



**ТВЕРДЫЕ
БЫТОВЫЕ
ОТХОДЫ**

ISSN 2078-1040

научно-практический журнал

WWW.SOLIDWASTE.RU

МАЙ 2013

ПРИНЦИПЫ ZERO WASTE: СОВРЕМЕННОЕ ПРОЧТЕНИЕ

**БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ ЭЛЕКТРЕТЫ:
ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ**

САГА ...О ЛОВУШКЕ ИЛИ ЗА ЧТО БОРОЛИСЬ?



**ОТХОДЫ ПОЛИМЕРОВ:
ПЕРЕРАБОТКА И УТИЛИЗАЦИЯ**



ЭКРАН ИЗ СУГЛИНКОВ ВСКРЫШИ ДЛЯ ПОЛИГОНОВ ТБО

*В. Н. Аверьянов, генеральный директор,
А. С. Жерихин, главный инженер проекта,*

ЗАО «Проектно-изыскательское научно-исследовательское бюро «ГИТЕСТ», г. Москва

Современный полигон ТБО – это комплекс природоохранных сооружений, предназначенный не только для захоронения отходов и препятствующий попаданию вредных веществ в окружающую среду, загрязнению атмосферы, почвы, поверхностных и грунтовых вод. Основным конструктивным элементом такого полигона – противofiltrационный экран.

При разработке проекта и осуществлении строительства демонстрационного полигона ТБО «Каргашино» была выполнена сравнительная оценка создания противofiltrационных экранов из различных гидроизоляционных материалов, а именно:

- экранов с использованием бентонитовых глин;
- экранов с использованием битумных композиций;
- экранов из полимерных рулонных материалов.

Учитывая высокую стоимость создания вышеупомянутых экранов и надежную естественную защищенность юрскими глинами нижележащих эксплуатируемых водоносных горизонтов карбона, был рассмотрен также вариант экрана из покровных суглинков вскрыши – рыхлых песча-

но-глинистых отложений, заготовленных в процессе проведения вскрышных работ.

При строительстве полигона был вырыт котлован и подготовлено основание для возведения защитного экрана. При разработке котлована суглинки моренных отложений и покровные суглинки вскрыши были сложены в бурт.

Покровные суглинки (rg, d_{п.ш}) бежево-коричневого цвета с маломощными прослоями голубовато-серых опесчаненных глин и небольшой примесью гравийного материала распространены по всей площади полигона. Их мощность хорошо выдержана и составляет от 2 до 4 м. В северо-восточной части участка прослеживались моренные отложения (g_{п.мс}). Они неравномерны по мощности (от 1 до 4 м) и представле-

ны шоколадно-коричневыми полутвердыми и твердыми суглинками со щебнем, галькой и гравием. В связи с тем, что моренные суглинки залегают непосредственно под покровными суглинками, их совместная разработка экскаватором не представляла каких-либо трудностей, что позволило сформировать бурт из смеси этих грунтов.

Для выполнения анализа физических свойств и оценки водоупорной способности местных суглинков, заготовленных в бурте, была сделана выборка проб из сводной таблицы показателей грунтов, приведенной в заключении Геоцентра-Москва «Комплексные геоэкологические изыскания полигона ТБО «Каргашино» Мытищинского района Московской области», а также отобраны из бурта дополнительные пробы, дан-

ные испытаний по которым сведены в таблице.

Как видно из таблицы, содержание глинистых грунтов (условным диаметром <0,005 мм) в грунте составляло 20–33 %. Глинистая составляющая таких грунтов обычно характеризуется каолинит-гидрослюдистым составом, который обуславливает их значительную пластичность (по данным проб, среднее значение числа пластичности – 0,14, среднее минимальное – 0,11). На рис. 1 показана сравнительная характеристика гранулометрических составов (количественного соотношения частиц различной крупности в дисперсных грунтах) местных суглинков вскрыши демонстрационного полигона ТБО «Каргашино» и экранов золотоотвала Рязанской ГРЭС и экрана бассейна суточного регулирования (БСР) Зеленчукских ГЭС. На этом рисунке видно, что суглинки полигона ТБО «Каргашино» имели такое же содержание глинистых частиц, то есть по гранулометрическому составу вполне

могли быть применены для защитного экрана.

Результаты лабораторного уплотнения пылевато-глинистой грунтовой смеси, приготовленной из трех проб, отобранных непосредственно из заготовленного бурта местных суглинков, показали следующее:

- при ударном уплотнении по ГОСТ 22733-2002 «Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности» оптимальная влажность $W_{op}=0,17$, максимальная плотность сухого грунта $\rho_d^{max}=1\ 720\ \text{кг/м}^3$;
- при ударном уплотнении по методу AASHTO T180-82 (США) оптимальная влажность $W_{op}=0,14$, максимальная плотность $\rho_d^{max}=1\ 880\ \text{кг/м}^3$;
- при статическом уплотнении нагрузкой 0,2–0,4 МПа оптимальная влажность и максимальная плотность грунтовой смеси соответствовали значениям этих параметров, полученным ударным уплотнением по ГОСТ 22733-

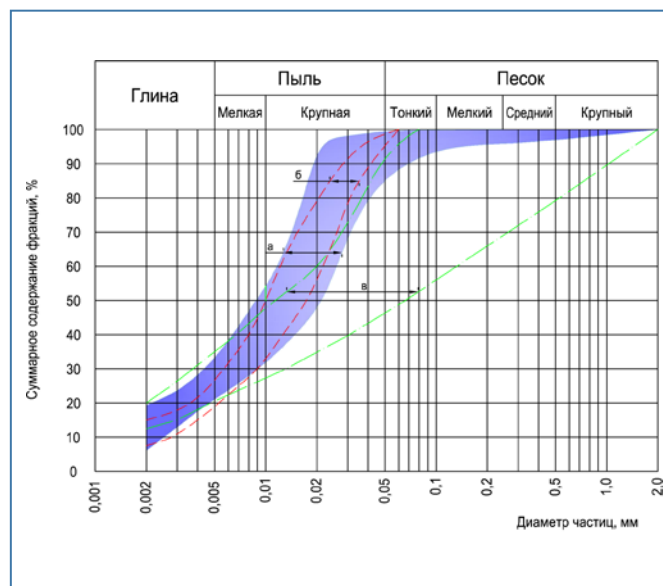


Рис. 1. Гранулометрические составы местных суглинков демонстрационного полигона ТБО «Каргашино», грунтов экрана золотоотвала Рязанской ГРЭС и экрана бассейна суточного регулирования Зеленчукских ГЭС: а – диапазон изменения гранулометрического состава грунтов «Каргашино»; б – то же для грунтов золотоотвала Рязанской ГРЭС; в – то же для грунтов БСР Зеленчукских ГЭС

Таблица 1

Физические свойства грунтов вскрыши демонстрационного полигона ТБО «Каргашино»

Сведения о пробах	№№ пробы	№№ выработки	Глуб. отбора, м	Гранулометрический состав, %												Природ. влажн., W, д.ед.	Плотн. частиц ρ_s , кг/м ³	Предел текучес. W_L , д.ед.	Предел раскатки W_P , д.ед.	Показат. текучести I_L , д.ед.	Коэфф. порист. e , д.ед.	Наим. грунта
				10	5	2	1	0,5	0,25	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005	0,002							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Материалы изысканий «Геоцентр-Москва»	1К/1	1К	1,50	-	-	-	-	-	0,14	0,28	2,38	42,96	20,95	13,96	19,33	0,21	2,72	0,32	0,20	0,08	0,67	Суглинок полутвёрд.
	1К/2	1К	4,50	0,7	1,2	1,7	0,8	1	0,45	0,36	3,75	37,29	22,15	15,44	15,16	0,17	2,74	0,31	0,18	<0,00	0,52	Суглинок твёрдый
	5К/1	5К	2,50	-	-	0,9	1,4	1,6	1,85	2,67	4,85	39,60	23,17	14,11	9,85	0,23	2,73	0,36	0,22	0,07	0,42	Суглинок полутвёрд.
	5К/2	5К	4,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,31	2,74	0,42	0,26	0,31	0,48	Суглинок тугопласт.
	6К/1	6К	2,50	-	-	-	-	-	0,17	0,75	13,5	54,62	10,69	12,95	7,32	0,23	2,73	0,40	0,24	<0,00	0,41	Суглинок твёрдый
	6К/2	6К	3,00	-	-	-	-	-	0,1	0,53	8,24	58,3	13,02	13,58	6,23	0,14	2,72	0,22	0,14	0,08	-	Суглинок полутвёрд.
Дополнительные пробы из бурта	б-1	серед. верх. откоса	0,02	-	-	-	-	-	1,1	1,2	50,2	-	21,15	16,21	10,14	0,23	2,73	0,36	0,21	0,13	0,41	Суглинок полутвёрд.
	б-2	серед. низов. откоса	0,02	-	-	-	-	-	0,8	0,95	48,4	-	19,45	18,3	12,1	0,27	2,73	0,40	0,24	0,19	0,44	Суглинок полутвёрд.
	б-2а	серед. низов. откоса	0,02	-	-	-	-	-	0,51	1,2	58,4	-	15,42	14,82	9,65	0,25	2,73	0,35	0,2	0,33	0,43	Суглинок тугопласт.
Среднеминимальные				0	0	0	0	0	0,27	0,58	6,54	0	13,04	13,88	8,83	0,17	2,72	0,29	0,18	0,05	0,41	
Среднемаксимальные				0,7	1,2	1,3	1,1	1,3	1,22	1,69	52,4	46,55	21,37	16,05	14,18	0,25	2,74	0,38	0,23	0,24	0,42	
Средние значения				0,02	0,15	0,32	0,27	0,34	0,64	0,99	23,7	29,12	18,25	14,92	11,25	0,23	2,73	0,35	0,21	0,13	0,42	

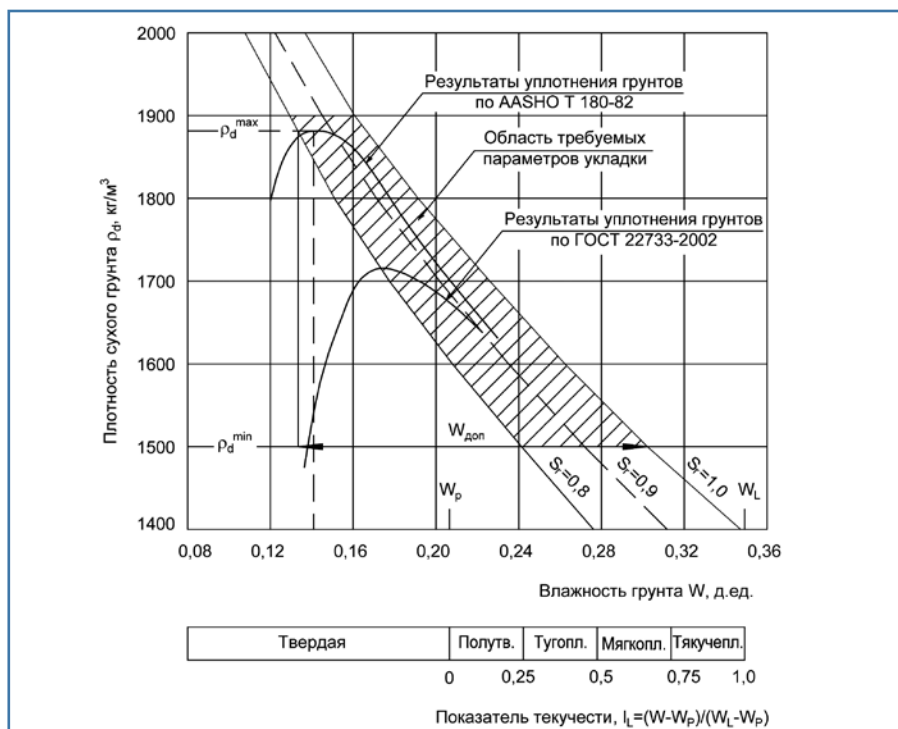


Рис. 2. Параметры укладки суглинков вскрыши в противофильтрационный экран полигона ТБО «Каргашино»: ρ_d^{max} – максимальная плотность сухого грунта, кг/м³; ρ_d^{min} – минимальная плотность сухого грунта, кг/м³; $W_{доп}$ – допустимый диапазон влажности грунта, S_r – степень влажности, д. ед.

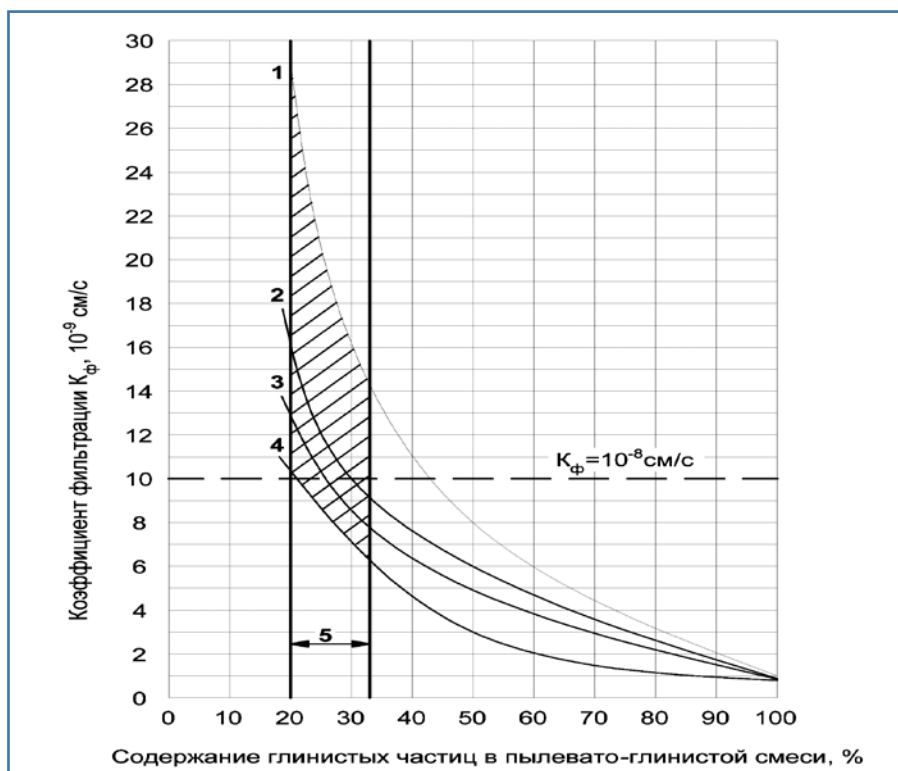


Рис. 3. Зависимость коэффициента фильтрации пылевато-глинистой смеси местных грунтов от содержания в ней глинистых частиц после предварительного уплотнения ее нагрузками P_n : 1 – $P_n = 0,2$ МПа; 2 – $P_n = 0,4$ МПа; 3 – $P_n = 0,6$ МПа; 4 – $P_n = 0,8$ МПа; 5 – диапазон изменения содержания глинистых частиц в суглинках полигона ТБО «Каргашино»

2002, а при статическом уплотнении 0,6–0,8 МПа – значениям параметров, полученным по методу ААSHO Т180-82.

По результатам ударного уплотнения, совмещенным с кривыми водонасыщения грунта и шкалой показателя текучести, назначены согласно [1, 2] требуемые параметры укладки местных суглинков вскрыши в противофильтрационный экран демонстрационного полигона ТБО «Каргашино»: $\rho_d^{max}=1\ 880$ кг/м³, $\rho_d^{min}=1\ 500$ кг/м³, допустимая влажность $W_{доп}=0,13-0,30$ (рис. 2).

Зависимость величины коэффициента фильтрации пылевато-глинистой смеси местных грунтов от содержания в ней глинистых частиц после предварительного уплотнения ее различными статическими нагрузками P_n показана на рис. 3, откуда видно, что во всем диапазоне изменения содержания глинистых частиц в местных суглинках полигона ТБО «Каргашино» и возможных уплотняющих нагрузок (давлении) коэффициент фильтрации составлял от 6×10^{-9} см/с до $2,8 \times 10^{-8}$ см/с при среднем значении порядка $1,7 \times 10^{-8}$ см/с, что отвечает требованиям «Инструкции по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов твердых бытовых отходов» (М., 1998). Более детальное изучение коэффициента фильтрации суглинков экрана, осуществленное при выполнении лабораторных исследований с большими градиентами напора (до 600), показало аналогичные результаты.

Следует отметить, что в бурте, подготовленном путем совместной разработки покровных и моренных суглинков, возможно попадание песчаных, щебенистых и гравийных частиц. Многолетние исследования суглинисто-щебенистых грунтов, примененных для ядра Нурекской плотины высотой 300 м, показали, что при содержании в них мелкозема (частиц диаметром менее 5 мм) более 50 %, пылевато-глинистых фракций более 25 % при непрерывной кривой гранулометрического состава и более 35 % при прерывистой кривой (что свидетельствует об отсутствии песчаной составляющей) коэффициент фильтрации составляет $A \times 10^{-8}$ см/с при $A=1 \div 10$ [3].

Наличие песчаных, щебенистых и гравийных частиц в грунте потребовало в процессе возведения экрана применить контроль качества укладки грунтов по мелкозему [4] – способ, разработанный также при строительстве Нурекской плотины и применяемый до настоящего времени на других стройках.

В целом приведенные результаты научных исследований показали реальную возможность и целесообразность использования для возведения противодиффузионного экрана местных суглинков, заготовленных в процессе проведения вскрышных работ при строительстве демонстрационного полигона ТБО «Каргашино».

Аналогичная технология устройства противодиффузионных экранов из местных суглинков была реализована при реконструкции иловых площадок Курьяновских очистных сооружений ОАО «Мосводоканал» и может быть рекомендована при строительстве полигонов ТБО в сходных природных условиях.

Подведем некоторые итоги сказанному:

- Местные суглинки демонстрационного полигона ТБО «Каргашино», имеющие число пластичности более 10, применимы для возведения защитного экрана.
- Коэффициент фильтрации защитного экрана из местных суглинков характеризуется величиной $A \times 10^{-8}$ см/с при $A=1-10$.
- Песчаные, щебенистые и гравийные частицы, попавшие в бурт заготовки суглинков, не снижают фильтрационных свойств грунта, но требуют при возведении экрана применения способа контроля качества грунта по мелкозему.
- В связи с тем, что основание экрана и его пригрузка представлены мелко-среднезернистыми песками с примесью грубозернистого материала, при возведении экрана не требуется создания каких-либо дополнительных переходных зон.
- Разработанная технология устройства противодиффузионных

экранов из суглинков вскрыши с числом пластичности более 10 может быть рекомендована при строительстве полигонов ТБО. ♻️

ЛИТЕРАТУРА

1. Борткевич С. В., Варданян С. Т. *Способ снижения водопроницаемости глинистых грунтов: Патент РФ на изобретение № 1760012.* – Москва, 1993.
2. Аверьянов В. Н., Воронин С. Г. *О применении глинистых грунтов четвертичных отложений в противодиффузионных экранах гидротехнических сооружений // Гидротехническое строительство.* – 2009. – № 8.
3. Ронжин И. С. *Некоторые критерии оценки фильтрационной прочности оснований гидротехнических сооружений // Гидротехническое строительство.* – 1974. – № 7.
4. Борткевич С. В., Листровой П. П., Могильников А. П., Савченков Н. Г. *Способ контроля качества уплотнения грунта: Патент РФ на изобретение № 486248.* – Москва, 1992.