

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЙХОРНИИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРОМСТОКОВ

Е.П. Курцевич, С.А. Потехин, Ю.Н. Солдатов,  
В.М. Олонцев, В.И. Дротченко

ОАО «СибНИИ ЦБП», ОАО «Братсккомплексхолдинг»

**Э**йхорния — высшее водное растение, надводная часть которого состоит из листьев и цветка, напоминающего гиацинт. В воде находятся нитевидные корни, опушенные ресничками, между которыми и происходит основной процесс очистки. С помощью корневой системы и контактирующих с водой листьев растение усваивает из воды неорганический углерод карбонатов, минеральные соли, низкомолекулярные углеводы, аминокислоты и другие вещества. Мощная корневая система эйхорнии обеспечивает высокую эффективность поверхностно-адсорбционного поглощения питательных веществ. На поверхности корней формируются селективные ми-

кробиоценозы (бактерии, водоросли, простейшие), способствующие более активной биодеструкции и поглощению органических и минеральных веществ.

Произрастает эйхорния в естественных условиях в странах с тропическим и субтропическим (Индия) климатом. Однако в благоприятных условиях летнего периода в интервале температур 16 — 32 °С может активно вегетировать и в северных районах. Исследователи заметили способность этого растения «съедать» все лишнее, что загрязняет воду, и при этом эффективно очищать водоемы, сточные воды промышленного, хозяйственного, животноводческого и т.п. происхождения. Это внешне очень нежное растение на деле представляет собой мощную химическую лабораторию, перера-

батывающую сложные высоко- и низкомолекулярные продукты человеческой деятельности в безобидные элементы таблицы Менделеева.

Рассада растения была приобретена в московской фирме «Социальная инновация», которая уже много лет активно занимается пропагандой и распространением нового способа очистки сточных вод.

Так, тропическая гостья (около 400 растений) в июне 2000 г. впервые попала в район Восточной Сибири, приравненный к Крайнему Северу. После доставки рассады в лабораторных условиях были проведены эксперименты на различных потоках сточных вод с целью определения эффективности их очистки. Для этого эйхорнию высадили в два аквариума по 20 л каждый с

Таблица

| Показатели   | На день отбора |       | Через двое суток |      | Эффект очистки, % |      | Через семь суток |       | Эффект очистки, % |      |
|--|----------------|-------|------------------|------|-------------------|------|------------------|-------|-------------------|------|
|  | П.О.           | В.О.  | П.О.             | В.О. | П.О.              | В.О. | П.О.             | В.О.  | П.О.              | В.О. |
| ХПК, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>               | 335            | 185   | 220              | 135  | 34,3              | 27   | 157              | 130,9 | 53,1              | 29,2 |
| БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> | 90             | 7,8   | 64               | 3,4  | 28,9              | 56,4 | 7,6              | 3,4   | 91,6              | 56,4 |
| Содержание, мг/дм <sup>3</sup> :                     |                |       |                  |      |                   |      |                  |       |                   |      |
| взвешенные вещества                                  | 23,8           | 23,3  | —                | —    | —                 | —    | 16,4             | 14,6  | 31,1              | 37,3 |
| сернистые (сумма)                                    | 2,54           | 0,35  | —                | —    | —                 | —    | 0,02             | 0,001 | 99                | 99,7 |
| скипидар   | 0,91           | 0,096 | —                | —    | —                 | —    | Отс.             | Отс.  | 100               | 100  |
| фенолы   | 0,109          | 0,064 | —                | —    | —                 | —    | 0,02             | 0,063 | 81,7              | 1,6  |

**Примечание.** П.О. — первичные отстойники; В.О. — вторичные отстойники.

водой из первичных и вторичных отстойников. Площадь поверхности, покрытая водорослью, составила около 80 %. Адаптационный период прошел успешно: растения сохраняли хороший внешний вид, жизнеспособность, здоровую корневую систему. Эти стоки пришлось ей по «вкусу», как по составу загрязнений, так и температурным условиям (до 30 °С в летний период). При оценке эффективности «работы» эйхорнии учитывался внешний вид растений и качественные показатели сточной воды «до» и «после» их посадки.

Результаты анализов сточных вод до и после очистки эйхорнией в лабораторных

условиях (июль 2000 г.) приведены в таблице.

Результаты лабораторных исследований показали возможность и эффективность утилизации загрязняющих веществ из сточных вод, характерных для целлюлозно-бумажной промышленности и, в частности, для Братского лесопромышленного комплекса (БЛПК).

Следующий этап исследований включал определение скорости вегетации и наблюдение за состоянием растений в производственных условиях, т.е. в проточном режиме, на действующем сооружении.

В конце июня растения были высажены во вторичный отстойник № 6 диа-

метром 40 м и высотой 4 м станции биологической очистки № 2 (рис. 1). Для предотвращения распространения водоросли было установлено ограждение по периметру лотка. Площадь высадки рассады составляла 1,2 м<sup>2</sup>. Растения чувствовали себя хорошо, имели ярко-зеленый цвет, активно размножались и через полмесяца площадь зарастания возросла до 9,6 м<sup>2</sup>, т.е. увеличилась в 8 раз, и составила 0,85 % водной поверхности отстойника. Число растений продолжало увеличиваться, а некоторые зацвели.

В середине августа, когда эйхорния занимала уже около 50 % площади отстойника, наблюдалась частичная гибель растений: они приобрели бурю окраску, корни покрылись слизью и представляли собой черный слипшийся комок. Среди массива водорослей образовались острова гибнущих растений, окруженные пеной, в которой преобладали талловые продукты. Так, разовый сверхнормативный сброс сульфатного мыла привел к гибели части растений. Однако сохранившиеся растения продолжали активно развиваться и размножаться, имели хороший внешний вид и здоровую корневую систему.

Для определения эффективности очистки стоков в проточном режиме в конце августа отбирались



**Рис. 1.** Радиальный отстойник диаметром 40 м. Эйхорния заполнила практически всю поверхность. На переднем плане виден зубчатый перелив осветленной воды, на заднем плане — ферма с приводом (начало октября:  $t^{\circ}$  воздуха = 2 + -5 °С,  $t^{\circ}$  сточной воды = 25 °С)

пробы сточных вод после отстойников № 6 с эйхорнией и № 7 контрольного. К этому времени эйхорния занимала 52 — 56 % общей площади отстойника с частично погибшими растениями (около 20 — 30 %). Анализы проб показали, что цветность, ХПК и БПК<sub>5</sub> в обоих отстойниках близки по значению, что можно объяснить двумя факторами:

- недостаточным временем контакта (2,5 — 3 ч) сточной воды с корневой системой растений;
- высокой степенью биологической очистки (96 — 97 %) и, следовательно, низким содержанием остаточных загрязнений по БПК<sub>5</sub> (3 — 4 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>).

Значительный эффект был получен по изъятию из стоков специфических веществ: сернистых — 32,2 %; хлороформа — 59,1 %.

Осень в Братске выдалась сухая и теплая: в начале октября колебания температуры воздуха составляли от -2 °С (ночью) до +6 °С (днем). Эйхорния в отстойнике выглядела вполне жизнеспособной благодаря теплоту (26 — 28 °С) стоку после биологической очистки. Площадь зарастания к этому времени составила уже более 800 м<sup>2</sup>, т.е. увеличилась за 3 летних месяца в 700 раз.

В конце июня в прудах аэратор № 1 сооружений доочистки стоков также была высажена рассада эйхорнии в плавучую грядку в центре пруда и у берега, прикрытом от ветра деревьями и прибрежной растительностью (рис. 2). Здесь проводились только визуальные наблюдения. Особенно благоприятные условия оказались во втором случае, где растения



Рис. 2. Парник с эйхорнией прикреплен к ферме и медленно движется с ней по отстойнику (октябрь:  $t^{\circ}_{\text{воздуха}} = 15 + 16^{\circ}\text{C}$ ,  $t^{\circ}_{\text{сточной воды}} = 20 + 22^{\circ}\text{C}$ ).

имели мощную надводную часть, здоровую корневую систему и листья ярко-зеленого цвета. Здесь наблюдалась и высокая степень размножения: за два месяца площадь зарастания увеличилась в 1000 раз (с 0,05 до 50 м<sup>2</sup>). В центре пруда, так же как и в отстойнике № 6, наблюдалась частичная гибель растений, но в значительно меньшей степени. Попытка адаптировать водоросль на первичных отстойниках не имела успеха

и привела к гибели и выносу их в связи с резкими изменениями состава и содержания загрязнений в стоках, поступающих с производств комплекса.

Сохранение водоросли в зимний период с целью широкомасштабного внедрения ее весной 2001 г. на сооружениях доочистки предусматривается в аквариумах и ваннах, установленных в лаборатории, а также в утепленных плавучих парниках во вторичном отстойнике.

В результате проведенной работы установлено:

- с помощью высшей водной растительности эйхорнии можно утилизировать загрязняющие вещества из сточных вод ЦБП;
- степень очистки зависит от времени контакта стоков с растениями и от площади зарастания, которая должна составлять не менее 70 %;
- оптимальный вариант использования эйхорнии — доочистка биологически очищенных стоков, имеющих более стабильный состав по сравнению с исходными стоками;
- опытно-промышленные испытания во вторичном отстойнике показали, что эйхорния активно растет и размножается, проходя стадию цветения. За три летних месяца площадь зарастания увеличилась в 700 раз (с 1,2 до 800 — 850 м<sup>2</sup>);
- сверхнормативные сбросы специфических загрязняющих веществ приводят к частичной гибели растений;
- в зимний период необходимо сохранять растения в теплых помещениях (в ваннах, аквариумах) или в утепленных плавучих парниках. ■