

Выпуск 99-4 (18). Материалы XXV студенческой научно-технической конференции аспирантов, студентов, молодых ученых (27-28 апреля 1999 г.) – с. 78.

16. Никош И.А. Загрязнения окружающей природной среды под влиянием сульфатредуцирующих бактерий шлаковых отвалов / И.А. Никош, М.П. Снитко, А.В. Смотров, Л.Б. Себко, А.А. Томаш, А.Е. Капустин // Экология и промышленность. – № 1. – 22. – 2010. – С. 9-13.

Розглядається механізм утворення і фізико-хімічні показники осадів рідких стоків, можливості їхньої обробки та утилізації. Приводиться аналіз світового досвіду утилізації осадів каналізаційних стоків. Дано оцінку впливу стічних вод і відходів на поверхневі води та джерела водопостачання

Ключові слова: важкі метали, нітрити, нітрати, антропогенне евтрофікування, термоутилізація

Рассматривается механизм образования и физико-химические показатели осадков жидких стоков, возможности их обработки и утилизации. Приводится анализ мирового опыта утилизации осадков канализационных стоков. Дана оценка влияния сточных вод и отходов на поверхностные воды и источники водоснабжения

Ключевые слова: тяжелые металлы, нитриты, нитраты, антропогенное евтрофирование, термоутилизация

The mechanism of formation and physico-chemical characteristics of precipitation of liquid flows, the possibility of their processing and recycling. An analysis of world experience rainfall sewage disposal. The estimation of influence of sewage and waste into surface water and water sources

Key words: heavy metals, nitrites, nitrates, anthropogenic eutrophication, termoutilsiya

УДК 628.1

ВЛИЯНИЕ СТОЧНЫХ ВОД И ОТХОДОВ НА ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДЫ И ИСТОЧНИКИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Э.Ю. Шевченко

Заместитель генерального директора - директор
Департамента управления персоналом и развития
предприятия*
контактный тел.: (057) 707-57-35
E-mail: hkov_invest@yahoo.com

Н.П. Горох

Начальник отдела науки и инноваций Производственно-
технического департамента*
*КП КХ «Харьковкоммуночиствод»
ул. Шевченко, 2, г. Харьков, Украина, 61013
контактный тел.: (057) 707-57-95
E-mail: hkov_invest@yahoo.com

1. Актуальность проблемы

Экологическая безопасность гидротехнических систем промышленного и коммунального хозяйства водопотребления и водоотведения зависит от ее надежности или свойств выполнять заданные функции в течение требуемого промежутка времени.

Экологические проблемы в существующих водохозяйственных системах населенных пунктов Украины обрели общегосударственное и международное значение. За данными «Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2007 році» [1] основными загрязнителями водных объектов

между отраслями экономики Украины остаются промышленность – 52,2% от общего сброса сточных вод и жилищно-коммунальное хозяйство – 41,4%.

Статистические данные свидетельствуют – предприятия ЖКХ сбрасывают 3300-3400 млн. м³ сточных вод, из них недостаточно очищенными – 1370 млн. м³ (116 млн. м³ без очистки). Анализ существующих в населенных пунктах Украины и странах СНГ систем водоотведения всех категорий сточных вод показывает, что системы водоотведения являются экологически опасными относительно водных объектов, как в штатных условиях эксплуатации, так и в аварийных ситуациях. В аварийном состоянии нахо-

дится 24% водоотводных сетей. Вследствие этого за год происходит 2 аварии на 1 км сети, что значительно превышает соответствующий уровень в странах Европы.

Как отрицательный результат, свидетельствует выведение из строя водоотводной системы или значительной ее части, которые произошли в городах Украины в разные периоды (Харьков, Киев, Днепрпетровск, Черкассы, Херсон, Николаев, Суммы, Одесса, Черновцы, Симферополь и др. города).

Очистка сточных вод относится к многоотходной технологии, в которой образованный осадок является крупнотоннажным отходом.

Актуальность проблемы осадков-отходов, отражена в ряде Законов Украины, которые обязывают производителей отходов избавляться от них. При этом игнорируется сам факт отсутствия технологий по их утилизации [3].

Технологическая политика в области утилизации осадков городских сточных вод в настоящее время приобретает все большее значение для государств, которые намерены присоединиться к ЕС. Нормативные документы ЕС в области утилизации осадков намного жестче, чем в странах СНГ.

Для сравнения, в Украине используется практически один способ утилизации – складирование (> 95%). Это связано с тем, что качество отечественных осадков не отвечает требованиям нормативов по содержанию тяжелых металлов [4].

Требования к содержанию тяжелых металлов в почве в нормативных документах и директивах стран ЕС приведены в табл. 1.

Таблица 1

Допустимое содержание тяжелых металлов в почве (мг/кг) по сухому веществу

Показатель	Директива ЕС № 86/278	Предложенные изменения в Рабочем документе по осадкам (ЕС)		
	6 < рН < 7	5 < рН < 6	6 < рН < 7	рН > 7
Cd	1-3	0,5	1	1,5
Cr	–	30	60	100
Cu	50-140	20	50	100
Hg	1-1,5	0,1	0,5	1
Ni	30-75	15	50	70
Pb	50-300	70	70	100
Zn	150-300	60	150	200

Директивные документы ЕС регламентируют приращение осадков сточных вод (ОСВ) в зависимости от способа их переработки (утилизации).

В ближайшее время ЕС имеет намерения внести изменения в директиву 86/278/ЕС (см. табл. 1) по охране окружающей среды, особенно грунтов при использовании ОСВ в сельском хозяйстве.

В Украине единым возможным методом переработки ОСВ остается термоутилизация.

Влияние сточных вод и отходов на поверхностные воды и источники водоснабжения является проблемой при усовершенствовании мониторинга источников водоснабжения, предрасположенных антропогенному эвтрофированию (увеличение вредных веществ

в водных экосистемах в результате деятельности человека).

Следует отметить, что при апробировании мелких фракций промышленных и бытовых отходов, они являются основными источниками загрязнения окружающей среды в городах и на близлежащих территориях.

Это обусловлено высоким содержанием химических, в т.ч. токсичных, веществ в отходах. Источником снабжения Cd – кадмия, Pb – свинца, Zn – цинка, Cu – меди и других тяжелых металлов является уличный смет с промплощадок и городских улиц. Значительный диапазон содержания тяжелых металлов в субстратах таких отходов [4]:

Cd – от 9,5 до 1290 мг/кг;
Cu – от 5,0 до 20000 мг/кг;
Ni – от 4,0 до 512 мг/кг;
Zn – от 34,6 до 7680 мг/кг;
Mn – от 65,0 до 1212 мг/кг;
Cr – от 10,4 до 2797 мг/кг.

Изучение содержания микроэлементов в фильтрах полигонов бытовых и промышленных отходов, несанкционированных свалках и осадках снеговых вод, также позволило выявить большой диапазон значений: от минимальных (ниже границы определения) до максимальных – в 100 и больше раз превышающих содержание в незагрязненных грунтовых водах (табл. 2).

Таблица 2

Концентрация тяжелых металлов в отходах и фракциях

Металлы	Свинец	Медь	Цинк	Хром	Никель	Кадмий	Ртуть
Частные домовладения	128	140	446	46	20	1,8	0,1
Малоэтажные здания	945	365	619	68	37	3,5	0,2
Высотные здания	295	225	324	42	21	1,0	0,1
ТБО	983	415	2417	107	53	1,0	0,12
ТБО и промышленные отходы	569	1121	1846	98	85	3,8	0,62
	403	2759	2290	70	39	4,0	0,8
Биогенные отходы	276	2291	1808	101	54	5,9	1,39

Таким образом, площадки, полигоны и несанкционированные свалки отходов за счет выноса и «втягивания» загрязняющих веществ, а также при контакте атмосферных осадков с субстратами отходов в местах их складирования являются опасными загрязнителями поверхностных вод и источников водоснабжения [5].

Характеристика очистки сточных вод г. Харькова приведена в сравнительных показателях в табл. 3.

Из табл. 3, сравнительные характеристики концентрации загрязняющих веществ после биологических очистных сооружений «Диканевский» и «Безлюдовский» при сбросе очищенных сточных вод в р. Уды не превышают предельные, но риск попадания недостаточно очищенных сточных вод в поверхностные водохранилища – возможный.

Таблица 3

Характеристика очистки сточных вод г. Харькова на Комплексах биологической очистки

Наименование показателей	Концентрации загрязняющих веществ, мг/л								
	КБОД			КБОБ			р. Удл выше сброса	Стоки при выпадении в р. Удл	р. Удл ниже сброса
	Вход на ОС	Выход с ОС	Нормы ПДС	Вход на ОС	Выход с ОС	Нормы ПДС			
Азот аммонийный	19,6	1,8	2	26	1,87	2,3	3,0	2,0	2,6
БПКп	164,2	12	–	282,8	13,2	–	13,4	13,0	13,2
Взвешенные вещества	169,6	12,2	15	227,3	11,2	15	12,2	11,6	12,2
Нефтепродукты	2,97	0,77	0,9	1,76	0,32	1,0	0,34	0,28	0,29
Нитраты	0,78	37,44	45	0,2	27,1	30	27,9	26,3	32,2
Нитриты	0,14	0,19	3,0	0,14	1,5	2,5	1,01	1,83	1,31
Фосфаты	19,8	3,37	3,5	12	1,87	2,3	2,9	2,0	2,9
Медь	0,01	0,0045	0,05	0,02	0,007	0,13	0,006	0,007	0,007
СПАВ	1,7	0,21	0,4	0,18	0,06	0,2	0,068	0,064	0,062
ХПК	384	43	80	390,7	48,4	80	55	53	57
Хром +3	0,04	0,0033	0,004	0,006	0,002	0,01	0,002	0,001	0,001
Хром +6	0,02	0,0034	0,006	0,009	0,007	0,02	0,007	0,007	0,007
Фенолы	0,01	0,002	0,002	0	0	0,001	0	0	0
Железо общее	2,5	0,24	0,3	0,88	0,25	0,3	0,247	0,233	0,232

2. Решение проблемы утилизации илового осадка сточных вод г. Харькова

Директивные документы ЕС № 86/278 (табл. 1) регламентируют применение иловых осадков сточных вод в зависимости от способа их переработки (обычной или углубленной) в качестве удобрений.

Результаты апробирования компоста мусороперерабатывающих заводов (Минск – Республика Беларусь), данные исследований университета органической химии (Тюбинген – Швейцария, Москва – Россия) при производстве компоста из растительной органики подтвердили превышение норм содержания тяжелых металлов на 3-7 единиц. Результаты исследований свидетельствуют о значительном их обогащении по сравнению с незагрязненной почвой содержанием тяжелых металлов (Cd – 452, Pb – 66, Cu – 29, Zn – 17, Cr – 9, Mo – 3).

В директиве 2000/76ЕС указаны очень жесткие нормативы по эмиссии вредных веществ в дымовых газах. В настоящее время вследствие высоких экономических затрат на сжигание ОСВ и особенно на очистку дымовых газов (выбросов) в Украине экономически трудно использовать современные термические методы утилизации ОСВ [6].

Сегодня существует много способов утилизации осадков канализационных очистных сооружений, которые можно поделить на группы:

- захоронение;
- использование в различных отраслях промышленности;

- использование в качестве удобрений;
- сжигание.

2.1. Захоронение

Захоронение осадков стоков применяется как метод утилизации в случаях, когда сточные воды, а значит и осадки, образовавшиеся в процессе их очистки, содержат токсичные вещества, которые через санитарно-гигиенические ограничения или экономические показатели не дают возможности использовать осадки ила как удобрение, сырье, добавки в промышленности, др.

2.2. Использование в различных отраслях промышленности

Осадки сточных вод после соответствующей обработки могут использоваться как добавки при изготовлении кирпича и цемента, что не снижает качество продукции.

В отдельных случаях осадки используют для производства сорбентов промышленного назначения и выделения с них отдельных ценных элементов.

По разработкам ученых (Луганск – Украина) иловый осадок после специальной технологической подготовки используют как добавки в асфальтовое покрытие дорог.

2.3. Использование в качестве удобрений

Сухое вещество свежееобразованных осадков ила примерно 70% состоит из органических веществ; осадки содержат до 6-7% азота, примерно такое же количество фосфора и до 0,5% калия.

Кроме этого, в состав илового осадка входят микроэлементы, что является необходимым для стабильного роста растений. По таким показателям иловые осадки могут считаться ценными органоминеральными азотно-фосфорными удобрениями, соответствующими государственным стандартам в Украине.

Учитывая особенности законодательства, например, в Австрии и Швеции в качестве удобрений используют 13-15% осадков сточных вод, в то же время как в Швейцарии этот показатель составляет 50%, а в Англии достигает 53%.

2.4. Сжигание

Сжигание – наиболее радикальный метод утилизации иловых осадков, который приобретает широкое распространение в мировой практике через постоянное удорожание энергии и повышение требований охраны окружающей среды.

Сдерживание распространения метода сжигания иловых осадков в Украине, да и в мире, было по причине высокой влажности осадков ила, составляющих не менее 70%.

В последние годы внедряется эффективное оборудование предварительной сушки иловых осадков, печи, которые продуктивно работают как при сжигании сухого осадка влажностью 20-25%, так и подсушенного осадка с влажностью 60-70%, а также когенерационной установки получения тепловой и электрической энергии.

Для решения обезвоживания осадков на КП КХ «Харьковкоммуночиствод» в 2004 г. реконструирован цех механического обезвоживания осадков с использованием современного оборудования производства «Вестфалия Сепаратор Умвельттехника» (Германия), ПО им. Фрунзе (Сумы) и ПО им. Малышева (Харьков).

Основные преимущества современных методов термической переработки:

- снижение объема отходов в 10 раз;
- эффективное обезвреживание отходов;
- попутное использование энергетического потенциала органических отходов [7].

Вместе с тем, в Германии сжигается 15% осадка ила, в Австрии – 31%, а в Дании – 36%.

Заслуживает внимания опыт Санкт-Петербурга (Россия), где сжигаются иловые осадки со всех городских канализационных очистных сооружений.

3. Сравнительный анализ возможного использования технологии анаэробного сбраживания осадков с получением биогаза и технологии термоутилизации с получением тепловой и электрической энергии на очистных сооружениях г. Харькова

В городе Харькове работают два комплекса канализационных очистных сооружений КП КХ «Харьковкоммуночиствод»: Комплекс биологической очистки «Диканевский» (КБОД) и Комплекс биологической очистки «Безлюдовский» (КБОБ).

Общая пропускная способность комплексов составляет более 1,0 млн.м³/сут. Сегодня на комплексах проводится очистка примерно 0,7 млн. м³ в сутки жидких стоков.

Полезная площадь иловых полей на КБОБ составляет 126,18 га, из которых свободными остаются 9,2 га площади.

На иловых площадках накоплено примерно 2,2 млн.м³ смесей осадка сточных вод. Влажность осадка на иловых полях колеблется в пределах 98% – 70%.

Общий объем смеси осадка, образующейся на канализационных очистных сооружениях, составляет около 3000 м³/сут.

Влажность кека после механического обезвоживания осадка составляет 75 %. Объем кека составляет 435,6 м³/сут.

Полная характеристика смесей осадка приведена в табл. 4.

Существующее состояние с обработкой осадков на Комплексе биологической очистки «Безлюдовский» в г. Харькове является показательным для больших канализационных очистных сооружений в Украине. Однако с учетом рабочего проекта «Усовершенствование системы илового хозяйства канализационных очистных сооружений г. Харькова», технологическая схема обработки осадков не является завершенной. Сегодня остро стоит вопрос дальнейшей утилизации кека после механического обезвоживания и большого количества осадков, накопленных на иловых площадках.

Такая ситуация может негативно влиять на окружающую природную среду с ухудшением санитарно-эпидемиологического состояния в районе размещения

канализационных очистных сооружений, на поверхностные воды и источники водоснабжения.

Таблица 4

Характеристика смесей осадка

Показатель	Единица измерения	Значение
Влажность смеси осадков	%	96,37
Зольность смеси осадков	%	27,16
Азот аммонийный	мг/л	73
Азот общий	мг/л	7733,2
Фосфор общий	мг/л	574,76-911,1
Калий общий	мг/л	83,49
Углеродные	г на 1 г беззольного вещества осадка	0,23
Белки	г на 1 г беззольного вещества осадка	0,36
Жирообразные вещества	г на 1 г беззольного вещества осадка	0,162
Кадмий	мг/л	0,283
Медь	мг/л	26,45-38,59
Никель	мг/л	8,75
Марганец	мг/л	32,82
Свинец	мг/л	7,89
Стронций	мг/л	4,22
Хром	мг/л	9,154-53,41
Цинк	мг/л	33,29
Железо	мг/л	686,67-728,86
Серебро	мг/л	1,27
Олово	мг/л	5,73
Ванадий	мг/л	1,88
Титан	мг/л	98,01
Висмут	мг/л	0,27
Кальций	мг/л	До 3,3
Нефтепродукты	мг/л	6,99
СПАВ	мг/л	0,639
Сульфаты	мг/л	7654,697
Хлориды	мг/л	2227,11

В рамках инвестиционного проекта «Усовершенствование системы илового хозяйства канализационных очистных сооружений г. Харькова» для оценки количественных характеристик тепловой и электрической энергии и биогаза, образующихся в технологических схемах анаэробного сбраживания и термоутилизации осадка были использованы реальные результаты определения физико-химических особенностей смеси осадков

Комплексов очистных сооружений г. Харькова, приведенных в табл. 4.

Сравнивая полученные результаты можно сделать вывод, что с энергетической точки зрения как анаэробное сбраживание так и термоутилизация позволяют не только вести процессы без вовлечения энергетических ресурсов, но и дополнительно получать определенное количество тепловой и электрической энергии (табл. 5).

Из табл. 5 видно, что больше дополнительной энергии, как электрической, так и тепловой, мы получим при сжигании, так как при сбраживании разлагается лишь

определенная часть органического вещества осадка, а при сжигании мы используем ее в полном объеме.

Таблица 5

Усредненные результаты обработки смесей илового осадка

Наименование	Стадия обработки осадков	
	Мезофильное анаэробное сбраживание	Сжигание
Масса сухого вещества осадков в начале процесса	108900 кг/сут.	108900 кг/сут.
Масса сухого вещества осадков после процесса	76062 кг/сут.	29580 кг/сут.
Объем осадков в начале процесса	3000 м ³ /сут.	435,6 м ³ /сут. (кек)
Объем осадков после процесса	3000 м ³ /сут.	30 м ³ /сут. (зола)
Количество избыточной электроэнергии в теплое время года	40,15 МВт-ч/сут.	38,1 МВт-ч/сут.
Количество избыточной тепловой энергии в теплое время года	36,1 Гкал/сут.	103 Гкал/сут.
Количество избыточной электро-энергии в холодное время года	31,1 МВт-ч/сут.	38,1 МВт-ч/сут.
Количество избыточной тепловой энергии в холодное время года	-7,69 Гкал/сут.	103 Гкал/сут.
Количество избыточной электроэнергии за год	13568,75 МВт-ч	13906,5 МВт-ч
Количество избыточной тепловой энергии за год	7199,6 Гкал/год	37595,0 Гкал/год

В то же время полученные расчетные данные позволят более точно определить целесообразность выбора того или иного процесса с учетом всего спектра затрат.

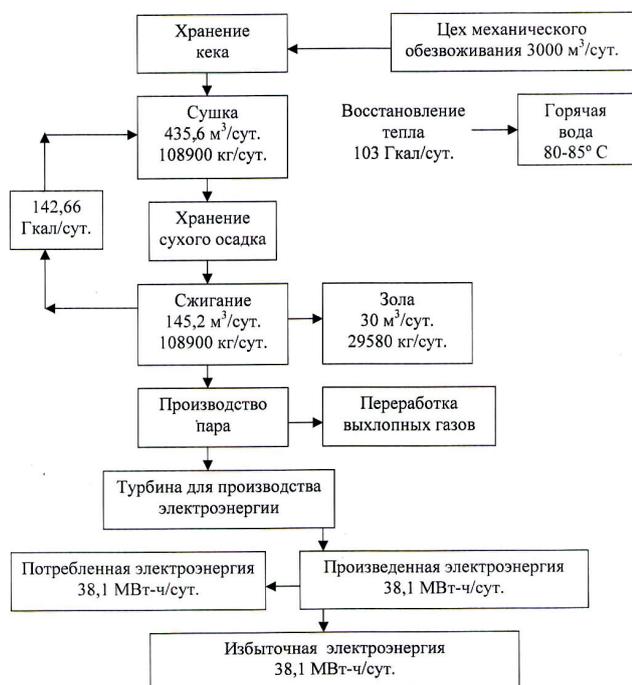


Рис. 1. Укрупненная балансовая схема сжигания свежесформованного кека

Выводы

Очевидно, с энергетической точки зрения наиболее выгодным является вариант прямого сжигания (термоутилизация). Укрупненная схема этого процесса по технологии фирмы «VOMM» (Италия) приведена на рис. 1.

1. Исходя из того, что основная опасность при складировании иловых осадков заключается в миграции из них тяжелых металлов в почву и водоемы, представляет интерес проанализировать этот процесс.

2. В санитарно-гигиеническом отношении опасность представляет не столько концентрация тяжелых металлов, сколько значение растворимости их солей, поэтому с точки зрения экологической безопасности исключение такой ситуации возможно при применении технологии прямого сжигания (термоутилизация) осадка жидких стоков.

3. Для сушки и сжигания кека после центрифугирования смесей осадка, оптимальной, применительно физико-химическим свойствам и составу иловых осадков, является технология термоутилизации фирмы «VOMM» (Италия).

4. К прямым источникам загрязнения поверхностных вод и источников водоснабжения водных объектов относятся предприятия, на которых отсутствуют локальные очистные сооружения и сливные станции для приема и очистки сточных вод, что приводит к несанкционированным сбросам их в хозяйственную канализацию.

Литература

1. Національна доповідь про стан навколишнього середовища в Харківській області – Харків, 2007. – 271 с.
2. Экология и здоровье человека. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов. / X Юбилейная международная научно-техническая конференция. – Щелкино, АР Крым, 2002. – С. 351.
3. Дрозд Г.Я. Надежность канализационных сетей // Водоснабжение и санитарная техника. – 1995. – № 10 – С. 2-4.
4. Горюх Н.П. Экологическая оценка вредных веществ при комплексной утилизации муниципальных отходов / Коммунальное хозяйство городов. – № 63. – 2005. – С.172-181.
5. Петер Крауз. Анализ вредных веществ, содержащихся в компонентах образующихся при переработке ТБО по технологии «ORFA». – Швейцария. – 2000. – 70 с.
6. Дрозд Г.Я., Бреус Р.В. Решение проблемы утилизации городских отходов водоочистки / Коммунальное хозяйство городов. – № 63. – 2005. – С. 130-136.
7. Гриценко А.В., Горюх Н.П., Коринько И.В. и др. Технологические основы промышленной переработки отходов мегаполиса. Уч. пособие. – Харьков. – ХНАДУ, 2005. – С. 162-173.