

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД НА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ ГОРОДА КРАСНОЯРСКА

G.A. Demidenko

AGROECOLOGICAL ASSESSMENT OF WASTEWATER SLUDGE AT WASTE WATER TREATMENT PLANT OF KRASNOYARSK

Демиденко Г.А. – д-р биол. наук, проф., зав. каф. ландшафтной архитектуры, ботаники, агроэкологии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: demidenkoekos@mail.ru

Demidenko G.A. – Dr. Biol. Sci., Prof., Head, Chair of Landscape Architecture, Botany, Agroecology, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: demidenkoekos@mail.ru

Сточные воды – воды, прошедшие через территории загрязнения (промышленные, сельскохозяйственные, коммунально-бытовые, ливневые и другие), а также бывшие в производственно-бытовом или сельскохозяйственном употреблении. Наибольшее воздействие на природную среду города Красноярска оказывают промышленность и жилищно-коммунальное хозяйство. Очистка сточных вод – одна из важнейших систем защиты окружающей среды от загрязнения. Инженерно-технические конструкции и приспособления – очистные сооружения – обеспечивают очистку промышленных, сельскохозяйственных и коммунально-бытовых выбросов, препятствуя загрязнению природной среды. Оценка агрохимических показателей сточных вод города Красноярска выполнена на очистных сооружениях (ОСК) – правобережных (ПОС) и левобережных (ЛОС). К основным показателям, характеризующим свойства осадков, относятся: влажность; содержание органического вещества и общего азота в пробах осадков; содержание тяжелых металлов (валовая форма) и другие. По агрохимическим показателям осадки сточных вод ПОС и ЛОС очистных сооружений города Красноярска, подсушенных в естественных условиях на иловых картах первой и второй очереди, соответствуют требованиям СанПиН 2.1.7.573-96. С увеличением срока выдержки осадков влажность, содержание органических веществ и азота снижаются. Содержание нормируемых тяжелых металлов и мышьяка в осадках ПОС первой и второй очереди, ЛОС второй и третьей очереди и в свежобразующихся осадках также соответствует нормативам. В осадках ЛОС первой очереди установлено только повышенное содержание кадмия. Индекс опасности соответствует четвертому классу опасности – малоопасные отходы. Осадки сточных вод города Красноярска могут быть использованы в качестве основы органических удобрений.

Ключевые слова: осадки сточных вод; очистные сооружения; влажность; содержание органического вещества, общего азота, тяжелых металлов; индекс опасности.

Sewage, i.e. the waters which passed through territories of pollution (industrial, agricultural, household, storm and others), and also being in the production and household or agricultural use. The greatest impact on environment of the city of Krasnoyarsk is made by the industry and housing and communal services. Sewage treatment is one of the most important systems of environment protection against pollution. Technical designs and adaptations, i.e. treatment facilities provide cleaning of industrial, agricultural and household waste, interfering with environment pollution. The assessment of agrochemical indicators of sewage of the city of Krasnoyarsk was performed at treatment plants of Krasnoyarsk (TPK) on the right-bank (RTP) and left-bank (LTP). The main indicators characterizing the properties of sludge are humidity; the content of organic matter and total nitrogen in sediment samples; the content of heavy metals (gross form) etc. On agrochemical indicators of sewage sludge of RTP and LTP treatment facilities of the city of Krasnoyarsk dried under natural conditions on silt cards of the first and second stage conform to the requirements of SanPiN 2.1.7.573-96. With the increase in the term of endurance of sewage sludge humidity, the content of organic substances and nitrogen decreases. The content of normalized heavy metals and arsenic in sewage sludge of RTP of the first and second stage, LTP second and third of turn and in fresh forming rainfall also corresponds to the standards. In the sewage sludge of LTP of the first stage only raised contents of cadmium was established. The index of danger corresponds to the fourth class – low-dangerous wastes. Sewage sludge of Krasnoyarsk can be used as the basis of organic fertilizers.

Keywords: sewage sludge, sewage treatment plants; humidity; the content of organic matter, total nitrogen, heavy metals, hazard index.

Введение. Использованные сточные воды или поступившие с загрязненной территории сбрасываются в установленном порядке в водные объекты [1]. Осадки сточных вод образуются в очистных устройствах, представляют собой илоподобные образования, содержащие 95–98 % воды, а также органические и минеральные вещества. Используются в практике для получения биогаза, приготовления компостов и как нестандартные органические удобрения. Опасность использования их в качестве удобрения связана с обогащенностью их тяжелыми металлами и хлорированными углеводородами. Анализ литературных данных [2, 4] показывает, что основными загрязнителями, сдерживающими применение осадков в качестве удобрений, являются соли тяжелых металлов. Хотя их концентрация в сумме составляет менее 1 % от массы сухого вещества осадка. Также токсичными веществами, которые могут содержаться в осадках, являются токсичные органические вещества. Их концентрации обычно ничтожно малы (на уровне следов) или вообще не обнаруживаются в осадке. Кроме того, органические загрязнители, поступающие с осадком сточных вод в почву, подвергаются детоксикации в течение одной–четырёх недель, а в растениях – в течение двух недель. В России за год образуется до 100 млн т водосодержащих осадков сточных вод [3].

Цель исследования. Определение агрохимических показателей осадков сточных вод, накопленных на очистных сооружениях (ОСК) г. Красноярска, для определения возможных путей использования и утилизации.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являются сточные воды на очистных сооружениях города Красноярска: правобережных (ПОС) и левобережных (ЛОС). Производительность правобережных очистных сооружений составляет 360 тыс. м³/сут, а левобережных очистных сооруже-

ний – 300 тыс. м³/сут. На ПОС избыточный активный ил поступает в первичные отстойники и далее вместе с сырым осадком в количестве 1000 м³/сут откачивается на иловые карты. Фактическое количество избыточного ила, образующегося на ЛОС, составляет 2000 м³/сут. На ПОС и ЛОС имеются осадки с разным сроком выдержки на иловых площадках.

На сооружениях принята традиционная схема очистки: решетки, песколовки, первичные отстойники, аэротенки, вторичные отстойники. Для проведения исследования с каждой ОС были отобраны по три пробы осадков. ПОС: пробы № 1 (осадок с иловых карт первой очереди с 20-летним сроком выдержки); № 2 (осадок с иловых карт второй очереди после подсушивания); № 3 (свежеобразующаяся смесь осадка и избыточного ила из камер выпуска на иловые площадки). ЛОС: пробы № 4 (осадок иловых карт первой очереди со сроком выдержки 15 лет); № 5 (осадок иловых карт второй и третьей очереди со сроком выдержки 3 года); № 6 (смесь сырого осадка и избыточного активного ила из первичных отстойников).

Выбор методов исследования определяется с учетом местных условий и качества осадков сточных вод. Получение указанных характеристик осадка обусловлено действующими в РФ нормативными документами в области обращения с отходами (СанПиН 2.1.7.573-96; СанПиН 2.1.7.772-98) [5, 6]. Указанными документами нормируются агрохимические показатели, содержание тяжелых металлов и мышьяка, влажность, гельминтологические показатели. Содержание тяжелых металлов в образцах определялось атомно-абсорбционным методом на спектрофотометре ААС-30 в ЦАНИЛ КрасГАУ.

Результаты и их обсуждение. На очистные сооружения ПОС и ЛОС поступает смесь производственных и хозяйственных бытовых сточных вод в определенных соотношениях (табл.).

Состав бытовых сточных вод на правобережных и левобережных сооружениях и основные предприятия-поставщики

Очистные сооружения	Состав бытовых сточных вод, %			Основные предприятия-поставщики
	Производственные	Хозяйственно-бытовые	Неучтенные	
ПОС	28,0	40,0	31,5	Красэнерго, завод синтетического каучука, Машиностроительный завод, завод медпрепаратов, Целлюлозно-бумажный комбинат и др.
ЛОС	22,8	67,5	10,0	Металлургический завод, Алюминиевый завод, Электровагоноремонтный завод и предприятия мясо-молочной, пивоваренной, хлебопекарной и других видов промышленности

Химический состав стоков указанных производств, по литературным данным, может быть представлен минимальным количеством токсичных органических веществ, в основном это металлы, нефтепродукты и жиры.

Влажность является одним из основных показателей, характеризующих физико-механические свойства осадков. Эта непостоянная величина зависит от состава осадков, наличия органических соединений, способа обработки, времени выдержки осадков, сезонных явлений и других факторов. В соответствии с требованиями, влажность осадков, пригодных для внесения в качестве удобрений, должна быть не выше 82 %. Чем больше срок выдержки осадков, тем ниже влажность. Влажность образцов (пробы № 1, № 2, № 4, № 5) несколько ниже, так как для удобства транспортировки они были дополнительно подсушены в помещении. Свежеобразующиеся смеси сырых осадков и избыточного активного ила, выпускаемые на иловых площадках (пробы № 3 и № 6), характеризуются влажностью 98 и 96 % соответственно. Требуется несколько лет, прежде чем они подсохнут до состоя-

ния, при котором будет возможна их выгрузка с иловых карт и дальнейшее использование.

Содержание органического вещества во всех пробах выше норматива (не менее 20 %) и снижается с увеличением срока выдержки. С иловых карт второй очереди ПОС (проба № 2) и ЛОС (проба № 5) – 57 и 48 % соответственно. С иловых карт первой очереди (проба № 1 и № 4) – 34 и 31 %. Концентрация водородных ионов ($pH_{\text{сол.}}$) соответствует среде, близкой к нейтральной. Это важно, так как применение осадков в качестве удобрений не будет приводить к снижению почвенной кислотности.

Содержание общего азота в пробах осадков составляет 1,62–3,46 %; общего фосфора – 1,78–3,27 %; калия – 0,34–0,66 %, что является типичным для осадков городских сточных вод. С увеличением срока выдержки за счет естественных процессов минерализации наблюдается снижение азота.

Данные по содержанию тяжелых металлов (валовая форма), нормируемых СанПиН 2.1.7.573-96 в пробах осадков, представлены на рисунках 1, 2, где показано их содержание в процентах от нормативных значений.

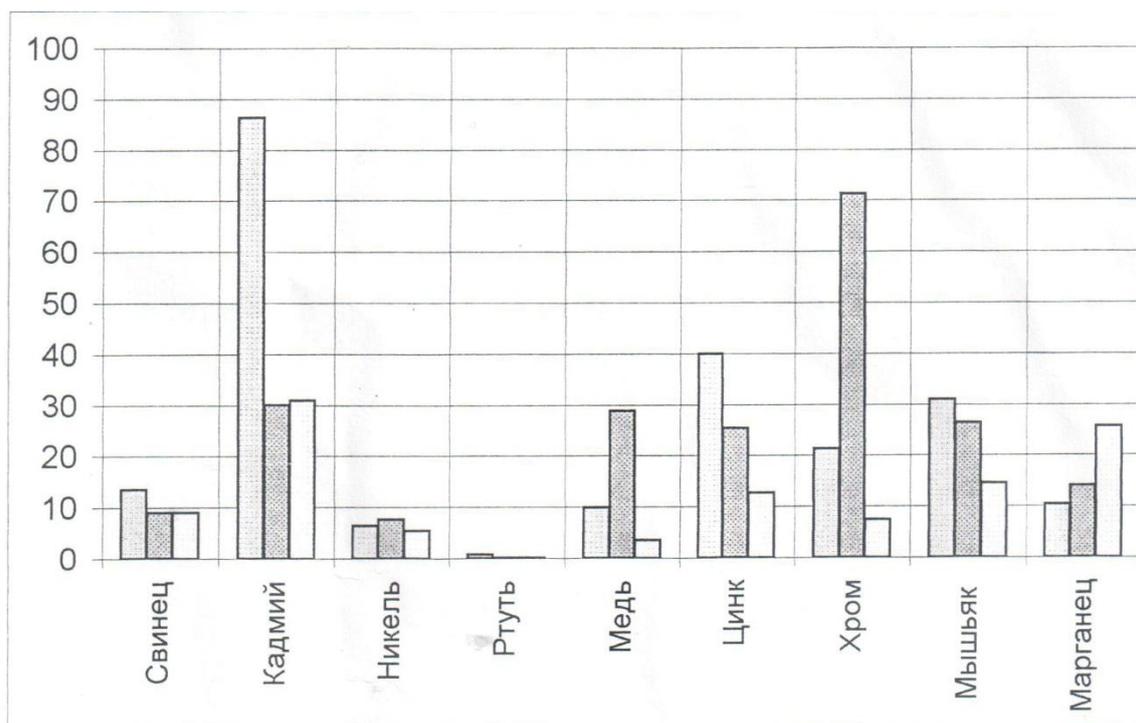


Рис. 1. Содержание тяжелых металлов в осадках ОСК г. Красноярск (ПОС), в % от нормы СанПиН 2.1.7.573-96

Здесь и далее условные обозначения:

- – осадок с иловых полей I очереди;
- – осадок с иловых полей II очереди;
- – осадок из камеры выпуска

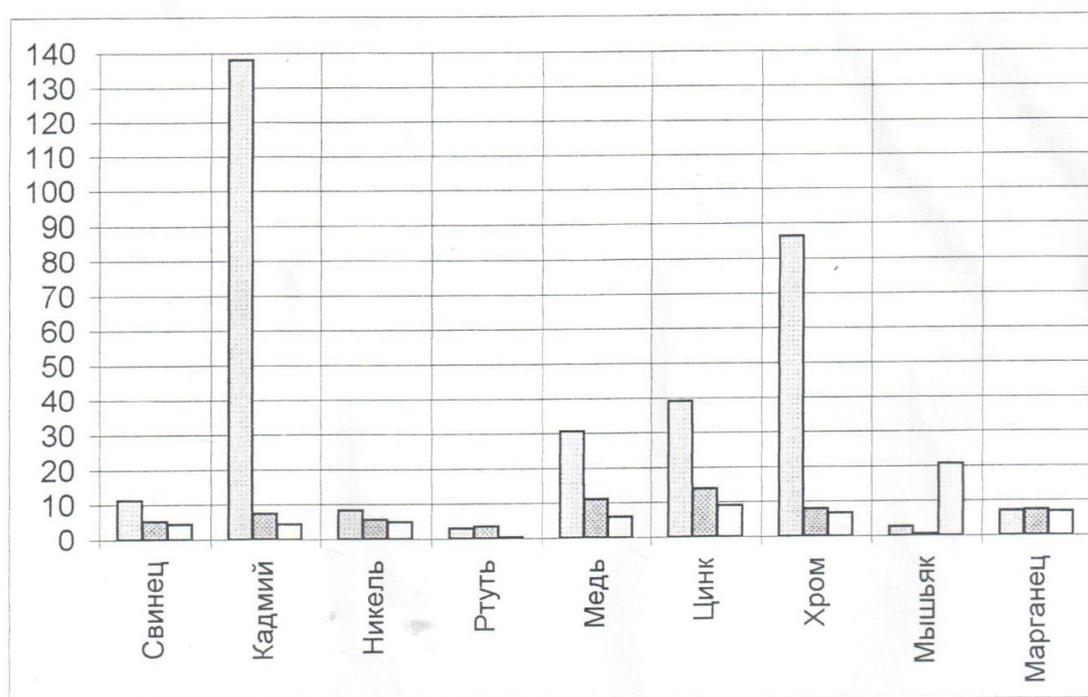


Рис. 2. Содержание тяжелых металлов в осадках ОСК г. Красноярск (ЛОС), в % от нормы СанПиН 2.1.7.573-96

Анализ данных показывает, что характерным загрязнителем для осадков, накопленных на иловых картах первой очереди ПОС и ЛОС, является кадмий – 86 и 136 % от норматива соответственно. Содержание остальных нормируемых тяжелых металлов находится на уровне 2–40 % от норматива соответственно. Только содержание хрома в осадках ЛОС достигает 80 %.

Качество осадков, оцениваемое по содержанию тяжелых металлов и мышьяка на иловых картах второй ПОС и ЛОС, то есть осадков с более поздним сроком формирования, значительно улучшилось. В основном на ПОС содержание тяжелых металлов не превышает 30 %, а на ЛОС – до 10 % от норматива. Анализ жидких осадков (пробы № 3 и № 6), поступающих на иловые карты ПОС и ЛОС, показывают тенденцию к снижению поступления тяжелых металлов. Это связано с внедрением систем локальной очистки сточных вод на промышленных предприятиях.

Требованиями СанПиН 2.1.7.573-96 нормируются санитарно-бактериологические и паразитологические показатели. На очистных сооружениях города Красноярск на обеззараживание оказывают влияние сроки выдержки и степень зимнего промерзания на картах. В исследуемых пробах не обнаружено наличие яиц и личинок гельминтов. Содержание бактерий группы кишечной палочки находится на уровне допустимых требований. Сальмонеллы и

другие патогенные организмы в осадке не обнаружены.

Заключение. По агрохимическим показателям осадки сточных вод правобережных и левобережных очистных сооружений города Красноярск, подсушенных в естественных условиях на иловых картах первой и второй очереди, соответствуют требованиям СанПиН 2.1.7.573-96. С увеличением срока выдержки осадков влажность, содержание органических веществ и азота снижаются. Содержание нормируемых тяжелых металлов и мышьяка в осадках ПОС первой и второй очереди, ЛОС второй и третьей очереди и в свежееобразующихся осадках также соответствует нормативам. В осадках ЛОС первой очереди установлено только повышенное содержание кадмия. Индекс опасности соответствует четвертому классу опасности – малоопасные отходы. Осадки ЛОС первой очереди рекомендуется использовать после смешения с осадками второй очереди.

Осадки сточных вод города Красноярск могут быть использованы в качестве основы органических удобрений: под основную обработку почвы в сельском хозяйстве, городском зеленом строительстве, лесоразведении, цветоводстве, придорожном озеленении, для создания плодородного слоя земли при биологической рекультивации нарушенных земель и полигонов твердых бытовых отходов.

Литература

Literatura

- | | |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Бадмаева С.Э., Соколова Ю.А. Мониторинг геохимического состава реки Енисей в Красноярске // Вестн. КрасГАУ. – 2017. – № 8. – С. 100–104. 2. Благоразумова А.М. Обработка и обезвоживание осадков городских сточных вод: учеб. пособие – Новокузнецк: Изд-во СибГИУ, 2010. – 139 с. 3. Геоэкология и природопользование: понятийно-терминологический слов. / сост. В.В. Козин, В.А. Петровский. – Смоленск: Ойкумена, 2005. – 576 с. 4. Карманов А.П., Полина И.Н. Технология очистки сточных вод: учеб. пособие. – Сыктывкар: Изд-во СПИ, 2015. – 207 с. 5. СанПиН 2.1.7.573-96. Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения. – М., 1996. 6. СанПиН 2.1.7.772-98. Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов. – М., 1998. | <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Badmaeva S.Je., Sokolova Ju.A.</i> Monitoring geohimicheskogo sostava reki Enisej v Krasnojarske // Vestn. KrasGAU. – 2017. – № 8. – S. 100–104. 2. <i>Blagorazumova A.M.</i> Obrabotka i obezvozhivanie osadkov gorodskih stochnyh vod: ucheb. posobie. – Novokuzneck: Izd-vo SibGIU, 2010. – 139 s. 3. <i>Geojekologija i prirodopol'zovanie: ponjatijno-terminologicheskij slov. / sost. V.V. Kozin, V.A. Petrovskij.</i> – Smolensk: Ojkumena, 2005. – 576 s. 4. <i>Karmanov A.P., Polina I.N.</i> Tehnologija ochistki stochnyh vod: ucheb. posobie. – Syktyvkar: Izd-vo SLI, 2015. – 207 s. 5. СанПиН 2.1.7.573-96. Gigenicheskie trebovanija k ispol'zovaniju stochnyh vod i ih osadkov dlja oroshenija i udobrenija. – M., 1996. 6. СанПиН 2.1.7.772-98. Gigenicheskie trebovanija k ustrojstvu i sodержaniju poligonov dlja tverdyh bytovyh othodov. – M., 1998. |
|--|--|

