

На правах рукописи



Томин Михаил Николаевич



**ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОСАДКОВ
ВОДОПОДГОТОВКИ КАК ОСНОВА ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ
И ОБУСТРОЙСТВЕ ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ**

Специальность 25.00.36 – «Геоэкология»

Автореферат

диссертации на соискание учёной степени
кандидата геолого-минералогических наук

Екатеринбург - 2008

Работа выполнена в ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Научный руководитель – доктор геолого-минералогических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ
Грязнов Олег Николаевич

Официальные оппоненты:

- доктор геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник
Расулов Ариф Таджаддин-оглы
- кандидат геолого-минералогических наук, доцент Новиков Виталий Прокофьевич


Ведущая организация – ГОУ ВПО «Томский государственный политехнический университет»

Защита диссертации состоится «22» декабря 2008 г. в 10⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 212.280.01 при ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет» по адресу: 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30 (III уч. корпус, ауд. 3326)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета

Автореферат разослан «22» ноября 2008 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета
доктор геолого-минералогических наук



А.Б. Макаров

Общая характеристика работы

Актуальность работы. В процессе подготовки воды на водопроводных станциях, использующих речную воду, образуется значительное количество осадков при работе отстойников и осветлителей со взвешенным слоем; фильтров и контактных осветлителей; растворных баков реагентного хозяйства.

До настоящего времени наиболее распространенным приемом удаления осадка и промывных вод на водопроводных очистных станциях является сброс их в поверхностные водоемы. Значительное количество осадков, поступающих в водоемы с водопроводных станций, тормозит, а иногда и полностью прекращает естественные биологические процессы водоема. Это происходит за счет того, что твердые частицы, в большом количестве сбрасываемые с очистных водопроводных станций, захватывают и осаждают на дно очищающие воду микроорганизмы. Отложение большого количества осадка может нарушить экологические условия мест размножения и нереста рыб, ухудшить эстетичный вид водоема, особенно в местах, где отсутствуют быстрые течения. Осевший на дно водоема осадок легко взмучивается течением, турбулентностью воды, вызываемой действием ветра или изменением температуры.

В последние годы на смену методам естественного обезвоживания все чаще приходят методы механического обезвоживания осадков, так как осадок водоподготовки имеет очень высокую влажность даже после проведения механического обезвоживания посредством фильтр-прессов. При таких значениях влажности, в силу плохих физико-механических свойств, применение осадка в какой-либо сфере весьма проблематично, необходим поиск методов дополнительного, более интенсивного и рационального метода его осушения.

В данной работе рассмотрен вариант обезвоживания осадка промораживанием в естественных условиях (с предварительным обезвоживанием на «Винкель-прессе» до относительной влажности 500 %).

Это позволяет использовать осадки водоподготовки для рекультивации нарушенных земель и обустройства полигонов твердых бытовых отходов (ТБО).

Цель исследований – детальное изучение физико-механических и физико-химических свойств осадков водоподготовки, динамики их изменения при сезонном колебании температурного режима, обоснование целесообразности использования осадков для рекультивации нарушенных земель и обустройства полигонов ТБ и ПО.

Идея работы – доказательство принадлежности осадков водоподготовки к особому типу техногенных грунтов – техногенным сапропелям, возможности их использования при обустройстве полигонов ТБ и ПО и при рекультивации нарушенных земель после промораживания осадка в естественных условиях.

Задачи исследований включают:

1. Выявление общих закономерностей формирования осадка водоподготовки и природных сапропелей
2. Лабораторные исследования основных физико-механических и физико-химических свойств осадка водоподготовки.
3. Выявление закономерностей изменения физико-механических свойств осадка при промораживании, изменение химического состава и геохимических особенностей осадка водоподготовки.
4. Обоснование рациональных методов использования осадка водоподготовки.

Исходный материал и методы исследований. В основу диссертационной работы положены материалы, собранные автором в период обучения в очной аспирантуре Уральского государственного горного университета в 2002 – 2005 годах и работы в ООО «Уралгеопроект» в 2005 – 2008 годах. Теоретической и методологической основой работы является комплексный подход к изучению и оценке инженерно-экологических свойств

техногенных илов, базирующийся на опыте работы Западной фильтрационной станции МУП «Водоканал» г. Екатеринбурга и кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии УГГУ при личном участии автора.

Исследования проведены с использованием современных методов сбора, обобщения и анализа материалов с применением компьютерных технологий.

Научная новизна работы:

- исследование физико-механических и физико-химических свойств осадка водоподготовки;
- исследование изменений физико-химических и физико-химических свойств осадка при промораживании;
- выявление методов улучшения инженерно-экологических характеристик осадка;
- обоснование принадлежности осадка водоподготовки к новому типу техногенных образований – техногенному сапропелло.

Практическая значимость работы определяется возможностью использования осадка водоподготовки при обустройстве полигонов твердых бытовых и промышленных отходов и при рекультивации нарушенных земель.

Личный вклад автора

Лично автором или при его непосредственном участии выполнены:

- постановка задач исследований;
- анализ опубликованных и фондовых материалов, характеризующих осадки различных водоподготовительных станций;
- полевые и лабораторные исследования инженерно-экологических свойств осадков водоподготовки и закономерности их трансформации;

– предложены рациональные методы утилизации осадков водоподготовки при обустройстве полигонов ТБ и ПО и рекультивации нарушенных земель.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается большим объемом корректного фактического материала, использованием данных, полученных с участием автора, использованных при обустройстве Широкореченского полигона ТБ и ПО г. Екатеринбурга, полигонов г. Полевского и г. Арамиля.

Апробация работы. Материалы диссертационной работы прошли апробацию в докладах на конференциях Уральской горнопромышленной декады, УГГУ, Екатеринбург в 2003-2005 гг., а также в двух отчетах по договорным работам.

Публикации. По теме диссертации опубликовано пять статей и тезисы доклада.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав и заключения общим объемом 121 страница машинописного текста, содержит 5 таблиц, 40 иллюстраций и список литературы из 108 наименований.

Благодарности. Автор работы особо признателен научному руководителю профессору, д-ру геол.-минерал. наук, заведующему кафедрой гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии Грязнову Олегу Николаевичу за постоянное внимание и помощь на всех этапах выполнения работы. Искренняя благодарность доценту, канд. геол.-минерал. наук, директору ООО «Уралгеопроект» Гуман Ольге Михайловне за любезно предоставленные материалы и многочисленные консультации. Автор признателен всем сотрудникам кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии за их объективную критику, ценные советы и помощь в реализации данной работы.

Содержание работы

В первой главе диссертации рассмотрено современное состояние проблемы складирования и утилизации осадков, накопившихся за долгие годы работы Западной фильтрационной станции (ЗФС) г. Екатеринбурга и других аналогичных водоочистных и водоподготовительных станций. Выполнен анализ ранее проведённых исследований по промораживанию осадка с целью его обезвоживания, охарактеризованы основные технологические этапы водоподготовки на ЗФС г. Екатеринбурга, где происходит формирование осадка.

Во второй главе приведена характеристика химического состава и коллоидных связей в структуре осадка. Охарактеризован микробиологический состав органической составляющей.

В третьей главе описаны физико-механические свойства осадков водоподготовки, в связи с необходимостью разработки практических рекомендаций по использованию осадка для рекультивации нарушенных земель. Приводится сравнительный анализ физико-механических свойств осадков водоподготовки и природных сапропелей, на основании которого предложено отнести осадок водоподготовки к новому типу техногенных грунтов – техногенному сапропелю.

В четвертой главе представлен анализ изменения физико-химических и физико-механических свойств осадка водоподготовки ЗФС при выдерживании его в естественных условиях в течение двух лет. Выявлена положительная динамика в преобразовании физико-механических свойств осадка за счет увеличения водоотдачи под воздействием на него сезонных колебаний температур и уменьшения его негативного влияния на окружающую среду за счет уменьшения подвижности загрязняющих веществ.

В пятой главе предложены варианты использования осадка водоподготовки с его предварительным промораживанием для рекультивации нарушенных земель и без промораживания в качестве

изоляционного материала при обустройстве полигонов твердых бытовых и промышленных отходов.

Защищаемые научные положения

1. По физико-механическим и физико-химическим свойствам осадки водоподготовки во многом аналогичны природным органоминеральным грунтам – сапропелям. Учитывая специфичность химического состава и условий образования, их целесообразно относить к особому типу грунтов – техногенным сапропелям.

В процессе подготовки воды на водопроводной станции, использующей речную воду, образуется значительное количество осадков при работе отстойников и осветлителей со взвешенным слоем, фильтров и контактных осветлителей, растворных баков реагентного хозяйства. Осадок, сформировавшийся в процессе подготовки воды, а также промывочные воды сбрасываются в озеро-отстойник (оз. Здохня), где происходит концентрация химических элементов, содержащихся в речной воде, на относительно небольшой территории озера. Осадок, богатый органическими соединениями, в основном в виде органических комплексов, адсорбирует различные химические элементы в довольно больших количествах.

Озеро Здохня, по аналогии с природным процессом эволюции озер, можно рассматривать как природное озеро в завершающей стадии его эволюции, т.е. происходит постепенное превращение его в болото, с активизацией процессов, присущих болотным ландшафтам. В таких условиях интенсивно протекают процессы оглеения, с обогащением воды Fe и Mn. Технология водоподготовки накладывает свой отпечаток на геохимические особенности осадка, имеющего повышенное содержание алюминия как основного реагента, применяющегося при первичном обезвоживании осадка (алюминий входит в состав флокулянта).

Влажность осадка, как и природного сапропеля, характеризуется весьма высокими значениями (более 5 д.ед.). За счет большого содержания

органического вещества и искусственно внесенных реагентов, вода в рассматриваемом осадке находится в основном в связанном состоянии, обуславливая его коллоидную структуру. Связанная вода удерживается в порах и под влиянием твердой фазы изменяет структуру, приобретая аномальные свойства.

Плотность осадка водоподготовки (извлеченного из пруда-накопителя и подверженного механическому обезвоживанию на фильтр-прессе) не более $1,07 \text{ г/см}^3$. Столь низкая плотность осадка обусловлена высокой влажностью и пористостью (0,916 д.ед.) при содержании органического вещества до 40 %. Минеральная компонента представлена в основном кварцем и полевыми шпатами.

Плотность частиц осадка составляет $2,01 \text{ г/см}^3$ вследствие повышенного содержания органической компоненты, минерализации коллоидов в процессе пробоподготовки.

Плотность скелета осадка водоподготовки не превышает $0,17 \text{ г/см}^3$.

У механически обезвоженного осадка водоподготовки значение **пористости** составляет 0,916. Пористость является основным показателем емкостных свойств осадка, в нашем случае осадок более чем на 90 % состоит из пор – «вместилищ» в основном жидкой и в незначительной степени газообразной компонент.

Среднее значение **коэффициента пористости** осадка водоподготовки после механического обезвоживания на фильтр-прессах составляет 10,929, при максимальном значении 10,970 и минимальном 10,889 д.ед.

Коэффициент водонасыщения по результатам лабораторных исследований составляет 0,984 д.ед.

Водопроводимость осадка водоподготовки низкая. Значение коэффициента фильтрации осадков, подверженных механическому обезвоживанию, не превышает $1,27 \cdot 10^{-5} \text{ м/сут}$, что объясняется их коагуляционной структурой.

По результатам гранулометрического анализа осадок полидисперсен, в нем мало тонкопесчаных фракций, преобладают пылеватые частицы (43,2-58,5 %), содержание глинистых фракций составляет 6,9 – 14,2 %.

При определении процентного содержания частиц различного размера возникли определенные трудности, связанные с явлением коагуляции и как следствие изменением агрегатного состава осадка. В связи с этим наименование грунтов дано по числу пластичности, согласно ГОСТ 25100-95.

Механические свойства осадка охарактеризованы модулем деформации (E_0) и коэффициентом сжимаемости (m_0).

По данным компрессионных испытаний осадка водоподготовки после механического обезвоживания на фильтр-прессах, среднее значение модуля общей деформации в интервале нагрузок 0,01-0,005 МПа составляет 0,06 МПа, коэффициент сжимаемости – 20,1 МПа⁻¹. По характеру уплотнения осадок схож с природными сапропелями либо илами. Процесс стабилизации осадка на каждой из ступеней по времени достигал 1,5-2 месяцев.

Таким образом, осадок водоподготовки представляет собой органоминеральный коллоид, состоящий преимущественно из гумусовых веществ и глинистых минералов, а также осажденных форм оксидов железа, марганца и алюминия и их восстановленных форм, входящих в состав жидкой компоненты осадка.

По их содержанию в водной вытяжке и в окисной форме получены следующие данные: Fe – 11,7 мг/кг (Fe_2O_3 – 0,20 %); Al – 19,1 мг/кг (Al_2O_3 – 13,96 %); Mn – 63,3 мг/кг (MnO – 0,21 %).

Соединения железа обуславливают темно-серую до черной окраску с фиолетовыми оттенками. При воздействии на осадок кислорода воздуха происходит процесс окисления двухвалентного железа, осадок приобретает бурый цвет.

Осадок содержит большое количество фосфора. В осаждении фосфора из воды большую роль играет адсорбция иона PO_4^{2-} положительно заряженными коллоидами железа, алюминия и марганца.

Рентгенограмма свежих осадков водоподготовки характеризуется наличием кварца и полевого шпата, гиббсита, слюды, присутствием гидроаргиллита. Основную массу (50-60 %) составляет аморфное минеральное вещество органического происхождения. При нагревании до 160 °С при разложении гиббсита образуется бёмит, а при 900 °С фиксируются кварц, слюда, амфибол.

Осадки водоподготовки – это биологически активная система, по сути идентичная природным сапропелям. По своим биологическим свойствам они представляют собой комбинированный органоминеральный препарат, содержащий большое количество бактерий, оказывающих положительное влияние на плодородие почв.

Наиболее важными физиологическими группами микроорганизмов, принимающих участие в преобразовании углеродсодержащих соединений и определяющих поведение в осадках азота, серы и других химических элементов, являются гнилостные, нитрифицирующие, денитрифицирующие, масляно-кислые и целлюлозные бактерии, актиномицеты и микроскопические грибы. Это постоянные компоненты бактериального ценоза илов, поэтому именно они имеют важное геохимическое значение.

Таким образом, сопоставление физико-механических и физико-химических свойств природных сапропелей и осадка водоподготовки (табл. 1) позволяет отнести последние к особому типу грунтов – техногенным сапропелям.

Таблица 1. Сопоставление физико-механических свойств осадков водоподготовки и природных сапропелей

Показатели физико-механических свойств	Значения показателей физико-механических свойств осадков водоподготовки ЗФС	Значения показателей физико-механических свойств природных сапропелей (по М.П. Лысенко, А.Я. Рубинштейну)
Влажность, д.ед.	5,351	1,000-9,000
Плотность, г/см ³	1,07	1,01-1,14
Плотность сухого грунта, г/см ³	0,168	0,10-0,24
Плотность частиц грунта, г/см ³	2,01	1,4-2,6
Пористость, д.ед.	0,916	
Коэффициент пористости, д.ед.	10,929	3-16
Коэффициент водонасыщения, д.ед.	0,984	
Влажность на верхнем пределе пластичности, д.ед.	4,069	2-7
Влажность на нижнем пределе пластичности, д.ед.	2,747	1,0-3,1
Число пластичности, д.ед.	1,322	1,0-3,2
Показатель консистенции, д.ед.	1,970	
Степень разложения органического вещества, %	99	
Относительное содержание органических веществ, д.ед.	0,6	0,1-0,9
Величина относительной деформации набухания без нагрузки, д.ед.	0	0
Коэффициент фильтрации, м/сут	1,27·10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ -10 ⁻⁹
Модуль деформации, МПа		
Коэффициент сжимаемости, МПа ⁻¹	20,1	0,03-1,0

2. Промораживание является наиболее рациональным, эффективным и малозатратным методом улучшения физико-химических и физико-механических свойств осадков водоподготовки.

По результатам исследований осадка водоподготовки, извлеченного из пруда-накопителя и подверженного первичному обезвоживанию до 5 д.ед.,

можно сделать вывод о том, что при таком значении влажности использование осадка ограничено. По литературным данным, для улучшения водоотдающей способности осадок необходимо подвергнуть температурному воздействию. При повышении температуры происходит резкая интенсификация перехода некоторых химических элементов в подвижную форму, в связи с преобразованием связанной воды в свободную, и вынос компонентов. Поэтому в данной работе рассматривается вариант улучшения физико-механических свойств осадка посредством промораживания его в естественных условиях в течение двухлетнего периода, подробно рассматривается динамика изменения свойств осадка и возможные процессы, провоцирующие эти изменения при промерозке-оттаивании.

После промораживания в естественных условиях окраска осадка изменяется от иссиня-черной до каштановой, осадок становится рыхлым и менее влажным.

Влажность осадка водоподготовки начинает изменяться скачкообразно в течение первого сезона вылеживания в сторону уменьшения. За счет промораживания происходят разрушение коллоидной структуры и грануляция осадка с последующим увеличением водоотдачи. Увеличение температуры окружающей среды в течение летнего периода способствует более значительному подсыханию верхнего слоя осадка. В результате влажность осадка понижается до 2,43 д.ед.

Увеличение плотности происходит вначале за счет уплотнения осадка под собственным весом. После промораживания постепенно идет дальнейшее, более интенсивное увеличение плотности.

Максимальное значение плотности сухого грунта в нашем опыте приходилось на июль 2004 г. – 0,348 г/см³. Двухлетний цикл промерозки-оттаивания в естественных условиях привел к увеличению рассматриваемого показателя в 2 раза.

Плотность частиц осадка водоподготовки со временем возрастает. У осадка водоподготовки, не подверженного промораживанию, величина

плотности частиц составляет $2,01 \text{ г/см}^3$. Дальнейшее ее увеличение связано с минерализацией органического вещества.

По величине общей пористости осадок можно отнести к очень пористым грунтам. Первоначально значение пористости было равно $0,916 \text{ г/см}^3$. В течение первого годового цикла промораживания – оттаивания происходит резкое уменьшение пористости осадка в связи с его структурированием и переходом части связанной воды в свободную.

Коэффициент пористости осадка – более представительная для анализа характеристика, нежели пористость. За годовой цикл коэффициент пористости уменьшился в 2 раза на глубине $0,25 \text{ м}$ без каких-либо затрат на дополнительные методы пригрузки осадка.

В течение двухлетнего периода коэффициент пористости осадка уменьшился до минимального значения $5,186 \text{ д.ед.}$

Коэффициент водонасыщения осадка водоподготовки, извлеченного из пруда-накопителя, имеет значение $0,995 \text{ д.ед.}$, что свидетельствует о практически полном заполнении его порового пространства водой.

После процесса проморозки и оттаивания он уменьшился до величины $0,905 \text{ д.ед.}$ Минимальное значение коэффициента водонасыщения достигнуто на втором году вылеживания осадка и составило $0,847 \text{ д.ед.}$

В изменении гранулометрического состава выявлены следующие тенденции:

- в осадке в результате промораживания происходит уменьшение содержания глинистой фракции на протяжении всего времени нахождения в естественной выемке.
- уменьшение содержания пылевой фракции и увеличение содержания песчаной фракции происходит до конца летнего сезона, затем наблюдается изменение соотношения пылевой и песчаной фракции в сторону уменьшения последней.

Исследование распределения химических элементов в осадке водоподготовки свидетельствуют о том, что содержания Ni , Cr , Mn , P , Cu , V ,

Ti и As превышают ПДК после двухлетнего вылеживания осадка в естественных условиях на поверхности земли. При этом Mn и Fe нередко образуют железо-марганцевые конкреции с повышенным содержанием P, V, Ba, Ni, Co, Cu. P, Cu и Zn в осадке имеют тенденцию к накоплению с течением времени.

Ниже ПДК присутствуют Be, Sn, W, Sr, Ba, Mo, Bi, Cd, Sb, Ag, Co. На уровне ПДК находятся концентрации Pb.

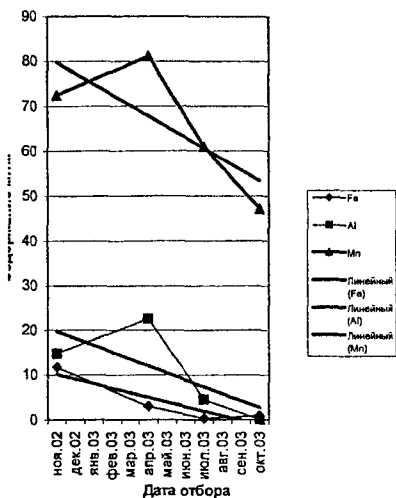
Исследованиями водных вытяжек из осадка установлены высокие содержания алюминия, железа, марганца и нитрат-иона (рис. 1), обусловленные технологическим процессом водоподготовки (Al, Fe, Mn) и жизнедеятельностью микроорганизмов (NO_2^-).

При вылеживании осадка Mn, Fe и Al переходят в неподвижную форму в виде окислов. Косвенно это подтверждает и изменение цвета осадка: со временем из сине-черного он становится каштановым за счет окисления железа.

В цикле промораживания – оттаивания и высыхания осадка возрастает подвижность V, Sn, Sr, Be, Sb, As, Ag, Sc, Ti, Cr. Гидроокислы алюминия представлены в подсушенном осадке гиббситом ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$).

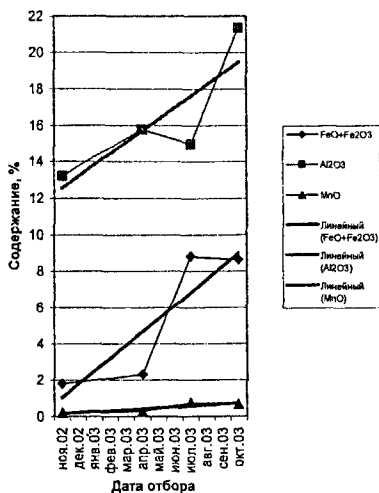
В целом, марганец, железо и алюминий ведут себя аналогично: при поглощении свободного кислорода (в результате окисления) резко снижается подвижность железа, марганца, алюминия, при этом резко возрастает подвижность ванадия, олова, стронция, бериллия, сурьмы, мышьяка, серебра, скандия, титана, ванадия, хрома. Гидроокислы алюминия представлены в подсушенном осадке коллоидным или тонкокристаллическим минералом – гиббситом ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$). Фосфор образует железистый минерал вивинанит ($\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$).

Изменение содержания элементов в подвижной форме в водной вытяжке из осадка



а)

Изменение содержания элементов в осажденной(окисной) форме



б)

Рис. 1. Изменение содержаний Fe, Al и Mn в подвижной (а) и осажденной (б) формах в годовом цикле промораживания – оттаивания.

Наличие фосфора позволяет рассматривать осадок водоподготовки как важный компонент мелиорации земель.

Подытоживая изложенное, подчеркнем существенное изменение (улучшение) физико-механических и физико-химических свойств осадка водоподготовки в двухлетнем цикле промораживания – оттаивания в естественных условиях (табл. 2). Это позволяет поставить вопрос об их практическом использовании.

Таблица 2. Изменения основных показателей физико-механических свойств осадка водоподготовки в течение 2 лет промораживания – оттаивания в естественных условиях

Показатели физико-механических свойств	Значения показателей физико-механических свойств осадков водоподготовки ЗФС, извлеченного из пруда	Значения показателей физико-механических свойств осадков водоподготовки ЗФС после 1 года выдержки на воздухе	Значения показателей физико-механических свойств осадков водоподготовки ЗФС после 2 лет выдержки на воздухе
Влажность, д.ед.	5,351	2,430	2,050
Плотность, г/см ³	1,07	1,09	1,06
Плотность сухого грунта, г/см ³	0,168	0,32	0,35
Плотность частиц грунта, г/см ³	2,01	2,17	2,15
Пористость, д.ед.	0,916	0,854	0,838
Коэффициент пористости, д.ед.	10,929	5,829	5,186
Коэффициент водонасыщения, д.ед.	0,984	0,905	0,850
Влажность на верхнем пределе пластичности, д.ед.	4,069	2,270	2,000
Влажность на нижнем пределе пластичности, д.ед.	2,747	2,067	1,800
Число пластичности, д.ед.	1,322	0,203	0,200
Показатель консолидации, д.ед.	1,970	1,788	1,250
Степень разложения органического вещества, %	99	-	-
Относительное содержание органических веществ, д.ед.	0,387	0,382	0,356
Коэффициент фильтрации, м/сут	$1,27 \cdot 10^{-5}$	$10^{-1} - 10^{-2}$	$10^{-1} - 10^{-2}$
Модуль деформации, МПа		0,161	0,193
Коэффициент сжимаемости, МПа ⁻¹	20,1	9,83	8,49
Сцепление, МПа	Не опр.	0,008	0,008
Угол внутреннего трения, град	Не опр.	14	15

3. *Осадки водоподготовки после проведения необходимых мероприятий по улучшению их свойств могут быть использованы для биологической рекультивации нарушенных земель и обустройства полигонов твердых бытовых и промышленных отходов.*

Многочисленные факты подтверждают возможность использования осадков водоподготовки для биологической рекультивации нарушенных земель после их промораживания в естественных условиях. При выборе вариантов участков нарушенных земель, предлагаемых для рекультивации осадками водоподготовки, учтены следующие ограничения с точки зрения экономической целесообразности и охраны окружающей среды:

- участки нарушенных земель выбираются вне пределов водоохранных зон водотоков и водоемов, участков, перспективных для водоснабжения за счет подземных вод, скважин хозяйственно-питьевого назначения и их зон санитарной охраны, памятников природы;
- рекультивация должна быть произведена с минимальными капитальными затратами.

К категории нарушенных земель, подлежащих биологической рекультивации, в современном понимании относятся: искусственные выемки, отработанные мелкие карьеры, отвалы пустых горных пород, хвосто- и шламохранилища, закрытые полигоны ТБ и ПО, несанкционированные свалки отходов и другие объекты.

Возможность использования осадков водоподготовки при биологической рекультивации доказывается их сходством с природными сапропелями, давно применяемыми для этих целей, и прямыми исследованиями.

Для уменьшения негативного влияния открытых горных выработок на окружающую среду возможно заполнение карьеров отвалами вскрышных пород с тем расчетом, чтобы наверху оказались породы, благоприятные по

химико-минеральному составу и свойствам для восстановления растительного покрова, в качестве которых предлагается использовать осадок водоподготовки.

Сравнительная характеристика содержаний минеральных веществ в сапропелях природных озер юга Тюменской области и в осадках водоподготовки (техногенных сапропелях) оз. Здохня (г. Екатеринбург) приведена на рис. 2. По содержанию минеральных веществ осадок водоподготовки занимает некое среднее положение среди природных сапропелей. Содержание органического вещества (по потерям при прокаливании) составляет около 60%, оксиды кремния и алюминия играют значимую роль, количество натрия и калия преобладают над фосфором, содержания остальных компонентов близки.

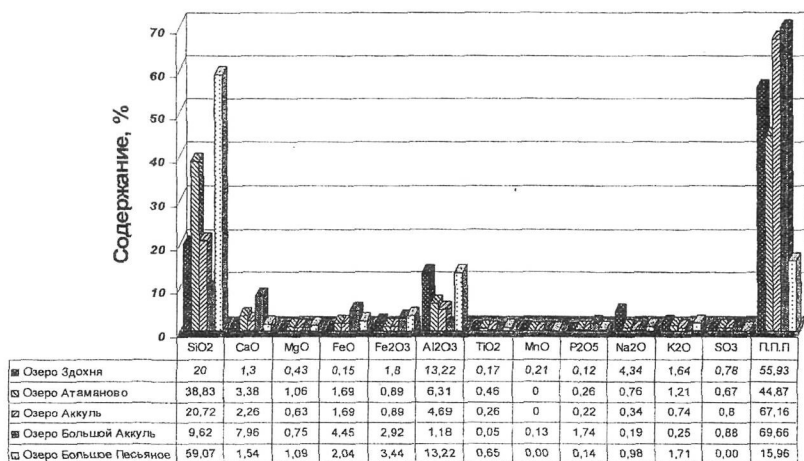


Рис. 2. Сравнение содержания минеральных веществ в природных и техногенном (оз. Здохня) сапропелях.

В золе природных сапропелей содержатся как макроэлементы (кальций, фосфор, сера, калий, кремний и др.), так и микроэлементы (марганец, медь, кобальт, цинк, бор, молибден, кадмий, никель, фтор, хром,

ванадий и другие), их количества зависят от типовой и видовой принадлежности сапропелей. Следует отметить, что содержания минеральных веществ в сапропелях по регионам страны подвержены большим колебаниям. В сапропелях микроэлементы входят в органоминеральные соединения, сорбируются гелями кремнезема, глинозема, гидроксидами железа. Активными комплексообразователями являются фракции гуминовых веществ (гуминовые кислоты, фульвокислоты). Они образуют с микроэлементами растворимые и нерастворимые комплексные соединения.

Осадки водоподготовки также характеризуются достаточно широким спектром микрокомпонентов (рис. 3).

Из компонентов, присутствующих в осадке водоподготовки, повышенными значениями коэффициента биологического поглощения (КБП) отличаются Р, Ni, Mn, Co, Mo. По Б.Б. Полюнову, коэффициент биологического поглощения – отношение содержания элемента в золе растений к его содержанию в почве. В наших опытах КБП определялся по мать-и-мачехе, выросшей на осадке водоподготовки в период его оттаивания.

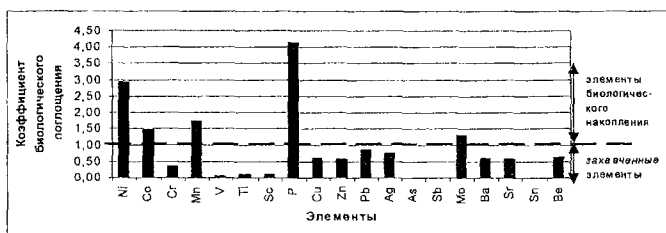


Рис. 3. Гистограмма величин коэффициентов биологического поглощения мать-и-мачехой химических элементов из осадка водоподготовки

По показателям пригодности для рекультивации (ГОСТ 17.5.1.03-86) осадки водоподготовки оценены положительно. Некоторый дефицит

азотистых и калийных соединений может быть восполнен за счет внесения азофоски.

Анализ полученных результатов исследований позволяет рекомендовать использование осадков водоподготовки в качестве грунта для биологической рекультивации нарушенных земель. Технологические аспекты рекультивации рассматриваются в диссертационной работе.

Возможность использования осадков водоподготовки в качестве изолирующих экранов при обустройстве полигонов твердых бытовых и промышленных отходов исследована совместно с О.М. Гуман на полигонах Свердловской области.

Естественное промораживание осадков обусловило существенное изменение их свойств: изменение гранулометрического состава с увеличением песчаной фракции до 72 %, увеличение коэффициента фильтрации до 10^{-1} м/сут, модуль общей деформации возрос до 0,254 МПа. При высыхании осадки отвердевают, с трудом подвергаются измельчению. Приобретаемые свойства позволяют использовать осадки водоподготовки в качестве промежуточных экранов при складировании твердых бытовых и промышленных отходов. Это способствует созданию анаэробных условий разложения отходов практически приостанавливая процессы горения. Добавляя влажные осадки в твердые бытовые отходы, возможно организовать процесс вермикулизации отходов с помощью дождевых червей и получение биогумуса.

Кроме того, создание анаэробного режима с помощью влажных осадков водоподготовки может оказаться эффективным при ликвидации нитратного загрязнения почв полигонов ТБ и ПО путем микробиологической денитрификации.

Заключение

Выполненные исследования позволяют сделать следующие основные научно обоснованные выводы и практические рекомендации:

1. На станциях водоподготовки в прудах-накопителях на сегодняшний день накоплено большое количество осадков, ухудшающих экологическое состояние природной среды и нарушающих естественный ландшафт.
2. По условиям образования, составу и физико-механическим свойствам осадок водоподготовки близок к природным органоминеральным грунтам – сапропелям, но технология водоподготовки с применением флокулянта обуславливает повышенное содержание в осадке алюминия как основного реагента, применяющегося при первичном обезвоживании осадка. Исходя из условий образования целесообразно рассматривать осадок водоподготовки как техногенный сапропель.
3. Нагревание осадка хоть и ведет к его обезвоживанию, но при этом большое количество элементов переходит в подвижную форму, что может привести к негативным экологическим последствиям. Наиболее эффективным и малозатратным методом обезвоживания осадка водоподготовки с целью улучшения его свойств является промораживание в естественных условиях.
4. Осадки водоподготовки не представляют опасности химического и радиоактивного загрязнения почв и грунтов. Это позволяет использовать их для проведения этапа биологической рекультивации нарушенных земель как важный резерв почвенного плодородия.
5. Непромороженный осадок возможно использовать в качестве промежуточных экранов при обустройстве полигонов ТБ и ПО. Это способствует созданию анаэробных условий разложения отходов, практически приостанавливает процессы горения. Добавление влажных осадков в ТБО организует процесс вермикулизации отходов с участием дождевых червей и получение биогумуса.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

Статья, опубликованная в ведущем рецензируемом научном журнале, определенном Высшей аттестационной комиссией

1. Нечаева Н.Н. Использование природных и техногенных грунтов при рекультивации открытых горных выработок / Н.Н. Нечаева, М.Н.Томин // Известия вузов. Горный журнал-2007-№3. – С. 71-77.

Статьи и материалы конференций

2. Гуман О.М. Осадки водоподготовки, их свойства и технологии переработки (на примере города Екатеринбурга) / О.М. Гуман, М.Н. Томин. // Техногенез и экология. Информационно-тематический сборник.-Екатеринбург, 2002. – С. 47-51.
3. Гуман О.М. Физико-механические свойства осадка водоподготовки / О.М. Гуман, М.Н. Томин. // Экологические проблемы промышленных регионов. – Екатеринбург, 2003. – С. 264-265.
4. Гуман О.М. Рекультивация нарушенных земель осадками водоподготовки / О.М. Гуман, М.Н. Томин, Е.В. Крыльцов, Е.В. Петропавловская // Экологические проблемы промышленных регионов. Материалы Всероссийской конференции. – Екатеринбург, 2004. – С. 207-208.
5. Томин М.Н. Физические свойства осадка водоподготовки и динамика его изменения под действием внешней среды // Международный год планеты Земля: задачи геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. Сергеевские чтения, выпуск 10. – М., 2008. – С. 94-100.

Подписано в печать 18.11.2008. Бумага писчая. Формат 60×84 1/16.

Печ. л. 1.0. Тираж 100 экз. Заказ 157

Отпечатано в лаборатории множительной техники издательства УГГУ,
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»