

УДК 624.132.345+624.131.37

В.Г.Федоров (БИСИ), П.Н.Макарук
(БПИ), П.В.Шведовский (БИСИ),
кандидаты технических наук

ОПТИМАЛЬНЫЙ СОСТАВ КАРЬЕРНЫХ ГРУНТОВ И ЕГО ВЛИЯНИЕ
НА СВОЙСТВА НАМЫВНЫХ ГРУНТОВ

Строительные свойства намывных песчаных грунтов существенно отличаются от свойств карьерных грунтов. Однако они зависят от них и технологических параметров намыва, т.е. $\rho_{см} = f(K, T)$, где K - система параметров по составу карьерных грунтов, а T - система технологических параметров намыва. Совокупность оптимальных параметров систем K и T определяет формирование намывных оснований необходимой несущей способности. Если влияние системы

технологических факторов намыва на физико-механические характеристики намывных грунтов для условия БССР достаточно изучены, то вопросы влияния состава карьерных грунтов и обоснования методики подбора оптимальных составов изучены очень слабо. При проектировании конкретных объектов намыва весьма трудно найти близко расположенные карьеры, состав грунтов которых обеспечивал бы требуемое качество намывных оснований. Учитывая значительные объемы работ в республике по инженерной подготовке пойменных и заболоченных территорий под жилищное и гражданское строительство путем гидромеханизации, обоснование и разработка методики подбора оптимальных составов карьерных грунтов является актуальной задачей и имеет большое практическое значение.

В соответствии с нормативными документами оценка плотности сложения намывных песков должна производиться по коэффициентам пористости с учетом морфологических характеристик частиц (форма частиц и шероховатость). Анализ исследований по зависимостям между плотностью и гранулометрическим составом позволяет в качестве основного избрать метод создания устойчивых оптимальных смесей, используя либо регулирование распределения частиц различной крупности по карте намыва (с помощью соответствующей технологии намыва), либо смешивание грунтов в карьере. Необходимо отметить, что в соответствии с ранее проведенными исследованиями [2] фракционирование частиц по карте намыва или оптимальное их распределение в потоке, для обеспечения требуемой плотности намываемого основания, не всегда позволяет достичь этого. Поэтому наиболее перспективным, при отсутствии карьерных грунтов требуемого качества, является создание грунта оптимального состава смешиванием нескольких составляющих фракций частиц непосредственно в карьере.

Анализ опыта создания оптимальных грунтовых смесей при намыве плотин и в других областях строительства требует рассмотрения оптимальных смесей как двухфракционного конгломерата (основная фракция и заполнитель). В качестве исходного условия нами принято, что отношение между диаметрами основной фракции и заполнителя должно быть в пределах 10:1 - 16:1, а весовая доза заполнителя не должна превышать 30-40% от веса основной фракции.

С целью уменьшения объема лабораторных испытаний грунтовых смесей было рассмотрено планирование эксперимента по определению функции $\rho_{ск} = f(K)$, где K - система параметров карьерных грунтов. В качестве функции системы K взята $-\varphi(\rho_{ск}^{пнх}; u; \Pi; X_1; Y_1)$, где $\rho_{ск}^{пнх}$ - удельный вес скелета грунта в рыхлом

состоянии, u - коэффициент неоднородности, Π - параметр крупности, равный $\Pi = d_{90} \frac{d_{10}}{d_{50}}$; x_1 - содержание основной фракции, y_1 - содержание заполнителя. Принято девять формирующих факторов. Рассматривая планирование дробного факторного эксперимента типа 2^{9-5} , отмечаем, что матрица его открытого типа по типовой методике [1] имеет вид (табл. 1):

Т а б л и ц а 1

Матрица планирования эксперимента

Номер эксперимента	Эксперименты с числом варьируемых факторов				
	3	4	5	6	9
1	$X_1 X_8 X_9$	$X_2 X_6 X_7 X_9$	$X_5 X_6 X_7 X_8 X_9$	$X_1 X_2 X_4 X_5 X_7 X_8$	$X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 X_6 X_7 X_8 X_9$
2	$X_2 X_3 X_7$	$X_3 X_5 X_7 X_8$	$X_1 X_2 X_3 X_5 X_6$	$X_1 X_4 X_5 X_6 X_7 X_9$	
3	$X_4 X_5 X_6$	$X_1 X_3 X_6 X_8$	$X_2 X_3 X_4 X_6 X_9$		
4	$X_1 X_4 X_7$	$X_2 X_4 X_6 X_8$			
5		$X_3 X_4 X_5 X_9$			

Примечание. X_1, \dots, X_7 - содержание фракций в %;
 $X_8 = \rho_{ск}^{пл}$; $X_9^0 = u$; $X_9^I = \Pi$; $X_1 = y_1$.

За основной уровень приняты характеристики карьерных грунтов оптимальных составов по данным лабораторных опытов. Выбор интервалов варьирования факторов определяется небольшими изменениями процентного содержания пылеватых, глинистых и крупнообломочных фракций при оптимальной влажности. Моделирование оптимальных составов карьерных грунтов проводили на ЭЦВМ "Наири-2" по следующей блок-схеме (рис. 1).

Для выбранных моделей, по обычной методике, используя значения $\rho_{ск}^{пл}$, $\rho_{ск}^{на}$ и $\rho_{ск}^0$, определили пористость и коэффициент пористости намывного основания. В расчеты введены значения расчетных характеристик с учетом окатанности частиц и предела изменения параметров u и Π в пределах, определяющих увеличение $\rho_{ск}$ не более, чем на 10% по отношению к $\rho_{ск}$ при $\Pi \leq 0,8$.

Составы наиболее оптимальных составов грунтов даны в табл. 2.

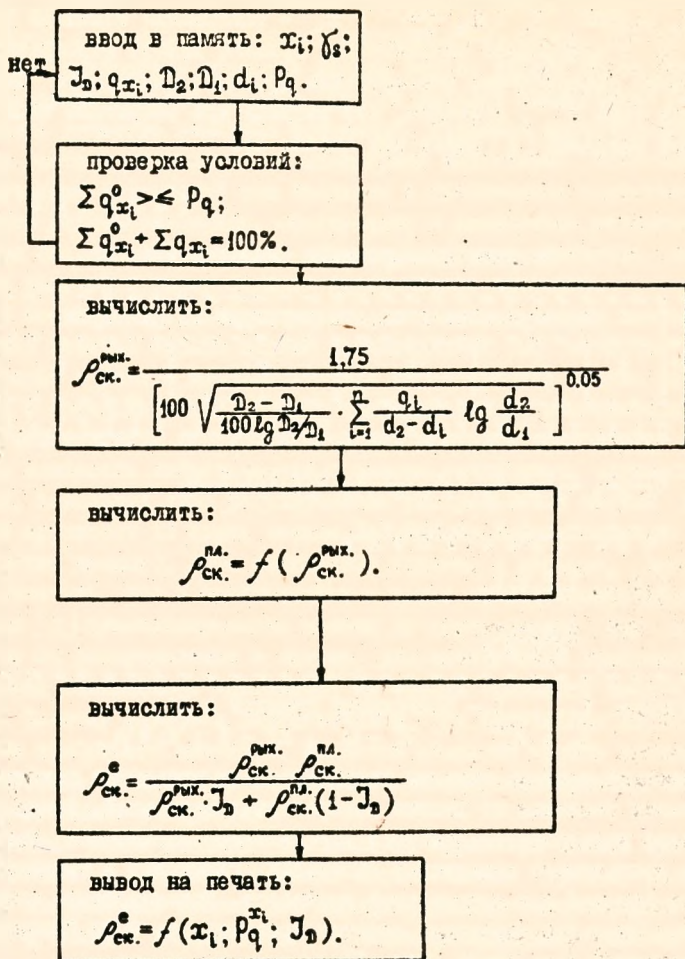


Рис. 1. Блок-схема моделирования оптимальных составов карьерных грунтов.

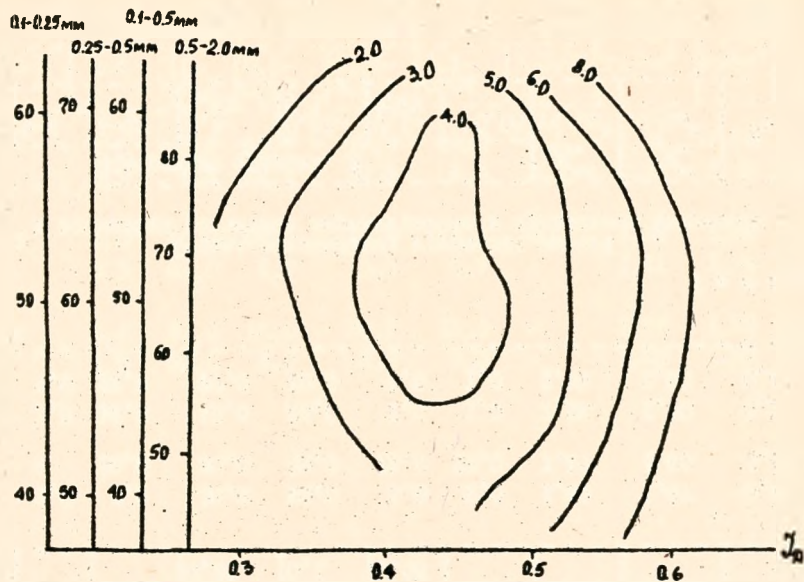


Рис. 2. График зависимости плотности намытых грунтов от параметра $u = \alpha_{60} / \alpha_{10}$ для различных основных фракций (0,1-0,25мм - пески пылеватые; 0,25-0,5мм - пески средней крупности; 0,1-0,5мм - пески мелкие; 0,5-2,0мм - пески крупные).

Таблица 2

Состав оптимальных грунтовых смесей
и ожидаемые расчетные характеристики

Наименование грунта	Содержание фракций, %							$\rho_{ск}^{max}$ гс/см ³	$\rho_{ск}^{на}$ гс/см ³	J_s	$\rho_{ск}^{жс}$ гс/см ³	$\rho_{ск}^{по}$ гс/см ³
	>5	5-2	2-0,5	0,5- 0,25	0,25- 0,1	0,1- 0,05	<0,05					
Пески:												
мелкие	-	1,0	7,0	30,0	55,0	5,0	2,0	1,49	1,67	0,49	1,55	1,58
пылеватые	-	-	10,0	30,0	33,0	15,0	12,0	1,47	1,60	0,48	1,57	1,55
средней крупности	1,0	3,0	25,0	40,0	25,0	5,0	1,0	1,52	1,70	0,5	1,62	1,60
крупные	1,0	7,0	52,0	27,0	10,0	2,0	1,0	1,56	1,80	0,48	1,68	1,70

Таблица 3

Состав оптимальных грунтовых смесей
в возможных расчетных характеристиках в предельном диапазоне

Наименование грунта	Содержание фракций, %							$\rho_{ск}^{max}$ гс/см ³	$\rho_{ск}^{на}$ гс/см ³	J_s	$\rho_{ск}^{жс}$ гс/см ³	$\rho_{ск}^{по}$ гс/см ³
	>5	5-2	2-0,5	0,5- 0,25	0,25- 0,1	0,1- 0,05	<0,05					
Пески:												
пылеватые	-	-	2,1	17,3	46,0	24,6	10,0	1,46	1,76	0,36	1,40	1,44
-	-	1,1	2,1	47,0	19,0	12,0	18,8	1,42	1,79	0,49	1,58	1,56

Наименование грунта	Содержание фракций, %							$\rho_{ск}^{пл}$	$\rho_{ск}^{пл}$	μ	$\rho_{ск}^{жс}$	$\rho_{ск}^{пл}$
	> 5	5-2	2- 0,5	0,5- 0,25	0,25- 0,1	0,1- 0,05	< 0,05	гс/см ³	гс/см ³		гс/см ³	гс/см ³
мелкие	-	2,0	3,6	62,0	12,0	18,0	2,4	1,36	1,68	0,37	1,51	1,56
	-	0,3	5,6	37,1	52,6	6,5	3,3	1,39	1,72	0,5	1,56	1,59
средней крупности	0,1	4,0	40,0	21,0	17,0	14,9	3,0	1,52	1,82	0,39	1,53	1,57
	-	0,3	81,0	4,7	13,8	0,2	-	1,41	1,74	0,56	1,60	1,64
крупные	0,6	5,4	51,0	10,0	20,0	13,0	-	1,58	1,91	0,58	1,70	1,70
	-	1,0	92,0	3,0	2,0	2,0	-	1,53	1,89	0,36	1,54	1,60

Возможные предельные диапазоны изменения оптимальных составов приведены в табл. 3.

Для модельных составов по общей методике [3] в лабораторных условиях определялись $\rho_{ск}^{мк}$, $\rho_{ск}^{пл}$ и $\rho_{ск}^{жс}$ при заданной величине J_n .

Обработка характеристик грунтов по экспериментальным и модельным исследованиям позволила разработать графики зависимости плотности намтых грунтов (J_n) от параметра $u = \frac{1-\rho_0}{\rho_{10}}$ при различных соотношениях основной фракции и заполнителя (рис. 2). Прочностные и деформационные характеристики находятся в пределах, требуемых нормативными документами.

В ы в о д ы . Полученные и испытанные оптимальные составы карьерных грунтов и их доверительные интервалы могут быть рекомендованы для внедрения в производство при намыве пойменных территорий в Белоруссии.

Л и т е р а т у р а

1. А д л е р Ю.П., М а р к о в а Е.В., Г р а н о в - о к и й Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. - М., 1971, 279 с. 2. О г у р ц о в А.И. Намыв земляных сооружений. - М., 1963, с. 161-166. 3. Ч а п о в с к и й Е.Г. Лабораторные работы по грунтоведению и механике грунтов. - М., 1975, с. 17-52.