

Ж. Е. АКЕТАЕВ

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЙОНА И ТЕРРИТОРИИ КОСМОДРОМА БАЙКОНУР

1. Стратиграфо-генетические комплексы.

На рассматриваемой территории выделено 11 стратиграфо-генетических комплексов, различающихся между собой по генетическому происхождению, геологическому возрасту и литологическому составу слагающих их пород:

1. Стратиграфо-генетический комплекс современных эоловых отложений (vQ_{IV}).

2. Стратиграфо-генетический комплекс современных аллювиальных отложений (aQ_{IV}).

3. Стратиграфо-генетический комплекс верхнечетвертичных-современных аллювиальных отложений (aQ_{III-IV}).

4. Стратиграфо-генетический комплекс средне-верхнечетвертичных аллювиально-прлювиальных отложений (apQ_{III-IV}).

5. Стратиграфо-генетический комплекс среднечетвертичных аллювиальных отложений (aQ_{II}).

6. Стратиграфо-генетический комплекс плиоценовых отложений (N_2).

7. Стратиграфо-генетический комплекс средне-верхнеэоценовых отложений, саксаульская свита.

8. Стратиграфо-генетический комплекс среднеэоценовых отложений, тасарансакая свита.

9. Стратиграфо-генетический комплекс верхнепалеоценовых отложений.

10. Стратиграфо-генетический комплекс маастрихтских отложений (K_2m).

11. Стратиграфо-генетический комплекс верхнемеловых отложений (K_2).

2. Стратиграфо-генетический комплекс современных эоловых отложений (vQ_{IV}).

Эоловые отложения на описываемой территории имеют широкое распространение, общая площадь, занимаемая ими, составляет 10 369 км². В левобережье реки Сырдарья эоловые пески слагают северное окончание песчаного эрга Кызылкумов, а в правобережье юго-восточное окончание Приаральских Кызылкумов. Образование их обусловлено переувлажнением различных по возрасту отложений.

В правобережье реки Сырдарья эоловые пески слагают серию разобщенных массивов площадью от 6 до 70 км² (общая площадь 3 800 км²),

рельеф массивов мелкобугристый, превышение бугров над днищами межбугровых понижений обычно 2-5 м, редко – до 7 м, источником эолового материала является аллювий древней гидросети и песчаные разности меловых и верхне-эоценовых толщ.

Эоловые массивы представляют собой чередование бугров, гряд и дефляционных котловин. Мощность эоловых отложений увеличивается в северном направлении. На юге мощность песков составляет 2-5 м, а на севере их мощность возрастает до 10 м. Поверхность песчаных массивов, не закрепленных растительностью, подвергается интенсивной ветровой эрозии. Отличительной чертой эоловых песков является их хорошая отсортированность.

По минералогическому составу пески преимущественно кварцполевошпатовые с содержанием кварца 40-90%, полевого шпата – 10-60%. По гранулометрическому составу здесь выделены пески средне- и мелкозернистые, реже встречаются супеси песчаные, суглинки. Пески обводнены, вода в них вскрывается на глубинах 5,0-6,0 м. Отложения данного стратиграфо-генетического комплекса относятся к одной группе – песчаные. Ниже приведены физико-механические свойства пород, слагающих комплекс.

Пески мелкозернистые образуют основную часть комплекса. Пески рыхлого сложения, однородные, хорошо отсортированные. Коэффициенты фильтрации песков по данным опытных наливов в шурфы по методу Болдырева составляют от 1,62 до 5,58 м/сут.

Пески среднезернистые составляют около 10 объема комплекса, вскрываются выработками в его основании, характеризуются хорошей отсортированностью. Пески рыхлого сложения, однородные.

Супеси песчаные в составе стратиграфо-генетического комплекса получили ограниченное распространение, встречаются только в межрядовых понижениях и имеют рыхлое сложение. Коэффициенты фильтрации по данным опытных наливов по методу Нестерова составляют 0,25-0,31 м/сут.

Таблица 1. Физико-механические свойства мелкозернистых песков νQ_{IV}

№ п/п	Физико-механические свойства	Среднее арифметическое значение	Среднее квадратичное отклонение	Коэффициент вариации
1	Плотность грунта, г/см ³	2,63	–	–
2	Объемная плотность грунта, г/см ³ : рыхлого уплотненного	1,42	0,04	2,84
		1,59	0,05	3,4
3	Глинистая фракция, %	0,7	0,19	28,12
4	Пылеватая фракция, %	7,1	1,36	37,44
5	Песчанистая фракция, %	92,2	4,92	21,95
6	Влажность естественная, %	0,35	0,19	54,59
7	Угол естественного откоса, град сухого под водой	23,85	23,24	97,42
		21,79	15,46	70,94

Таблица 2. Физико-механические свойства среднезернистых песков νQ_{IV}

№ п/п	Физико-механические свойства	Среднее арифметическое значение	Среднее квадратичное отклонение	Коэффициент вариации
1	Плотность грунта, г/см ³	2,66	–	–
2	Объемная плотность грунта, г/см ³ : рыхлого уплотненного	1,60	0,19	12,14
		1,8	0,22	12,65
3	Глинистая фракция, %	–	–	–
4	Пылеватая фракция, %	2,4	0,16	15,75
5	Песчанистая фракция, %	87,6	2,58	13,36
6	Влажность естественная, %	2,5	0,13	5,10
7	Угол естественного откоса, град сухого под водой	24,00	5,5	22,92
		22,00	8,5	38,64

Таблица 3. Физико-механические свойства супесей песчанистых νQ_{IV}

№ п/п	Физико-механические свойства	Среднее арифметическое значение	Среднее квадратичное отклонение	Коэффициент вариации
1	Плотность грунта, г/см ³	–	–	–
2	Объемная плотность грунта, г/см ³ : рыхлого уплотненного	–	–	–
		–	–	–
3	Глинистая фракция, %	7,7	2,54	32,99
4	Пылеватая фракция, %	15,9	2,28	29,72
5	Песчанистая фракция, %	76,4	2,51	15,31
6	Влажность естественная, %	2,7	0,54	20,45
7	Граница текучести	12,7	1,73	13,63
8	Граница раскатывания	11,1	3,07	27,63
9	Число пластичности	2,7	0,50	18,40
10	Показатель текучести	–	–	–

Суглинки легкие отмечены в единичных случаях на глубине 1,0 м. Коэффициенты фильтрации по данным опытных наливов по методу Нестерова составляют 0, 25-0,31 м/сут.

В левобережье Сырдарьи золотые образования относятся к северному окончанию Кызылкумского массива и слагают более 50% площади левобережья (общая площадь 5 448 км²), исходным материалом является, преимущественно, аллювий дельты Сырдарьи, и, вероятно, песчаные породы палеогена и неогена, вынесенные с территории Аральской впадины.

Пески в междуречье Сырдарьи и Куандарьи, преимущественно, бугристые, южнее Куандарьи – грядо-ячеистые.

Грядо-ячеистые пески ориентированы в субмеридианальном направлении. Ширина гряд обычно на 1-2 порядка меньше их длины. Превышение вершин гряд над днищами понижений от 3-5 м до 10-12 м, реже 15 м. Расстояние между гребнями гряд от 60-80 м до 400-600 м. Межгрядовые понижения разделены перемычками на отдельные ячеи глубиной 2-8 м и размерами в поперечнике до 100 м. Склоны ячей довольно крутые и достигают 30 градусов. Замкнутые межгрядовые понижения, иногда углубленные дефляцией до подстилающего глинистого субстрата, заняты такырами и цепочками такыров, вытянутыми также в субмеридианальном направлении.

Гипсометрические пески залегают в пределах абсолютных высот от 110 до 57 м. Отмечается слабое общее понижение к западу. Пески в значительной мере закреплены, что связано с повышенной дождливостью весенне-летних сезонов за последние 5 лет, исключением являются площади, используемые для целей отгонного животноводства.

Бугристые пески развиты в левобережье, главным образом, в северной и западной ее частях, располагаясь в пределах абсолютных высот от 70-100 м. Как правило, они окаймляют массивы грядо-ячеистых песков. Зачастую бугры выстраиваются в прямые, либо изогнутые цепи, имеющие, так же как и гряды, общую сумбериональную ориентировку. Относительные превышения составляют 3-5 м, реже до 8 м. Склоны пологие. В поперечном разрезе бугры симметричные. Бугристые пески нередко несут мелкие наложенные котловины выдувания глубиной 1-3 м.

Мощность золотых песков непостоянна и изменяется от десятков сантиметров до 10 м.

По минералогическому составу пески преимущественно от кварцполевошпатовых до полевошпатово-кварцевых с содержанием кварца 40-90%, полевого шпата 8-60%.

По гранулометрическому составу выделяются пески мелкие и пылеватые. Пески безводные. Отложения данного комплекса относятся к одной инженерно-геологической группе – песчаные.

Ниже приведены физико-механические свойства пород, слагающих комплекс.

Пески мелкозернистые. Пески рыхлого сложения, однородные. Степень однородности достигает 1,7-2,1. Коэффициент фильтрации песков по данным наливов в шурфы по методу Болдырева составляет 2,5-5,5 м/сут.

Пески пылеватые. Пески рыхлого сложения, однородные. Коэффициент фильтрации песков по данным наливов в шурфы для пылеватых песков варьирует в пределах 2,0-3,3 м/сут.

Супеси в составе стратиграфического комплекса получили ограниченное распространение, встречаются только в межгрядовых понижениях и имеют рыхлое сложение.

На площади Нижне-Сырдарьинского поднятия, преимущественно в правобережье реки Сырдарья, т.е. там, где расположен космокомплекс Байконур, непосредственно с поверхности залегают породы стратиграфогенетического комплекса верхнемеловых отложений.

Данный комплекс объединяет отложения кампанского, сантонского коньякского и туронского ярусов. Объединение указанных разновозрастных отложений в единый стратиграфогенетический комплекс обусловлено идентичностью их генетического происхождения и литологического состава пород и, соответственно, однородностью физико-механических свойств грунтов.

Мощность отложений комплекса составляет 30-50 м в структурно наиболее приподнятых участках и увеличивается до 100-200 м в прогибах.

Комплекс представлен инженерно-геологической группой пород связанных с песчаными, а по литологическому составу – глинами и песками. К пескам приурочены подземные воды грунтового и напорного типов.

Глубина залегания уровня грунтовых вод преимущественно более 20 м. Воды солоноватые с

Таблица 4. Физико-механические свойства мелкозернистых песков νQ_{IV}

№ п/п	Физико-механические свойства	Среднее арифметическое значение	Среднее квадратичное отклонение	Коэффициент вариации
1	Плотность грунта, г/см ³	2,68	0,03	1,04
2	Объемная плотность грунта, г/см ³ : рыхлого уплотненного	1,63	0,23	14,19
		1,82	0,05	2,57
3	Глинистая фракция, %	1,02	0,39	38,74
4	Пылеватая фракция, %	5,7	1,34	41,68
5	Песчаная фракция, %	93,2	5,43	37,9
6	Влажность естественная, %	0,23	0,3	128,46
7	Угол естественного откоса, град сухого под водой	32	1,75	5,46
		23	1,51	6,57

Таблица 5. Физико-механические свойства пылеватых песков νQ_{IV}

№ п/п	Физико-механические свойства	Среднее арифметическое значение	Среднее квадратичное отклонение	Коэффициент вариации
1	Плотность грунта, г/см ³	2,69	0,03	1,24
2	Объемная плотность грунта, г/см ³ : рыхлого уплотненного	1,53	0,09	5,97
		1,76	0,11	6,35
3	Глинистая фракция, %	1,37	0,25	18,34
4	Пылеватая фракция, %	13,93	2,29	16,41
5	Песчаная фракция, %	84,7	3,06	21,13
6	Влажность естественная, %	2,04	3,10	151,46
7	Угол естественного откоса, град сухого под водой	31,5	2,94	9,26
		25	1,98	7,88

Таблица 6. Физико-механические свойства супесей νQ_{IV}

№ п/п	Физико-механические свойства	Среднее арифметическое значение	Среднее квадратичное отклонение	Коэффициент вариации
1	Плотность грунта, г/см ³	2,67	0,02	0,88
2	Объемная плотность грунта, г/см ³ : рыхлого уплотненного	1,61	0,04	2,22
		1,80	0,03	1,77
3	Глинистая фракция, %	6,94	1,44	20,7
4	Пылеватая фракция, %	19,76	1,97	10,8
5	Песчаная фракция, %	73,3	1,51	12,02
6	Влажность естественная, %	0,66	0,72	108,74
7	Граница текучести	15,42	3,62	23,49
8	Граница раскатывания	12,59	3,23	25,62
9	Число пластичности	2,94	1,05	35,87
10	Показатель текучести	<0	–	–

минерализацией 6-17 г/л и обладают сульфатной агрессивностью.

Напорные воды залегают на глубинах более 50 м. Они слабосолоноватые с минерализацией в основном в пределах 2,0-3,5 г/л. Абсолютные отметки напора вод составляют 85-110 м. При абсолютных отметках поверхности 90-95 м скважины, вскрывающие напоры воды, дают самоизлив.

Общая мощность глин составляет 45-70% от общей мощности отложений комплекса, которые залегают прослоями среди песков. По результатам компрессионных испытаний глины просадочными свойствами не обладают. При бытовом давлении величина просадки не превышает 5 см. Величина набухаемости незначительная и составляет 3-5%. Коэффициент фильтрации составляет 0,004-0,62 м/сут.

Пески занимают 30-50% от общей его мощности комплекса. Залегают они среди глин прослоями мощностью от 2-5 до 15-20 м. Пески в подавляющем большинстве мелкие, но встречаются и средней крупности, и пылеватые, иногда в отдельных прослоях сцементированные до слабых песчаников.

Коэффициенты фильтрации колеблются от 1,5 до 9,5 м/сут, в среднем составляя 3,4 м/сут. По минералогическому составу пески кварцполевошпатовые с содержанием кварца 25-40% и полевых шпатов до 55%.

Супесь песчанистая встречается только с поверхности в виде маломощных прослоев. Сугли-

нок также встречается в виде маломощных покровов. Коэффициент фильтрации суглинков составляет 0,05-0,47 м/сут.

Анализируя состояние геоэкологической и инженерно-геологической изученности района расположения космодрома Байконур, необходимо отметить, что, несмотря на современный уровень их исполнения и новизну (исследования проведены с 1990 по 2005 годы) все они, за редким исключением, проводились в обрамлении площади, занимаемой космодромом, а на саму площадь преимущественно экстраполировались. Это было обусловлено закрытостью территории, принадлежавшей в начале Министерству обороны СССР, а в последние годы арендуемой Российской Федерацией.

Учитывая нахождение объекта исследований в кризисном регионе Восточного Приаралья, относимого к районам экологического бедствия, обусловленного катастрофическим обмелением Аральского моря, а также подверженного опасностям, связанным с деятельностью самого космодрома, приходим к выводу, что для качественной оценки состояния геологической среды территории космодрома необходима постановка вышперечисленных работ в пределах площади космокомплекса с большей детальностью. При этом необходимо акцентировать внимание на экологических исследованиях, так как именно экологическое состояние среды в первую очередь влияет на жизнедеятельность человека и другие биогенные объекты.

РГП «ЦАФИ» НКА РК

Поступила 23.08.07г.