

ТЕХНОЛОГИЯ БИОИНЖЕНЕРНОЙ ОЧИСТКИ ДРЕНАЖНЫХ ВОД ТУРКМЕНИСТАНА ОТ ЯДОХИМИКАТОВ

Туркменское озеро Золотого века строящегося в Каракумах позволит повторно использовать дренажные воды для орошения сельскохозяйственных культур, тем самым повысить водообеспеченность орошаемых земель, а также предотвратить вредные воздействия дренажных вод на экологию Каракумов.

Развитие земледелия, животноводства и рыбного хозяйства вокруг Туркменского озера Золотого века в зоне Главного коллектора и его Дашогузской ветки, предъявляет определенные требования к качеству дренажных вод, в особенности на содержание ядохимикатов, чтобы их количества не превышали его предельно допустимой концентрации (ПДК). Например, в сельском хозяйстве для борьбы с сельхозвредителями используется ядохимикат (пестицид) гексахлоран (ГХЦГ). Если ПДК для санитарно-бытовых вод водоёмов составляет 0,02 мг/л, а использование этой воды в рыбном хозяйстве требует полного его отсутствия.

В настоящее время для очистки воды от ядохимикатов и биогенных веществ используются химические и физические методы очистки. Однако, эти методы требуют больших капиталовложений и пригодны для ограниченного объема воды. Поэтому, мы в своих исследованиях использовали технологию биоинженерной очистки дренажных вод. Это технология очистки дренажных и сточных вод в экологическом отношении безвредно и дешевле по сравнению с другими способами.

Как показали наши исследования ввиду широкого использования на сельскохозяйственных полях химических средств защиты растений от болезней, вредителей и сорняков, в коллекторно-дренажных водах различных регионов Туркменистана отмечается наличие хлорорганических (ХОП), фосфорорганических (ФОП) пестицидов и нитратов. Важнейшей отличительной чертой большинства хлорорганических соединений является стойкость к воздействию различных факторов окружающей среды (температура, солнечная радиация, влага и другие) и нарастание концентрации их в последующих звеньях биологической цепи (например содержание ДДТ в гидробионтах может превышать содержание его в воде на 1-2 порядка). Поэтому хлорорганические пестициды обладают значительно большей токсичностью для рыб.

Фосфорорганические пестициды обладают относительно малой химической и биологической устойчивостью. Большая часть их разлагается в растениях, почве, в воде в течение одного месяца, но отдельные их виды могут сохраняться в течение года. Основным источником поступления пестицидов в дренажные воды является грунтовые воды с сельскохозяйственных полей обрабатываемых различными инсектицидами, гербицидами, фунгицидами против сельхозвредителей и дефолянты.

В дренажных водах Главного левобережного коллектора (Лебапский вельяты) обнаружены гексахлоран γ ГХЦГ в количестве $8,9 \cdot 10^{-5} \div 1,78 \cdot 10^{-3}$ мг/л, и в пробах воды, отобранных из коллекторов Дарьялык и Даудан (Дашогузский вельяты), установлены наличие пестицидов α ГХЦГ $3 \cdot 10^{-5}$ мг/л и γ ГХЦГ - $3 \cdot 10^{-3}$ мг/л.

В водах коллекторов С-О и ГКС-2 (Ахальский вельяты) обнаружены содержание хлорорганические пестицидов α ГХЦГ, γ ГХЦГ в количестве $5 \cdot 10^{-6} \div 1,5 \cdot 10^{-3}$ мг/л, ДДТ и его метаболиты $5,6 \cdot 10^{-4} \div 2 \cdot 10^{-3}$ мг/л. Предельно допустимая концентрация (ПДК) пестицида ДДТ в воде водоемов санитарно-бытового водопользования составляет 0,1 мг/л, а ГХЦГ 0,02 мг/л. Для рыбохозяйственных водоемов требуется полное их отсутствие. Из фосфорорганических пестицидов в дренажных водах присутствуют рогор в количестве $7,6 \cdot 10^{-4} \div 3,3 \cdot 10^{-2}$ мг/л.

Значения хлорорганических пестицидов, обнаруженных в водах обследованных коллекторов, меньше ПДК вредных веществ в воде водоемов санитарно-бытового и сельскохозяйственного водопользования, и больше ПДК рыбохозяйственных водоемов, которые требуют их полного отсутствия.

В донном иле коллекторов содержание ХОП колеблется в пределах $6,5 \cdot 10^{-5} \div 4,86 \cdot 10^{-2}$ мг/кг. Установлены, что в фитомассе тростника и рогоза наибольшее содержание ХОП и ФОП наблюдается в конце вегетации (октябрь месяц). При этом содержание ХОП в фитомассе тростника колеблется в пределах $1 \cdot 10^{-6} \div 7,3 \cdot 10^{-3}$ мг/кг, а рогоза $1 \cdot 10^{-6} \div 6,13 \cdot 10^{-2}$ мг/кг, что значительно меньше их ПДК для кормов сельскохозяйственных животных.

В фитомассе тростника и рогоза нитраты содержатся в количестве $160 \div 518$ мг/кг, что значительно превышает их ПДК.

Наибольшее количество ХОП содержится в корневищах тростника южного и рогоза, колеблющихся в пределах $2,45 \cdot 10^{-4} \div 2 \cdot 10^{-2}$ мг/кг.

Высшая водная растительность имеет избирательную накопительную способность. Накопительная способность тростника для ХОП α ГХЦГ и γ ГХЦГ колеблется в пределах от $3 \cdot 10^{-7}$ до $5 \cdot 10^{-4}$ г/м².с, ДДТ и его метаболиты от $1 \cdot 10^{-6} \div 6 \cdot 10^{-4}$ г/м².с. В фитомассе рогоза накопление этих пестицидов, несколько меньше и составляют $5 \cdot 10^{-7} \div 2 \cdot 10^{-5}$ г/м².с.

Каждый квадратный метр биоплато тростника южного и рогоза способны ежесекундно очищать воду от ХОП α ГХЦГ и γ ГХЦГ в количестве $3 \cdot 10^{-7} \div 6 \cdot 10^{-6}$ грамм. Учитывая, высокое содержание в водах дренажных систем, расположенных в экологически неблагополучной зоне (Дашогузский велаят), и других дренажных систем некоторых этрапов в расчетах биоплато очистительную способность южного тростника и рогоза предлагается принимать в пределах $2 \cdot 10^{-3} \div 4 \cdot 10^{-6}$ г/м².с.

В природно-климатических условиях Туркменистана на 1 м² русла открытого коллектора приходится $150 \div 160$ штук тростника южного и $55 \div 56$ штук рогоза, что вполне обеспечивает поглощение ХОП и ФОП и биогенных веществ из дренажных вод. Средняя нагрузка очищаемой дренажной воды на 1 м² зарослей рогоза составляет $0,66$ м³/сут. и тростника южного от $0,27 \div 0,86$ м³/сут.

Высшая водная растительность имеет высокую поглотительную способность биогенных веществ из воды и с донного ила, чем больше в воде биогенных элементов, тем они быстрее растут и питаются биогенами. Для быстрого роста и развития высшей водной растительности биогенные элементы имеют допустимые концентрации: для азота – 250 мг/л; для калия – 350 мг/л; для фосфора – 100 мг/л.

При проектировании биоплато на Главном коллекторе Туркменского озера Золотого века, внутрихозяйственных и межхозяйственных коллекторах, плотность посадки рогоза рекомендованы принимать $50 \div 60$ штук на 1 м² и тростника южного $100 \div 150$ штук. При этом с целью сохранения заданной плотности и зарослей рогоза желательно их располагать в верхней, а тростниковые заросли – в концевой части биоплато.

Ядохимикаты в дренажных водах обезвреживаются двумя способами: первый за счет обменных процессов, происходящих в организмах растений; второй за счет использования способности микроорганизмов существующих в воде способных изменить структуры ядохимикатов.

Технология биоинженерной очистки дренажных вод включает в себя организацию биоплато на руслах открытых коллекторов, их расчет и правило эксплуатации. Биоплато, представляющее сообщество высших водных растений (тростник, камыш, рогоз и др.) является основным водоохраным сооружением на дренажных системах.

Нами в исследованиях были использованы русловое и береговое биоплато на руслах открытых коллекторов. Гидравлический расчет биоплато производился общепринятыми методами расчета открытых русел. При этом глубина потока воды на участках коллектора для биологической очистки принималась $0,3 \div 0,6$ м из условия

нормального прорастания высшей водной растительности. Скорость течения воды в коллекторе на участке биоплато принималась $0,10 \div 0,30$ м/с.

Для руслового биоплато, имеющего трапециидальное сечение средняя ширина трапеции определялась по формуле:

$$B = \frac{Q}{V \cdot h} \quad (1)$$

где: B - средняя ширина трапеции, м;

Q - заданный расход коллектора, м³/с

V - скорость течения воды, м/с;

h - глубина воды в коллекторе, м.

Ширина бермы берегового биоплато для сложного очертания сечения коллектора, определялась расчетным путем с условной разбивкой поперечного сечения коллектора на верхние и нижние ярусы.

По заданным параметрам биоплато, т.е. его ширины (B), скорости течения воды (V), концентрации загрязняющих веществ (K), предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ (ПДК), а также очистительную способность высших водных растений g находили длину биоплато по формуле:

$$L = 1,30 \cdot V \cdot \frac{(K - \text{ПДК}) \cdot B}{g} \quad (2)$$

где: g - очистительная способность отдельного вида высшего водного

растения. Для наших климатических условий водоочистительная способность тростника и рогоза принимается равной:

$$g = 2 \cdot 10^{-4} \text{ г/м}^2\text{с}.$$

Как известно, высшая водная растительность, которая растет на откосах и на берегах крупных и внутрихозяйственных коллекторов сохраняет их устойчивость от разрушений под действием выклинивающихся грунтовых вод. Поэтому в период эксплуатации биоплато очистка русла предлагается производить только по днище коллектора, оставив растительность на его откосах.

Уборка высшей водной растительности биоплато, в зависимости от назначения биомассы, производилась два раза в год. На участках биоплато, где содержание ядохимикатов в биомассе тростника ниже ПДК для корма животных, то уборка производилась весной (апрель-май месяцы) и осенью (сентябрь-октябрь месяцы).