

УДК 628.47+625.8+69

*д.т.н. Дрозд Г.Я.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина),
Бизирка И.И.
(ЛНАУ, г. Луганск, Украина)*

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕПОНИРОВАННЫХ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД (ИЛОВ) С ПОЗИЦИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ В КАЧЕСТВЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПОРОШКА

Наведені результати досліджень матеріального складу і енергетичної здатності складових сухої речовини осадів стічних вод з позиції використання їх як мінерального порошку в асфальтобетоні.

***Ключові слова:** муловий осад стічних вод, мінеральний порошок, заряд поверхні часток.*

Приведены результаты исследования материального состава и энергетической способности составляющих сухого вещества осадков сточных вод с позиций использования их как минерального порошка в асфальтобетоне.

***Ключевые слова:** иловый осадок сточных вод, минеральный порошок, заряд поверхности частиц.*

Актуальность проблемы и ее связь с научными и практическими задачами. Вовлечение в практику дорожного строительства местных нестандартных материалов, отходов и побочных продуктов промышленности обуславливают необходимость полноценного использования этих материалов в асфальтобетоне без снижения его качества. Наряду с традиционным минеральным порошком (тонкоизмельченным известняком или доломитом) в качестве минеральных порошков используют цемент, цементную пыль, металлургические шлаки и другие пылевидные материалы [1]. Наряду с данными материалами, имеющими неорганическую основу, особый интерес представляют коммунальные отходы – депонированные осадки сточных вод или илы. Последние характеризуются минеральным и органическим составом.

Анализ исследований и публикаций. Повышение прочности адгезионных связей между минеральными порошковыми материалами и битумом является предметом многочисленных исследований [2, 3]. Своеобразие порошка в минеральной смеси заключается в том, что его высокодисперсные частицы выступают в роли активных адсорбентов и

структурных центров. Все минеральные порошки как адсорбенты разделяются на основные (положительно заряженные) и кислые (отрицательно заряженные). По энергетической способности могут быть выделены:

1) группа минеральных порошков с высоким положительным потенциалом и большим количеством адсорбционных центров в виде катионов Ca^{+2} ; Mg^{+2} на поверхности частиц - кальцит, доломит, известняк;

2) группа минеральных порошков с высоким потенциалом отрицательного знака и значительным количеством адсорбционных центров в виде ионов кислорода O^{-2} – кварц, каолинит, кремний, гранит;

3) минеральные порошки с пониженным потенциалом отрицательного знака в связи с наличием на поверхности частиц компенсирующих катионов разной валентности K^{+} , Na^{+} , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Fe^{+2} , Fe^{+3} и прочие - полевые шпаты, мусковит, асбест, диабаз и др.;

4) минеральные порошки с преимущественно нейтральной поверхностью частиц – тальк, графит и др. [4].

Постановка задачи. Определить вещественный состав и энергетическую способность иловой составляющей депонированных осадков сточных вод (на примере очистных сооружений г. Луганска) стандартными методами.

Изложение материала и его результаты. Лежалые (более 5 лет) осадки в естественном виде имеют темно-бурый цвет, характеризуются естественной влажностью 18-60%, реакция солевой вытяжки $\text{pH} = 6,9 - 7,55$. В высушенном при 105°C состоянии имеют показатели истинной и насыпной плотности, а также гранулометрию, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-механические характеристики илов с площадок складирования ОСВ г. Луганска

Наименование показателя	Значение
1. Влажность, %	18,4-63,2
2. Удельный вес, г/см^3	1,89-2,53
3. Насыпная плотность, г/см^3	0,74-0,80
4. Гранулометрический состав, %	>50 мм - 0,15-0,5 50-0,1 мм - 2,45-46,15 0,1-0,05 мм - 0,21-41,44 0,05-0,01 - 15,81-55,6 0,01-0,00 мм - 4,42-25,08
5. pH водной вытяжки, ед.	6,98-7,55

На рисунке 2 приведены электронные фотографии доломитового минерального порошка (а) и сухого илистого осадка (б). Последний

можно охарактеризовать как полидисперсную систему в виде землистых агрегатов. Химический состав осадка приведен в таблице 2.

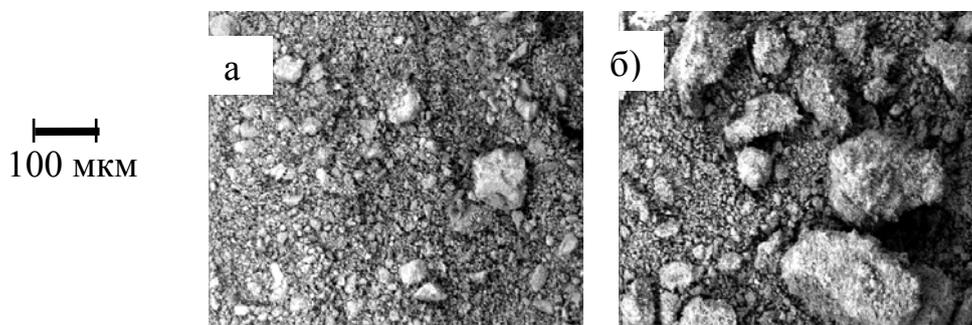


Рисунок 1 - Растровая электронная микроскопия
 а) минеральный доломитовый порошок – $MgCa(CO_3)_2$;
 б) землистые агрегаты илистого осадка.

Таблица 2 - Характеристика твердого вещества осадка, %

Характеристика органической и минеральной составляющей осадков, %										
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	CaO	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	Орган. вещ.
46,3	10,05	9,25	0,40	1,94	6,10	1,84	0,95	0,80	1,60	21,1
Содержание тяжелых металлов в осадке, мг/кг										
Zn	Cu	Cr	Cd	Ni	Co	Mn	Pb	Hg		
611	277	214	57	391	8,0	358	111	4		

Фазовый состав твердого вещества осадка приведен на рисунке 2 и таблице 3.

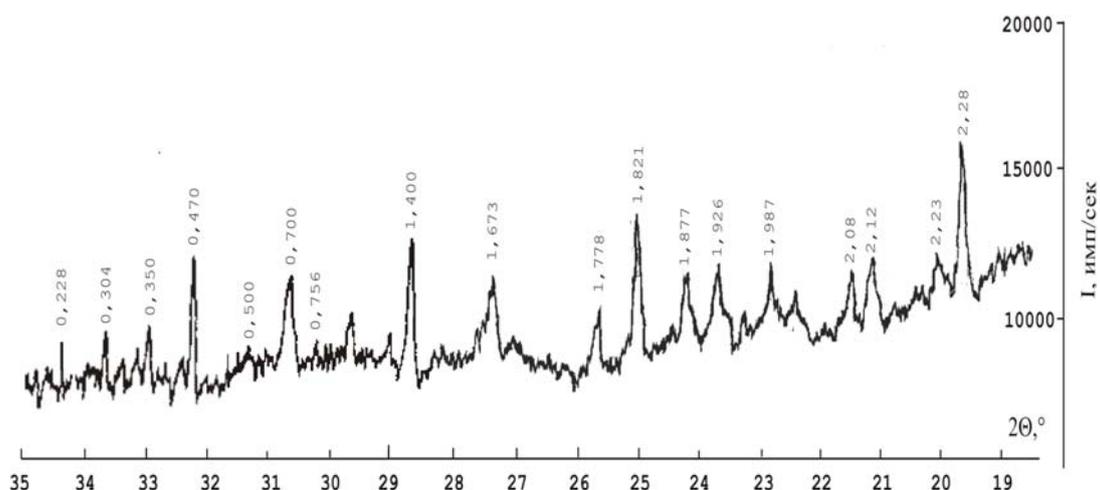


Рисунок 2 - Рентгенограмма твердого вещества ОСВ

Таблица 3 - Результаты обработки рентгенограммы

Минерал	Формула	Межплоскостное расстояние d
Монтмориллонит	$(Ca, Mn, Na \dots)(Al, Mg)_2 \times (OH)_2[(Si, Al)_4O_{10}] \times nH_2O$	1,40; 0,70; 0,47; 0,35
Кварц	SiO_2	1,87; 2,12; 2,28
Гидрослюда (иллит)	$(Ca, Mg \dots)(Mg, Fe^{2+}) \times (OH)_2[(Si, Al)_4O_{10}] \times 4H_2O$	1,673; 1,987; 1,821
Каолинит	$Al_4(OH)_8[Si_4O_{10}]$	1,877; 1,926; 2,08
Кальцит	$CaCO_3$	0,28; 0,304; 0,756

Из рентгенофазового анализа следует, что минеральная часть осадков представлена преимущественно алюмосиликатами (монтмориллонит, каолинит), карбонатами, кварцем, кремнеземом. Как следует из таблицы 2, минеральная составляющая составляет примерно 80%. Органическая составляющая в илах, процесс стабилизации которых давно завершился, представлена гумусовыми соединениями, фульвокислотами, остатками синтетических моющих веществ, смолистыми соединениями. Тяжелые металлы и азот находятся в виде солей органических кислот или в виде комплексов диэтилендиамина, метиламмония, тетраметиламмония и т. п. [5].

Для определения суммарного заряда частиц органического вещества через иловый фильтрат пропускали постоянный ток (рисунок 3). Образование пены наблюдалось у катода, что свидетельствует о положительно заряженных частицах органического вещества.

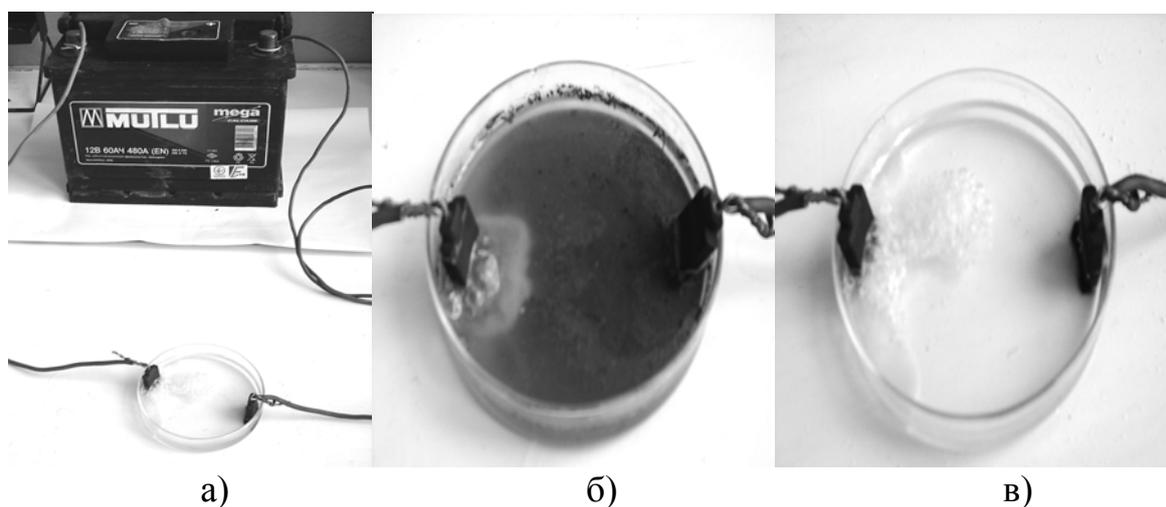


Рисунок 3 - Определение знака заряда органических веществ
а) схема установки; б) в жидком осадке; в) в фильтрате.

Анализируя данные таблицы 3, согласно [6] можно отметить следующие характеристики и распределение энергетической способности минералов:

- монтмориллониты имеют пакетное строение, в межпакетные промежутки которого проникают вода, гуминовые и фульвогуминовые кислоты, закрепляясь там и образуя своеобразную форму глинисто-гумусовых веществ. Для монтмориллонита характерны высокие удельная поверхность и емкость катионного обмена; при набухании объем монтмориллонита может увеличиваться в 1,5-2,0 раза; *имеет невысокий отрицательный заряд*;

- кремний находится в виде устойчивого кварца и в различных формах диоксида кремния; *имеет высокий потенциал отрицательного заряда*;

- гидрослюда имеет низкую набухаемость и низкую емкость поглощения катионов; *имеет низкий отрицательный заряд*;

- каолинит не набухает, имеет невысокую удельную поверхность и емкость катионного обмена; *обладает высоким потенциалом отрицательного заряда*.

Выводы

1. Показано, что все минералы илов имеют отрицательный знак поверхности, а органическая их составляющая обладает положительным знаком, следует полагать, что при одновременном присутствии в агломерации частиц минеральных веществ и органических примесей в результате адсорбции устанавливается определенное равновесие, зависящее как от концентрации, так и от поверхности частиц. Адсорбция на глинах (алюмосиликатах) органических веществ наблюдалась в форме изотермы, характерной для хемосорбции [7]. В связи с этим можно считать, что илы сточных вод являются органо-минеральными ассоциатами и комплексами.

2. Учитывая, что органическое битумное вяжущее имеет отрицательный знак заряда [4], а матрица илов – минеральная часть характеризуется отрицательным зарядом поверхности с положительно заряженной органической оболочкой, следует полагать, что порошковые осадки сточных вод представляют интерес для использования их как местного нестандартного материала для дорожного строительства.

Библиографический список

1. ДСТУ Б В.2.7.-119-2003. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови. - Введ. 2003-02-25. – К.: Держбуд України: Вид-во стандартів, 2003. – 42 с. : ил.

2. *Иваньски М. Влияние вида минерального материала на свойства асфальтобетона / М. Иваньски // Наука и техника в дорожной отрасли. - 2003. - № 2. - С.35-37.*

3. *Золотарев В.А. Особенности смачивания битумом поверхности каменных материалов / В.А. Золотарев // Изв. вузов. Строительство и архитектура. - 1991. - № 8. - С. 68-70.*

4. *Рыбьев И.А. Асфальтовые бетоны / И.А. Рыбьев. - М. : Высшая школа, 1969. - 397с.*

5. *Дрозд Г.Я. Исследование депонированных осадков сточных вод / Г.Я. Дрозд, В.В. Чура, Р.В. Бреус // Зб. наукових праць Луганського національного аграрного університету. Серія "Технічні науки". - 2007. - №72(95). - С. 3-17.*

6. *Орлов Д.С. Химия почв / Д.С. Орлов, Л.К. Садовникова, Н.И. Суханова. - М. : Высшая школа, 2005. - 558с.*

7. *Бакиева М.Б. Адсорбционные свойства природных и синтетических сорбентов / М.Б. Бакиева, М.Ю. Насырова, Э.А. Арипов. - Ташкент.: ФАН, 1969. - 97с.*

Рекомендована к печати д.т.н., проф. Должиковым П.Н.