ISSN 1648–6897
JOURNAL OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
AND LANDSCAPE MANAGEMENT
http:/www.vtu.lt/english/editions

2005, Vol XIII, No 2, 97a–102a

Paper review

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОИСТОЧНИКОВ ОТХОДАМИ ВОДОПРОВОДНЫХ СТАНЦИЙ

Леонид Шевченко

Международная академия экологической безопасности и жизнедеятельности (МАНЭБ), 61100 г. Харьков, ул. Танкопия, 12/112, Украина

Получено 02 02 2005; принято 14 03 2005

Резюме. Водопроводные станции Украины и стран СНГ по традиции не используют промывные воды фильтров в процессе очистки, сбрасывая их вместе с осадками горизонтальных отстойников и осветлителей в поверхностные водоисточники, овраги, пруды-накопители, чем наносят значительный ущерб окружающей среде. Кроме того, эти воды несут в себе остаточное содержание хлорорганических соединений и коагулянта, которые не поддаются биологическому распаду, сохраняются в пресных водах в течение многих лет и по цепочке «водоросли-рыбы-человек», попадая в организм человека, оказывают отрицательное воздействие.
Результаты проведенных исследований нашли практическое применение при проектировании, строительстве и внедрении опытно-промышленного цеха для обезвоживания иловых осадков головных водопроводных очистных сооружений Ленинградской АЭС (р. Систа, г. Сосновый Бор). Начато строительство сооружений по обработке осадков с переводом на безотходную схему очистки Днепровской водопроводной станции (г. Киев).

Ключевые слова: водопроводная станция, загрязнения, окружающая среда, фильтры.

REDUCTION OF EFFLUENTS FROM WATER SUPPLY STATIONS TO SURFACE WATER BODIES

Leonid Shevchenko

International Academy of Ecological and Life Protection Sciences (IAELPS), Tankopija 12/112, 61100 Charkov, Ukraine

Received 2 Feb 2005; accepted 14 Mar 2005

Abstract. Polluted water from many water-supply stations of the Ukraine gets into surface water bodies, trenches and ponds. Such water contains chlororganic compounds and coagulants that fail to biodegrade and get into the human body within the nutrition chain and are harmful for human health.
The results of the carried out research have been applied in designing new water-supply stations which use sludge degreasing and in reducing the amounts of pollutants emitted into surface water bodies.

Keywords: water-supply station, pollutants, environmental protection, filters.

1. Введение

Водопроводные станции Украины и стран СНГ по традиции не используют промывные воды фильтров в процессе очистки, сбрасывая их вместе с осадками горизонтальных отстойников и осветлителей в поверхностные водоисточники, овраги, пруды-накопители, чем наносят значительный ущерб окружающей среде. Кроме того, эти воды несут в себе остаточное содержание хлорорганических соединений и коагулянта, которые не поддаются биологическому распаду, сохраняются в пресных водах в течение многих лет и по цепочке «водоросли-рыбы-человек», попадая в организм человека, оказывают отрицательное воздействие.

Только в Украине 73 водопроводные станции общей производительностью 7 млн. м^3 воды/сутки очищают воду из поверхностных водоисточников. На каждой из этих станций в зависимости от объемов и качества исходной воды образуется ежегодно 2…15 тыс. тонн в год сухого вещества осадка. Всего на водопроводных станциях задерживается в процессе очистки до 200 тыс. тонн в год. Количество загрязнений сбросами этих станций по Украине оценивается в 50 млн. м^3 осадков в год с влажностью 99,5…98 %. Это связано как с основными процессами очистки природных вод, так и с вспомогательными – промывкой баков реагентного хозяйства, входных камер, приямков, хлораторных, насосных отделений станции и т. д.

Наиболее простым способом обработки осадков при очистке природных вод является выпуск осадков и промывных вод на иловые площадки для естественной сушки и последующего удаления за пределы станции. Достаточная степень обезвоживания осадков достигается при снижении их влажности ниже 70 %, что позволяет в дальнейшем осуществить их обработку [1]. Такому методу обезвоживания при благоприятных климатических, конструктивных и почвенных условиях присущи следующие недостатки [2]:

– невозможность комплексного решения вопросов обезвоживания осадков, их удаления и последующей утилизации;

– потребность в отчуждении значительных земельных угодий;

– удорожание обработки осадков с течением времени.

В последние годы всё большее распространение за рубежом и в Украине получают методы механического обезвоживания осадков городских сточных вод и водопроводных станций [3]. Эти методы (центрифугирование, вакуумфильтрование, фильтр-прессование) позволяют значительно интенсифицировать процессы обезвоживания осадков, автоматизировать наиболее трудоёмкие процессы с возможностью дальнейшей их утилизации.

Институтом «УкркоммунНИИпрогресс» (г. Харьков) на основании проведенных 18-летних исследований разработаны технологии уплотнения и обезвоживания осадков, образующихся более чем на 22 водопроводных станциях Украины, Молдовы, России при очистке природных вод из регионов Днепра, Северского Донца, Южного Буга, Днестра, Прута, Систы и горных рек Крыма.

Результаты изучения химических, минеральных и гранулометрических составов осадков дали возможность установить зависимость этих свойств от качества воды, поступающей на очистку.

Основными показателями осадков, которые характеризуют выбор способов подготовки и обезвоживания, является удельное сопротивление фильтрации, которое зависит в первую очередь от их свойств. Академик Л. А. Кульский теоретически обосновал классификацию примесей воды по их фазоводисперсному состоянию, разделив их на четыре группы. В. М. Любарский предложил пять разных принципов классификации взвеси в зависимости от качества источника, вида реагентов, отношения цветности к мутности, происхождения и т. д. В основу разработанной классификации осадков при выборе методов их обработки нами взяты величины удельного сопротивления фильтрации, которые зависят от свойств осадков (физических свойств, химического, минерального и гранулометрического составов).

В вышеуказанных классификациях это не учтено. Предложено дополнение к известным классификациям с разделением осадков на четыре группы водоисточников по происхождению [4].

Предложенное разделение всех осадков, образующихся на водопроводных станциях при очистке воды, на четыре группы позволило для каждой из групп разработать универсальные методы подготовки и обезвоживания с возможностью последующей их утилизации.

Получаемые на водопроводных станциях при очистке природных вод осадки после их уплотнения и обезвоживания становятся отходами. Например, на станции производительностью 750 тыс. м^3 воды/сутки в среднем образуется до 12 тыс. т/год сухих веществ. Хранение такого количества осадков, их складирование и вывоз в отвалы требуют для этих целей значительных площадей территории, принадлежащей станции. Вместе с тем осадки представляют собой сложную органо-минеральную смесь, содержащую многие ценные элементы.

На основании проведенных лабораторных и опытно-промышленных исследований разработаны основные методы утилизации обезвоженных осадков в различных отраслях народного хозяйства (см. табл.). Преимущественно минеральными составляющими большинства осадков являются следующие минералы: каолинит, монтмориллонит; гидрослюды, гидроксиды алюминия, кремния, железа и щелочных металлов; кварц и органические примеси.

Высокое содержание в водопроводном осадке гидроксидов алюминия, кальция и кремния предопределило целесообразность введения его в цементную сырьевую смесь в качестве алюминатной добавки. В лабораторных и промышленных условиях на Балаклейском ЦШК выпущены опытные партии портландцемента с введением в сырьевые смеси от 3 до 6 % осадков III-й группы водоисточников Кочетокской (г. Харьков) водопроводной станции вместо высокоалюминатных глин. При этом не только снижаются затраты на сырье, но и повышается прочность портландцемента до 50 кг/см^2 [5].

2. Утилизация осадков I и II групп водоисточников при получении керамзитового гравия

Осадки I и II групп характеризуются повышенным содержанием коллоидных гидроксидов (20–45 %) и содержанием органических веществ.

Известно, что при производстве керамзита во избежание слипания гранул используются опудриватели (кварцевый песок, огнеупорная глина), в результате чего получается керамзит с повышенной объемной массой и коротким интервалом вспучивания. С целью снижения объемной массы керамзита и расширения интервалов вспучивания предложено в качестве алюмосиликатного материала в составе смеси керамзита использовать осадки I и II групп водоисточников [6]. Для этой цели предварительно сгранулированные водопроводные осадки (размер гранул 10–20 мм) с влагосодержанием до 30 % в количестве 1–3 % вводили в обжиговую печь с сырьевыми гранулами керамзитового гравия. При обжиге гранулы осадка, истираясь, образуют опудриватель, который обволакивает гранулы керамзита, в результате чего на их поверхности образуется прочный огнеупорный слой. Кроме того, испарение заключенной в осадке воды обеспечивает создание поровой среды в зоне термоподготовки гранул керамзита, благоприятствующей процессу их вспучивания. Проведенными исследованиями установлена возможность утилизации осадков в качестве опудривателя при производстве керамзита. При этом расширяется интервал вспучивания, снижается объёмная масса и водопоглощение керамзита.

3. Утилизация осадков в качестве защитного покрытия поддонов и изложниц

Установлено, что осадки I группы водоисточников представляют собой смесь тонкодисперсных частиц – до 90 % < 40 мкн., влажность которых составляет 94–92 % после уплотнения и 50–55 % после обезвоживания.

Важным требованием, предъявляемым к жаростойким покрытиям, является их хорошая кроющая способность, обусловленная дисперсностью

Основные методы утилизации осадков водопроводных станций

Main methods of utilizing sludge of water-supply stations

Классификация водоисточников по группам	Количество осадков, образующихся на станциях Украины, т/сутки		Область утилизации осадков	Стадия промышленного внедрения
	по сухому веществу	при влажности 40–60% после обезвоживания		
I маломутные до 50 мг/л, среднецветные	112,8	1340	Металлургия (защитное покрытие для поддонов и изложниц)	Промышленные испытания, г. Мариуполь, «Азовсталь»
II маломутные, высокоцветные	47,5	550	Строительные материалы (производство керамзита)	Рабочая документация, г. Киев, строительство
			Сельское хозяйство	Полевые испытания
III – IV средней мутности (50–250 мг/л) малоцветные; высокомутные, более 250 мг/л, малоцветные	286,0	2832	Строительные материалы (производство цемента)	Рабочая документация, г. Харьков
			Антикоррозийные покрытия	Промышленные испытания, г. Харьков

огнеупорной массы покрытия, позволяющая улучшить её адгезионное свойство, равномерно заполнить неровности и углубления в поверхности защищаемого материала. Для получения жаростойких покрытий на основе кварца, дистенсилимонита, корунда высокой дисперсности их подвергают тонкому помолу в трубных, шаровых, вибрационных или струйных мельницах. Необходимость указанного дорогостоящего помола является дефицитом тонкодисперсных жаростойких порошков. Известны составы покрытий на основе асбеста, циркона, кварца со связующими – глиной, жидким стеклом, а также специальными добавками – углеродистыми материалами: графитом, углем с раскислителями: алюминиевой пудрой, кремнием, марганцем. Известно покрытие, включающее дистенсилимонит, и бентонит с водой. Покрытие многокомпонентное, высоки энергозатраты. Относительно высокая тугоплавкость и дисперсность осадков водопроводных станций, физико-химические составы обусловили возможность использования их в качестве жаростойких защитных покрытий поддонов и изложниц при разливке стали сверху.

На заводе «Азовсталь» г. Мариуполя совместно с институтом «УкрНИИмет» (г. Харьков) были проведены промышленные испытания разработанного [7] защитного покрытия на базе осадков Днепровской водопроводной станции на футеровке прибыльных надставок изложниц при разливке стали сверху. Осадок влажностью 93–94 % наносили пульверизатором на внутреннюю поверхность изложницы толщиной слоя осадков 2–2,5 мм. Надставки с защитным покрытием выдерживали 12 наливов на 20-тонных слитках по сравнению с 10 наливами надставок на известных покрытиях. Стойкость футеровки при применении водопроводных осадков повышается на 20 %.

4. Осадки в составе антикоррозийных покрытий

Очистные сооружения водопроводных станций (горизонтальные отстойники, скорые фильтры) работают в условиях повышенной влажности, колебаний температур, воздействии соединений хлора и коагулянтов. С целью защиты конструкций от коррозии на основании проведенных лабораторных исследований и промышленных испытаний разработан способ защиты бетонных и металлических поверхностей с использованием осадков в составе антикоррозийных покрытий [8]. В процессе исследований 15 масс.% эпоксидной смолы ЭД-6 нагревали до 50 ^{0}С, затем вводили 38,5 масс.% ацетона, перемешивали и добавляли 45 масс.% обезвоженного осадка станции очистки природных вод, после перемешивания вводили 1,5 масс.% отвердителя (олигоамида 19). Композицию наносили на поверхность сооружений при температуре от +5 ^{0}С до –8 ^{0}С в два слоя толщиной 0,5–1,0 мм, с промежуточной выдержкой каждого слоя в течение суток. Композиции готовили при различных соотношениях наполнителя (осадка): 40–45 % и соответственно остальных компонентов. Полученное покрытие характеризуется более высокими показателями защитных свойств по сравнению с известными.

5. Утилизация осадков в сельском хозяйстве

Химический состав водопроводных осадков включает в себя оксиды, которые могут быть полезными при использовании в сельском хозяйстве. Известно, например, применение гексахлорциклогексана (ГХЦГ) в качестве средства защиты многолетних бобовых растений от клубеньковых долгоносиков, который является дефицитным и недостаточно эффективным средством. Учитывая тот факт, что удаляемые из горизонтальных отстойников осадки содержат химические элементы, идентичные используемым в средствах защиты, институтом «УкркоммунНИИпрогресс» совместно с аграрным Университетом им. В. В. Докучаева (г. Харьков) на участки семенной люцерны в совхозе «Авангард» вносили в почву осадки Кочетокской водопроводной станции в количестве 10 л/м^2. Параллельно в почву на контрольные участки помещали 2-процентный гранулированный препарат ГХЦГ в дозе 50 кг/га. Результаты почвенных раскопок, проведенных на третий день после внесения вышеуказанных защитных средств, показали, что гибель личинок клубеньковых долгоносиков в три раза выше по сравнению с результатами, получаемыми при применение ГХЦГ. Губительными для личинок являются входящие в состав осадка остаточный хлор и сероводород, выделяемый при разложении органической части, а также сульфаты, оксиды алюминия и железа. В результате использования осадков водопроводных станций для борьбы с личинками в полевых условиях получено увеличение прибавки урожая семенной люцерны в 2 раза. Повысилась устойчивость её стеблей к полеганию, отмечено улучшение структуры почвы, выявлено положительное влияние осадков на прорастание растений, общую продуктивность люцерны, а также уменьшение численности личинок клубенькового долгоносика, гибель которых составляла 50–70 % [9].

Осадки водопроводных станций содержат обычно высокий процент азота, фосфора и калия. Данные элементы находятся в них в легкодоступной для растений формах. Это объясняется тем, что в период дождей в реки с полей попадают смываемые удобрения различных видов, которые адсорбируются осадками. При испытаниях удобрительных свойств осадков Краснопавловской водопроводной станции ПУВХ «Днепр» их вносили под посевы люцерны, ячменя, а также под саженцы лесных культур и сравнивали с действием органических удобрений. Установлена прибавка урожая ячменя на 12–15% и

увеличение зеленой массы люцерны до 5 ц/га.

На опытно-экспериментальной базе Чугуево-Бабченского лесничества проводились совместные исследования по влиянию введения осадков Краснопавловской водопроводной станции на рост древесных культур [10]. Под 15-полосные посевы саженцев черноплодной рябины культиватором КРП-2м были внесены осадки из расчета 40 т/га в почву под корень в качестве подкормки. Для контроля вносился жидкий навоз. Фенологические наблюдения проводились в течение июня-октября. Осуществлялось также выращивание сеянцев каштана с внесением осадков в качестве удобрений в количестве 50 т/га. Наблюдалось интенсивное зеленое окрашивание листьев и отсутствие их пожелтения в период засухи. Кроме того, растения не поражались листовой ржавчиной, так как в удобряющем водопроводном осадке присутствуют соли алюминия, способствующие повышению устойчивости растений к грибковым заболеваниям.

С целью выявления возможности использовать осадки в качестве мелиорантов при орошении сельскохозяйственных культур были проведены исследования совместно с институтом УНИИП и агрохимии. При этом расчётные дозы осадка Краснопавловской водопроводной станции с учётом состава поливочных вод вносились на поля, засеянные горохом, вместо гипса. Отмечено повышение урожайности на 10 %. Ожидаемый годовой экономический эффект от использования осадков станций по очистке природных вод III–IV группы водоисточников в качестве мелиоранта составляет 5 тыс. грн. с площади в 300 га орошаемых земель, что в масштабах Украины соответствует 800 тыс. грн./год.

Для широкого внедрения разработанных методов утилизации осадков необходим перевод водопроводных станций на разработанную безотходную схему очистки, предусматривающую обезвоживание этих осадков [11, 12].

Утилизация осадков (отходов водопроводных станций) в различных отраслях народного хозяйства дополняет безотходную схему очистки природных вод, предотвращает загрязнение поверхностных водоисточников [13]. Однако из-за отсутствия финансирования станции по-прежнему продолжают загрязнять окружающую среду своими водами и осадками.

Результаты проведенных исследований нашли практическое применение при проектировании, строительстве и внедрении опытно-промышленного цеха для обезвоживания иловых осадков головных водопроводных очистных сооружений Ленинградской АЭС (р. Систа, г. Сосновый Бор). Начато строительство сооружений по обработке осадков с переводом на безотходную схему очистки Днепровской водопроводной станции (г. Киев).

Литература

1. Любарский, В. М. Осадки природных вод и методы их обработки. Москва: Стройиздат, 1980. 129 с.
2. Малв, В. И. Обработка осадка водопроводных станций. *Тр. МИСИ*, № 174, 1980, с. 166–169.
3. Любарский, В. М. Механическое обезвоживание осадков поверхностных вод. *Водоснабжение и санитарная техника*, № 3, 1986, с. 17–19.
4. Волик, Ю. И., Терновская, О. И., Шевченко, Л. Я. Классификация осадков водопроводных станций Украины в зависимости от качества водоисточников. В кн.: Основные направления развития водоснабжения, водоотведения, очистки природных вод и обработки осадков: Всесоюзная научно-техн. конф. Тез. докл. (Харьков, 14–16 мая 1986 г.): В 2 ч. Харьков: БИ, 1986, с. 136–140.
5. Сырьевая смесь для получения портландцементного клинкера. А. С. № 897729, МКИ СОЧВ 7 /02 / Л. Я. Шевченко, А. С. Ютина, Л. А. Бернштейн, Г. Н. Ломако (СССР). Заявлено 04.04.80; Опубл. 15.01.82. Бюл. № 2. 5 с.
6. Способ получения керамзитового гравия. А. С. № 1041534 С 300 / Л. Я. Шевченко, А. С. Ютин и др. (СССР). Заявлено 18.05.81; Опубл. 15.09.83. Бюл. № 34. 2 с.
7. Защитное покрытие для поддонов и изложниц. А. С. № 831338 МКИ В22. / А. С. Ютина, Ю. И. Тырин, Л. Я. Шевченко (СССР). Заявлено 29.11.79; Опубл. 23.05.81. Бюл. № 19. 3 с.
8. Композиция для антикоррозийных покрытий. А. С. № 886492 МКИ С 09Д 5 / 08 / Л. Я. Шевченко, Е. И. Тырин, Г. Н. Ломако (СССР). Заявлено 01.03.80; Не опубл. 4 с.
9. Средство защиты многолетних бобовых трав от клубеньковых долгоносиков. А. С. № 1142909 МКИ А01 / М. Ф. Сафронов, Л. Я. Шевченко и др. (СССР). Заявлено 21.08.83; Не опубл. 3 с.
10. Шевченко, Л. Я., Сафронов М. Ф., Колесник, Н. И., Терновская, О. И. Осадки водопроводных станций как стимулятор роста лесных насаждений и биологическая защита семенной люцерны с целью повышения её урожайности. *Строит. и архит.* Москва. Рук. деп. во ВНИИИСне, Госстрой СССР, № 5054, вып. 5, 1984, с. 4 – 5.
11. Шевченко, Л. Я. Безотходная технология очистки природных вод. В кн.: Сб. докл. межд. конгр. Экология. Технология. Экономика водоснабжения и канализации. Ялта, 1999. Харьков: «Глобус».
12. Шевченко, Л. Я. Попередження забруднень водних об’єктів осадами станцій очищення природних вод. В кн.: Сб. докл. Межд. Водного Форума АКВА – 2003, 4 – 6 ноября 2003 г. Киев, 2003.
13. Шевченко, Л. Я., Дрозд, Г. Я.; Зотов, Н. И., Маслак, В. Н. Осадки водопроводных станций: извлечение и утилизация. Ленинград, 2004. 195 с.

IŠ VANDENS TIEKIMO STOČIŲ Į PAVIRŠINIUS VANDENS TELKINIUS IŠLEIDŽIAMŲ TERŠALŲ MAŽINIMAS

L. Ševčenko

S a n t r a u k a

Iš daugelio Ukrainos vandens stočių užterštas vanduo patenka į paviršinius vandens telkinius, griovius, tvenkinius. Tokiame vandenyje yra chloro organinių junginių ir koaguliantų, kurie biologiškai nesuyra, o per mitybos grandinę patenka į žmogaus organizmą ir kenkia sveikatai.

Atliktų tyrimų rezultatai pritaikyti projektuojant naujas vandens tiekimo stotis, kuriose taikomas riebalų iš dumblo šalinimas, bei į paviršinius vandens telkinius išleidžiamų teršalų kiekiams mažinti.

Raktažodžiai: vandens tiekimo stotis, teršalai, aplinkos apsauga, filtrai.

Leonid SHEVCHENKO. Dr, Prof, fellowship, academician of International Academy of Ecological and Life Protection Sciences (IAELPS). 61100 Charkov, Tankopija 12/112, Ukraine. Phone: (0572) 98 59 86.

Research interests: water-supply stations, pollutants, environmental protection, filters.