

ОБОСНОВАНИЕ СОСТАВОВ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ГРУНТОВ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ПАРОГИДРОИЗОЛИРУЮЩИХ ПРОСЛОЕК

А.А. Минзуренко

Пермский государственный технический университет

Нефтезагрязненный грунт относится к высокотоксичным материалам, применение его в дорожном строительстве должно быть обосновано. Минимизировать отрицательное воздействие материала на окружающую среду возможно на этапе проектирования состава. В статье приводится способ подбора состава материала на основе НЗГ, исходя из требуемых фильтрационных, прочностных и иных свойств.

Нефтезагрязненный грунт представляет собой смесь фракций асфальто-, смоло-, парафиносодержащих отложений (АСПО), нефти, воды и грунта, содержащийся в специальном хранилище.

Содержание нефтяных компонентов – 10–15 %.

Влажность на границе текучести – 25 %.

Влажность на границе раскатывания – 15 %.

Число пластичности – 10 %.

Состав грунта меняется от: 38 % песок, 62 % глина,
до 26 % песок, 74 % глина

Таким образом, грунтовая составляющая НЗГ, в соответствии с таблицей Б.12 ГОСТ 25100–95 «Грунты. Классификация» [1], относится к суглинкам легким пылеватым.

Согласно ТУ-95120-31541592-1–02 [2] устанавливаются следующие марки нефтезагрязненного грунта для применения в дорожном строительстве (табл. 1).

Таблица 1

Марки нефтезагрязненного грунта

Наименование показателей	Норма			Метод испытания
	НЗГ-1	НЗГ-2	НЗГ-3	
Влажность, %	35–40	30–35	25–30	ГОСТ 5180–84
Однородность	Естественное состояние	Равномерное распределение	Равномерное распределение нефти и АСПО	

Анализ данных таблицы позволяет определить, что нефтезагрязненные грунты находятся в переувлажненном состоянии. В зависимости от условий хранения нефтезагрязненных грунтов их влажность может доходить до 60 %.

При этом сушка в естественных условиях, при температуре воздуха 7–16 °С и скорости ветра 3–3,7 м/с в течение 20 сут, позволяет снизить влажность материала не более чем в 2–2,5 раза. При этом НЗГ все равно остается пластичным.

Проектирование составов материалов производится в несколько этапов:

1. Определение характеристик используемого нефтезагрязненного грунта (табл. 2).

На данном этапе определяются характеристики нефтезагрязненного грунта: общее содержание воды (W_0), нефтяных компонентов (N_0), грунта (M_0) на единицу объема (1 м^3), а также гранулометрический состав загрязненного грунта.

Таблица 2

**Состав нефтезагрязненных грунтов, входящих
в программу испытаний**

НЗГ	Содержание воды, %	Содержание нефтяных компонентов, %	Содержание грунтовых частиц, %
НЗГ-1	40	12	88
	37,5	12	88
НЗГ-2	35	12	88
	32,5	12	88
НЗГ-3	30	12	88
	25	12	88
Нефтезагрязненные грунты повышенной влажности			
	45	12	88
	50	12	88
	55	12	88
	60	12	88

2. Определение содержания нефтезагрязненного грунта в материале, обеспечивающего гидроизолирующие свойства прослойки, осуществляется на основе лабораторных исследований фильтрационных свойств материала – в чистом виде и с введением скелетных добавок. Определение полученной влажности материала (W_1), с учетом начальной влажности скелетной добавки (W_0^c).

Для определения фильтрационных свойств материала были заданы составы материалов на основе НЗГ с различным содержанием нефтезагрязненного грунта, скелетных добавок, вяжущих (табл. 3).

Таблица 3

Составы материалов для определения фильтрационных свойств материала

Состав, №	НЗГ, г (%)	Песок, г	Глина, г	Известь, г	Цемент, г	Тип грунта
1	200 (26 %)	340	-	150	82	Супесь легкая крупная
2	200 (25 %)	360	-	150	71	Супесь легкая крупная
3	200 (24 %)	400	-	150	60	Супесь легкая крупная
4	160 (75 %)	-	40	-	12	Суглинок тяжелый пылеватый
5	160 (75 %)	-	40	-	16	Суглинок тяжелый пылеватый
6	160 (75 %)	-	40	-	20	Суглинок тяжелый пылеватый
7	50 (7 %)	400	-	-	82	Супесь легкая крупная

При определении коэффициента фильтрации получили следующие данные (табл. 4).

Таблица 4

Результаты определения коэффициента фильтрации

№ состава	1	2	3	4	5	6	7
Коэффициент фильтрации	~0	~0	~0	~0	~0	~0	2,15

Таким образом, установлено, что при содержании нефтезагрязненного грунта в материале свыше 12–14 % коэффициент фильтрации приблизительно равен нулю. Это означает, что поднятие жидкости по порам и капиллярам отсутствует.

3. Определение физико-механических свойств материала.

Определяются такие свойства материала как влажность скелетной добавки, гранулометрический состав и влажность материала в зависимости от состава скелетной добавки. Оптимальная влажность принимается в зависимости от типа грунта по приложению 3 Руководства по сооружению земляного полотна автомобильных дорог [3].

Так, в зависимости от вида скелетной добавки получили следующие результаты по типу исходного материала (табл. 5–8).

Таблица 5

Состав НЗГ и вводимой скелетной добавки

Состав грунта НЗГ		Состав скелетной добавки	
Песок, %	Глина, %	Песок, %	Глина, %
26	74	10	90
30	70	30	70
34	66	50	50
38	62	70	30
		90	10

Таблица 6

Итоговый состав материала «НЗГ + скелетная добавка»

Номер состава	Содержание песка	Содержание глины	Вид грунта	Оптимальная влажность
15 % НЗГ 85 % скелетной добавки				
1-1	12,4	87,6	суглинок тяжелый пылеватый	22 %
1-2	29,4	70,6	суглинок тяжелый пылеватый	20 %
1-3	46,4	53,6	суглинок тяжелый	18 %
1-4	63,4	36,6	супесь легкая	14 %
1-5	80,4	19,6	супесь легкая крупная	10 %
2-1	13	87	суглинок тяжелый пылеватый	22 %
2-2	30	70	суглинок тяжелый пылеватый	20 %

Окончение табл. 6

Номер состава	Содержание песка	Содержание глины	Вид грунта	Оптимальная влажность
2-3	47	53	суглинок тяжелый	18 %
2-4	64	36	супесь легкая	14 %
2-5	81	19	супесь легкая крупная	10 %
3-1	13,6	86,4	суглинок тяжелый пылеватый	22 %
3-2	30,6	69,4	суглинок тяжелый пылеватый	20 %
3-3	47,6	52,4	суглинок тяжелый	18 %
3-4	64,6	35,4	супесь легкая	14 %
3-5	81,6	18,4	супесь легкая крупная	10 %
4-1	14,2	85,8	суглинок тяжелый пылеватый	22 %
4-2	31,2	68,8	суглинок тяжелый пылеватый	20 %
4-3	48,2	51,8	суглинок тяжелый	18 %
4-4	65,2	34,8	супесь легкая	14 %
4-5	82,2	17,8	супесь легкая крупная	10 %

Таким образом, исходный разброс в гранулометрическом составе нефтезагрязненного грунта при малых дозировках (до 20 %), оказывает небольшое влияние на состав исходного материала.

При этом следует учитывать влияние содержания нефтяных компонентов в материале парогидроизолирующей прослойки при определении оптимальной влажности (уменьшение в сравнении с аналогичным грунтом, не содержащим НЗГ).

Таблица 7

Начальные влажности материалов

Влажность НЗГ	Влажность скелетной добавки
25,0 %	16 %
30,0 %	14 %
32,5 %	12 %
35,0 %	10 %
37,5 %	8 %
40,0 %	
42,5 %	
45,0 %	
50,0 %	
55,0 %	
60,0%	

Таблица 8

Итоговая влажность материала «НЗГ + скелетная добавка»

Номер состава	Итоговая влажность	Номер состава	Итоговая влажность	Номер состава	Итоговая влажность
15 % НЗГ					
85 % скелетной добавки					
1-1	17,35 %	5-1	19,23 %	9-1	21,10 %
1-2	15,65 %	5-2	17,53 %	9-2	19,40 %
1-3	13,95 %	5-3	15,83 %	9-3	17,70 %
1-4	12,25 %	5-4	14,13 %	9-4	16,00 %
1-5	10,55 %	5-5	12,43 %	9-5	14,30 %
2-1	18,10 %	6-1	19,60 %	10-1	21,85 %
2-2	16,40 %	6-2	17,90 %	10-2	20,15 %
2-3	14,70 %	6-3	16,20 %	10-3	18,45 %
2-4	13,00 %	6-4	14,50 %	10-4	16,75 %
2-5	11,30 %	6-5	12,80 %	10-5	15,05 %
3-1	18,48 %	7-1	19,98 %	11-1	22,60 %
3-2	16,78 %	7-2	18,28 %	11-2	20,90 %
3-3	15,08 %	7-3	16,58 %	11-3	19,20 %
3-4	13,38 %	7-4	14,88 %	11-4	17,50 %
3-5	11,68 %	7-5	13,18 %	11-5	15,80 %
4-1	18,85 %	8-1	20,35 %		
4-2	17,15 %	8-2	18,65 %		
4-3	15,45 %	8-3	16,95 %		
4-4	13,75 %	8-4	15,25 %		
4-5	12,05 %	8-5	13,55 %		

Таким образом, «лишняя» влажность материала «НЗГ + скелетная добавка» составляет от 2 до 15 %, или от 19 до 140 мл на 1 м³ проектного состава материала.

4. Назначение количества вводимого неорганического вяжущего (цемент) в зависимости от требуемых прочностных свойств (табл. 9).

Таблица 9

Прочностные характеристики образцов, в зависимости от содержания вяжущего (ПЦ М400)

Содержание цемента	Предел прочности при сжатии, 7 сут, МПа	Предел прочности при сжатии, 28 сут, МПа
5 %	0,932	1,913
10 %	2,845	3,139
15 %	3,041	3,684

5. Назначение количества вводимой молотой негашеной извести для удаления «лишней» влаги (рис. 1, 2).

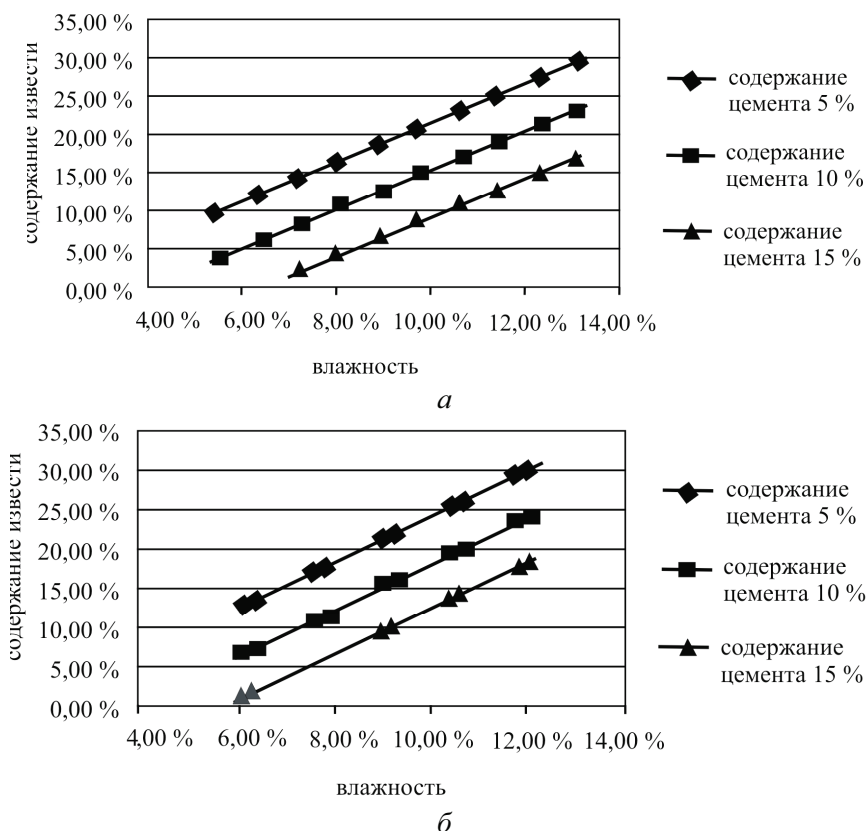


Рис. 1. Содержание извести в зависимости от содержания цемента для НЗГ-3 (а) и НЗГ-2 (б)

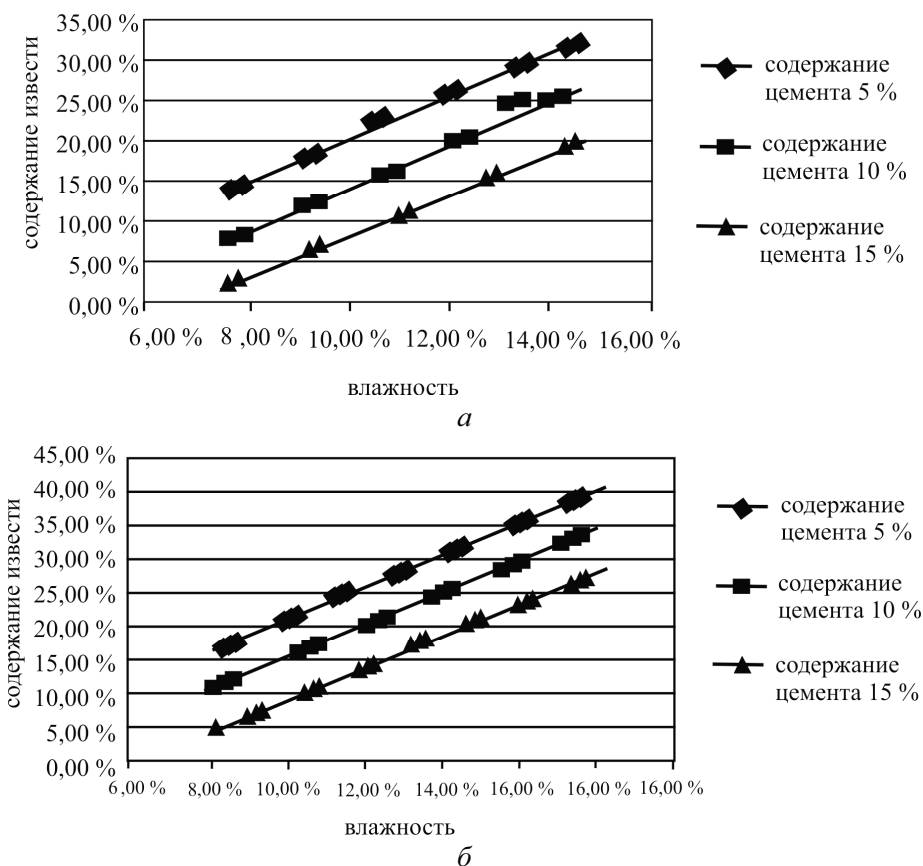


Рис. 2. Содержание извести в зависимости от содержания цемента для НЗГ-1 (а) и для НЗГ повышенной влажности (б)

При определении количества вводимой извести учитывалась влажность материала без учета химически связанной воды гигроскопической влажности материала.

Таким образом, количество вводимой извести для удаления «лишней» влаги материала составляет от 0 до 40 %, в зависимости от типа НЗГ и количества вводимого цемента.

При формовании образцов с цементом происходило отжатие «лишней» воды из-за поздней гидратации цемента. А при формовании образцов глинистого НЗГ с цементом произошло выдавливание материала из-за повышенной влажности и пластичности материала.

Таким образом, проведенные исследования показывают, что на работу прослойки и ее свойства влияют состав материала. Так, при применении глинистых нефтезагрязненных грунтов наиболее эффективно использовать скелетные добавки от песков различной крупности

до крупных супесей. А при применении песчаных нефтезагрязненных грунтов наиболее эффективно использовать супеси и суглинки, кроме пылеватых. В качестве скелетной добавки можно использовать отходы промышленности, представляющие собой инертные материалы (золашлаковые смеси, горелые породы шахтных терриконов, отсева дробления).

Список литературы

1. ГОСТ 25100–95 «Грунты. Классификация».
2. ТУ-95120-31541592-1–02.
3. Руководство по сооружению земляного полотна автомобильных дорог // сб. нормативной лит-ры. – М., 2006.

Получено 16.07.2010