

УДК 624.131:551.252

К.В.ПАНКРАТОВА, аспирант, *pan-ksenia@yandex.ru*
Санкт-Петербургский государственный горный университет

K.V.PANKRATOVA, post-graduate student, *pan-ksenia@yandex.ru*
Saint Petersburg State Mining University

ПОВЫШЕНИЕ ДОСТОВЕРНОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ НЕКОТОРЫХ ФАКТОРОВ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Отмечено, что при проектировании сооружений различного назначения с целью обеспечения их длительной устойчивости необходимо анализировать возможность трансформации основных компонентов подземного пространства (горные породы, подземные воды, газы, микробиота, подземные конструкции) под влиянием природных и техногенных факторов. Приведены результаты исследования влияния ультрафиолетового излучения и вибрационного воздействия на активность и численность микроорганизмов. Оценено влияние органических поллютантов на физико-механические свойства песчаных отложений.

Ключевые слова: подземное пространство, техногенез, загрязнение, микробиота, длительная устойчивость, ультрафиолет, вибрационное воздействие.

THE IMPROVEMENT OF ENGINEERING – GEOLOGICAL INFORMATION RELIABILITY BASED ON STUDYING THE INFLUENCE OF SOME FACTORS OF TECHNOGENIC EFFECT ON THE SAND-CLAY SOILS

It is noted that when designing structures for various purposes in order to ensure their long-term stability it is necessary to analyze the possibility of transformation of the basic components of underground space (rocks, underground water, gas, microbiota, underground construction) under the influence of natural and technogenic factors. The research results of the effect of ultraviolet radiation and vibration influence on the activity and the number of microorganisms are presented. The influence of organic pollutants on the physical and mechanical properties of the sand deposits is estimated.

Key words: underground space, technogenesis, contamination, microbiota, long-term stability, ultraviolet, vibration influence.

Прогнозирование длительной устойчивости сооружений должно проводиться на основе учета техногенных изменений основных компонентов подземной среды. Техногенез – комплексное воздействие, вызванное инженерно-хозяйственной деятельностью человека на компоненты подземного пространства, что

приводит к преобразованию состава, состояния и свойств грунтов, подземных вод, возникновение и(или) активизацию инженерно-геологических процессов и явлений, влияющих на условия строительства и безопасность функционирования сооружений различного назначения.

Территория современного Санкт-Петербурга подвергалась техногенному воздействию более 300 лет, а на отдельных участках этап контаминации прослеживался в течение четырех-пяти веков. Длительный период развития и функционирования мегаполиса приводит к значительному и негативному преобразованию всех компонентов его подземного пространства. В настоящее время следует выделять территории, где действуют промышленные предприятия и где основными региональными загрязнителями служат системы водоотведения, свалки и кладбища.

Наибольшее значение для городов имеют свалки хозяйственно-бытовых отходов, представляющие собой водонасыщенную толщу разнообразных по составу техногенных образований с большим количеством органического материала. Основным агентом воздействия таких свалок на подземные и поверхностные воды, а также на дисперсные отложения является фильтрат, получаемый в результате развития комплекса физико-химических и биохимических процессов вод, взаимодействующих со свалочной массой. Радиус воздействия крупных свалок хозяйственно-бытовых отходов на подземную среду составляет десятки и сотни метров.*

Существенное влияние на пораженность компонентов подземного пространства оказывают кладбища. С территории кладбищ в подземное пространство, в том числе в подземные воды и водоупоры, поступают органические компоненты (белки), соединения азота, фосфаты, сероводород, микроорганизмы, среди которых преобладают сапрофиты. Глубина распространения контаминантов, в том числе микроорганизмов, может составлять 50-70 м и более, в зависимости от периода функционирования кладбища.**

* Дашко Р.Э. Микробиота в геологической среде: ее роль и последствия // Сергеевские чтения: Мат. годичной сессии научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. М., 2000. С.72-77.

Dashko R.E. Microbiota in the geological environment: its role and consequences //Sergeevsky readings: Materials of year session of scientific council of the Russian Sciences Academy on problems of geoecology, engineering geology and hydrogeology. Moscow, 2000. P.72-77.

** Там же.

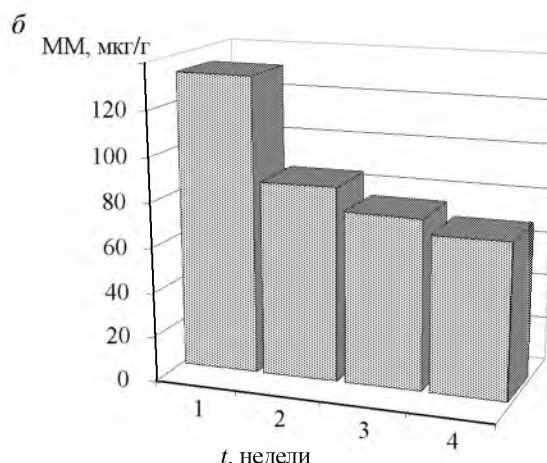
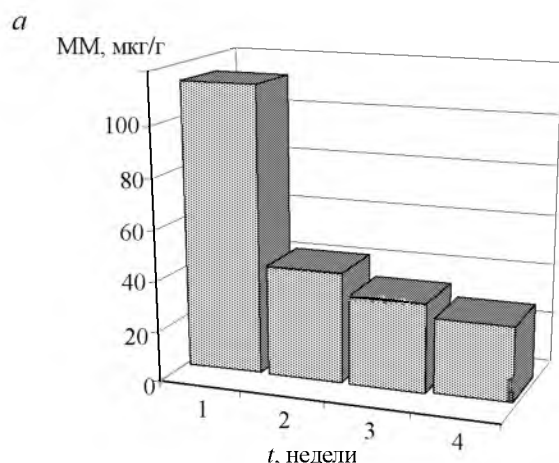
Экспериментальные исследования, выполненные автором, показали, что грунты в районе действующих кладбищ имеют высокую микробную пораженность и коррозионную активность. Так, в дер. Б.Горки Ломоносовского района Ленинградской области плотность катодного тока и удельное электрическое сопротивление грунтов (супесей) достигает соответственно $0,49 \text{ А/м}^2$ и $15 \text{ Ом}\cdot\text{м}$, что говорит о высокой коррозионной активности таких грунтов. Высокая также степень микробной пораженности грунтов: микробная масса (ММ) составила 250 мкг/г ***

Серия экспериментов была выполнена для изучения вопроса влияния заболачивания на подстилающие породы в условиях затененности и при действии солнечных лучей, т.е. ультрафиолетового облучения, на образцах нижекембрийских синих глин. Ранее было показано, что содержание микробной массы в песчано-глинистых грунтах в пределах территории, подвергающейся инсоляции и при ее отсутствии, различно. Это положение подтверждается экспериментально (см.рисунок, а). Под действием ультрафиолета (длина волны 305-315 нм) количество микробного белка снижается почти в 4 раза (с 114 до 30 мкг/г). Однако даже относительно невысокое содержание биомассы (20-42 мкг/г) существенно влияет на параметры прочности нижекембрийских синих глин.

Кроме ультрафиолета, активное влияние на развитие микроорганизмов в грунтах оказывает вибрационное воздействие (см.рисунок, б), снижающее содержание микробного белка в 2 раза (с 133 до 70 мкг/г). По данным биофизических исследований, постоянное вибрационное воздействие приводит к уменьшению количества живых клеток микроорганизмов за счет нарушения процесса их размножения, что также снижает содержание продуктов метаболизма.

Экспериментально было прослежено влияние органических поллютантов (белков и углеводов) и хорошо разложившегося торфа в песках на физико-механические и водные свойства песков:

*** Определение микробной массы проводилось методом Дж. Бредфорд по величине микробного белка.



Влияние ультрафиолетового излучения (а) и вибрационного воздействия (б) на микробную массу в зависимости от времени воздействия t

Песок	Чистый	После воздействия органических поллютантов
ММ, мкг/г	0	33,9-49,9
Преобладающая фракция, мм	0,5-0,25	0,25-0,1
Содержание преобладающей фракции, %	60,4-64,7	50,5-52,3
Коэффициент фильтрации	12,1-17,9	5,3-7,5
Угол внутреннего трения	23°	11°
Сцепление, МПа	0,01	0,026
Расчетное сопротивление в основании, МПа*	0,3	0,237

* При глубине заложения и ширине фундамента 2,84 м.

На начальной стадии в песках микробная масса отсутствовала, а K_f менялся в пределах 12-18 м/сут. После длительного воздействия органических поллютантов отмечено изменение гранулометрического состава песка до мелкозернистого. Микробная масса выросла до 50 мкг/г, а коэффициент фильтрации снизился до 5,3-7,5 м/сут. Снижение коэффициента фильтрации объясняется тем, что живые и мертвые клетки микроорганизмов, а также продукты их метаболизма не только сорбируются на дисперсных частицах, но и заполняют поровое пространство. Эти эффекты изучались Р.Э.Дашко на песках *in situ* вблизи аварийных систем водоотведения. В песках, которые подвергались длительному действию канализационных стоков, отмечалось снижение коэффициента фильтрации и соответственно водоотдачи. Такие разности характеризовались как пльвуны вне зависимости от гранулометрического состава. На основе мас-

совых определений проницаемости песков, загрязненных канализационными стоками, была получена эмпирическая формула для определения коэффициента фильтрации в зависимости от содержания в них бактериальной массы*.

Снижение угла внутреннего трения объясняется процессами механического и биохимического поглощения тонких взвесей, приводящими к образованию коллоидно-глинистых рубашек, а также биопленок на поверхности песка.** Снижение углов внутреннего трения способствует снижению несущей способности песков в основании сооружений, соответственно наблюдается изменение расчетного сопротивления, которое уменьшается на 30 %.

Оценка влияния нефтяных загрязнителей проводилась на выветрелых ожелезненных кембрийских песчаниках:

* Дашко Р.Э. Микробиота в геологической среде: ее роль и последствия // Сергеевские чтения: Мат. годичной сессии научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. М., 2000. С.72-77.

Dashko R.E. Microbiota in the geological environment: its role and consequences // Sergeevsky readings. Materials of year session of scientific council of the Russian Sciences Academy on problems of geoecology, engineering geology and hydrogeology. Moscow, 2000. P.72-77.

** Дашко Р.Э. Механика горных пород: Учебник для вузов. М., 1987. 264 с.

Dashko R.E. Mechanics of rocks: Textbook for high schools. Moscow, 1987. 264 p.

Параметр	Сцепление, МПа	Угол внутреннего трения	ММ, мкг/г
Выветрелый ожелезненный кембрийский песчаник	0,024-0,049	23-26°	13-20
То же после воздействия нефтяных загрязнителей	0,011-0,029	10-15	25-68

Результаты техногенного воздействия на песчано-глинистые породы, в том числе контаминация различной природы, преобразование окислительно-восстановительной среды, вибрационные нагрузки, ультрафиолетовое облучение и др., позволяют утверждать, что прогнозирование длительной устойчивости сооружений различного на-

значения должно выполняться с обязательным учетом влияния трансформации компонентов подземного пространства в зависимости от технологических особенностей функционирования проектируемых сооружений и состояния инженерных коммуникаций.

Особое внимание техногенезу подземной среды следует уделять при составлении проектов реконструкции и реставрации старинных зданий и архитектурно-исторических памятников, особенно в пределах территорий, освоение и загрязнение которых происходило на протяжении сотен лет.

Научный руководитель проф. *Р.Э.Дашко*