

УДК 621.31:631.67

С. М. КРУТЬКО

ВОДООХРАННАЯ РОЛЬ БИОИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИХ ПОЛЯХ ОРОШЕНИЯ

Институт мелиорации и луговодства НАН Беларуси

Из всех составляющих природных комплексов наибольшим изменениям под влиянием мелиорации и интенсификации сельского хозяйства подвержена вода. Она – индикатор состояния окружающей среды.

Исследованиями Института мелиорации и луговодства НАН Беларуси установлено, что качество природных вод во многом обусловлено следующими факторами [1]: изменением направленности и интенсивности почвообразовательных процессов на мелиорируемых землях; увеличением техногенных элементов в атмосферных осадках; применением на территории водосборов минеральных и органических удобрений и других химмелиорантов; степенью освоенности водосбора (лесистостью, заболоченностью, закустаренностью, распаханностью и т. д.)

Наиболее высокая антропогенная нагрузка на природные воды наблюдается в зоне действия крупных животноводческих комплексов. В Беларуси на сегодняшний день их насчитывается 208 по выращиванию и откорму крупного рогатого скота и свиней, на которых ежегодно накапливается около 13–14 млн м³ стоков влажностью свыше 97%. Функционирует преимущественно три системы использования жидкого навоза и стоков в качестве удобрений: дождевание стоками на сельскохозяйственных полях орошения, внесение мобильным транспортом и комбинированные системы, включающие оба этих способа. Другие технологические решения по утилизации навозных стоков имеют пока очень ограниченное применение.

Из-за высоких энергозатрат мобильный транспорт применяется для вывозки жидких органических удобрений, как правило, лишь на фермах и комплексах небольшой мощности. На крупных же комплексах жидкая фракция стоков утилизируется на сельскохозяйственных полях орошения (ЗПО), на которых в основном возделываются многолетние травы. В этом случае для перекачки используется высокопроизводительный гидротранспорт, состоящий из насосного оборудования и напорных трубопроводов.

Использование животноводческих стоков в качестве удобрений позволяет повысить урожайность многолетних трав, плодородие почвы, ведет к накоплению гумуса. Однако при повышенных нормах внесения стоков вследствие нехватки площадей возможны некоторые негативные последствия, например, загрязнение почв и грунтовых вод нитратами, хлоридами, фосфатами и даже тяжелыми металлами. Поэтому сброс загрязненных вод в открытые водоемы недопустим. Между тем в период весеннего половодья это предусматривается проектами практически на всех крупных животноводческих комплексах. Грунтовые и поверхностные воды, загрязненные биогенными элементами, возможно доочищать с помощью биоинженерных сооружений. Впервые в республике они были построены в КУСХП «Северный» Городокского района.

Биоинженерные сооружения (БИС) – объединяют основные элементы почвенной очистки: фильтрацию, аэрацию, седиментацию и поглощение биогенных элементов высшей водной растительностью. Они представляют собой каскад сооружений, состоящих из отстойника, пруда I ступени очистки, прудов II ступени очистки и биоканала. Работают сооружения в самотечном режиме. Продолжительность работы в теплый период года 5 месяцев.

Процесс доочистки в БИС осуществляется следующим образом: сточные воды по подземному трубопроводу поступают в отстойник, затем в пруд I ступени очистки, где проходят через

заросли макрофитов (рогоз широколистный (*Typha latifolia*), тростник обыкновенный (*Phragmites communis*). В процессе развития они извлекают из воды и грунтов не только биогенные элементы (N, P, K), но и другие макро- и микроэлементы, а также балластные и токсичные вещества, в том числе соли тяжелых металлов. При прохождении воды через густые заросли макрофитов происходит процесс фитофильтрации. Побеги и корни водных растений, механически задерживая минеральные и органические взвеси, увеличивают прозрачность воды. В процессе метаболизма и выделения во внешнюю среду физиологически активных веществ (типа фитонцидов и антибиотиков) в зарослях ВВР наблюдается снижение численности условно патогенных бактерий [2].

В пруде I ступени устроен систематический пластмассовый дренаж с расстояниями между дренами 2 м, глубиной 0,4, 0,6 и 0,8 м. Дренажные воды после I ступени поступают в пруды II-I и II-I, (вторая ступень очистки). Вода, прошедшая пруды II-I и II-I, направляется в биоканал длиной 300 м, который замыкает систему очистки. После него воды сбрасываются в водоприемник (р. Кабищанка).

Определяющим показателем работы биоинженерных сооружений является объем очищаемой воды. Он зависит в первую очередь от дренажного стока из пруда I. Его определяет водопроницаемость слоя и напор. С этой целью были отобраны образцы грунтов, в которых определялся гранулометрический состав. Наиболее существенные изменения отмечались в слое 0–20 см. Так, установлено увеличение количества очень мелких песчаных частиц (0,1–0,05 мм) на 47% и крупных пылеватых (0,05–0,01 мм) – на 81%. Это свидетельствует о происходящей кальматации верхнего слоя фильтрующей засыпки. Содержание же более крупных песчаных частиц при этом снижается.

Эти данные позволили рассчитать по формулам Хазена и И. И. Зауэрбрея значения коэффициентов фильтрации в зависимости от коэффициентов неоднородности и действующих диаметров (табл. 1) [3].

Т а б л и ц а 1. Средние значения коэффициентов фильтрации ложа пруда I, м/сут

Глубина закладки дрен, м	2001	2002	2003	2004	2005
0,4	0,0167	0,0143	0,0145	0,0081	0,0076
0,6	0,0163	0,0145	0,0134	0,0078	0,0073
0,8	0,0176	0,0138	0,0137	0,0069	0,0055

Анализ данных показывает, что общая пропускная способность дренажной засыпки пруда I при НПУ снизилась с 1024 м³/сут в 2001 г. до 420 м³/сут в 2005 г. В этой связи для более быстрого отвода вод из пруда I нужно использовать донный водовыпуск или необходимо произвести замену дренажной засыпки ложа пруда.

Установлено, что значительную роль в доочистке возвратных вод играет высшая водная растительность, причем объем очищенных вод во многом зависит от исходной концентрации биогенов. Наиболее эффективно функционируют БИС при содержании в сточных водах аммония – до 80 мг и фосфатов – менее 50 мг/л [4].

Имеет значение и фаза развития макрофитов: на ранних стадиях содержание NPK в них значительно выше, чем на поздних. Так, в растениях, оставшихся с прошлого года, содержание азота, фосфора и калия на 47–57, 62–76 и 70–90% меньше соответственно, чем в молодой поросли. Это обусловлено тем, что значительная часть питательных веществ к концу вегетации может выщелачиваться. Поэтому проектом предусмотрена ежегодная уборка надземной фитомассы выше уровня воды, что способствует интенсивному выносу биогенных элементов из водных объектов и практически исключает повторное загрязнение БИС органическим веществом. А это, в свою очередь, стимулирует отрастание растений весной.

Качество возвратных вод также улучшается за счет фильтрации через дренажную засыпку. В целом же на выходе из БИС содержание биогенных элементов снижается: по азоту аммонийному – на 77,1–89,1%, фосфору – 66,9–89,7, органическому веществу – 70–85% (табл. 2). До такой же степени снижается БПК₅ (биохимическое потребление кислорода). Кроме того, улучшается санитарное состояние водоемов: исчезает условно патогенная микрофлора.

Таблица 2. Баланс загрязняющих веществ биоинженерных сооружениях, кг

Показатель	Поступило на доочистку	Сброшено в водоприемник	Аккумулировано в БИС	Степень очистки, %
<i>2001 г.</i>				
K ⁺	3760	2270	1490	39,6
NH ₄ ⁺	4210	640	3570	84,6
PO ₄ ³⁻	2040	300	1740	85,3
<i>2002 г.</i>				
NH ₄ ⁺	4540	1040	3500	77,1
PO ₄ ³⁻	1644	544	1100	66,9
<i>2003 г.</i>				
K ⁺	5844	3451	2393	40,9
NH ₄ ⁺	6905	1127	5778	83,7
PO ₄ ³⁻	2251	490	1761	78,2
<i>2004 г.</i>				
NH ₄ ⁺	10305	1122	9183	89,1
PO ₄ ³⁻	2676	607	2069	77,3
<i>2005 г.</i>				
NH ₄ ⁺	3004	345	2659	88,5
PO ₄ ³⁻	2185	224	1961	89,7

Выводы

Доочистка возвратных вод ЗПО с помощью биоинженерных сооружений – эффективное природоохранное мероприятие [5]. Оно гораздо дешевле, чем искусственная биологическая очистка. Экономятся также затраты электроэнергии на перекачку очищаемых вод, поскольку БИС функционируют в самотечном режиме. Кроме того, данные сооружения могут использоваться не только на сельскохозяйственных полях орошения, но и на других объектах агропромышленного комплекса, где необходимо очищать сточные воды.

Литература

1. Скоропанов С. Г., Карловский В. Ф., Брезгунов В. С. Мелиорация земель и охрана окружающей среды. Мн., 1982.
2. Эйнон Л. О. Макрофиты в экологии водоема. М., 1992.
3. Киселев П. Г. Справочник по гидравлическим расчетам. М.-Л., 1961.
4. Технология эксплуатации биоинженерных сооружений по доочистке возвратных вод с полей утилизации навозных стоков / Г. П. Щитников, П. Ф. Тиво, В. С. Осипенко и др. Мн., 2005.
5. Крутько С. М., Тиво П. Ф. // Агропанорама. 2002. № 3. С. 41–42.

S. M. KRUTKO

WATER-SECURITY ROLE OF BIOENGINEERING CONSTRUCTIONS IN AGRICULTURAL FIELDS OF IRRIGATION

Summary

In the article the reasons of environmental contamination in the conditions of animal industry are considered. The recommendations on water cleansing from biogenic elements and the design of bioengineering constructions are stated. The basic problems of the change of water allocating ability of pond filling and the efficiency of sewage cleansing are described. The obtained data can be used not only in agricultural fields of irrigation, but also in other objects of agriculture where it is necessary to cleanse sewage.