

ЛИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ОТВАЛОВ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Е.Н. Огородникова, Е.В. Станис

*Экологический факультет, Российский университет дружбы народов,
Подольское ш., 8/5, 113093, Москва, Россия*

Различные отходы угледобывающей промышленности складированы на поверхности. Эти отходы подвергаются различным физико-химическим преобразованиям. Для угольного карьера Назарьевский (Западный КАТЕК) было установлено, что с течением времени искусственные грунты отвалов проходят стадии уплотнения и разуплотнения. Такие процессы изменяют их физико-механические свойства, что вызывает необходимость дополнительного изучения с целью хозяйственного использования.

К техногенным грунтам относятся естественные грунты, измененные и перемещенные или образованные в результате производственной и хозяйственной деятельности человека. В процессе накопления и последующего существования массивов техногенных грунтов в их составе и строении происходят литогенетические преобразования, которые изменяют их свойства. Характер литогенетических преобразований определяется процессами уплотнения под действием собственного веса и веса вышележащих накапливаемых слоев и обезвоживанием, а также последующими процессами, происходящими в образовавшемся массиве.

В качестве примера рассмотрим изменение свойств во времени техногенных грунтов — бестранспортных и транспортных отвалов угледобывающей промышленности Назаровского углеразреза (Западный КАТЕК).

Бестранспортные отвалы углеразрезом КАТЕКа формируются путем переэкскавации пород с вскрышных уступов. В Назаровском углеразрезе в бестранспортные отвалы складированы четвертичные суглинки и терригенные отложения юрского возраста. При отвалообразовании крупные обломки скатываются вниз по откосам и образуют в основании каждого яруса горизонт, состоящий из крупных ненарушенных обломков с небольшим количеством заполнителя. В верхней части разреза каждого яруса отвалов преобладают породы нарушенного сложения с незначительным содержанием небольших по размеру обломков. При отсыпке каждой порции грунта в наибольшей степени уплотняются те породы, которые падают первыми и те, которые залежали на поверхности. В результате на описанную вертикальную изменчивость состава и свойств пород накладывается изменчивость, связанная с уплотнением при отсыпке. Кроме того, в отвалах породы уплотняются под собственным весом. Таким образом, получается своеобразная изменчивость состава и свойств пород по разрезу: такие показатели как плотность скелета, сцепление, модуль деформации имеют общую тенденцию к увеличению с глубиной, на которую накладываются колебания, связанные с изменением соотношения обломочного материала и заполнителя и наличием перуплотненных слоев в каждом ярусе.

Пространственная изменчивость свойств пород бестранспортных отвалов связана, в основном, с возрастом формирования массивов. Отложения, пройденные скважинами, имели следующий возраст: 1 неделя, 0,5 года, 5 лет, около 20 лет. Наиболее распространенный выделенный литологический тип представ-

лен желто-серым суглинком с обломками алевролитов и включениями других вскрышных пород

Отвалы, сформировавшиеся в течение одной недели, характеризуются влажностью 17%, что соответствует влажности осушенных пород восточного борта карьера. Плотность пород $1,49 \text{ г/см}^3$, плотность скелета $1,27 \text{ г/см}^3$, что определяет их недоуплотненность и низкую прочность. Техногенные грунты полугодовых бестранспортных отвалов по литологическому составу не отличаются от вышеописанных. Эти грунты находятся в более уплотненном состоянии: плотность скелета составляет $1,40 \text{ г/см}^3$. Увеличение плотности сложения во времени свидетельствует о проявлении новых структурных связей, что определяет рост прочности за счет роста сцепления. Для бестранспортных отвалов в возрасте 5 лет плотность скелета составляет $1,58 \text{ г/см}^3$, влажность выше, чем у описанных ранее (0,22), то есть, поступление влаги превышает ее расход. Более высокие прочностные показатели свидетельствуют о том, что уплотнение пород под собственным весом происходит, по крайней мере, до 5 летнего возраста. Следует отметить, что для техногенных грунтов этого возраста характерно набухание. Величина степени набухания составляет 10,3 %, влажность набухания — 30 %, при условии отсутствия набухания в более молодых и поздних образованиях. Изучение наиболее старых бестранспортных отвалов показало, что плотность скелета ($1,44 \text{ г/см}^3$) ниже, чем у 5-летних разностей, естественная влажность составляет 28%, уменьшаются величины сцепления и угла внутреннего трения (табл. 1). Снижение показателей физико-механических свойств техногенных грунтов бестранспортных отвалов в возрасте 20 лет можно объяснить их набуханием и, соответственно, разуплотнением.

Таблица 1

Физико-механические характеристики грунтов бестранспортных отвалов

Возраст грунтов, г	Физико-механические свойства						
	плотность твердых частиц, г/см^3	влажность	плотность в естественном сложении, г/см^3	число пластичности	угол внутреннего трения, °	сцепление, МПа	модуль деформации, МПа
Суглинок желто-серый с обломками алевролита и включениями других вскрышных пород и угля							
1 нед.	2,70 (5)	0,17 (5)	1,49 (5)	0,11 (5)	22 (5)	0,027 (5)	-
0,5	2,69 (11)	0,18 (12)	1,66 (11)	0,13 (11)	24 (12)	0,045 (12)	12,5 (12)
5	2,69 (11)	0,22 (26)	1,93 (21)	-	23 (13)	0,089 (13)	12,4 (13)
20	2,70 (9)	0,28 (8)	1,85 (7)	0,16 (9)	26 (7)	0,065 (7)	18,8 (5)

Примечание: в скобках приведено количество определений.

Характеристика техногенно переотложенных грунтов — бестранспортных отвалов Назаровского углераза будет неполной, если оставить в стороне наличие в породах техногенной мерзлоты и связанных с ее деградацией процессов. Техногенная мерзлота формируется при отсыпке пород на снежный покров в зимнее время или при планировке поверхности в зимнее или весеннее время при наличии снежного покрова в понижениях рельефа. Мощность мерзлых пород достигает 10-15 м, а линз льда — 1 м и более. Если мощность перекрывающих пород невелика, то деградация льда начинает происходить уже через 2-3 года после их образования. При вытаивании льда на поверхности образуются провалы глубиной до 5 м. Поскольку мерзлота и лед залегают на разных глубинах, то деградация мерзлоты и сопутствующие процессы происходят в разное время. Температура мерзлых пород колеблется от 0 до -1°C . Ежегодно на поверхности отвалов появляются новые участки со специфически трансформированным мерзлотным рельефом, занимающие площади в несколько гектаров.

Техногенно переотложенные грунты транспортных отвалов КАТЕКа отличаются большей сложностью и пестротой состава по сравнению с техногенными грунтами бестранспортных отвалов. В общем виде технологическая схема их формирования может быть представлена следующим образом: экскаваторы разрабатывают западный борт Назаровского углераза, грунт грузится с вскрышных уступов на самосвальные думпкары, состав по железнодорожной ветке подъезжает на край одного из ярусов отвалов, думпкары поочередно опрокидываются, находящийся вблизи экскаватор ковшом отбрасывает грунт далее по откосу. Общие структурно-текстурные особенности отложений транспортных отвалов те же, что у пород бестранспортных отвалов, но содержание обломков естественного сложения больше, что связано со строением надугольной толщ, ее мощностью и преобладанием в разрезе сцементированных осадочных пород юрского возраста. В основании транспортных отвалов находится 2-3-метровый слой обломков без заполнителя. Состав обломков: аргиллиты, прочные алевролиты и песчаники. Наиболее распространенные литологические разновидности транспортных отвалов КАТЕКа представлены суглинками, песчанистыми суглинками и глинистыми песками с обломками юрских пород и угля. Отложения изученных транспортных отвалов имели возраст: более 20 лет, 20, 18 и 5 лет, 3 года, 1 год, 0,5 года, около 1 недели. Анализ данных показывает, что в пределах каждого литологического типа наблюдается изменение показателей свойств во времени (табл. 2). До возраста 5 лет происходит увеличение плотности скелета при относительно постоянных значениях естественной влажности, что определяет уплотнение и рост прочностных и деформационных характеристик. В этом возрасте образцы техногенных грунтов характеризуются максимальными значениями степени набухания. Последнее обстоятельство свидетельствует о неустойчивости структурных связей, образовавшихся в результате уплотнения грунтов под действием собственного веса. Для техногенных грунтов отвалов более ранней генерации (возраст 20 лет и более) наблюдается некоторое уменьшение и выравнивание показателей физико-механических свойств при увеличении влажности и уменьшении степени набухания. Из приведенных данных видно, что для транспортных отвалов общая тенденция изменения таких свойств, как показатели плотности, прочности, сжимаемости и набухания остается такой же, как для бестранспортных отвалов. Близкой является стадийность проявления экзогенных геологических процессов, но ясную и четкую картину изменения свойств пород и проявляющихся в них инженерно-геологических процессов во времени как в бестранспортных отвалах, так и в транспортных отвалах осложняет их высокая литологическая неоднородность. Техногенно переотложенные породы весьма чувствительны к внешним воздействиям (природным и техногенным). Это заставляет использовать их в различных целях крайне осторожно, предусматривая возможное изменение влажностного режима, что может вызвать осадку поверхности, набухание, активизацию термопросадок при изменении теплового режима. На рекультивированной части внутренних железнодорожных отвалов, покрытой черноземом, распространены термопросадочные воронки, которые интенсивно развиваются. Последнее обстоятельство отражается на возможности их использования под лесопосадки.

Таблица 2

Физико-химические и механические характеристики грунтов транспортных отвалов

Возраст грунтов, г	Плотность твердых частиц, г/см ³	Влажность	Плотность в естественном состоянии, г/см ³	Плотность скелета грунта, г/см ³	Число пласти-ности	Порис-тость, %	Степень набухания, %	Модуль деформации, МПа	Угол внутрен-него трения, °	Сцепление, МПа
Суглинки коричневые и желто-серые с обломками юрских пород и включениями угля										
1 неделя	2,70(10) ²	0,23(10)	1,73(12)	1,40	0,12(9)	48	-	-	21(12)	0,039(12)
0,5	2,72(6)	0,25(7)	1,75(7)	1,40	0,16(6)	48	3,2(2)	6,0(6)	18(7)	0,041(7)
1	2,71(4)	0,21(4)	1,74(4)	1,44	0,17(4)	46	5,8(2)	7,1(2)	31(4)	0,048(4)
3	2,66(4)	0,24(4)	1,86(4)	1,50	0,16(4)	44	5,6(2)	9,9(3)	26(4)	0,051(4)
5	2,68(5)	0,23(5)	1,93(5)	1,57	0,15(6)	41	12,4(5)	14,6(5)	18(5)	0,096(5)
18	2,70(10)	0,22(10)	1,85(10)	1,52	0,17(9)	44	-	13,4(4)	24(10)	0,041(10)
20	2,70(6)	0,27(6)	1,94(6)	1,53	0,22(6)	43	-	13,6(2)	24(6)	0,052(6)
Более 20	2,71(2)	0,23(2)	1,94(2)	1,57	0,13(2)	42	7,8(2)	9,7(2)	20(2)	0,101(2)
Суглинки желто-серые песчаные с обломками юрских пород и включениями угля										
0,5	2,72(5)	0,26(5)	1,81(5)	1,43	0,16(5)	47(5)	-	7,2(3)	32(5)	0,062(5)
1	2,73(17)	0,25(18)	1,80(17)	1,44	0,21(18)	47	10,7(7)	12,2(13)	22(17)	0,088(17)
3	2,70(15)	0,22(15)	1,90(15)	1,56	0,17(15)	42	11,4(4)	11,5(11)	29(15)	0,058(15)
5	2,71(10)	0,19(8)	1,85(7)	1,55	0,18(26)	43	13,9(7)	16,4(7)	26(7)	0,078(7)
18	2,69(4)	0,21(8)	1,77(8)	1,46	0,16(4)	46	7,8(2)	8,5(3)	26(3)	0,039(3)
Более 20	2,70(14)	0,22(14)	1,85(13)	1,51	0,14(14)	44	8,7(2)	14,4(7)	24(2)	0,090(2)
Песок глинистый с включениями обломков вскрышных пород и угля										
3	2,67(5)	0,20(5)	1,77(4)	1,48	0,11(5)	45	4,9(2)	12,9(3)	35(5)	0,039(5)
5	2,70(4)	0,22(6)	1,91(4)	1,57	0,14(4)	42	6,7(3)	18,9(3)	32(4)	0,097(4)
20	2,68(6)	0,22(5)	1,88(5)	1,54	0,11(7)	43	-	35,7(2)	38(4)	0,036(4)
Более 20	2,70(2)	0,21(2)	1,80(2)	1,49	0,11(2)	45	8,2(2)	16,7(2)	30(2)	0,100(2)

Примечание: 1-образцы отобраны у откоса транспортного отвала; 2- в скобках приведено количество определений.

Анализ приведенных данных показывает, что для техногенных грунтов транспортных и бестранспортных отвалов можно выделить стадию прогрессивного литогенеза на срок их существования до 5 лет и стадию регрессивного литогенеза к сроку 20 лет.

LITHOGENETIC TRANSFORMATIONS OF COAL-MINING INDUSTRY TAILING

E.N. Ogorodnikova, E.V. Stanis

*Ecological Faculty, Russian Peoples' Friendship University,
Podolskoye shosse, 8/5, 113093, Moscow, Russia*

Various waste products of the coal-mining industry are stored on a surface. These waste products are exposed to various physical and chemical transformations. It was shown for coal career Nazarjevsky (Western KATEC) that finally artificial breeds tailing pass stages of condensating and of loosening. Such processes change their physicommechanical properties, that is why the additional studying is necessary in case of the economic use.
