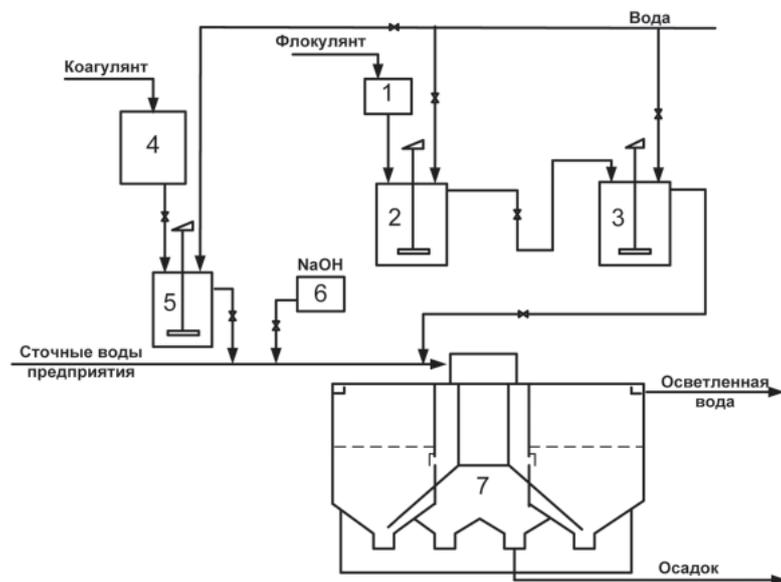


Рис. 6. Схема локальной очистки стока древесно-подготовительного цеха. 1 – бункер для сухого флокулянта; 2 – емкость для приготовления 1%-го раствора флокулянта; 3 – емкость для разбавления флокулянта; 4 – бак для коагулянта; 5 – емкость для приготовления рабочего раствора коагулянта; 6 – емкость для щелочного реагента; 7 – отстойник-осветлитель.

Далее исследовали влияние интенсивности и продолжительности перемешивания на эффективность очистки.

Влияние скорости перемешивания с коагулянтом (дозировка ОХА 60 мг/л, продолжительность 120 с.) Результаты экспериментов приведены в табл. 3.

Из табл. 3 видно, что эффективность очистки по цветности и ХПК незначительно зависит от скорости перемешивания в исследованном интервале. В интервале от 50 до 110 об./мин степень очистки по ХПК и цветности практически не меняется и составляет 52-55 % и 91-93 %, соответственно. При значениях скорости перемешивания менее 50 и



более 110 об./мин наблюдается снижение эффективности очистки на 3-5 %.

Результаты экспериментов по влиянию продолжительности перемешивания с коагулянтом (дозировка ОХА 50 мг/л, скорость перемешивания 80 об./мин) приведены в табл. 4. Максимальная эффективность очистки по цветности достигнута при времени перемешивания 100 и 160 с и составила 65 % по цветности и 55 % по ХПК (рис. 3).

Наименьшая эффективность очистки (50 % по цветности и по ХПК) наблюдалась при времени перемешивания 60 и 120 с. В целом по ХПК степень очистки меняется незначительно, в пределах 49-56 %.

Данные экспериментов с модельными водами, приготовленными из экстрактов различных пород древесины, нами обработаны, обобщены и представлены на рис. 4 и 5.

Из рисунков видно, что модельная вода, приготовленная из экстракта коры ели, очищается с наилучшей эффективностью как по цветности, так и по ХПК.

В целом, по уровню эффективности очистки СВ из экстрактов представленных пород можно расположить в следующий ряд (по убыванию): ель – сосна – береза – осина.

На основании экспериментальных данных нами разработана технология локальной очистки стока древесно-подготовительного цеха методом коагуляции, схема которой приведена на рис. 6.

Коагулянт ОХА с концентрацией $17 \pm 0,5$ % по Al_2O_3 из бака поступает в емкость для приготовления 1 %-го раствора, после чего коагулянт подается в трубопровод со СВ. Одновременно с коагулянтом из бака подается NaOH для корректировки pH.

Сухой флокулянт из бункера поступает в емкость, где происходит его растворение, затем подается в емкость для доведения до определенной концентрации и после вводит-

ся в трубопровод непосредственно перед отстойником-осветлителем. Данный отстойник обеспечивает коагуляционно-флокуляционную обработку вод с тонкослойным отстаиванием и сгущением осадка в одном аппарате. Осветленная вода отводится на биологическую очистку, а образовавшийся осадок на механическое обезвоживание.

Заключение

Данная технология позволяет снизить расходы и нагрузку на биологическую очистку, что позволит повысить качество очистки стоков, сбрасываемых в водоемы.

Литература

1. Состояние и охрана окружающей среды Архангельской области в 2009 году / Под ред. Доморощенной Л.Г. Архангельск: Изд-во ОАО ИПП «Правда Севера», 2010. 297 с.
2. Соболева Т.В. Приоритетные показатели эколого-аналитического контроля состава сточных вод в технологическом нормирова-

Ключевые слова:

коагуляция,
сточные воды,
целлюлозно-
бумажная
промышленность

- нии деятельности предприятий ЦБП. Дисс. канд. техн. наук, Архангельск, 2007. 128 с.
3. Байбородин А.М. Локальная очистка сильнозагрязненных сточных вод целлюлозно-бумажной промышленности коагулянтами / А.М. Байбородин, К.Б. Воронцов, Н.И. Богданович // Материалы Всероссийской научно-технической интернет конференции «Экология и безопасность техносферы», Орел: Изд-во ГТУ, 2009. с. 71-73.
 4. Байбородин А.М. Исследование эффективности локальной очистки условно чистых вод ОАО «Архангельский ЦБК» методом коагуляции / А.М. Байбородин, К.Б. Воронцов, Е.В. Вторая, Н.И. Богданович // Материалы X междун. молодежной науч. конф. «Севергеоэкотех-2009». Ухта: УГТУ, 2009. С. 317-320.
 5. ГОСТ Р 52769-2007 Вода. Методы определения цветности.
 6. Лурье Ю.Ю. Химический анализ производственных сточных вод / Ю.Ю. Лурье, А.И. Рыбникова. М.: Химия, 1974. 336 с.



A.M. Bayborodin, K.B. Vorontsov, N.I. Bogdanovich

LOCAL TREATMENT OF HEAVILY POLLUTED SEWAGE WATERS OF PULP AND PAPER INDUSTRY

The efficiency of local sewage purification after wet debarking of wood by coagulation applied in paper industry has been analyzed. Data on pH effect, coagulant and

flocculant dosages have been presented. Technology of local sewage treatment based on experimental data has been developed.

Key words: coagulation, sewage, pulp and paper industry