

Р. С. Чистов, аспирант, Н. Г. Чистова, доцент,  
А. В. Рубинская, аспирант, Лесосибирский филиал Сибирского государственного  
технологического университета, г. Лесосибирск

### ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВНЕДРЕНИЯ ФЛОТАЦИОННЫХ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД В ПРОИЗВОДСТВЕ ДВП

In work questions discrepancy of quality clearing industrial sewage to maximum permissible dumps for water area of the river Yenisei on enterprise the enterprises of the Angaro-Yenisei region are considered. The estimation of ecology-economic efficiency sewage treatment in manufacture of wood-fiber plates with application of a method pressure head flotation is executed.

**Введение.** Широкомасштабность использования природных ресурсов в хозяйственной деятельности естественным образом обуславливает необходимость разработки планов экономически эффективной природоохранной деятельности, направленных на поиск малозатратных и ресурсосберегающих технологий производства.

Современные предприятия, в том числе предприятия химико-лесного комплекса, должны анализировать и постоянно улучшать систему управления окружающей средой, чтобы повышать свою общую эколого-экономическую эффективность. Анализ должен быть всесторонним, чтобы учесть степень влияния на окружающую среду всех видов деятельности, продукции или услуг данной организации, включая их воздействие на финансовую сторону деятельности и возможную конкурентоспособность.

**Основная часть.** Несмотря на многолетние исследования в области очистки сточных вод деревообрабатывающих предприятий (в частности, водопотребление, водоочистка и водоотведение), проблема не решена до настоящего времени и остается актуальной.

Важнейшая составная часть экологической политики на современном этапе любой организации – контроль, сокращение и обезвреживание промышленных выбросов, в частности сброса сточных вод. Вследствие значительного взаимодействия предприятий деревоперерабатывающей промышленности с природными ресурсами необходимо вести контроль за тем, чтобы предприятия результатами производственной деятельности оказывали наименьшее влияние на окружающую среду.

Поэтому для большинства действующих российских предприятий, в частности деревоперерабатывающей промышленности, в настоящее время одна из наиболее важных задач – создание или реконструкция системы очистки сточных вод.

В Лесосибирском промышленном узле одним из крупнейших лесоперерабатывающих предприятий является ОАО «Лесосибирский лесопильно-деревоперерабатывающий комбинат № 1», в состав которого для улучшения показателя ком-

плексной переработки древесины входит и успешно работает линия по производству древесноволокнистых плит (ДВП) мокрым способом. Данное производство связано с большими расходами воды. Так, на одну тонну готовых плит, полученных мокрым способом, расходуется в среднем до 230 м<sup>3</sup> чистой воды.

Результаты исследований выборочных экспериментов, анализ технологической воды предприятий и результаты экспериментов показали, что флотационный метод очистки сточных вод является для решения настоящей задачи наиболее предпочтительным. Однако флотаторы американской компании «KROFTA», рекомендуемые в том числе для очистки стоков целлюлозно-бумажных и лесоперерабатывающих предприятий, требуют предварительного качественного усреднения стоков по составу и расходу, что в условиях действующих производств выполнить сложно, поскольку необходимо точное дозирование реагентов, требуется много времени на запуск и отладку процесса после остановки. Безреагентная очистка в данном случае практически невозможна.

Предлагаемый же в настоящей работе метод напорной флотации является более эффективным и предпочтительным для безреагентной/реагентной очистки сточных вод, так как при этом возможно применение широкого спектра эффективных коагулянтов и флокулянтов. Очень высокая скорость процесса обеспечивают малые габариты оборудования и, соответственно, сравнительно небольшие капитальные и эксплуатационные затраты. Высокая эффективность удаления взвешенных и коллоидных веществ при незначительных эксплуатационных затратах дает быструю окупаемость. Малые габариты и разнообразие типов (круглые горизонтальные, ламельные горизонтальные и др.) и типоразмеров (производительностью от 5 до 2000 м<sup>3</sup>/ч) флотаторов позволяет разместить это оборудование в производственных цехах непосредственно в местах образования очищаемого стока без каких-либо строительных работ.

Сотрудниками Лесосибирского филиала Сибирского государственного технологического университета выполнен анализ производственной деятельности ОАО «Лесосибирский лесопильно-

деревоперерабатывающий комбинат № 1», анализ теоретических и экспериментальных исследований по очистке сточных вод в различных отраслях промышленности, в том числе целлюлозно-бумажной и лесоперерабатывающей. Спланированы и реализованы поисковые однофакторные и многофакторные эксперименты на полупромышленной пилотной флотационной установке УНИВЕРСАЛ СМ-1, работающей по методу напорной флотации, с дальнейшей их математической обработкой и анализом с целью определения применимости данного метода очистки к сточным водам производства древесноволокнистых плит мокрым способом и возможного дальнейшего применения данного способа очистки на лесохимических и деревообрабатывающих предприятиях г. Лесосибирска.

При производстве древесноволокнистых плит мокрым способом вместе со сбрасываемой водой в сточные воды попадает значительное количество фенолов, формальдегидов, древесного волокна. Утилизация собственных отходов производства является не только природоохранным, но и ресурсосберегающим мероприятием, так как на подготовку волокна затрачены как материальные, так и трудовые ресурсы.

Вместе с решением задачи по улавливанию волокна решается задача полного возврата вторичных древесных волокон в основное производство с теми же качественными и количественными характеристиками. При этом технологический процесс и качественные характеристики готовых плит остаются без изменения.

С целью улавливания и возвращения в производство вторичного древесного волокна, очистки избыточной оборотной воды для дальнейшего ее использования на технологические нужды взамен свежей воды и уменьшения загрязнений в сточных водах на лесохимических предприятиях г. Лесосибирска, в том числе цехов по производству древесноволокнистых плит, предлагается установить аппарат флотационной очистки УНИВЕРСАЛ-300.

После проведения поисковых опытов на модельных растворах работы были продолжены на реальных производственных стоках (общезаводской сток перед сбросом на локальные очистные сооружения и сброс с прессов отжима древесного волокна) и оборотной воде «Лесосибирского ЛДК-1». Во всех опытах производительность флотатора составляла  $7 \text{ м}^3/\text{ч}$ , расход воздуха 3%, расход рабочей жидкости 10% от производительности флотатора.

Минимальный эффект очистки без использования реагентов составил 72,4%, в оптимальном режиме эффект равен 90–95%. Эффективность – это не единственное достоинство этих флотаторов. Эти аппараты компактнее зарубежных. По теории флотации считается,

что создать флотатор с глубиной камеры меньше 1700 мм невозможно. М. Крофта удалось уменьшить глубину до 650 мм. Отечественная установка имеет всего 150 мм в глубину.

В современных условиях рыночной экономики особую роль играет эколого-экономическая значимость внедряемого оборудования с оценочным фактором рационального природопользования и охраны окружающей природной среды. Экологический аспект заключается в организации управления и планирования системы природоохранных и социально-экономических мероприятий, обеспечивающих сохранение и улучшение природной среды.

Эколого-экономическая эффективность установки УНИВЕРСАЛ-300 заключается в экономии волокнистых полуфабрикатов, свежей воды, уменьшении объема производственных стоков, сброса взвешенных веществ в водоем. Кроме того, сокращаются эксплуатационные расходы на локальных очистных сооружениях: снижается численность производственного персонала, расход электроэнергии на перекачку стоков на отстойники и возврат скопа на производство древесноволокнистых плит, исключается транспортировка отходов в отвал.

Использование осветленной воды взамен свежей на спрыски пеногашения в напускных ящиках и в регистровой части отливочных машин, на разбавление массы перед рафинаторами позволит сократить потребление свежей воды на  $1971 \text{ м}^3/\text{сут}$ . Соответственно снижение потребления свежей воды уменьшает объем сточной воды на  $1977 \text{ м}^3/\text{сут}$ , содержание взвешенных в ней частиц сократится на 1,31 т/сут.

Общая сумма расходов на реконструкцию определялась путем составления смет капитальных затрат. В работе при расчетах учитывалась стоимость внедряемого оборудования, а также затраты, связанные с его установкой. Здесь учитывалась стоимость нового оборудования и другие затраты, связанные с его установкой. Расчеты показали, что для реконструкции цеха ДВП потребуются около 4079 тыс. руб.

При внедрении данной установки были учтены также затраты, связанные с ее эксплуатацией, которые составили 674 тыс. руб. В основу расчета эксплуатационных расходов и расходов по внедрению оборудования были положены данные таблицы.

Отказ от локальных очистных сооружений комбината позволит сократить расходы электроэнергии на перекачку стоков на отстойники и скопа на производство ДВП на 443 000 кВт, что составит экономию в размере 647,488 тыс.руб. Потребление свежей воды сократится на технологические нужды на 719 тыс.  $\text{м}^3/\text{год}$ , что даст экономию в 949,080 тыс. руб. в год. В результате экономии сырья, воды, электроэнергии и заработной платы сократится себестоимость древесноволокнистой плиты и составит 2412 тыс.руб.

Таблица 1

## Затраты на реконструкцию цеха ДВП

Наименование затрат (работ)	Стоимость затрат (работ), тыс. руб.
Сбор и обработка исходных данных, составление технического задания на разработку конструкции и чертежей КМ и КМД флотационной установки	212
Согласование и выполнение экспертной оценки эскизного проекта флотационной установки	142
Выполнение экспертной оценки чертежей КМ и КМД флотационной установки	118
Осуществление авторского надзора и шеф-монтажных работ при изготовлении флотационной установки	71
Запуск и установление оптимального режима работы флотационной установки	212
Выполнение проектно-конструкторской документации	1550
Строительно-монтажные и закупочные материалы	1100
Эксплуатационные затраты	674
<i>Итого</i>	4079

Таблица 2

## Результаты флотационной очистки стоков и оборотной воды

Дата	Вид воды	Фенол, мг/л			Формальдегид, мг/л			ХПК, мг O <sub>2</sub> /л			Взвешенные в-ва, мг/л			рН	
		до	после	Э, %	до	после	Э, %	до	после	Э, %	до	после	Э, %	до	после
11.09.2006	ОС	следы	отс.	100,00	0,016	0,002	87,5	194	77	60,31	34	8	76,47	6,41	6,71
14.09.2006	ОС	0,018	0,0012	93,33	0,089	0,046	48,31	1234	699	43,35	245	70	71,43	6,41	6,71
	СП	0,0102	0,0095	6,8	0,101	0,079	21,78	1850	905	51,08	249	85	65,86	6,41	6,71
18.09.2006	ОВ	0,147	0,006	95,92	0,147	0,058	60,54	1439	822	42,88	258	102	60,47	6,41	6,71
	ОС	0,023	0,0056	75,65	0,076	0,021	72,36	1547	514	66,71	302	81	73,18	6,15	6,35
	СП	0,015	0,0091	39,3	0,125	0,083	33,6	1946	854	56,12	289	94	67,47	5,98	6,14
	ОВ	0,138	0,0045	96,74	0,136	0,049	63,97	1598	415	74,03	287	101	64,8	6,12	6,28

Примечание. ОС – общий сброс; СП – сброс с пресса; ОВ – оборотная вода

При этом необходимые капитальные вложения, по нашим расчетам, окупятся через 1,41 года. Необходимо отметить, что норматив платы за выбросы/сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду устанавливается (индексируется) ежегодно Правительством РФ и имеет тенденцию возрастания. Следовательно, при всех равных условиях экономическая эффективность по природоохранным факторам может увеличиваться год от года на величину индексации платы за природопользование.

Возврат уловленного волокна в производство позволит увеличить выпуск готовой продукции на 476 т/год (156 тыс. м<sup>2</sup>/год) или уменьшить расход свежего волокна на 1,48 т/сут.

Коэффициент экономической эффективности, по нашим расчетам, составит 0,71.

Таким образом, предлагаемый для внедрения в цехах по производству древесноволокнистых плит напорный флотатор является эффективной установкой очистки промышленных сточных вод данного производства. Две ступени дисперсионных флотационных аппаратов без использования химических реагентов (коагулянтов и флокулянтов) позволят эффективно очистить производственные стоки деревообрабатывающих предприятий перед их биологической обработкой (табл. 2), в том числе от фенолов, формальдегидов, древесных волокон, и решить тем самым технологические, экономические и экологические задачи:

1) возможность использования очищенной технологической воды для повторного ее использования на различных этапах технологического процесса производства ДВП:

- напорный ящик;
- вакуумные насосы;
- гидромойка;

2) снижение объема водопотребления свежей воды;

3) улавливание и возврат для повторного использования вторичных древесных волокон в основное производство без дополнительной его обработки, непосредственно в напорный

ящик, в среднем до 95% от общей массы попадающего волокна в сточные воды;

4) применение этого оборудования позволит снизить нагрузку на существующие локальные очистные сооружения, что снизит эксплуатационные затраты, а также материальные затраты, связанные с выплатой экологических штрафов;

5) экономия заводских площадей. Возврат уловленного волокна в производство позволит уменьшить расход свежего волокна на 1,48 т/сут;

6) возможность создания замкнутой системы водоснабжения цеха древесноволокнистых плит мокрым способом.

**Заключение.** Таким образом, очистка сточных вод с помощью флотационного оборудования позволит сократить содержание загрязняющих веществ в сточных водах до предельно допустимой концентрации. Применение нового оборудования для очистки позволит исключить существующую локальную очистку, что снизит эксплуатационные затраты, а также материальные затраты, связанные с выплатой экологических штрафов.

#### Литература

1. Спринцын, С. М. Экономика использования вторичных древесных ресурсов / С. М. Спринцын, Т. А. Литвиненко. – М.: Лесная промышленность, 1990. – 240 с.
2. Генцлер, Г. Л. Развитие теории конструирования водоочистных флотационных аппаратов / Г. Л. Генцлер. – Новосибирск: Наука, 2004. – 318 с.
3. Чистова, Н. Г. Направления дальнейшего совершенствования использования дополнительного древесного сырья и отходов деревообработки на предприятиях Ангаро-Енисейского региона / Н. Г. Чистова, А. В. Рубинская, Р. С. Чистов // Природоресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России. – Пенза: РИОИГСХА, 2005
4. Храмова, Л. Н. Эколого-экономическая оценка рационального использования вторичного древесного сырья в Ангаро-Енисейском регионе: монография / Л. Н. Храмова, С. В. Соболев, Р. А. Степень. – Красноярск: СибГТУ, 2006. – 147 с.