



УДК 628.35

Н. В. ВНУКОВА, канд. геогр. наук, доцент, заместитель заведующего кафедрой,

А. Н. ЖЕЛНОВАЧ, студентка

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, г. Харьков

БИОИНЖЕНЕРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ (БИС) И ПОВТОРНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОЧИЩЕННЫХ СБРОСНЫХ ВОД В ОБОРОТНОМ ЦИКЛЕ ТЭС

Харьковским комплексным инженерным центром для Харьковской ТЭЦ-5 был выполнен рабочий проект строительства биоинженерных сооружений (БИС). Цель проекта: обеспечить охрану и рациональное использование водных ресурсов, прогрессивный технический уровень эксплуатации Харьковской ТЭЦ-5 в пределах установленных базовых показателей. Отличительной особенностью БИС является искусственно выполненный биогеоценоз. Основную роль при очистке вод на БИС (биоплато) выполняет биотическая часть сооружений. Полная биологическая очистка сточных вод представляет собой глубокую минерализацию органических соединений и окисление неорганических соединений азота и серы.

окружающая среда, техногенная безопасность, очистные сооружения, биоинженерные сооружения

Специфические условия формирования и отведения поверхностного и дренажного стоков от промышленных предприятий, с территории населенных пунктов, из сельскохозяйственных угодий не позволяют в наше время реализовать на практике высокоэффективные методы, сооружения и технологии очистки, которые используются в промышленности и коммунальном хозяйстве. В то же время опыт разработки и применение биоинженерных сооружений (БИС) как природоохранных мероприятий, накопленный в системе Госводхоза Украины, позволяет рассматривать их как эффективный способ защиты поверхностных и подземных вод от загрязнения. БИС объединяют в себе основные элементы сооружений групповой очистки и систем открытого типа с использованием биофильтра высших водных растений (ВВР).

Отличительной особенностью БИС является искусственно выполненный биогеоценоз, качественные и количественные характеристики составных компонентов которого формируются под воздействием высшей водной растительности. Все виды конструкций БИС обеспечивают движение потока очищаемой среды в горизонтальной плоскости сквозь заросли макрофитов и в вертикальной – через прикорневой слой грунтов, насыщенных микрофлорой. Высшие водные растения занимают 100 % акватории сооружений.

Итак, основную роль при очистке вод на БИС (биоплато) выполняет биотическая часть сооружений. Самые

важные элементы биоты, развивающейся в сооружениях: биоплато-, бактерио- и фитоперифитон ВВР, фито- и бактериопланктон, микроорганизмы донных отложений и корневой зоны.

Полная биологическая очистка сточных вод представляет собой глубокую минерализацию органических соединений и окисление неорганических соединений азота и серы.

Анализ работы действующих БИС, данные лабораторных исследовательско-промышленных испытаний, а также литературные источники позволяют определить эффект очистки в % от:

ионов аммония	– 81–92
нитрит-ионов	– 92–99
нитрат-ионов	– 86–96
ионов тяжелых металлов	– 60–90
взвешенных веществ	– 92–97
сульфат-ионов	– 36–40
ионов Ca, Mg, Na	– 10–20
органических веществ (ХПК)	– 60–80

Преимуществом сооружений БИС является высокая техническая эффективность, низкая энергоемкость, малые эксплуатационные и капитальные затраты, возможность повторного использования очищенных вод непосредственно в технологическом процессе, т. к. система

технического водоснабжения ТЭЦ-5 – оборотная, основанная на башенных (металлических) градирнях с отстаиванием и дополнительным охлаждением.

Проектирование БИС выполняется с учетом конкретных требований к качеству обрабатываемых вод после прохождения их через БИС. При этом необходимо учесть резервные мощности на период проведения ремонтных работ, которые потребуют отключения БИС. Поэтому предусматривается наличие не менее двух сооружений БИС, работающих в параллельном и взаимозаменяемом режимах, т. е. каждая секция (при общем бассейне, разделенном на секции) может работать как самостоятельное БИС.

Проект БИС был выполнен для ТЭЦ-5 Харьковским комплексным инженерным центром и затем перерабатывался МПП «ЭкоТЭ» УкрНЦОВ и ПТО ГП «Харьковская ТЭЦ-5».

Цель проекта: обеспечить охрану и рациональное использование водных ресурсов, прогрессивный технический уровень эксплуатации ТЭЦ-5 в пределах установленных базовых показателей.

Проектом предусмотрено строительство:

- отстойника площадью 0,94 га, объемом 6,5 тыс. м³, 20 % объема которого будет использовано под БИС 1-й ступени;
- биоинженерного сооружения, состоящего из 3-х каскадов, общей площадью 1,6 га и объемом около 12 тыс. м³;
- аккумулирующей емкости площадью 0,16 га и объемом около 1,5 тыс. м³;
- дренажной насосной станции на расход 80 л/сек с магистральным трубопроводом;
- дополнительной сети наблюдательных скважин.

Биоинженерные сооружения представляют собой бассейны прямоугольной формы, выполненные в полувыемке-полунасыпи. Расчетная глубина воды составляет 0,7 м. Дно первого (в отстойнике) и второго каскадов покрывается растительным грунтом с корневищами камыша, тростника и рогоза толщиной до 0,15 м. В БИС-4 полностью, а в БИС-3 до половины сначала устанавливается песчаная призма до 0,45 м, в которой укладываются дренажные трубы ТДВП-100 с фильтром из нетканного материала и присыпаются растительным грунтом с остатками корневищ камыша и рогоза толщиной до 0,15 м.

Для предотвращения фильтрации неочищенной воды из I-й ступени в реку Уды проектом предусматривается устройство защитного дренажа из труб ТДВП-100, а также аварийный сброс очищенной воды после II-й ступени в реку Уды на случай ремонта ДНС.

Поддержание уровней в БИС 1–3 обеспечивается с помощью колодцев.

Одним из главных элементов биологических инженерных сооружений является высшая водная растительность. Наиболее экологически подходящим для зоны Украины является тростник обыкновенный. В качестве материала для посадки рекомендуется использовать корневую массу, которую отбирают в существующих зарослях тростника вместе с грунтом до глубины 0,2 м. Грунт вместе с корневищами тростника перевозится и равномерным слоем укладывается на дно бассейна БИС. Нормальное развитие высаженного материала требует поднятия воды в бассейне БИС слоем до 0,1–0,2 м в течение 1–2 месяцев. За это время формируется биоценоз, который включается в работу БИС по очистке стоков. Однако от начала формирования искусственного биоценоза и до пуска сооружений на проектную мощность требуется, как правило, прохождение 1–2 полных циклов вегетационного развития ВВР.

Принцип работы этих сооружений заключается в следующем: продувочные воды циркуляционной системы объемом 250–300 м³/час поступают в отстойник, часть которого занята зарослями макрофитов (тростник, рогоз, камыш); самотеком переходят в БИС-1, где поток очищаемой жидкости движется в горизонтальной плоскости также через заросли макрофитов. В этом заключается I-я ступень очистки. Причем, ссылаясь на [4], следует сказать, что в результате проведенных экспериментов было установлено, что рогоз характеризуется более низкой удельной деструкционной активностью перифитона, контролируемой по удельной скорости снижения БПК/ХПК и концентрации кислорода в сточных водах, по сравнению с этим же показателем перифитона тростника. Далее через колодец вода поступает в БИС-2. Здесь поток очищаемой воды движется в вертикальной плоскости, через корнеобитаемый слой ВВР и систему дренажных труб поступает в 3-й каскад. В последнем каскаде поток движется также в вертикальной плоскости, откуда проходит II-ю ступень очистки и через колодец поступает в аккумуляторную емкость, а из нее – к дренажной насосной станции (ДНС).

Качественный состав очищаемой и прогнозируемый состав очищенной воды приведены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, качество очищенных вод позволяет использовать их в цикле станции без превышения ПДК (предельно-допустимых концентраций) и без сброса в реку Уды.

По поводу приведенных результатов следует сказать, что биоинженерные сооружения весьма эффективны в качестве очистки сточных вод, включающих органические загрязнения. Что же касается некоторого снижения солесодержания очищаемой воды, то это тоже является важным фактором.



Таблица 1.

Качественный состав очищаемой и прогнозируемый состав очищенной воды

№ п/п	Показатели	Сточные воды				
		до очистки мин. – макс.	после очистки			
			БИС I ст.	% очистки	БИС II ст.	% очистки
1	pH	7,0–8,6	7,0–8,6	–	7,0–8,6	–
2	Сухой остаток (солеосодерж.), мг/л	900–3900	1400	15	1200	15
3	Хлориды, мг/л	220–370	200–330	10	180–300	10
4	Сульфаты, мг/л	170–300	155–275	10	125–220	20
5	Взвешенные вещества, мг/л	мин. – макс.	мин. – макс.	20	мин.	90
6	Железо, мг/л	2,1–11,7	1,9–9,8	10	0,8–3,9	60
7	Щелочность, мгэкв/л	3,5–5,0	3,2–4,2	10	2,2–3,1	30
8	ХПК, мг/л	32–52	25–41	20	12–20	50

Солесодержание – концентрация минеральных соединений в воде. В процессах, которые происходят в биоплато, доминируют биологические, которые направлены, главным образом, на деструкцию и окисление органических соединений. Но есть несколько неорганических соединений, которые интенсивно видоизменяются при помощи микроорганизмов. Микроорганизмы переводят их из раствора в осадок. К таким соединениям относятся и сульфаты. Сульфаты в анаэробных условиях восстанавливаются микроорганизмами до сульфидов, в результате чего их содержание уменьшается почти в 1,5 раза.

На сооружениях БИС происходит также и нитрификация, осуществляемая только перифитоном ВВР. Роль перифитона ВВР не ограничивается деструкцией только

органических соединений, а имеет первостепенное значение для удаления неорганических соединений азота, что является одним из обязательных условий глубокой очистки сточных вод.

При строительстве трубопроводов БИС и их каскадов предусматривается рекультивация земель.

Таким образом, с вводом в эксплуатацию БИС существенно улучшится санитарно-экологическая обстановка в пойме реки Уды.

После строительства БИС необходимо провести пусконаладочные работы. Они начинаются с промывки тела загрузки – фильтрующей толщи. Затем проверяются фильтрационные характеристики песчаного фильтра БИС. Далее контролируется начальный период форми-

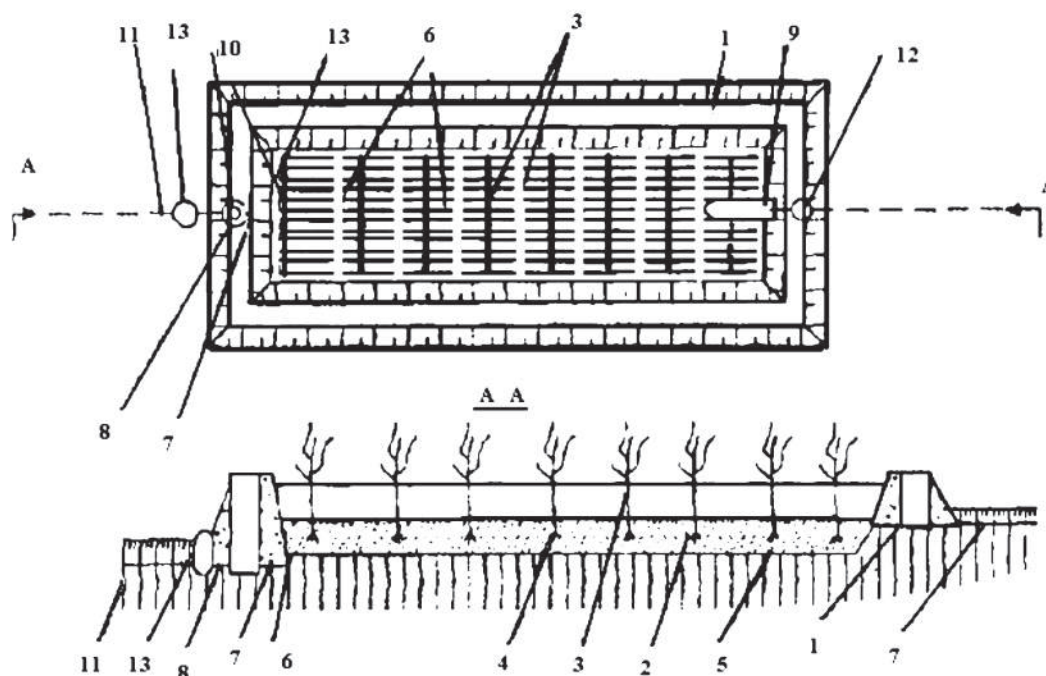


Рис. 1. Схема биоинженерных сооружений (БИС):

1 – дамба; 2 – фильтрующая толщина; 3 – высшая водная растительность; 4 – корневая масса; 5 – дренаж; 6 – коллектор; 7 – трубопровод подачи воды; 8 – сооружения для регулирования дебита; 9 – сооружения для подачи воды в БИС; 10 – мерные рейки; 11 – отводящий трубопровод; 12, 13 – устройство для измерения дебита

рования биогеоценоза и адаптации его до условий нормальной эксплуатации. Особо тщательно контролируют эффективность работ биогеоценоза БИС с помощью химических и биологических анализов проб воды и песка фильтрующей толщи, воды – на входе, в средней части и на выходе БИС; песка – в двух-трех точках через 0,1 м, начиная с поверхности. Анализируются такие показатели: температура, pH, соединения азота, специфические для очищаемой воды вещества, взвешенные вещества, ХПК, БПК, качественный состав бактериофлоры, морфометрия тростника и другой ВВР. Отбор проб для анализа осуществляют не реже 1 раза в 10 суток.

Наблюдение за уровнем и качеством грунтовых вод будет осуществляться с помощью сети наблюдательных скважин – как существующих, так и вновь пробуренных. Для контроля эффективности работы БИС требуется периодически отбирать пробы на входе в БИС и после выхода из него. В процессе эксплуатации БИС контролируют работоспособность дренажных устройств. Для исключения вторичного биологического загрязнения очищаемых вод, обусловленного разложением отмерших водных растений, необходимо осуществлять уборку надземных частей ВВР путем скашивания, особенно в зимний период.

Средняя продолжительность устойчивой работы на БИС составляет 8–10 лет. После окончания этого срока (или в случае снижения эффективности работы БИС) необходима замена верхней (0,3 м) части песчаного фильтра и новая посадка ВВР.

Харківським комплексним інженерним центром для Харківської ТЕЦ-5 виконано робочий проект будівництва біоінженерних споруд (БІС). Мета проекту: забезпечити охорону та раціональне використання водних ресурсів, прогресивний технічний рівень експлуатації Харківської ТЕЦ-5 у межах установлених базових показників. Відмінною особливістю БІС є штучно виконаний біогеоценоз. Основну роль при очищенні вод на БІС (біоплато) виконує біотична частина споруд. Повне біологічне очищення стічних вод – це глибока мінералізація органічних сполучень та окислення неорганічних сполучень азоту та сірки.

Данные приведенного материала подтверждаются различными исследованиями других авторов [1–7].

Схема биоинженерных сооружений показана на рис. 1.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вороновский Г. К., Переверзев Н. П. Харьковская ТЭЦ-5 и окружающая среда. – Харьков: РИФ «Босфор», 1996. – 156 с.
2. Юрченко В. А., Глуценко Е. Н. Роль перифитона макрофитов в глубокой очистке городских сточных вод в сооружениях биоплато // Науковий вісник будівництва. – Харків: 2002. – Вип. 17. – С. 212–216.
3. Ключенко П. Д. Участие фитоперифитона в трансформации азотосодержащих соединений // Альгология. – 1996. – 6, № 2. – С. 167–174.
4. Яковлев С. В., Корюхина Т. А. Биохимические процессы в очистке сточных вод. – М.: Стройиздат, 1980. – 183 с.
5. Сиренко Л. А., Козицкая В. Н. Биологически активные вещества водорослей и качество воды. – Киев: Наукова думка, 1988. – 93 с.
6. Williams J. B., May E., Ford M. G. and Butler J. E.. Nitrogen transformations in gravel bed hydroponic beds used as a tertiary treatment stage for sewage effluents // Water science & technology. – 1994. – Vol 29, No. 4. – pp. 209–217.
7. Donald A. Hammer and Robert L. Knight. Designing constructed wetlands for nitrogen removal // Water science & technology. – 1994. – Vol 29, No. 4. – pp.15–27.

Kharkiv Integrated Engineering Center has been carried out the building project of bioengineering constructions (BEC) at Thermal Power Station – 5. The aim of the project is to provide the protection and rational use of water resources, progressive technical level of TPS-5 operation in the limits of the established base parameters. The specific feature of the BEC is the artificial biogeocenosis. During water cleaning at BEC (bioplateau) biotic part of constructions plays the basic role. The full biological sewage treatment is a deep mineralization of organic compounds and oxidation of mineral compounds of nitrogen and sulfur.