

EVALUATION OF GEOMECHANICAL PROCESSES IN A COAL MINE BY MEASURING THE NATURAL PULSED ELECTROMAGNETIC FIELD OF THE EARTH

Malyshkov S.Yu., Gordeev V.F., Polivach V.I.

msergey@imces.ru

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, Tomsk, Russian Federation

Abstract. At a coal mine in Kuzbass, work was carried out to demonstrate the capabilities of the method of natural pulsed electromagnetic field of the Earth (EIEMF) for monitoring geomechanical processes, mapping active geodynamic structures and predicting endogenous processes. Unlike other existing seismic monitoring systems, the ENPEMF method makes it possible to predict exogenous and endogenous processes and does not require laborious filtering of industrial seismic noise.

Keywords: geomechanics, monitoring, geodynamics, coal mines, natural impulsive electromagnetic field of the Earth

УДК 624.131.3:69.051

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ КАК НЕОТЪЕМЛЕМОЕ ЗВЕНО БЛАГОПОЛУЧНОГО ВЫБОРА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Мележ Т.А.

tatyana.melezh@mail.ru

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, Гомель, Республика Беларусь

Аннотация. В работе рассмотрены инженерно-геологические условия строительной площадки «Софийский собор в г. Витебске по ул. Чехова», определены инженерно-геологические элементы и физико-механические свойства грунтов, выявлены особенности для каждого ИГЭ и даны определенные рекомендации для проектирования объекта.

Ключевые слова: инженерные изыскания, инженерно-геологические условия, инженерно-геологические элементы, физико-механические свойства грунтов, глинистые и песчаные грунты.

Согласно [1] инженерные изыскания для строительства (инженерные изыскания) – вид деятельности, направленный на обеспечение архитектурной, градостроительной и строительной деятельности результатами и данными комплексного изучения природных и техногенных условий территорий (акваторий), необходимыми для принятия предпроектных (прединвестиционных) и проектных решений.

Инженерные изыскания выполняются в порядке, установленном законодательством Республики Беларусь, и в соответствии с требованиями нормативных документов Государственной системы технического нормирования и стандартизации в области строительства Республики Беларусь, а также строительных норм, стандартов и иных документов (ведомственных, межгосударственных, других государств), если они утверждены или их применение согласовано в установленном порядке. Инженерные изыскания должны обеспечивать, как правило, комплексное изучение природных условий территорий предполагаемого, намеченного или проектируемого строительства. По [1] инженерно-геологические изыскания должны обеспечивать комплексное изучение инженерно-геологических и инженерно-геоэкологических условий района изысканий (пункта, площадки, участка, трассы) с целью получения материалов и данных, необходимых и достаточных для обоснования возможности размещения объектов, решения задач их проектирования, строительства и эксплуатации, составления прогноза изменения инженерно-геологических и

инженерно-геоэкологических или экологических условий с учетом взаимодействия новых объектов с существующими и другими проектируемыми, рационального использования и охраны геологической или природной среды.

Инженерно-геологические изыскания должны обеспечивать изучение инженерно-геологических условий (геологической среды) территорий: геоморфологических условий и рельефа, геологического строения, физических полей (при необходимости и сейсмостектонических условий с оценкой сейсмичности), гидрогеологических условий, состава, состояния и свойств грунтов, геологических и инженерно-геологических процессов и явлений [1].

Инженерно-геологические изыскания должны обеспечивать изучение выбранной площадки (участка, трассы) с детальностью, необходимой для составления генерального плана застройки, разработки и технико-экономического сравнения вариантов компоновочных и конструктивных решений проектируемых зданий и сооружений, в том числе линейных, прогноза возможных изменений инженерно-геологических и инженерно-геоэкологических условий при строительстве и эксплуатации объекта, при необходимости – проектирования инженерной защиты [1].

Таблица 1. Обобщенные значения показателей физических свойств и зондирования глинистых грунтов

Индекс	ЭШ	Грунт	Статистика	w, %	ρ , г/см ³	e	S_r	w_L , %	w_P , %	I_P , %	I_L , д.ед	q_c , МПа	f_s , кПа	P_d , МПа	
gIIIpз3	2	Суглино к прочный	n	5	5	5	5	7	7	6	5	-	-	5,2	
			min	13,6	2,07	0,45	0,8	16,2	10,4	6,8	0,29	-	-	3,3	
			max	18,6	2,13	0,55	0,9	20,0	11,7	8,4	0,86	-	-	6,8	
			x	14,9	2,11	0,47	0,8	18,7	11,3	7,7	0,45	-	-	4,8	
			σ	2,101	0,025	0,043	-	1,293	0,445	-	-	-	-	-	
v	0,14	0,01	0,09	-	0,07	0,04	-	-	-	-	-	-			
gIIIpз3	3	Супесь прочная	n	30	21	21	21	31	31	31	28	-	-	32,1	
			min	11,2	2,23	0,34	0,9	15,7	10,2	5,5	0,07	-	-	3,0	
			max	15,6	2,27	0,36	1,0	18,9	11,4	7,5	0,48	-	-	8,3	
			x	12,5	2,25	0,35	0,9	17,5	10,9	6,6	0,23	-	-	5,2	
			σ	0,856	0,011	0,007	-	0,758	0,297	-	-	-	-	-	
v	0,07	0,01	0,02	-	0,04	0,03	-	-	-	-	-	-			
gIIIpз3	4	Супесь очень прочная	n	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22,2	
			min	см.	см.	см.	см.	см.	см.	см.	см.	см.	-	-	-
			max	ИГЭ-3	ИГЭ-3	ИГЭ-3	ИГЭ-3	ИГЭ-3	ИГЭ-3	ИГЭ-3	ИГЭ-3	ИГЭ-3	-	-	свыше
x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,3		
ingIIIpз3	9	Суглино к средней прочност и	n	7	6	6	6	7	7	7	7	1,8	1,8	1,9	
			min	17,7	2,00	0,59	0,8	23,7	13,4	6,8	0,12	3,0	51	8,6	
			max	20,2	2,05	0,60	0,9	26,3	17,7	11,9	0,39	4,6	111	10,1	
			x	18,8	2,02	0,59	0,8	25,6	15,8	9,8	0,29	3,4	91	9,7	
			σ	1,016	0,020	0,005	-	0,890	1,860	-	-	-	-	-	
v	0,05	0,01	0,01	-	0,03	0,12	-	-	-	-	-	-			
f.IgII-III	12	Суглино к средней прочност и	n	8	6	6	6	7	7	6	6	4,6	4,6	6,7	
			min	18,2	1,85	0,62	0,7	27,2	17,8	9,0	0,00	2,0	104	14,5	
			max	23,3	1,98	0,74	0,9	39,2	21,8	15,0	0,24	2,7	130	20,0	
			x	20,1	1,93	0,70	0,8	32,2	19,3	12,2	0,08	2,3	115	18,1	
			σ	2,031	0,050	0,049	-	4,386	1,326	-	-	-	-	-	
v	0,10	0,03	0,07	-	0,14	0,07	-	-	-	-	-	-			

Автором изучены инженерно-геологические условия строительного объекта – «Софийский собор в г. Витебске по ул. Чехова». Участок изысканий расположен в

центральной части г. Витебска, в парковой зоне между улицами Чехова и Урицкого. В геоморфологическом отношении территория приурочена к верхнепоозерской моренной равнине, которая имеет общий уклон в западном направлении, в сторону реки Западная Двина. Севернее площадки предполагаемого строительства (в 25 м) расположен овраг, который имеет западное направление и впадает в реку Западная Двина. По тальвегу оврага проходит ливневая канализация. Условия поверхностного стока удовлетворительные, сток осуществляется в овраг и реку Западная Двина.

Геологическое строение участка изысканий:

- техногенные отложения (thQ_4), которые встречены практически повсеместно с дневной поверхности. Представлены насыпными песчаными грунтами (в основном пески пылеватые), с прослойками глинистых грунтов, с включением гравия, гальки, битого кирпича и строительного мусора до 10 %. В толще насыпных песчаных грунтов встречаются также куски бетона и отдельные валуны. Цвет отложений темно-серый и бурый. Насыпные грунты слежавшиеся, давность отсыпки более 30 лет. Происхождение связано с прокладкой подземных коммуникаций и благоустройством территории. Мощность отложений от 1,0 до 3,5 м;
- верхнепоозерские моренные отложения (gQ_{3pz3}), представлены в верхней части разреза суглинками красно-бурого и бурого цвета, с включением гравия и гальки до 15%, а в нижней части разреза – супесями бурого цвета, с включением гравия и гальки до 15%, с прослойками песка пылеватого водонасыщенного;
- верхнепоозерские внутриморенные отложения ($ingQ_{3pz3}$), представлены песками пылеватыми, средними, крупными желтого и серого цвета, грунтом гравийным серого цвета, а также суглинками серо-коричневого цвета;
- межстадиальные водно-ледниковые отложения (f,lgQ_{2-3}), представлены песками пылеватыми и мелкими светло-серого цвета и суглинками серо-зеленого цвета.

Таблица 2. Обобщенные показатели прочностных свойств грунтов

ИГЭ	Грунт	Статистика	Сопротивление грунта срезу σ_i кгс/см ² при нормальных давлениях $P = 1; 2; 3$ кгс/см ²			Удельное сцепление Сп. кПа	Тангенс угла внутреннего трения tg φ	Угол внутреннего трения φ градус
			σ_1	σ_2	σ_3			
3 и 4	Супесь прочная и очень прочная	n	7	7	6	-	-	-
		min	0,75	1,30	1,65	-	-	-
		max	0,95	1,60	2,25	-	-	-
		χ	0,88	1,43	1,95	35	0,536	28
		σ	0,081	0,095	0,25	8,842	0,042	-
		ν	0,09	0,07	0,13	0,25	0,08	-

Гидрогеологические условия участка изысканий характеризуются развитием грунтовых вод, приуроченных к внутриморенным пескам средним, и вод спорадического распространения, приуроченных к песчаным прослойкам в толще моренных супесей. В неблагоприятные периоды года (осенне-весенние и дождливые), за счет инфильтрации атмосферных осадков, в толще насыпных песчаных грунтов на кровле моренных суглинков будет формироваться верховодка, что необходимо учесть при проектировании. Верховодка была встречена в скв. № 10 с глубины 1,7 м (абс. отм. 138,77 м).

Выделение инженерно-геологических элементов (ИГЭ) произведено по СТБ 943-2007 [2]:

ИГЭ-1. Насыпной грунт представлен в основном песком пылеватым, с прослойками глинистых грунтов, с включением гравия, гальки, битого кирпича и строительного мусора до

10 %. В толще насыпных песчаных грунтов встречаются также куски бетона и отдельные валуны. Мощность отложений от 1,0 до 3,5 м. Насыпные грунты проходятся фундаментами на полную мощность.

ИГЭ-2÷ИГЭ-4. В эти ИГЭ выделены верхнепоозерские моренные суглинки прочные (ИГЭ-2), супеси прочные (ИГЭ-3) и супеси очень прочные (ИГЭ-4). Суглинки ИГЭ-2 характеризуются тугопластичной консистенцией, супеси ИГЭ-3 и ИГЭ-4 – пластичной. Прочность глинистых грунтов оценена по результатам динамического зондирования (таблица 1) в соответствии с СТБ 943-2007 [2], а также определены лабораторными испытаниями на срез (таблица 2).

ИГЭ-5÷ИГЭ-8, ИГЭ-10, ИГЭ-11. В эти ИГЭ выделены верхнепоозерские внутриморенные и межстадиальные песчаные грунты (таблица 3). Прочность грунтов оценена по результатам динамического и статического зондирования в соответствии с СТБ [2].

Таблица 3 – Обобщенные значения показателей физических свойств и зондирования песчаных грунтов

Геологический индекс	ИГЭ	Грунт	Статистика	w, %	e	Углы естественного откоса, градус		Коэффициент фильтрации, K, м/сут.	q _c , МПа	f _s , кПа	R _d , МПа
						αс	αв				
tIV	1	Насыпной грунт песчаный	n	3	-	2	2	2	-	-	7,3
			min	6,4	-	44	30	0,18	-	-	1,8
			max	11,8	-	45	31	0,25	-	-	8,0
			x	9,5	0,68	44	30	0,21	-	-	3,9
ingIIIpz3	5	Песок пылеватый средней прочности	n	4	-	3	3	3	2,8	2,8	16,6
			min	4,0	-	40	30	0,16	1,9	15	2,0
			max	18,0	-	45	33	0,79	7,3	89	8,1
			x	8,8	0,65	43	32	0,38	4,8	54	5,6
ingIIIpz3	6	Песок средний малопрочный	n	1	-	1	1	1	-	-	5,4
			min	2,9	-	34	30	8,34	-	-	1,6
			max	2,9	-	34	30	8,34	-	-	2,4
			x	2,9	0,78	34	30	8,34	-	-	1,8
ingIIIpz3	7	Песок крупный средней прочности	n	3	-	2	2	2	-	-	12,5
			min	2,9	-	38	30	0,85	-	-	3,2
			max	4,6	-	39	33	1,75	-	-	7,2
			x	3,9	0,67	38	32	1,30	-	-	4,2
ingIIIpz3	8	Грунт гравийный (заполнитель – песок средний)	n	1	-	-	-	-	-	-	5,1
			min	2,4	-	-	-	-	-	-	2,6
			max	2,4	-	-	-	-	-	-	7,8
			x	2,4	-	-	-	-	-	-	3,8
f.lgII-III	10	Песок пылеватый прочный	n	1	-	-	-	-	-	-	1,2
			min	3,1	-	-	-	-	-	-	10,0
			max	3,1	-	-	-	-	-	-	20,0
			x	3,1	0,55	-	-	-	-	-	15,5
f.lgII-III	11	Песок мелкий прочный	n	5	-	-	-	-	-	-	8,0
			min	1,9	-	-	-	-	-	-	10,0
			max	6,7	-	-	-	-	-	-	20,0
			x	3,6	0,55	-	-	-	-	-	17,1

В естественном залегании верхнепоозерские внутриморенные пески и грунт гравийный характеризуются влажным и водонасыщенным состоянием, межстадиальные пески – маловлажным. По прочности пески малопрочные (ИГЭ-6), средней прочности (ИГЭ-5, ИГЭ7,

ИГЭ-8) и прочные (ИГЭ-10, ИГЭ-11). Содержание заполнителя в гравийном грунте (ИГЭ-8) более 40%, заполнитель – песок средний.

ИГЭ-9, ИГЭ-12. В эти ИГЭ выделены верхнепоозерские внутриморенные суглинки средней прочности (ИГЭ-9) и межстадиальные суглинки средней прочности (ИГЭ-12). Консистенция суглинков ИГЭ-9 тугопластичная, ИГЭ-12 – полутвердая. Нормативные значения прочностных и деформационных характеристик для суглинков ИГЭ-9, ИГЭ-12 приведены на основании средневзвешенных значений q_c (таблица 1) по ТКП [3]. Расчетные значения прочностных характеристик для этих ИГЭ при $\alpha=0,85$ и $\alpha=0,95$ приведены с учетом γ_q , рекомендуемых СТП [4]. Расчетное сопротивление (R_0) для грунта ИГЭ-9 приведено по СТП [5], в соответствии с его физическими свойствами.

В результате проведенных инженерно-геологических изысканий на площадке изучены геологическое строение и гидрогеологические условия, неблагоприятные факторы инженерно-геологических условий, определены нормативные и расчетные значения физических, прочностных и деформационных свойств грунтов в основании фундаментов прямыми полевыми и лабораторными методами.

Таким образом, с инженерно-геологических позиций, по результатам проведенных изысканий, участок изысканий является условно благоприятным для строительства и при проектировании следует учесть:

1. Возможность формирования верховодки на глубине заложения фундаментов в неблагоприятные периоды года (осенне-весенние и дождливые), в толще насыпных песчаных грунтов на кровле моренных суглинков, что необходимо учесть при проектировании. При производстве земляных работ необходимо предусмотреть строительное водопонижение и водозащитные мероприятия.

2. Вероятность насыпных песчаных грунтов (ИГЭ-1) и песков пылеватых (ИГЭ-5) при их водонасыщении и динамических воздействиях разжижаться, т.е. переходить в «плывун».

3. Возможность суглинков (ИГЭ-2, ИГЭ-9) при динамических воздействиях приобретать тиксотропные свойства, т.е. переходить в текучепластичное и даже текучее состояние, ухудшая при этом свои свойства.

4. Пестрота напластования грунтов в верхней части разреза с разными прочностными и деформационными характеристиками.

5. Наличие в основании фундаментов песков средних малопрочных ($E=8,2$ МПа). Прямая зависимость осадки штампов от давления отмечена при $P=0,20$ МПа, выше которого осадки существенно возрастают и при конечном давлении $P=0,30$ МПа достигают 2,11 см.

Список литературы

1. СН 1.02.01-2019 «Инженерные изыскания для строительства». Строительные нормы Республики Беларусь. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2020. – 103 с.
2. СТБ 943-2007 «Грунты. Классификация». – Мн., 2007. – 24 с.
3. ТКП 45-5.01-15-2005 (02250) «Прочностные и деформационные характеристики грунтов по данным статического зондирования и пенетрационного каротажа». – Мн., 2006. – 21 с.
4. СТП 4.2.02.001-99. «Порядок применения значений коэффициента надежности по грунту». – Мн, 1999.
5. СТП 4.2.02.002-99 «Определение расчетного сопротивления грунтов». – Мн., 1999.