

С. В. Свергузова, В. С. Севостьянов, И. Г. Шайхиев,
Ж. А. Сапронова, М. Н. Спирин

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСАДКОВ ОТ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД И РЕКУЛЬТИВАЦИИ ИЛОВЫХ КАРТ – АКТУАЛЬНАЯ ЗАДАЧА РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Ключевые слова: отходы, осадки сточных вод, рекультивация полигонов хранения осадков, ионы тяжёлых металлов, микроэлементы, биогенные элементы, удобрения, нормативные документы.

Рассмотрена проблема образования, накопления и хранения осадков очистки сточных вод на иловых картах. Приведены данные по агрономической ценности осадков, а также сведения по требованиям к содержанию тяжёлых металлов в осадках, используемых в качестве удобрений в ряде стран. Рассмотрен краткий перечень нормативных документов, касающихся вопросов обращения с нарушенными землями, на основании которых рекомендована разработка законов регламентирующих действия в области использования осадков водоочистки и рекультивации иловых карт.

Keywords: waste, sludge, landfill revegetation, heavy metals, microelements, biogenic elements, fertilizers, regulatory acts.

The problem of education, accumulation and storage of precipitation wastewater treatment sludge cards is examined. The data of agronomic value of sludge, as well as the information about requirements for content of heavy metals in sludge used as fertilizer in some countries are shown. A short list of regulatory acts relating to the treatment of disturbed land is examined, on this ground development of law governing the action of rain water treatment and reclamation of sludge cards is recommended.

Среди проблем, связанных с предотвращением антропогенного загрязнения окружающей среды, одной из наиболее острых является утилизация осадков от биологической очистки городских сточных вод (ООСВ). Последние являются крупнотоннажным отходом, утилизация которого по целому ряду причин затруднена (наличие в их составе экологически опасных загрязнителей – соединений тяжёлых металлов, патогенной микрофлоры, коагулянтов и других).

ООСВ представляют собой отдельный вид отходов, образование которых в условиях крупных городов, составляет порядка одной трети от общего количества отходов производства и потребления. В Российской Федерации в целом образуется ежегодно более 2 млн. тонн ООСВ в пересчёте на сухое вещество [1].

В настоящее время основная масса ООСВ складывается на иловых картах (иловых площадках). Условия их складирования не исключают загрязнения ими поверхностных и подземных вод, почв, растительности. Названная проблема с каждым годом обостряется.

Большие количества осадков, их многокомпонентность и наличие в их составе соединений тяжёлых металлов, а также отсутствие соответствующих технологий утилизации приводит к всё большему их накоплению и, соответственно, отторжению земель для складирования.

Организация и содержание иловых площадок требует больших материальных затрат и вывода из хозяйственного оборота обширных земельных территорий. К примеру, только в Санкт-Петербурге общая площадь полигонов временного хранения ООСВ составляет 172 га [2].

Наиболее остро проблема переработки и складирования ООСВ и рекультивации полигонов их хранения стоит в мегаполисах. Стоит учитывать, что в современных условиях быстрого роста промышленных городов, существующие полигоны хранения осадков (иловые карты) оказываются в непосредственной бли-

зости от районов жилых застроек, что обуславливает необходимость проведения рекультивационных работ на территориях, занятых ООСВ.

Проводимые в ряде стран СНГ исследования [3-10] направлены на поиски путей извлечения соединений тяжёлых металлов (СТМ) из осадков, определяется их влияние на растения и почву, разрабатываются методы утилизации и рекуперации осадков, содержащих токсичные ингредиенты. Указанные мероприятия направлены на решение задачи по возможности использования ООСВ в качестве удобрений без опасности для здоровья и жизни населения.

Тяжёлые металлы (ртуть, свинец, кадмий, цинк, медь, мышьяк и другие) и их соединения относятся к числу распространённых и весьма токсичных загрязняющих веществ. Они широко применяются в различных промышленных производствах, поэтому, несмотря на природоохранные мероприятия, содержание СТМ в промышленных сточных водах довольно высокое. Зачастую эти стоки без локальной очистки в местах образования сбрасывают в городскую канализацию. Большие массы токсичных соединений металлов поступают также через атмосферу, попадая в водные объекты с ливневыми стоками.

Тяжёлые металлы (Cu, Ni, Co, Pb, Sn, Zn, Cd, Bi, Sb, Hg) относятся к микроэлементам, т.е. химическим элементам, присутствующим в организмах в низких концентрациях (обычно тысячные доли процента и ниже).

Химические элементы, которые, входя в состав организмов растений, животных и человека, принимают участие в процессах обмена веществ и обладают выраженной биологической ролью, получили название биогенных элементов. К числу биогенных элементов относятся: азот, водород, железо, йод, калий, кальций, кислород, кобальт, кремний, маг-

ний, марганец, медь, молибден, натрий, сера, стронций, углерод, фосфор, фтор, хлор, цинк.

Микроэлементам, несмотря на их малое количественное содержание в организмах, принадлежит значительная биологическая роль. Помимо общего благоприятного влияния на процессы роста и развития, установлено специфическое воздействие ряда микроэлементов на важнейшие физиологические процессы – например, фотосинтез у растений. Наиболее характерна высокая биологическая активность микроэлементов, т.е. способность их чрезвычайно малых доз оказывать сильное воздействие.

Важное значение, с точки зрения возможного использования ООСВ в качестве удобрений, имеют их агрохимические характеристики после выдержки на иловых площадках [11-13], приведённые в таб. 1 и 2.

Таблица 1 - Агрономическая ценность ООСВ, навоза и твердых бытовых отходов (ТБО)

Удобрение	Содержание, % от массы сухого вещества				
	Азота общ.	Фосфора общего	Калия	Кальция	Магния
Навоз конский	2,16	1,70	1,80	1,66	0,53
Навоз коровий	2,00	1,02	2,22	-	-
Мусор городской (ТБО)	1,64	1,00	0,30	-	-
Осадок сырой из отстойников	3,20	1,80	0,15	-	-
Осадок сброженный:					
- после первичных отстойников и иловых площадок	3,02	2,33	0,21	3,48	-
- то же вместе с активным илом	3,03	3,70	0,18	3,29	0,95
- после механического обезвоживания и термической сушки	1,96	3,92	0,007	5,21	5,81

Таблица 2 - Агрохимические характеристики ООСВ

Характеристика	Осадок сточных вод		
	с иловых карт, г. Владимир	Термически высушенный, Орехово-Зуево	с иловых площадок, г. Димитровград
N общ., %	0.6-0.7	1.4-2.1	2.39-2.63
P ₂ O ₅ общ., %	1.6-2.5	0.6-1.9	2.7-4.8
K ₂ O общ., %	0.2-0.5	0.1-0.3	0.3-3.6
pH сол.	6.5-6.9	11.8-13.3	5.4-7.0
Влажность, %	40-50	40-45	40-45
Зольность, %	60-70	40-50	46.7-51.6

Анализ приведённых в таблицах 1 и 2 данных показывает, что по содержанию питательных для растений веществ ООСВ с иловых площадок не уступает традиционно применяемым органическим удобрениям.

Таким образом, применение ООСВ в качестве удобрений является целесообразным, хотя при этом требуется их балансировка по отдельным составляющим, в частности по калию. Очень важно, что в осадках широко представлены микроэлементы, необходимые для жизнедеятельности растений [14].

Несмотря на возможность использования ООСВ в качестве удобрений в сельском хозяйстве, законодательствами ряда стран введены ограничения из-за содержания ионов тяжёлых металлов (ИТМ) в сточных водах. Причём концентрация ИТМ в ООСВ чаще всего превышают их предельно-допустимое со-

держание в почвах, что требует осторожного их использования в качестве удобрений.

На рис. 3 и 4 приведены требования к содержанию ИТМ в ООСВ в сельском хозяйстве, а также допустимое содержание тяжёлых м-в в осадках сточных вод и эффективность их удаления на очистных сооружениях [15].

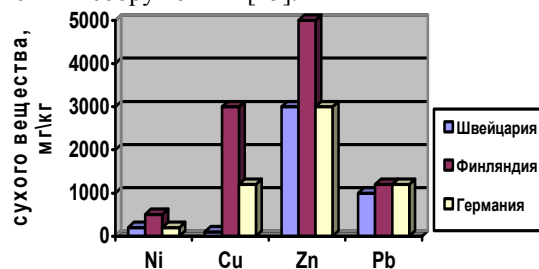


Рис. 1 - Требования к содержанию ТМ в ООСВ, используемых для удобрений в Швейцарии, Финляндии, Германии

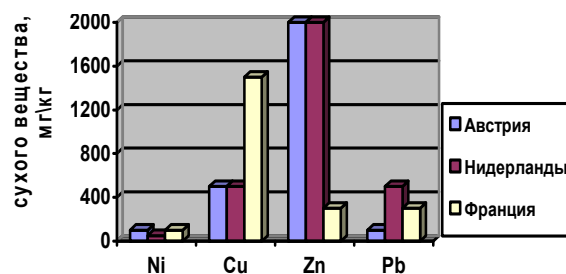


Рис. 2 - Требования к содержанию ТМ в ООСВ, используемых для удобрений в Австрии, Нидерландах, Франции

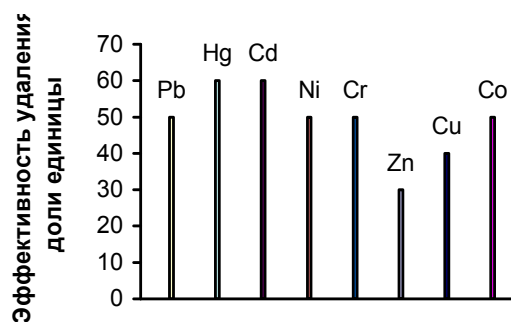


Рис. 3 - Эффективность удаления ТМ на канализационных очистных сооружениях

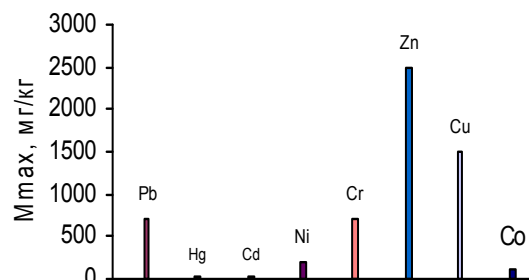


Рис. 4 - Допустимое содержание ТМ в ООСВ

Для перевода ИТМ в малоподвижные соединения используются разные методы. К одним из них относится известкование, в результате которого

снижается гидролитическая кислотность, повышается степень насыщенности основаниями и подвижность фосфатов. Увеличение показателя pH влияет на подвижность твёрдых металлов, что снижает их поступление в растения. Однако для меди, цинка и хрома извествование не эффективно.

Авторами [16, 17] описан опыт детоксикации ООСВ от СТМ неорганическими сорбентами (цеолиты, бентониты), энтеросорбентами на основе целлюлозы, альгината кальция и др., внесением в осадок гуминовых кислот. Однако в целом эти мероприятия достаточно дороги и дают временный эффект.

Использование ООСВ в качестве удобрений основано на ряде положительных факторов – увеличивается содержание органического вещества, почвы более насыщаются основаниями, имеют нейтральную реакцию, характеризуются высокой обеспеченностью подвижными формами калия и фосфора [18], улучшается агрегатный состав и водоудерживающая способность почв.

Другим путем утилизации ООСВ является возможность использования последних для получения активированных углей (АУ), применяемых в практике водоочистки. Данное обстоятельство объясняется высоким содержанием углерода в сухом веществе осадка и невысокими потерями массы при карбонизации.

Предлагается перерабатывать ООСВ в АУ с последующим его использованием на месте для более глубокой очистки сточных вод [22-26]. В частности, предлагается проводить пиролиз химически активного материала при температуре 775-825 °С для получения АУ с высокой удельной поверхностью и микропористостью [27]. Весьма перспективно использование для сжигания увлажненного ООСВ печей с пульсирующим источником горения [28]. Также показано, что при карбонизации сухого вещества ООСВ максимальное количество летучих соединений отгоняется при 265-330 °С, а карбонизированный осадок образуется при нагревании без доступа воздуха до 420-655 °С [11]. Указывается, что утилизация осадка указанным способом позволяет избавиться от илонакопителей и повысить качество очистки сточных вод [26].

Все приведённые выше сведения свидетельствуют о том, что вопрос утилизации ООСВ и рекультивации иловых карт является чрезвычайно актуальным. Однако в настоящее время в нашей стране отсутствует нормативная документация, регламентирующая порядок внесения осадков в почву в качестве удобрения и разработку и согласование проектов рекультивации иловых площадок.

В нашей стране действуют различные нормативные документы, касающиеся вопросов обращения с нарушенными землями. Так, 1 ноября 1983 г. были утверждены методические рекомендации по рекультивации земель, нарушаемых при транспортном строительстве, которые предписывали в обязательном порядке иметь в составе документов землеустроительного дела по отводу проект рекультивации земель, подлежащих нарушению при добыче строительных материалов или ведении различных строительных работ. В соответствии с данным документом предприятия, организации и учреждения на предоставленных им во временное пользование сельскохозяйственных землях

или лесных угодьях обязаны по миновании надобности в этих землях за свой счёт приводить их в состояние, пригодное для использования в сельском, лесном или рыбном хозяйстве, а при производстве строительных работ на других землях (земли населённых пунктов, промышленности, транспорта, курортов, заповедников, государственного запаса и водного фонда) – в состояние, пригодное для использования их по назначению [19].

Для проектирования и выполнения рекультивационных работ на землях, нарушаемых в процессе горного производства и строительства, разработан и утверждён в 1988 году межгосударственный стандарт по классификации вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель. Стандарт разработан для использования вскрышных и вмещающих пород в соответствии с их классификацией по пригодности к использованию при рекультивации в соответствии с показателями их химического и гранулометрического состава.

В 1976 г. было принято Постановление № 407 Совета Министров СССР «О рекультивации, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы при разработке месторождений полезных ископаемых и торфа, проведении геологоразведочных, строительных и других работ». В 1988 г. в данное Постановление был внесён ряд изменений. Постановление направлено на сохранение и восстановление земельного фонда страны. В нём также было дано указание Государственному комитету Совета Министров СССР по науке и технике и Министерству сельского хозяйства СССР с участием соответствующих министерств и ведомств СССР принять необходимые меры к улучшению исследований по рекультивации земель и ускорению внедрения в производство наиболее совершенных, проверенных на практике методов восстановления нарушенных земель [20].

Министерством охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ в 1995 году принимаются Основные положения о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы [21]. Были разработаны и приняты и другие документы.

Приведённый нами краткий перечень нормативных документов, направленных на упорядочение деятельности по восстановлению и рекультивации нарушенных земель, как видим, не затрагивает вопросы использования ООСВ и рекультивации земель, отчуждённых под иловые площадки. Между тем вопросы накопления, использования и хранения ООСВ, а также рекультивации земель, занятых иловыми картами, представляют собой очень важную задачу природоохраны и ресурсосбережения. Требуется разработка законов, регламентирующих действия в области использования осадков водоочистки и рекультивации иловых карт.

Литература

1. Решетов Н.Г., Олейник А.С., *Вестник Воронежского государственного университета*, 1, 114-116 (2001);
2. Беляев А.Н., Щербакова Е.В., *СтройПРОФИль*, 2/1, 36-37 (2010);

3. Солодкова А.Б., Собгайда Н.А., Шайхиев И.Г., *Вестник Казанского технологического университета*, 23, 179-182 (2012);
4. Дрозд Г.Я., Зотов Н.И., Маслак В.Н. *Технико-экономические записки по проблеме утилизации осадков городских и промышленных сточных вод*, Донецк:ИЭПНАН Украины, 2001. 340 с.
5. Зотов Н.И., *Водостачання та водовідведення*, 1, 28-34 (2009);
6. Зотов Н.И., Чернышова О.А., *Вісник ДонНАБА*, 2(50) – Магііівка, 130-139 (2005);
7. Зотов Н.И., Чернышова О.А., *Коммунальное хозяйство городов: Науч-техн сб. Вып. 67*, Киев:Техніка, 187-190 (2006);
8. Шайхиев И.Г. *Технология очистки сточных вод*, Казань:КГТУ, 2005. 92 с.
9. Чемаева О.В. *Экологическая оценка осадков сточных вод и использование их в качестве удобрения*: дисс. канд. биол. Наук, Ульяновск, 2003. 171 с.
10. Губанов Л.Н., Бояркин Д.В., Котов А.В. *Использование осадков городских сточных вод при благоустройстве территорий*, Нижний Новгород, 2008. 241 с.
11. Евилевич А.З., Евилевич М.А. *Утилизация осадков сточных вод*, Л.:Стройиздат, Ленинградское отделение, 1988. 248 с.
12. Косатиков В.А., Косатикова С.М. Гольдфарб Л.Л. и др. *Рекомендации по применению осадков сточных вод с иловых площадок в качестве удобрения*, Владимир, 1984. 23 с.
13. Костин В.И., Уханев Ю.А. *Разработка технологии применения на удобрения просушенных осадков с иловых площадок очистных сооружений*, Ульяновск:УГСХА, 1991. 22 с.
14. Орлов Д.С., Садовникова Л.К., *Почвоведение*, 4, 517-523 (1996);
15. Дрозд Г.Я., Зотов Н.И., Маслак В.Н. *Технико-экономические записки по проблеме утилизации осадков городских и промышленных сточных вод*, Донецк:ИЭПНАН Украины, 2001. 340 с.
16. Величко Б.А., Абрамова Г.В., Шутова А.А. и др., *Экология промышленного производства*, 1-2, 42-47 (1998);
17. Шульгин А.И., Шаповалов А.А. и др., *Экологический вестник Москвы*, 8-10, 25-27, (1994);
18. Плеханов И.О., Кутукова Ю.Д., Обухов А.И., *Почвоведение*, 12, 1530-1536 (1995);
19. Методические рекомендации по рекультивации земель, нарушаемых при транспортном строительстве. М., 1983;
20. http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/1390/4/1331289_readin_gbook.pdf;
21. <http://base.garant.ru/2107557>;
22. Yu Lan-lan, Zhang Qin, Feng Lan-lan, J. Safety and Environ., 4, 39-42 (2005);
23. Martin M. J., *Carbon*, 7, 1389-1394 (2004);
24. Пирогова М. А., Левдина В.А. *Переработка избыточного ила*, М.:Экология, 2005. 50 с.
25. Бош Х., Строк В., *Сооружения для переработки избыточного ила*, М.:МГТУ, 1998. 78 с.
26. Хэмпри С., *Утилизация избыточного ила*, М.:Наука, 1997. 120 с.
27. Патент 6030922 США, МПК⁷ В 01 J 20/02. Synthesizing carbon from sludge / N. R. Khalili, H. Arastoopour, L. K. Walhot; заявитель и патентообладатель Illinois Institute of Technology; № 091113657. – заявл. 10.07.98; опубл. 29.02.00.
28. Павлов Г.И., Кочергин А.В., Ситников О.Р., Кочергина К.А., Гармонов С.Ю. *Вестник Казанского технологического университета*, 19, 168-173 (2011).

© С. В. Свергузова – д.т.н., профессор, зав. каф. промышленной экологии Белгородского госуд. технол. ун-та им. В.Г. Шухова, re@intbel.ru; В. С. Севостьянов – д.т.н., проф., зав. каф. ТКММ того же вуза; И. Г. Шайхиев – д.т.н., профессор, зав. каф. инженерной экологии КНИТУ; Ж. А. Сапронова – к.т.н., доц. каф. промышленной экологии Белгородского госуд. технол. ун-та им. В.Г. Шухова; М. Н. Спириин – инж. той же кафедры.