

ных условиях будут вынужденно малыми, сколько в неотвратимости такого возмещения.

В качестве основной цели введения системы экологического страхования предлагается рассматривать *содействие устойчивому экологическому безопасному развитию Республики Беларусь в условиях рыночных отношений*.

Емельяненко Т.А.

ОСОБЕННОСТИ ПОЧВЕННОЙ ОЧИСТКИ БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Аннотация: Изложены вопросы грунтовой очистки бытовых сточных вод на сооружениях малой канализации и теоретические основы почвенной очистки сточных вод в сооружениях со связным и несвязным грунтом. Рассмотрены процессы удаления из сточных вод соединений азота и фосфора на грунтово-растительных биофильтрах.

Ключевые слова: Сточные воды, азот, фосфор, грунтово-растительный биофильтр, нитрификация, денитрификация.

В настоящее время все возрастающее значение приобретает очистка сточных вод от малых объектов канализования (домов отдыха, пансионатов, кемпингов, туристических баз, автозаправочных станций, коттеджей, отдельно стоящих объектов и других). Очистка сточных вод от таких объектов на центральных канализационных очистных сооружениях зачастую невозможна или нецелесообразна; так как влечет большие капиталовложения в строительство напорных коллекторов для подачи стоков на значительные расстояния. В связи с этим предлагается ряд сооружений, предназначенных для очистки малых количеств сточных вод непосредственно возле объектов. Их можно условно разде-

Емельяненко Татьяна Александровна: Аспирант. Белорусская государственная политехническая академия.

лить на две группы — системы искусственной биологической очистки и системы с процессами очистки стоков, в которых участвует почва [1].

Системы искусственной биологической очистки включают в себя:

- сооружения с активным илом (азротенки);
- сооружения с прикрепленной микрофлорой (погружные диски, тонкослойные элементы и т.д.);
- биофильтры и т.д.

Во все эти сооружения кислород подается принудительно, благодаря чему длительность обработки воды сокращается, очистка ускоряется, обеспечивается требуемая ее степень, но вместе с тем повышается стоимость строительства и эксплуатации, так как подача воздуха связана с установкой дорогостоящего и энергоемкого оборудования (воздуходувки, мешалки, азраторы и другие). Кроме того, данные сооружения требуют квалифицированного обслуживания, что весьма сложно в условиях отдельно стоящего объекта.

Указанные недостатки частично или полностью устранены в экономичных и экологических сооружениях, в которых процессы очистки осуществляются в слое почвы. К ним относятся: биопруды с естественной аэрацией; поля орошения, поля фильтрации, поля подземной фильтрации; песчаные фильтры и др. В этих сооружениях естественное поступление кислорода зависит от метеорологических факторов (температуры, влажности воздуха, скорости ветра и т.д.).

Большой интерес в группе очистных сооружений с почвенной очисткой представляют грунтово-растительные биофильтры. Грунтово-растительный биофильтр представляет собой грядку с произрастающими на ней влаголюбивыми растениями. Функция растений сводится к предотвращению уплотнения грун-

та, насыщению его кислородом воздуха, испарению влаги через листья и внешнему виду сооружений [2, 3, 4, 5].

Сточная вода, просачивается сквозь грунт, населенный различными микроорганизмами, которые в процессе жизнедеятельности используют загрязняющие вещества в качестве питательного субстрата. При этом конечными продуктами биоокисления органических веществ являются углекислый газ и вода. Соединения азота (в поступающих стоках это, в основном, азот аммонийных солей) с помощью бактерий-нитрификаторов превращаются в нитриты, затем — в нитраты (нитрификация) с последующим преобразованием с помощью бактерий-денитрификаторов (*Pseudomonas*, *Achromobacter*) в газообразный азот (денитрификация) [6, 7].

На процесс удаления загрязнений большое влияние оказывают такие свойства грунта как пористость, водопроницаемость, гранулометрический состав, наличие гумуса и глинистых частиц и другие. Сточные воды, просачиваясь сквозь тело фильтра, должны в достаточной степени насыщаться кислородом и взаимодействовать с микроорганизмами, число и активность которых определяются количеством и размерами пор в грунте, содержанием в нем воды, воздуха и тепла. Поэтому весьма различен эффект очистки в связанных и несвязных грунтах [3].

В установках со связным используют смеси с низкой проницаемостью для воды. Поэтому в этих сооружениях происходит растекание сточных вод по поверхности. Ввиду слабого контакта между жидкостью и грунтом существенный эффект очистки достигается только по органическим загрязнениям. Кроме того, в зимний период понижение температуры способствует намораживанию воды на поверхности фильтра, что делает затруднительным его эффективную работу [3, 6, 8].

В установках с несвязным грунтом используют песок и гравий, поэтому в них надежно обеспечена требуемая скорость про-

сачивания жидкости, что дает возможность получить остаточное БПК₅ < 10 мг/л (эффект очистки составляет 90-97%) [2, 6].

Для успешного протекания биохимических процессов эффективна загрузка, состоящая из песчано-щебеночного материала с коэффициентом фильтрации от 10^4 м/с до 10^3 м/с [2, 5], причем допускается применять смесь, в которой связных частиц не > 5% [5] или не > 10% [2].

Наряду с разрушением органических веществ на грунтово-растительных биофильтрах наблюдается интенсивная очистка сточных вод от фосфора и азота.

Степень связывания фосфора обуславливается многими факторами: сорбционная способность грунта, pH, редокс-потенциал, количество и качество веществ, участвующих в реакции и т.д. [6].

Удаление фосфора происходит, в основном, вследствие реакций осаждения (фосфаты кальция, железа, алюминия) и преобразования в органический фосфор [6]. Осаждение фосфора хорошо происходит в мелкозернистом железосодержащем песке [3].

Первая стадия удаления азота — нитрификация — происходит с помощью автотрофных бактерий и кислорода. Поэтому сточную воду на фильтр необходимо подавать периодически, чтобы поры грунта во время пауз могли наполняться воздухом. В

таком режиме степень нитрификации составляет более 40% при площади поверхности фильтра 5 м²/чел. и более 75% при площади 9 м²/чел. [3, 6].

Последующая денитрификация нитратов в молекулярный азот более трудна, так как этот процесс происходит только в отсутствие кислорода и при наличии органического субстрата, который к началу процесса денитрификации был поглощен аэробными микроорганизмами. Для полной денитрификации на 1 кг удаляемого азота необходимо около 1 кг растворимого углерода [6].

Грунтово-растительные биофильтры как системы почвенной очистки представляют большой интерес для применения их в ка-

честве систем малой канализации. Они имеют существенные преимущества перед другими малыми очистными сооружениями, поэтому целью наших дальнейших работ является исследование процессов, протекающих в грунтово-растительных биофильтрах, а также совершенствование их конструкций и условия применения у конкретных потребителей.

Литература

1. Яковлев С. и др.: Канализация, Москва, 1986
2. Lohse M., Mollenhauer N., Nowak M., Foppe H.-G.: Bepflanzte Bodenabwasserreinigungsstufen von Kleinkläranlagen, Korrespondenz Abwasser № 4, 1996, s. 555-565.
3. Uhl A.: Abwasserreinigung in Bodenkläranlagen, Wasser und Boden № 4, 1994, s. 36-40.
4. Geller G., Netter R., Kleyn K., Lenz A.: Bewachsene Bodenfilter zur Reinigung von Wasser — Ergebnisse und Empfehlungen aus einem 5jährigen BMFT - Forschungsvorhaben, Korrespondenz Abwasser № 6, 1992, s. 886-906.
5. ATV-A 262: Grundsätze für Bemessung, Bau und Betrieb von Pflanzenbeeten für kommunales Abwasser bei Ausbaugrößen bis 1000 Einwohnerwerte, (10/ 1996).
6. Fehr G., Schütte H.: Neue Erkenntnisse zum Bau und Betrieb von Pflanzenkläranlagen, Korrespondenz Abwasser № 6, 1992, s. 872-879.
7. Ankara Ü.: Neue Erkenntnisse zum Bau und Betrieb von Kläranlage mit Bodenfilter nach dem Subterra-Prinzip, Korrespondenz Abwasser № 1, 1996, s. 100-104.
8. Mönninghoff H. - u.a.: Praxisstand naturnaher Abwasserreinigung, Sanfte-Energie-Verlags-GmbH, Am Elmschenbruch 1, Springe-Eldagsen, 1986, s. 31-40.