DOI: 10.34031/2618-7183-2018-1-1-69-77

*Дмитриева Т.В. *, кандидат технических наук,
Строкова В.В., доктор технических наук, профессор,
Безродных А.А., аспирант,
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Россия*
*Ответственный автор E-mail: tdmitrieva-bel@yandex.ru

ВЛИЯНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ГРУНТОВ НА СВОЙСТВА ГРУНТОБЕТОНОВ НА ИХ ОСНОВЕ

Аннотация: с целью формирования прочных структур грунтобетонных параллельно с введением вяжущего материала следует использовать дополнительно добавку, имеющую многокомпонентный состав, и активизирующий структурообразующий процесс. Такую добавку принято называть стабилизатором грунта, её введение позволяет добиться положительного эффекта для грунтов с высокой долей тонкодисперсной фракции в его составе.

В статье рассмотрены основные аспекты применения в дорожном строительстве комплексного укрепления грунтов путем введения стабилизатора и вяжущего компонента. Данная технология позволит решить проблемы дефицита качественного традиционного сырья, привести к улучшению физико-механических свойств, увеличению производительности труда и снижению затрат на производство.

В результате проведенных исследований разработаны принципы улучшения качественных характеристик укрепленного грунта с учетом минерального состава глинистого сырья. В качестве основной гипотезы исследования следует выделить увеличение гидрофобности стабилизированного грунта за счет блокирования гидрофильных центров глинистых пород. Данное обстоятельство способствует снижению расхода цемента в составе укрепленного грунта без снижения эксплуатационных и физико-механических характеристик.

Установлена зависимость степени эффективности вводимой стабилизирующей добавки от структурно-химических характеристик глинистых пород, которая снижается от монтмориллонита и рентгеноаморфных фаз до каолинита. В качестве минералов занимающих промежуточное положение выступают смешанно-слоистые образования, иллит и хлорит. В качестве наполнителя в данной системе выступают алюмосиликаты, не вступающие с молекулами стабилизатора во взаимодействие. Для оценки степени эффективности взаимодействия компонентов грунтобетонной смеси в качестве интегрального показателя необходимо использовать катионную емкость грунта.

Ключевые слова: дорожное строительство, укрепление грунтов, стабилизатор грунта, цемент, глинистые породы, алюмосиликаты, минеральный состав, модель взаимодействия

Введение

Одной из целей повышения эксплуатационных характеристик автомобильных дорог и качественных характеристик конструктивных элементов дорожных одежд является снижение материалоемкости с учетом сохранения физико-механических характеристик слоя без потери несущей способности. Данная задача для дорожного строительства может быть исполнена путем широкомасштабного внедрения в качестве слоя основания слоя из укрепленных грунтов.

В настоящее время намечен рост объемов дорожного строительства согласно утвержденной «Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года» [1]. Актуальность замены традиционно применяемых материалов на альтернативные технологии связана с дефицитом каменных материалов в ряде регионов Российской Федерации и их высокой стоимостью, приводящей к высокой стоимости объекта строительства в целом.

Комплексное укрепление глинистых грунтов при устройстве слоя основания автомобильных дорог позволит на автомобильных дорогах низших категорий полностью исключить дорогостоящий каменный материал, снизить объемы земляных работ и расширить сырьевую базу дорожно-строительных материалов.

Материалы и методы

Согласно нормативным документам и рекомендациям по укреплению грунтов основополагающими показателями для утверждения способа укрепления являются число пластичности и гранулометрический состав [2-5]. Работа в данном направлении велась рядом научных школ уже многие годы. Многочисленными исследованиями, в том числе и проведенными учеными Белгородского государственного технологического университета им В.Г. Шухова, доказано, что знание вышеуказанных показателей не достаточно [6-9].

Анализ минерального состава глинистого грунта различных регионов и его генетического типа на эксплуатационные характеристики дорожно-строительного материала на его основе позволил подтвердить влияние типоморфных особенностей породообразующих минералов на свойства укрепленного грунта. В качестве вяжущих для укрепления грунтов выступают различные компоненты, такие как известь, цемент, известьсодержащие отходы и многие другие [10-15], в качестве грунта как природные, так и техногенные представители.

Таким образом, рабочей гипотезой проводимых исследований является прогнозирование свойств укрепленного грунта на основании минерального состава глинистых пород в зависимости от степени взаимодействия отдельных групп минералов с молекулами стабилизатора. Следовательно, образование материала для дорожного строительства рациональной структуры, полученного путем введения органического стабилизатора в глинистый грунт, возможно за счет гидрофобизирующих функции добавки на поверхности глинистых минералов и консолидации органических комплексов с учетом особенностей минерального состава глинистого грунта.

Следовательно, для определения требуемого состава грунтобетонной смеси необходимо произвести детальное изучение специфики управления структурообразующими процессами на основании данных о структурно-текстурных характеристиках глинистых пород, а также составе пород различного генезиса [16-17].

В качестве основного компонента грунтобетонной смеси для подтверждения заявленной гипотезы были выбраны типичные глинистые грунты Белгородской области. Так как Белгородская область в основном отлична толщами глинистых грунтов в естественном залегании, то данный факт дает ей дополнительные преимущества в перспективе замены традиционных конструктивных слоев дорожных одежд на слои из укрепленного грунта, в том числе при незначительной замене земляных масс.

В рамках исследований было отобрано несколько образцов глинистых грунтов и были определены основные их характеристики (табл. 1).

Таблица 1

Гранулометрический состав глинистых грунтов

Table 1

Particle size distribution of clay soils

№ образца	Коэффициент агрегативности	Фракционный состав, мм								
		>1	1–0,5	0,5–0,25	0,25–0,1	0,1–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	<0,001
1	1,68	0	0	2	5	1	17	13	12	50
2	1,49	1	1	1	5	3	17	11	25	36
3	7,50	0	8	16	24	11	6	5	22	8
4	3,09	0	1	2	5	8	12	4	21	47
5	2,50	0	1	1	3	42	44	4	1	4
6	1,57	1	0	0	0	38	40	10	7	4

Четкое представление, отражающее содержание глинистых минералов, можно получить, изучив содержание фракций менее 1-2 мкм в составе глинистого грунта. Представленные образцы, кроме образца № 4, являются глинами с высоким (более 65%) содержанием глинистых частиц размером >0,01 мм.

Параллельно было определено и содержание минералом в исследуемых грунтах (табл. 2).

Таблица 2

Содержание минералов в исследуемых глинистых грунтах

Table 2

Mineral content in studied clay soils

№ образцов	Минералы, %												
	Кварц	Карбонаты	Плагиоклаз	Амфиболы	Хлорит	Слюда	Гипс	Гидрослюда	Иллит	Каолинит	КШШ	Монтмориллонит	RAS
1	38	—	—	—	—	—	—	1	—	2	1	25	33
2	51	5	5	1	2	—	—	1	5	4	7	5	14
3	79	—	—	—	2	—	2	1	3	3	3	2	5
4	34	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	65	—
5	52	—	—	—	5	—	3	2	8	10	9	4	7
6	38	—	—	—	6	2	3	6	12	9	6	6	12

Глинистый грунт №4 имеет в своем составе высокое содержание смешанослоеных минералов, представленных монтмориллонитом (табл. 2), что способствует высокому коэффициенту агрегативности (табл. 1).

Параллельно содержание минералов глинистых грунтов изучалось на основании данных рентгенофазового анализа, подтвердившее высокое содержание в образцах №3, 5 кварца более 50% и в образце №4 смешанослоеных минералов в размере 65%. В образце пробы №4 отсутствие рентгено-аморфного вещества не случайно, а обусловлено наличием высокого содержания монтмориллонита.

Для изучаемого грунта были определены физико-механические характеристики, такие как влажность (W) и плотности (ρ) грунта в естественном сложении. Следует отметить изменение показателей влажности от 21% до 25% (образцы №1-3) и от 23% до 27% (образцы №4-6) и плотности от 1920 кг/м³ до 1940 кг/м³ (образцы №1-3) и от 1810 кг/м³ до 1880 кг/м³ (образцы №4-6). Также были определены и рассчитаны другие значимые характеристики, представленные в табл. 3.

Таблица 3

Физико-механические и физико-химические свойства глинистых грунтов

Table 3

Physical-mechanical and physical-chemical properties of clay soils

№ образца	ρ , кг/м ³	ρ_s , кг/м ³	ρ_d , кг/м ³	W, %	e, %	n, %	W _L , %	W _p , %	I _p , %	I _L	k	k _p	β_v , %	δ_o , %	ϕ , град	C, МПа
1	1920	2590	1590	21	63	39	50	24	26	0,12	0,81	0,42	1,7	10,8	—	—
2	1940	2620	1600	21	63	39	34	19	15	0,13	0,56	0,25	1,5	5,3	—	—
3	1920	2610	1540	25	70	41	30	18	12	0,58	1,00	0,40	0,4	2,3	17	0,035
4	1880	2540	1530	23	66	40	52	27	25	0,16	0,76	0,36	1,8	19,4	—	—
5	1810	2630	1440	26	83	45	37	21	16	0,31	9,29	4,00	1,0	10,9	—	—
6	1870	2600	1470	27	77	43	32	20	12	0,58	2,91	1,09	0,5	1,1	17	0,005

Анализ состава и свойств глинистых грунтов показал изменение их характеристик в зависимости от глубины отбора проб, отмечено увеличение содержания глинистых минералов при параллельном снижении кварцевой составляющей. Увеличение в составе грунтов содержания монтмориллонита способствует увеличению числа пластичности, нижнего и верхнего его пределов. Увеличение таких показателей, как пористость и плотность скелета грунта способствует уменьшению прочности на одноосное раздавливание.

В работе был определен тип грунта согласно ГОСТ 25100–95 на основании данных табл. 1 и 3. Таким образом, образцы №3 и 6 представляют собой суглинок легкий пылеватый, образцы № 2 и 5 – суглинок тяжелый пылеватый, а образцы №1 и 4 – глину легкую пылеватую. Таким образом, исследуемые глинистые грунты по числу пластичности имеют парное сходство, но при этом отличны по физико-механическим

свойствам и минеральному составу. Таким образом, изучение влияния стабилизатора на отобранные пробы грунта позволит спрогнозировать его влияние на различные глинистые минералы.

Стабилизации глинистых грунтов был посвящен ряд работ [18-19], в которых рассматривались различные добавки. В качестве стабилизатора для проведения текущих исследований был использован препарат «Дорзин» (производство Украина). Несмотря на широкомасштабное применение данного препарата, особенности влияния стабилизатора на алюмосиликатную составляющую глинистого грунта изучено не были.

Согласно данным производителя стабилизатор «Дорзин» представляет собой композицию полученных в результате культивирования на комплексной питательной среде микроорганизмов [20]. Свойства стабилизатора представлены в таблице 4. Данные таблицы позволяют сделать вывод, что «Дорзин» является продуктом микробиальной ферментации сахаросодержащих продуктов, а не концентратом микроорганизмов. Дополнительное изучение ИК-спектров данного препарата позволяет утверждать, что стабилизатор «Дорзин» представляет собой многокомпонентную систему, состоящую из различных органических компонентов, таких как оксисоединения, аминсоединения, азотсодержащие производные молочной кислоты, олигосахариды, а также маннитол.

Таблица 4

Характеристики стабилизирующей добавки «Дорзин»

Table 4

Characteristics of "Dorsin" stabilizing additive

№	Название характеристики	Значение
1	Агрегатное состояние	Жидкость, цвет – темно-коричневый, запах – сладковатый;
2	Температура замерзания, °С	0
3	Температура кипения, °С	100
4	Давление насыщенного пара, кПа	21,84 кПа при 24 °С
5	Растворимость	В воде не ограничена
6	Срок хранения, лет	Более 2, температура до 49 °С
7	pH	6,0
8	Плотность, кг/м ³	1257
9	Удельная электрическая проводимость, см/м	2,84
10	Вязкость, Па·с	16 780 000
11	Концентрация хлорид-иона в препарате, мас. %	2,07
12	Масса сухого остатка после выпаривания из препарата воды, г/л	686,5
13	Элементный анализ сухого остатка, мас. %	серы S – следы, N – 4,43
14	Наличие катионов	Катионы калия, лития, натрия, кальция, магния
15	Наличие анионов	Анионы фтора, фосфата, хлора, сульфата, нитрата, нитрита

Результаты и обсуждение

Изучение механизма взаимодействия глинистых минералов с молекулами стабилизатора возможно путем изучения ИК-спектров модельных систем, в качестве которых были выбраны каолинит-иллит-монтмориллонитовая и монтмориллонитовая глины (рис. 1 и 2).

Рис. 1. ИК-спектры (1) каолинит-иллит-монтмориллонитовой глины и в комплексе с добавкой (2)
Fig. 1. IR spectrum (1) of kaolinite-illite-montmorillonite clay and in complex with additive (2)

Рис. 2. ИК-спектр моно-монтмориллонитовой глины (1) и в комплексе с добавкой (2)
Fig. 2. IR spectrum of mono-montmorillonite clay (1) and in complex with additive (2)

В области средних величин волновых чисел полосы поглощения соотносятся с полосами поглощения компонентов, входящих в состав стабилизирующей добавки: полоса 1450 см^{-1} относится к деформационным колебаниям групп $\text{C}-\text{H}$ и $\text{C}-\text{C}$, полоса 1383 см^{-1} - к валентным колебаниям групп $\text{C}-\text{C}$, полоса 1620 см^{-1} - к деформационным колебаниям CH_2 групп. Наложение групп происходит с увеличением цепочки CH_2 , полосы 2920 и 2850 см^{-1} относятся к валентным колебаниям соединений, имеющих связи $\text{C}-\text{O}$.

На рис. 1 представлены спектры глины каолинит-иллит-монтмориллонитовой до и после введения добавки, их анализ показал в сторону малых волновых чисел незначительное уширение на полосе 1450 см^{-1} . Спектры монтмориллонитовой глины до и после введения добавки идентичны (рис. 2). Рассмотрением процессов взаимодействия стабилизирующих добавок с глинистыми минералами уже занимался ряд научных школ [22]. Однако четко не выработан принцип взаимодействия частиц полиминерального глинистого грунта с молекулами органической стабилизирующей добавки.

Общезвестный факт, что особенность строения монтмориллонитовых глин состоит в наличии изменяемого межпакетного расстояния. При взаимодействии с молекулами стабилизатора, т.е. сахарами, происходит их взаимодействие с гидроксильными краевыми группами монтмориллонита. Данный факт приводит к блокировке для молекул воды межпакетного пространства глинистого минерала, т.е. гидрофобизации монтмориллонитовых индивидов с последующим улучшением их прочностных характеристик (рис. 3).

Следовательно, наличие сахаров в составе стабилизатора, характеризующихся наличием краевых групп $\text{C}-\text{OH}$, имеет определяющую роль в интерпретации механизма взаимодействия данных индивидов с грунтовыми.

Нескомпенсированными связями кремнекислородных тетраэдров и алюмокислородных октаэдров характеризуются только монтмориллонитовые глины. Компенсация свободных связей происходит путем заполнения их атомами водорода, что позволяет молекулам добавки связывать индивиды монтмориллонитовых глин. Взаимодействие гидроксильных групп стабилизатора с гидроксильными краевыми группами монтмориллонитовых глин способствует образованию водородных связей (рис. 4).

Рис. 3. Структура индивида монтмориллонитовой глины
Fig. 3. Structure of the individual montmorillonite clay

Рис. 4. Схематическая визуализация процесса взаимодействия монтмориллонита с моносахаридом
Fig. 4. Schematic visualization of the process of interaction of montmorillonite with monosaccharide

Таким образом, гидрофобизация активной поверхности монтмориллонита с учетом кристаллических особенностей при взаимодействии с сахарами стабилизатора может происходить по различным интеркаляционным механизмам (рис. 5). Принцип всех вариантов взаимодействия схож и характеризуется связыванием свободных гидроксильных групп и вытеснением из межслоевого пространства молекул воды. Данное обстоятельство приводит к повышению гидрофобизационных свойств монтмориллонитовых индивидов.

Рис. 5. Схемы взаимодействия по различным интеркаляционным механизмам
Fig. 5. Interaction schemes on various intercalation mechanisms

Следует также отметить возможность «склеивания» по аналогичному принципу микроразмерных индивидов находящихся по соседству, что приводит к образованию органо-глинистых композитов. Таким образом, возможны нанокпозиционный, периферийный и интеркаляционный механизмы взаимодействия.

Образование органо-глинистых комплексов с другими минералами (полевые шпаты, иллит, слюда, кварц и каолинит) возможно, но в связи со спецификой строения и размерных особенности самих минералов будет отлично от монтмориллонита.

Строение иллита предполагает наличие алюмосиликатных тетраэдров, в межпакетных промежутках расположены атомы калия для компенсации излишнего отрицательного заряда. Но так как величина их от монтмориллонита значительно отличается, то возможно интерпретировать только два механизма образования органо-иллитовых индивидов. «Склеивание» 2D-композитов и образование водородных связей путем адсорбции частиц стабилизатора на активных центрах базальных плоскостей и периферийных зонах кристаллов. Аналогичные схемы свойственны для каолинита. Концентрация активных центров на поверхностях структурных пакетов отдельных минералов напрямую влияет на степень эффективности взаимодей-

ствия кристаллических образований глинистых грунтов с органическими комплексами стабилизирующей добавки.

Степень эффективности взаимодействия добавки с глинистыми минералами полностью соответствует величине катионного обмена и снижается от монтмориллонита до каолинита. Намного ниже степень взаимодействия алюмосиликатов с молекулами стабилизатора, учитывая их размер. Ввиду существенной активности поверхности полевых шпатов и кварца гидрофобные свойства минералов данного типа все же будут проявляться.

Взаимодействие органических комплексов стабилизатора с индивидами рентгеноаморфной фазы, состоящей как из силикатных, так и алюмосиликатных минеральных образований, будет производиться по нанопозиционному механизму, учитывая ее наномасштабные размеры.

Таким образом, установлено, что взаимодействие со стабилизатором минералов различного типа возможно через водородные связи по различным механизмам взаимодействия. Применение стабилизирующей добавки при укреплении грунтов способствует уменьшению расхода вяжущего без снижения технико-эксплуатационных характеристик в связи с увеличением гидрофобности глинистых пород за счет блокирования гидрофильных центров.

Выводы

1. Повышение качественных характеристик строительства автомобильных дорог и прочих эксплуатационных характеристик конструктивных слоев дорожных одежд без потери несущей способности необходимо проводить параллельно со снижением материалоемкости строительства. Актуальность данной задачи позволяет выделить перспективность укрепления грунтов земляного полотна для замены традиционно используемых конструктивных элементов дорожной одежды из инертных материалов.

2. Интерпретация механизма взаимодействия глинистых пород со стабилизатором и детальное изучение исходных материалов показало, что уменьшение катионной емкости глинистого грунта и повышение его гидрофобизации связано с блокированием молекулами стабилизатора активных центров слоистых алюмосиликатов.

3. Установлена зависимость степени эффективности вводимой стабилизирующей добавки от структурно-химических характеристик глинистых пород, которая снижается от монтмориллонита и рентгеноаморфных фаз до каолинита. В качестве наполнителя в данной системе выступают алюмосиликаты, не вступающие с молекулами стабилизатора во взаимодействие. В качестве минералов занимающих промежуточное положение выступают смешанно слойные образования, иллит и хлорит. Для оценки степени эффективности взаимодействия компонентов грунтобетонной смеси в качестве интегрального показателя необходимо использовать катионную емкость грунта.

4. Установлена перспективность укрепления глинистых грунтов для устройства оснований автомобильных дорог, однако доказана необходимость обоснование метода укрепления и прогнозирования свойств с учетом их структурных и генетических особенностей.

Благодарность

Статья подготовлена в рамках реализации Программы стратегического развития и программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова с использованием оборудования на базе Центра Высших Технологий БГТУ им. В.Г. Шухова

Литература

1. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года. Утверж. распоряжением Правительства РФ от 22 ноября 2008 г. №1734-р в ред. распоряжения Правительства РФ от 11 июня 2014 г. N1032-р. 70 с.
2. Безрук В.М. Укрепление грунтов в дорожном и аэродромном строительстве. М.: Транспорт, 1971. 247 с.
3. Гуменский Б.М. Основы физикохимии глинистых грунтов и их использование в строительстве. М.: Стройиздат, 1965. 206 с.
4. Воронкевич С.Д. Основы технической мелиорации грунтов. М.: Научный мир, 2005. 504 с.
5. Гончарова Л.В., Баранова В.И. Исследование процессов структурообразования в цементогрунтах на разных стадиях упрочнения в целях оценки их долговечности: Материалы VII Всесоюзного совещания по закреплению и уплотнению грунтов. Ленинград: Энергия, 1971. С. 16 – 21.
6. Строкова В.В., Щеглов А.Ф. Грунтобетоны на основе глинистых пород КМА для дорожного строительства: монография. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2003. 152 с.

7. Лютенко А.О. Анализ микроструктуры алюмосиликатного сырья с позиции применения его в дорожном строительстве // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2011. № 2. С. 33 – 38
8. Строкова В.В. Анализ органо-минеральных композитов с учетом генезиса и размерных уровней минерального сырья // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2009. №4. С. 28 – 32.
9. Solanki P. Zaman M. Microstructural and mineralogical characterization of clay stabilized using calcium-based stabilizers // Scanning electron microscopy. 2012. №38. P. 771 – 798.
10. Строкова В.В., Карацупа С.В., Щеглов А.Ф. Особенности структурообразования в системе «глинистые породы-известьсодержащие отходы-цемент» // Строительные материалы. 2004. №3. С. 16 – 17.
11. Николаенко М.А. Грунтобетоны на основе отходов угледобычи коркинского месторождения: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05: защищена 06.07.10. Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. 217 с.
12. Newman K., Tingle J.S. Emulsion polymers for soil stabilization // Proceedings of the FAA worldwide airport technology transfer conference, Atlantic City, USA, 2004.
13. Bell F.G. Lime stabilization of clay minerals and soils // Engineering Geology. 1996. №42. P. 223 – 237.
14. Chen H., Wang Q. The behavior of organic matter in the process of soft soil stabilization using cement // Bulletin of Engineering Geology and the Environment. 2006. №65 (4). P. 445 – 448.
15. Bone B.D. Review of scientific literature on the use of stabilisation/solidification for the treatment of contaminated soil, solid waste and sludges. UK: Environment Agency. 2004. 343 p.
16. Кульчицкий Л.И., Усъяров О.Г. Физико-химические основы формирования свойств глинистых пород. М.: Недра, 1981. 178 с.
17. Овчаренко Ф.Д. Гидрофильность глин и глинистых минералов. Киев: Изд-во АН УССР, 1961. 291 с.
18. Кочеткова Р.Г. Особенности улучшения свойств глинистых грунтов стабилизаторами // Наука и техника в дорожной отрасли. 2006. №3.
19. Федюлов А.А. Применение поверхностно-активных веществ (стабилизаторов) для улучшения свойств связных грунтов в условиях дорожного строительства: автореф. дис. канд. техн. наук. М., 2005.
20. СТО 13548260-002-2011. Материалы каменные и грунты, обработанные цементом с добавкой ферментного препарата «Дорзин». Технические условия.
21. Bergaya F., Lagaly G. Intercalation processes of layered minerals // EMU Notes in Mineralogy. №11. 2011. P. 261 – 286.

References

1. Transportnaja strategija Rossijskoj Federacii na period do 2030 goda. Utverzh. rasporjazheniem Pravitel'stva RF ot 22 nojabrja 2008 g. №1734-r v red. rasporjazhenija Pravitel'stva RF ot 11 ijunja 2014 g. N1032-r. 70 p. (rus)
2. Bezruk V.M. Ukreplenie gruntov v dorozhnom i ajerodromnom stroitel'stve. M.: Transport, 1971. 247 p. (rus)
3. Gumenskij B.M. Osnovy fizikohimii glinistyh gruntov i ih ispol'zovanie v stroitel'stve. M.: Strojizdat, 1965. 206 p. (rus)
4. Voronkevich S.D. Osnovy tehničeskoj melioracii gruntov. M.: Nauchnyj mir, 2005. 504 p. (rus)
5. Goncharova L.V., Baranova V.I. Issledovanie processov strukturoobrazovanija v cementogrunтах na raznyh stadijah uprochnenija v celjah ocenki ih dolgovechnosti. Materialy VII Vsesojuznogo soveshhanija po zakrepleniju i uplotneniju gruntov. Leningrad: Jenergija, 1971. P. 16 – 21. (rus)
6. Strokovaja V.V., Shhegllov A.F. Gruntobetony na osnove glinistyh porod KMA dlja dorozhnogo stroitel'stva: monografija. Belgorod: Izd-vo BGTU im. V.G. Shuhova, 2003. 152 p. (rus)
7. Ljutenko A.O. Analiz mikrostruktury aljumsilikatnogo syr'ja s pozicii primenenija ego v dorozhnom stroitel'stve. Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologičeskogo universiteta im. V.G. Shuhova. 2011. 2. P. 33 – 38. (rus)
8. Strokovaja V.V. Analiz organo-mineral'nyh kompozitov s uchetom genezisa i razmernyh urovnej mineral'nogo syr'ja. Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologičeskogo universiteta im. V.G. Shuhova. 2009. 4. P. 28 – 32. (rus)
9. Solanki P. Zaman M. Microstructural and mineralogical characterization of clay stabilized using calcium-based stabilizers. Scanning electron microscopy. 2012. 38. P. 771 – 798.
10. Strokovaja V.V., Karacupa S.V., Shhegllov A.F. Osobennosti strukturoobrazovanija v sisteme «glinistye породы-izvest'soderzhashhie othody-цемент». Stroitel'nye materialy. 2004. 3. P. 16 – 17. (rus)
11. Nikolaenko M.A. Gruntobetony na osnove othodov ugledobychi korkinskogo mestorozhdenija: dis. ... kand. tehn. nauk: 05.23.05: zashchishhena 06.07.10. Belgorod: Izd-vo BGTU, 2010. 217 p. (rus)
12. Newman K., Tingle J.S. Emulsion polymers for soil stabilization. Proceedings of the FAA worldwide airport technology transfer conference, Atlantic City, USA, 2004.

13. Bell F.G. Lime stabilization of clay minerals and soils. *Engineering Geology*. 1996. 42. P. 223 – 237.
14. Chen H., Wang Q. The behavior of organic matter in the process of soft soil stabilization using cement. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*. 2006. 65 (4). P. 445 – 448.
15. Bone B.D. Review of scientific literature on the use of stabilisation/solidification for the treatment of contaminated soil, solid waste and sludges. UK: Environment Agency. 2004. 343 p.
16. Kul'chickij L.I., Us'jarov O.G. *Fiziko-himicheskie osnovy formirovaniya svoystv glinistyh porod*. M.: Nedra, 1981. 178 p. (rus)
17. Ovcharenko F.D. *Gidrofil'nost' glin i glinistyh mineralov*. Kiev: Izd-vo AN USSR, 1961. 291 p. (rus)
18. Kochetkova R.G. *Osobennosti uluchsheniya svoystv glinistyh gruntov stabilizatorami*. Nauka i tehnika v dorozhnoj otrasli. 2006. 3. (rus)
19. Fedulov A.A. *Primenenie poverhnostno-aktivnyh veshhestv (stabilizatorov) dlja uluchsheniya svoystv svyaznyh gruntov v usloviyah dorozhnogo stroitel'stva: avtoref. dis. kand. tehn. nauk*. M., 2005. (rus)
20. Company Standard STO 13548260-002-2011. *Materialy kamennye i grunty, obrabotannye cementom s dobavkoj fermentnogo preparata «Dorzin»*. *Tekhnicheskie usloviya*. (rus)
21. Bergaya F., Lagaly G. Intercalation processes of layered minerals. *EMU Notes in Mineralogy*. 11. 2011. P. 261 – 286.

*Dmitrieva T.V.**, *Candidate of Engineering Sciences (Ph.D.)*,
Strokova V.V., *Doctor of Engineering Sciences (Advanced Doctor)*, *Professor*,
Bezrodnykh A.A., *Postgraduate*,
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Russia
*Corresponding author E-mail: tdmitrieva-bel@yandex.ru

INFLUENCE OF THE GENETIC FEATURES OF SOILS ON THE PROPERTIES OF SOIL-CONCRETES ON THEIR BASIS

Abstract: in order to form strong soil-concrete structures in parallel with the introduction of binder, an additive with a multicomponent composition that is activating the structure-forming process should be applied. Such additive is usually called stabilizer of soil, its introduction allows achieving a positive effect for soils with a high proportion of finely dispersed fraction in its composition.

The article considers the main aspects of use in road construction of complex soil reinforcement by introducing a stabilizer and binding component. This technology will solve the problems of deficiency of high-quality traditional raw materials, lead to better physical and mechanical properties, increase labor productivity and reduce production costs.

As a result of the carried out studies, principles for improving the quality characteristics of reinforced soil were developed, taking into account the mineral composition of clay raw materials. As the main hypothesis of the study an increase in the hydrophobicity of stabilized soil by blocking the hydrophilic centers of clay rocks should be marked. This circumstance helps to reduce the consumption of cement in the reinforced soil without reducing the operational and physical-mechanical characteristics.

The dependence of the degree of effectiveness of the introduced stabilizing additive on the structural and chemical characteristics of clay rocks has been established, which decreases from montmorillonite and X-ray amorphous phases to kaolinite. Mixed layered formations, illite and chlorite act as intermediate minerals. Aluminosilicates act as the filler in this system that do not come into contact with the molecules of the stabilizer. To assess the degree of efficiency of interaction of the components of a soil-concrete mixture as an integral indicator it is necessary to use the cationic capacity of the soil.

Keywords: road construction, reinforcement of soils, stabilizer of soil, cement, clay rocks, aluminosilicates, mineral composition, interaction model

Для цитирования: Дмитриева Т.В., Строкова В.В., Безродных А.А. Влияние генетических особенностей грунтов на свойства грунтобетонных конструкций на их основе // Строительные материалы и изделия. 2018. Том 1. №1. С. 69 – 77. DOI: 10.34031/2618-7183-2018-1-1-69-77

For citation: Dmitrieva T.V., Strokova V.V., Bezrodnykh A.A. Influence of the genetic features of soils on the properties of soil-concreted structures on their basis. *Construction Materials and Products*. 2018. 1 (1). P. 69 – 77. DOI: 10.34031/2618-7183-2018-1-1-69-77

Поступила в редакцию 18 января 2018 г.

Принята в доработанном виде 11 февраля 2018 г.

Одобрена для публикации 21 марта 2018 г.

Received: January 18, 2018.

Revised: February 11, 2018.

Accepted: March 21, 2018.