

УДК 628.3:614.7

В. В. МАРКИН

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ОСОБЕННОСТИ ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ И УТИЛИЗАЦИИ ОСАДКОВ БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД

В статье рассмотрены основные методы обработки и утилизации осадков бытовых сточных вод, включая новейшие разработки, с точки зрения экологической безопасности и экономического резона.

осадки сточных вод, методы обработки осадков, утилизация осадков, тяжелые металлы

ВВЕДЕНИЕ В ПРОБЛЕМАТИКУ

В настоящее время на иловых площадках, прудах-накопителях городских канализационных очистных сооружений (КОС) городов Украины накоплено большое количество осадков сточных вод (ОСВ). ОСВ являются загрязнителями грунтовых вод, поверхностных водных объектов, грунта, воздуха. Кроме того, под иловыми площадками заняты большие площади сельскохозяйственных угодий (только для Донецкой области более 500 га) [1], а ежегодный прирост осадков для Украины составляет около 40 млн. тонн, для размещения которых требуется 120 га/год природных земель [2]. Основными проблемами утилизации ОСВ являются некоторые неблагоприятные их характеристики: санитарно-гигиенические показатели и токсичность. К санитарно-гигиеническим показателям относятся: содержание патогенной микрофлоры, яиц гельминтов, кишечной палочки. Токсичность ОСВ характеризуется содержанием в них токсичных веществ, по большей части тяжелых металлов (ТМ).

Касательно санитарно-гигиенических показателей, исследования показали, что на иловых площадках после двух-трех лет выдержки ОСВ полностью самоочищаются от яиц гельминтов, патогенной микрофлоры и являются бактериологически безопасными [3]. С тяжелыми металлами, которые попадают в ОСВ большей частью с производственными стоками, а также от рассеянных источников загрязнения [4], ситуация более сложная. Ввиду данной проблемы исследуются методы экологически безопасной и экономически выгодной утилизации и сопутствующей этим методам обработки ОСВ.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Целью данной работы является рассмотрение основных и наиболее перспективных методов утилизации и сопутствующей этим методам обработки ОСВ в условиях Украины, а также вынесение общих выводов по данной проблематике.

ПРИМЕНЕНИЕ ОСВ В КАЧЕСТВЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

В условиях дефицита органоминеральных удобрений, а также уменьшения плодородия почв, вследствие индустриальных методов работы на ней, завышенных доз минеральных удобрений, ОСВ рассматриваются как полноценные органоминеральные удобрения, содержащие в своем составе большое количество макро- и микроэлементов. По содержанию основных биогенных элементов (азот, фосфор, калий, кальций) осадки приравниваются коровьему или конскому навозу. Однако утилизации ОСВ в качестве удобрений мешает проблема содержания ТМ, зачастую превышающего предельно-допустимые концентрации. При попадании больших количеств ТМ в почву могут ухудшаться ее биологические свойства: сужаться видовой состав почвенных микроорганизмов, уменьшаться активность почвенных ферментов и интенсивность почвенных процессов.

При биоаккумуляции в почве ТМ по трофическим связям могут попадать в растения, животных, человека. Такое явление характеризуется, прежде всего, содержанием активных форм ТМ по отношению к их валовому содержанию, которое может колебаться от 5 до 30% [3].

В целом поведение ТМ при внесении ОСВ в почву и дальнейшее поглощение их растениями зависит от множества факторов, характеристик, как самих осадков, так и почвы, чувствительности различного вида выращиваемых культур к ТМ, способности к их поглощению, количества атмосферных осадков и их водородного показателя. Поэтому определять дозы внесения ОСВ в почву, и возможность, вообще, такого внесения, с экологической и агрохимической позиций, необходимо для каждого отдельного вида почв, осадков, выращиваемых культур, а также изначальной концентрации ТМ в осадке и почве.

Анализ почв на устойчивость к ТМ проводят по следующим критериям [5]:

- рН почвенного раствора;
- содержанию органического вещества в почве;
- содержанию глинистой фракции;
- подверженности эрозии, затоплению, проницаемости.

При увеличении щелочности происходит синтез низкомолекулярных органических соединений, образующих с металлами подвижные хелатные комплексы, т. е. происходит иммобилизация металлов. Именно на этом эффекте основан метод известкования ОСВ с целью их обеззараживания и обезвреживания, перевода ТМ в неактивные формы. Недостатком такого метода является то, что некоторые металлы остаются растворимыми даже после сильного известкования (хром, медь, цинк) [6].

Органическое вещество и вторичные глинистые минералы хорошо адсорбируют почвенные микроэлементы, в том числе ТМ. Чем тяжелее почва по механическому составу и чем больше в ней органического вещества, тем активнее в ней блокируются металлы, соответственно количество токсичных веществ, которое может быть вымыто в грунтовые воды и поглощено растениями минимально. Но при этом концентрации ТМ в почве могут быть увеличены до токсичных, что приведет к нарушению равновесия физических, химических и биологических процессов в ней. Песчаные почвы обладают низкой поглотительной способностью по сравнению с глинистыми, поэтому в них ТМ легко адсорбируются растениями.

Растительные культуры сильно отличаются по способности поглощать ТМ и чувствительности к ним.

В Германии при отпуске ОСВ с очистных сооружений к ним прилагается паспорт с указаниями химического состава осадков, наличия полезных и вредных компонентов. Перед внесением осадка его доза определяется исходя из соотношения показателей почвы и осадка. В Украине при определении дозы вносимого ОСВ на конкретный тип почв также существует формула, учитывающая концентрации ТМ в почве (фоновое), ПДК в почве для данного металла, количество гумуса в почве, тип грунта, водородный показатель и далее концентрацию ТМ в ОСВ [1].

В целом процессы миграции ТМ из осадка в почву и далее в растения довольно не однозначны. В этом направлении проведен ряд исследований российскими и украинскими учеными [3, 7–9], изучив которые, можно утверждать, что использование ОСВ при ежегодном либо ненормированном внесении в почву в качестве удобрения действительно приводит к накоплению ТМ в почве, выращиваемой продукции. Однако при однократном внесении осадков в почву, либо при внесении в почву 1 раз в 5 лет в строго ограниченных дозах и определенных из уже перечисленных факторов, во всех исследованиях наблюдается повышение урожайности и улучшение качества продукции. ТМ, содержащиеся в ОСВ, при этом включаются в естественные процессы миграции микроэлементов в почве и не приводят к нарушению биологических и химических процессов.

МЕТОДЫ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОСВ

Многие исследователи ищут способы относительного недорогого извлечения ТМ из осадков сточных вод или же их иммобилизации в неактивные формы. Рассмотрим некоторые из этих исследований.

Обработка осадка с помощью гуминовых кислот. В Харькове исследовалась возможность обезвреживания ОСВ с помощью гуминовых кислот, обладающих большой сорбционной способностью по отношению к ТМ [10]. Осадки КОС г. Донецка подвергались обезвреживанию на лабораторной вакуум-фильтровальной установке с намытым слоем углещелочного реагента (УЩР) – продукта обработки бурого угля щелочью. При такой обработке ионы ТМ всех форм (связанной, водорастворимой, подвижной) включаются в состав подвижных гуминовых комплексов, не представляющих

опасности для окружающей среды. Валовые концентрации ТМ в ОСВ после обработки снизились для разных металлов на 60–90 %, что делает возможным использование такого осадка в качестве удобрения. Для реализации этой методики на практике был предложен метод обезвоживания ОСВ на фильтр-прессах со стационарным намытым слоем УЩР или на центрифугах с подвижным слоем УЩР. Образующийся фильтрат или фугат при этом необходимо обрабатывать при подкислении до 6,5–6,8 рН, что позволит осадить гуминовые комплексы в специально предназначенных для этого отстойниках, количество этого осадка составит 0,01 % от первичного.

Существенным недостатком предложенного метода, наряду с необходимостью применения механического обезвоживания, является то, что при такой обработке ОСВ теряется 50 % кальция, 60 % магния и что особенно важно 60–70 % соединений группы азота [10], являющегося основным биогенным элементом. Этот факт ставит под большое сомнение использование разработанной методики обработки ОСВ для последующего использования его как удобрения. Кроме того, влажность ОСВ после такой механической обработки составила всего 72,38 %.

Обработка ОСВ с помощью аминокислотных реагентов. В настоящее время ведутся разработки по применению аминокислотных реагентов (АКР) для обеззараживания и обезвреживания ОСВ. В Институте фундаментальных проблем биологии РАН разработана технология переработки ОСВ в органическое удобрение путем их обезвреживания и обеззараживания специальными реагентами с последующим компостированием [11].

При этом обработка осуществляется двумя реагентами: обеззараживающим и обезвреживающим. Реагент-бактерицид – композиция гидроксоаминокислотных комплексных соединений Cu (CuLOH, L-анион аминокислоты), способных взаимодействовать с белками. Они связываются с белками оболочек патогенных микроорганизмов, в том числе в цистированном состоянии, яиц гельминтов, вызывая их гибель. Реагент-детоксикант – состоит из натриевых солей аминокислот. Реагент детоксицирует ТВ в осадках *in situ* – без извлечения ионов тяжелых металлов. Так как ионы ТМ являются комплексообразователями, анионы аминокислот связывают их в устойчивые нетоксичные комплексы. Создан также комплексный бактерицидно-детоксицирующий реагент, способный одновременно уничтожать патогенную микрофлору и обезвреживать ТМ в ОСВ.

Бактерицидно-детоксицирующие аминокислотные реагенты по специальной технологии производятся из токсичных и биологически опасных отходов кожевенного, мехового, мясо- и птицеперерабатывающих производств и токсичных медьсодержащих отходов гальванотехнических производств.

В результате обработки ОСВ АКР получается органоминеральная стабилизированная композиция ОМК. На основе этой композиции разработчики приготавливают компосты. Полученные ОМК или компосты на их основе целесообразно применять в качестве почвоулучшающей добавки и органического удобрения с/х культур вместо навоза и почвы, и далее по мере увеличения содержания ТМ: для удобрения технических культур, в питомнических хозяйствах, при благоустройстве и озеленении городских территорий, придорожных полос, при рекультивации свалок и карьеров, восстановлении плодородия нарушенных, сильноэродированных и сильнозагрязненных земель [11].

Тестирование обработанных осадков и компоста на проростках семян растений выявило, что компост фитотоксического действия не оказывает, а наоборот, он стимулирует рост растений, по сравнению с контролем и необработанными осадками [12].

Ферментно-кавитационный метод обработки ОСВ. В Волгограде предложен и разработан аэробный ферментно-кавитационный метод обработки илового осадка при биологической очистке сточных вод [12]. Особенностью этого метода является генерирование пагубной для патогенной микрофлоры кавитации низкой интенсивности (с числом кавитации 0,02–0,05), осуществляется он в биореакторах вертикального исполнения с насосами, кавитаторами и эжекторами, обеспечивающими глубокую обработку (до 15 % органики) и относительное обезвоживание (60–68 % влажности) осадка. В результате такой обработки обеспечивается кратное снижение энергозатрат, полное подавление патогенной микрофлоры, значительное сокращение влагоемкости выгружаемого осадка и снижение в нем содержания ТМ и токсичных веществ при повышении содержания серы, что достигается за счёт разработки основ кавитационного процесса, повышения каталитических свойств ферментов, увеличения окислительной способности активного ила и глубокой минерализации осадка. Т. к. при этом методе нет необходимости в температурной или реагентной обработке осадка – сохраняется живая микробно-гуминирующая флора ила, значительно улучшающая структуру органоминеральной массы, а при внесении обработанного по этой методике ОСВ в почву число переходящих в доступную форму соединений азота, фосфора и калия значительно больше, чем в осадках, подвергающихся температурной обработке.

Технологический процесс очистки сточных вод и обработки осадка ферментно-кавитационным методом характеризуется низкой удельной энергоёмкостью и экологичностью, нейтрализацией неприятно пахнущих веществ. Выгружаемый осадок занимает в 4,5 раз меньше площади, быстро обезвоживается и становится ценным ликвидным продуктом [12]. Заделка в светло-каштановые почвы осадка из расчёта 20 т/га даёт существенное повышение урожайности озимой пшеницы, в том числе в засушливых условиях; действие осадка продолжается в последующие два года. По подсчётам авторов срок окупаемости предлагаемой технологии 3–4 месяца.

Вермикомпостирование. Ещё одной альтернативой существующим методам обработки ОСВ является вермикомпостирование. В качестве вермиккультуры используются навозные черви. Заглатывая кусочки ОСВ или субстрата, черви перерабатывают их и выделяют в виде копролитов с собственными ферментами, обладающими антисептическими свойствами и препятствующими развитию патогенной микрофлоры. Кроме того, черви накапливают в своих тканях ионы ТМ и переводят их в связанные формы.

В г. Луганске было проведено исследование на предмет способности дождевых червей адаптироваться и перерабатывать местные ОСВ в трех вариантах: ОСВ; ОСВ 60 % + листовый опад 40 %; ОСВ 80 % + листовый опад 20 % [13]. Опыты проводились в течение 6 месяцев, в это время происходило разложение и обеззараживание ОСВ. Было обнаружено, что 100 % ОСВ вызывает гибель червей, в то время как при компостировании ОСВ с листовым опадом получены положительные результаты. На 55-е сутки компостирования концентрации валовых форм ТМ в гумусе-сырце уменьшились от 0,8 до 28,4 % (наименьшее уменьшение Fe, наибольшее Pb), подвижных форм от 1,8 до 45,8 % (наименьшее уменьшение Cu, наибольшее Pb, исключение составил Fe, его концентрации не изменились) в сравнении с исходным ОСВ. Наибольший прирост молодости и биомассы зафиксирован для варианта ОСВ 60 % + листовый опад 40 % – этот вариант по своему составу является оптимальным. Эти эксперименты подтверждают перспективность использования вермикомпостирования ОСВ, особенно учитывая относительно низкие затраты на строительство и эксплуатацию устройств, применяемых для этого метода.

УТИЛИЗАЦИЯ ОСВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

При очень высоком содержании ТМ в ОСВ, и невозможности снижения их валового содержания либо стойкого перевода ионов ТМ в неактивные формы или же не приемлемой стоимости такой обработки, возможны другие методы утилизации ОСВ. В г. Луганске разработана методика применения ОСВ при производстве строительных материалов, в частности асфальтобетонной смеси [14]. По этой методике ОСВ применяются вместо минерального порошка, т. е. переводят битум в пленочное состояние и заполняют мелкие поры между заполнителями. При этом ТМ, содержащиеся в ОСВ, будут образовывать хемосорбционные комплексы с органоминеральными веществами и составляющими битумного вяжущего, что обусловит экологическую безопасность полученного материала и улучшение физико-механических свойств асфальтобетона. Оптимальное содержание наполнителя из ОСВ в асфальтобетонной смеси 6–8 %, т. е. в 1 м³ асфальтобетона можно утилизировать 120–200 кг ОСВ. Учитывая, что ежегодная потребность в асфальтобетоне при строительстве и ремонте автодорог очень велика, таким подходом можно значительно сократить «залежи» ОСВ на иловых картах, которые изначально предназначены для естественного обезвоживания ОСВ, а не их складирования.

Существует также возможность использования ОСВ при производстве строительной керамики в качестве выгорающей добавки [15]. В этом случае ТМ осадка остекловываются при спекании, что делает получаемую продукцию экологически безопасной. При производстве керамического кирпича возможна утилизация 30–40 % ОСВ, температура обжига снижается при этом на 50–100 °С, что уменьшает стоимость кирпича на 5–10 %. Нужно отметить, что с увеличением процентного содержания ОСВ уменьшается прочность кирпича на сжатие, однако уменьшается и теплопроводность, т. е. такой кирпич более теплый.

СЖИГАНИЕ

В странах ЕС большое процентное отношение утилизации осадков отдано именно этому способу (≈ 38 %) [16]. Тем не менее, необходимо учитывать, что наша страна в ближайшее время вряд ли сможет себе позволить установку дорогостоящего оборудования для очистки дымовых газов от токсических веществ, которые образуются при сжигании ОСВ – в частности тяжелых металлов. Опыт

крупных мегаполисов, в которых внедряются современные технологии сжигания ОСВ, свидетельствует о том, что этот процесс достаточно сложен технологически и финансовоёмок, а также в некоторой степени проблематичен в эксплуатации [17]. К тому же осадок перед сжиганием необходимо высушить до требуемой влажности. Так что в создавшихся условиях необходимо искать выход не только экологически безопасный, но и экономически выгодный.

ПОЛУЧЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ГРУНТА ИЗ ОСВ

ОСВ можно смешивать с песком, шлаком, глиной с целью уменьшения концентрации ТМ в смеси. Если полученный искусственный грунт подвергать предварительному уплотнению, в результате его модуль деформации практически совпадает с исходными материалами [18]. Такой искусственный грунт можно применять как грунт для обратной засыпки, основания для дорог, насыпей, площадок либо вертикальной планировки при создании искусственного ландшафта.

ВЫВОДЫ

Подводя итог, нужно сказать, что проблема осадков сточных вод вовсе не является нерешаемой для нашей страны, уже разработано достаточно много методов утилизации и обработки ОСВ как в Украине, так и за рубежом. Анализ исследований, проведенных в 2000 году [1], показывает, что концентрации ТМ в ОСВ, содержащихся на иловых картах КОС городов Донецкой области с относительно не развитой промышленностью (Артемовск, Дружковка, Селидово, Часов Яр, Угледорск), не превышает допустимые величины содержания ТМ в осадках по ТУ 204 України 76–93 [19], и соответственно по этому критерию ОСВ подходят для утилизации в качестве органоминерального удобрения. В городах с развитой промышленностью (Донецк, Макеевка) концентрации некоторых ТМ превышают указанные в [19], такие ОСВ можно подвергать обработке по различным методикам с целью снижения валового содержания ТМ либо перевода их в неактивные формы, а также улучшения удобрительных свойств ОСВ; либо, если этот подход не возможен, применять ОСВ при производстве строительных материалов в качестве искусственного грунта, газонов, удобрения декоративных растений. В любом случае заниматься этой проблемой необходимо, т. к. наряду с предприятиями теплоэнергетики, металлургической и угольной промышленности иловые карты являются крупным загрязнителем окружающей среды. Если брать Донецкую область, то необходимо, прежде всего, как уже отмечалось ранее специалистами [20], провести исследования и определить количество и химический состав ОСВ на КОС различных городов, концентрации в них тяжелых металлов, биогенных элементов, санитарно-гигиенические показатели, агрегатное состояние. И уже на основании анализа этих данных разрабатывать конкретную методику обращения с ОСВ, накопившихся на территориях очистных сооружений. К тому же утилизация ОСВ может быть экономически выгодным предприятием, и заниматься этой проблемой необходимо именно на государственном уровне, чтобы доход шел в государственный бюджет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дрозд, Г. Я. Технично-екологическiе записки по проблеме утилизации осадков городских и промышленных сточных вод [Текст] / Г. Я. Дрозд, Н. И. Зотов, В. Н. Маслак. – Донецк : ИЭП НАН Украины, 2001. – 340 с. – ISBN 966–02–1812–1.
2. Сучкова, Н. Г. Анализ состояния проблемы рекультивации иловых площадок очистных сооружений городов и перспективы для Харьковского региона [Текст] / Н. Г. Сучкова // Сб. докладов Международного конгресса «ЭТЭВК–2007» – Экология, технология, экономика водоснабжения и канализации. Ялта, 22–26 мая 2007 г. – Ялта, 2007. – С. 279–284.
3. Чемаева, О. В. Экологическая оценка осадков сточных вод и использование их в качестве удобрения [Текст] : дисс. ... канд. биол. наук : 03.00.16 / Чемаева Ольга Владимировна. – Ульяновск, 2003. – 171 с. – Библиогр.: с. 109–130.
4. Перспективные технологии в области обработки осадков [Текст] / Д. А. Данилович, М. Н. Козлов, В. Е. Аджненко [и др.] // Водоснабжение и санитарная техника. – 1996. – № 1. – С. 12–14.
5. Касатиков, В. А. Осадок сточных вод как удобрение: можно ли избежать нежелательных воздействий? [Электронный ресурс] / В. А. Касатиков, В. П. Фатеев, О. А. Кагина // Ежедневное аграрное обозрение. – Режим доступа : <http://agroobzor.ru/ahim/a-118.html>.
6. Небольсин, А. Н. Изменение некоторых свойств почвенного поглощающего комплекса дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы под влиянием известкования [Текст] / А. Н. Небольсин, З. П. Небольсина // Агрохимия. – 1997. – № 10. – С. 5–12.

7. Богатырев, С. М. Экологическая оценка эффективности использования осадка сточных вод в качестве удобрения в условиях курской области [Текст] : дисс. ... канд. технич. наук : 11.00.11 / Богатырев Сергей Михайлович. – Курск, 1999. – 132 с. – Библиогр.: с. 98–125.
8. Куликова, А. Х. Проблема утилизации осадков сточных вод (ОСВ) в качестве удобрения сельскохозяйственных культур [Текст] / А. Х. Куликова, Н. Г. Захаров, А. В. Карпов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии : Научно-теоретический журнал. – 2007. – № 1(4). – С. 8–18.
9. Нездойминов, В. И. Миграция ионов тяжелых металлов при использовании осадков городских сточных вод в качестве удобрения [Текст] / В. И. Нездойминов, А. В. Чернышева // Вісник Донбаської нац. академії будівництва і архітектури : зб. наук. праць / М-во освіти і науки України, ДонНАБА. – Макіївка, 2010. – Вип. 2010-2(82) : Проблеми архітектури і містобудування. – С. 150–157. – ISSN 1814–3296.
10. Котюк, Ф. О. Зниження рівня екологічно небезпечного впливу осадів міських стічних вод на навколишнє середовище [Текст] : автореф. на здобуття наук. ступеня канд. технич. наук : спец. 21.06.01 «Екологічна безпека» / Котюк Федір Олексійович ; Харківська нац. академія міського господарства МОН України. – Харків, 2006. – 16 с.
11. Демин, Д. В. Производство экологически безопасного компоста на основе обезвреженных и обеззараженных реагентами осадков городских очистных сооружений [Текст] / Д. В. Демин, С. М. Севостьянов, А. С. Керженцев // М-лы Всероссийской конференции аспирантов и студентов по приоритетному направлению «Рациональное природопользование» / Ярослав. гос. ун-т ; [отв. за вып. начальник НИСа А. Л. Мазалецкая]. – Ярославль : ЯрГУ, 2006. – С. 245–250. – ISBN 5–8397–0406–1.
12. Степкина, Ю. А. Совершенствование технологий и систем обработки осадка при очистке сточных вод, получение и апробация комплексного удобрения [Текст] : автореф. на соискание уч. степени канд. технич. наук : спец. 21.06.01 «Мелиорация, рекультивация и охрана земель» / Степкина Юлия Андреевна ; Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия. – Волгоград, 2006. – 18 с.
13. Пашутина, Е. Н. Некоторые вопросы утилизации осадков сточных вод города Луганска [Текст] / Е. Н. Пашутина, С. И. Давыдов // Зб. наук. праць Луганського національного аграрного університету. Серія «Біологічні науки». – Луганск : ЛНАУ, 2010. – № 19. – С. 84–87.
14. Бреус, Р. В. Зниження об'ємів накопичених відходів водоочищення – осадів стічних вод, шляхом їх утилізації в асфальтобетон [Текст] : автореф. на здобуття наук. ступеня канд. технич. наук : спец. 21.06.01 «Екологічна безпека» / Бреус Роман Володимирович ; Луганський нац. аграрний ун-т МАП України. – Харків, 2007. – 16 с.
15. Дрозд, Г. Я. Вовлечение депонированных осадков сточных вод в хозяйственный оборот – эффективный способ повышения качества окружающей среды [Текст] / Г. Я. Дрозд // Вісник Донбаської нац. академії будівництва і архітектури : зб. наук. праць / М-во освіти і науки України, ДонНАБА. – Макіївка, 2010. – Вип. 2010–3(83) : Технологія, організація, механізація та геодезичне забезпечення будівництва. – С. 227–235. – ISSN 1814–3296.
16. Паёнк, Т. Законодательство Европейского Союза в области утилизации осадков [Текст] / Т. Паёнк // Водоснабжение и санитарная техника. – 2003. – № 1. – С. 37–41.
17. Аликбаева, Л. А. Эколого-гигиенические аспекты утилизации осадков сточных вод высокоурбанизированных территорий [Текст] / Л. А. Аликбаева // Вестник гигиены и эпидемиологии. – Донецк : ДонНМУ, 2006. – Т. 10, № 1. – С. 164–168.
18. Дрозд, Г. Я. Исследование прочностных и деформационных свойств лежалых осадков сточных вод с позиций использования как грунтов [Текст] / Г. Я. Дрозд, В. В. Чура // Научн. технич. сб. «Коммунальное хозяйство городов». Серия «Технич. науки и арх-ра». – Харьков, 2006. – № 74. – С. 84–89.
19. Технічні умови. Добриво із осадів стічних вод [Текст] : ТУ 204 України 76–93 / Держ. ком. України по житлово-комунальному господарству. – Харків, 1994. – 16 с.
20. Зотов, Н. И. К вопросу об использовании осадков бытовых сточных вод в сельском хозяйстве [Текст] / Н. И. Зотов, С. Р. Суслов // Вісник Донбаської нац. академії будівництва і архітектури : зб. наук. праць / М-во освіти і науки України, ДонНАБА. – Макіївка, 2010. – Вип. 2010–3(83) : Технологія, організація, механізація та геодезичне забезпечення будівництва. – С. 214–221. – ISSN 1814–3296.

Получено 02.09.2011

В. В. МАРКІН ОСОБЛИВОСТІ ОСНОВНИХ МЕТОДІВ ОБРОБКИ І УТИЛІЗАЦІЇ ОСАДІВ СТІЧНИХ ВОД

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У статті розглянуті основні методи обробки і утилізації осадів побутових стічних вод, включаючи новітні розробки, з точки зору екологічної безпеки і економічного резону.

осади стічних вод, методи обробки осадів, утилізація осадів, важкі метали

VYACHESLAV MARKIN
SALIENT FEATURES OF PRINCIPLE PROCESSING METHODS AND SEWAGE
SLUDGE UTILIZATION

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The paper deals with the principle processing methods and sewage sludge utilization, including the latest designs from the point of view of ecological security and economy.

sewage sludges, processing methods of sewage sludges, sludge utilization, heavy metals

Маркін В'ячеслав Володимирович – магістр Донбаської національної академії будівництва і архітектури; інженер ЛНВСіС КП «Компанія "Вода Донбасу"». Наукові інтереси: обробка і утилізація осадів побутових стічних вод.

Маркин Вячеслав Владимирович – магистр Донбасской национальной академии строительства и архитектуры; инженер ЛНВСиС КП «Компания "Вода Донбасса"». Научные интересы: обработка и утилизация осадков бытовых сточных вод.

Vyacheslav Markin – MPhil, an engineer of LAWN of CE of the Donbas Water Company. Research interests: sewage sludges processing and utilization.