

А. В. СИДОРЕНКО

## ОБ ИЗМЕНЕНИИ ПЕСКОВ ЭОЛОВЫМИ ПРОЦЕССАМИ

(Представлено академиком Д. С. Белянкиным 20 VIII 1948)

1. В литературе, посвященной песчаным пустыням СССР, специальных исследований изменений состава песков под действием ветра нет. Для Кара-Кумов есть только отрывочные указания Б. А. Федоровича и А. С. Залорощевой на изменения цвета эоловых песков, а также механические анализы барханных песков<sup>(1-3)</sup>.

Нами в юго-восточных Кара-Кумах изучался состав эоловых песков различных свит с параллельным сравнением их с исходными аллювиальными песками. Исследовались стальносерые слюдястые (табл. 1, анализы 1, 1а, 1б, 2, 2а, 2б, 2в, 4, 4а, 4б, 5, 5а, 6, 6а) и палево-желтые тонкозернистые пески (анализы 3, 3а, 3б, 3в) каракумской свиты; мелкозернистые пески песчано-глинистой равнины или обручевской свиты (анализы 12, 12а, 13, 13а, 14, 14а, 14б, 15, 15а), желтые пески, переходящие южнее в пески предгорий Карабиля (анализы 16, 16а, 17, 17а, 17б, 18) и пески аллювиально-дельтовых отложений реки Мургаб (анализы 19, 19а, 19б). Для анализов частично использованы коллекции песков М. К. Граве и А. А. Ямнова.

2. Под действием эоловых процессов изменяется цвет песков. Стальносерые, палево-желтые и желтые пески переходят в желто-коричневые. Наибольшее изменение цвета видно на песках каракумской свиты. Стальносерые пески, состоящие из бесцветных зерен кварца и полевых шпатов и значительного количества чужих зерен роговой обманки, биотита и других минералов, превращаются в желто-серые, желтые и желто-коричневые. Изменение цвета вызвано уменьшением содержания темноцветных минералов (роговые обманки, биотит) и, главным образом, окрашиванием бесцветных зерен кварца и полевых шпатов в желтый цвет гидроокислами железа. Количество желтых ожелезненных зерен в эоловых песках увеличивается до 50—90%, тогда как в аллювиальных песках каракумской свиты оно не превышает 10%.

Подвижные пески обладают большей влажностью<sup>(4,5)</sup> и более высокими суточными колебаниями температуры почвы, чем уплотненные и закрепленные растительностью неподвижные пески, поэтому в первых процессы выветривания более интенсивны. При развевании исходных, аллювиальных, закрепленных песков минералы, содержащие железо (лимонит, гематит, роговая обманка, пирооксены, биотит и др.), выветриваются, при этом бесцветные зерна слегка окрашиваются в желтые и желто-коричневые цвета. Процессами выветривания мы склонны объяснять желтый цвет песков, характерный для большинства песчаных пустынь.

3. В табл. 1 даны механические анализы барханных песков различных свит и параллельно анализы подстилающих их исходных, непеч-

ревеянных песков. Для сравнения приведены анализы других авторов (анализы 7, 8, 9, 10<sup>(2)</sup>, 11, 11а<sup>(1)</sup>). Из табл. 1 следует, что в эоловых песках резко сокращается количество пылеватых и глинистых частиц (менее 0,05 мм). В хорошо перевеянных песках (анализы 1, 2, 4, 9, 10) оно уменьшается в несколько раз по сравнению с исходными песками и не превышает 1,5—2%. Полный вынос пылеватых частиц ни в одном из образцов не зарегистрирован, что, возможно, объясняется непрерывным пополнением эоловых песков частицами менее 0,05 мм за счет перетирания и дробления более крупных зерен. Уменьшается количество зерен крупнее 0,25 мм, зато увеличивается содержание преобладающей фракции 0,25—0,05 мм. В связи с этим улучшается отсортированность песка. Чем больше перевеялся песок, тем лучше он отсортирован (ср. анализы 7, 8а, 9, 10).

Степень отсортированности эоловых песков различна и зависит от состава исходного материала, а также от длительности эоловой обработки. Поэтому по одному только гранулометрическому составу песка без сравнения с исходными относить пески к эоловым нельзя.

4. При перевеянии песков вследствие перетирания зерен изменяется форма их. Сопоставление соответствующих фракций эоловых песков с непереваемыми показывает увеличение в первых количества окатанных и полуокатанных зерен. Так, фракция 0,25—0,05 мм аллювиальных песков каракумской свиты состоит преимущественно из остроугольных зерен, окатанные зерна составляют 10—25%, а хорошо окатаны только единичные зерна. В той же фракции перевеянных песков также преобладают остроугольные зерна, но возрастает число окатанных зерен до 20—35% и хорошо окатанных до 10—15%. Среди крупных фракций количество окатанных зерен больше, чем в мелких фракциях. Зерна крупнее 0,5 мм в эоловых песках каракумской свиты хорошо окатаны, реже полуокатаны, остроугольные зерна встречаются только как единичные, а среди частиц 0,05 мм преобладают остроугольные, окатанные и полуокатанные зерна встречаются как исключение.

Более чувствительна к перевеянию поверхность зерен. У минералов со средней и большей твердостью она превращается в блестящую, полированную.

Форма и поверхность зерен изменяются следующим образом: а) хорошо окатываются минералы небольшой твердости — гипс, кальцит, апатит; б) почти не окатываются минералы большой твердости — силлиманит, циркон, гранат; в) правильная, шарообразная форма лучше вырабатывается у минералов без спайности или со спайностью, одинаково выраженной по трем направлениям — кварц, апатит, кальцит; г) легко дробящиеся минералы скорее раскалываются, чем окатываются — роговая обманка — тремолиг; слюды сперва расщепляются, а затем окатывается каждая пластинка; д) окатыванию зерен способствует предварительное выветривание их, выветрелые полевые шпаты, диопсид, эпидот окатываются лучше, чем свежие зерна.

5. Минералогический состав долго перевеявшихся песков заметно отличается от исходных. Эоловые пески обогащаются стойкими от выветривания и тяжелыми минералами — кварцем, гранатом, цирконом, силлиманитом, магнетитом; обедняется легко истирающимися компонентами — гипсом, кальцитом, роговыми обманками, эпидотом, тремолитом, ставролитом; почти нацело лишаются минералов, легко выдуваемых ветром, — слюд, хлоритов; увеличивается содержание выветрелых полупрозрачных зерен. Список минералов в эоловых песках меньше, чем в аллювиальных. Содержание тяжелой фракции в перевеянных песках выше, чем в исходных, что хорошо видно при сравнении параллельно отобранных образцов (табл. 1).

Таблица 1

№ образца	Перевешенные пески, в %					№ образца	Пески в кременских залеганиях, в %				
	механический состав						механический состав				
	1—0,5 мм	0,5—0,25	0,25—0,15	0,15—0,01	<0,01		1—0,5	0,5—0,25	0,25—0,15	0,15—0,01	<0,01
1	57,85	41,09	1,06	16,23	28,58	1а	11,00	87,64	0,76	12,09	18,51
2	55,42	43,53	1,05	20,32	27,02	1б	40,42	58,42	1,16	13,04	17,50
3	0,52	85,30	14,18	—	5,62	2а	34,37	63,72	1,31	4,50	не опред.
4	33,67	62,98	0,55	не опред.	12,04	2б	60,53	59,11	0,36	3,61	5,67
5	—	89,60	1,47	не опред.	3,96	3а	16,18	78,64	5,18	2,18	6,44
6	7,40	87,12	3,31	не опред.	7,24	3б	—	9,88	88,68	—	3,81
7	8,28	79,41	0,84	не опред.	—	4а	—	28,01	71,04	—	0,97
8	19,40	66,57	0,41	не опред.	—	5а	—	27,50	74,03	—	1,07
9	52,77	94,72	0,41	не опред.	—	6а	—	62,24	30,68	—	—
10	0	92,27	0,07	не опред.	—		—	64,14	1,48	—	—
11	0,75	96,60	0,41	не опред.	—		—	4,88	30,68	—	—
12	—	92,05	2,31	не опред.	—		—	4,00	1,1	—	—
13	—	95,09	2,55	не опред.	—		—	5,54	3,32	—	—
14	—	97,20	2,07	не опред.	—		—	—	—	—	—
15	—	86,59	3,81	не опред.	—	11а	2,55	80,75	7,60	—	—
16	—	97,88	1,56	не опред.	—	12а	—	70,65	8,10	—	—
17	—	95,81	0,84	не опред.	—	13а	—	47,74	44,88	—	—
18	—	16,88	0,99	не опред.	—	14а	—	98,2	2,2	—	—
	—	—	—	не опред.	—	15а	3,05	69,8	16,83	—	—
	—	—	—	не опред.	—	16а	—	63,96	8,51	—	—
	—	—	—	не опред.	—	16б	—	18,74	81,26	—	—
	—	—	—	не опред.	—	16б	—	82,95	17,05	—	—
	—	—	—	не опред.	—	18а	—	94,07	0,37	—	—
	—	—	—	не опред.	—	18б	—	75,55	—	—	—

Место взятия образцов. Каракумская свита: 1, 1а, б—как Чиршили; 2, 2а, б, в—кол. Каргалы-шор; 3—кол. Карамет-Нияз; За—кол. Кур-Баба, 3б, в—Шор Чиршили; 4, 4а, б—кол. Кара-Сасы; 5, 5а—кол. Ел Куу; 6, ба—безымянный шор на Келифском узбее; 7—ул. Кызыл-Аяк-гребень бархана, среднее из 4 анализов; 8—там же, межбарханная котловина, среднее из 2 анализов; 9—ст. Репетек, гребень бархана, среднее из 4 анализов; 10—там же, межбарханная котловина, среднее из 4 анализов; 11—ст. Репетек, газез от 0 до 800 м, среднее из 7 анализов; 11а—там же, от 800 до 1100 м, среднее из 4 анализов. Песчаноглинистая равнина: 12, 12а—кол. Алатай; 13, 13а—Шор-Эрезем; 14, 14а, 14б—кол. Ташлы; 15, 15а—кол. Таш-Кудук. Желтая свита: 16, 16а, б—кол. Убаной; 17—кол. Кызылча-Баба. Дельтовые отложения: 18, 18а, б—кол. Кызыл-Юдус

С отдельными минералами при перевевании происходят следующие изменения.

Кварц. Острые углы зерен сглаживаются, неровные с царапинами поверхности сменяются блестящими полированными, ожелезненными. В хорошо перевеванных песках преобладают желтовато-коричневые блестящие полированные зерна. Общее количество зерен возрастает.

Полевые шпаты. Увеличивается число окатанных зерен, многие из них приобретают блестящую полированную поверхность. Большая часть зерен ожелезнена и выветрела. Калиевые полевые шпаты выветриваются быстрее плагиоклазов.

Слюды. Наиболее заметно воздействие эоловых процессов на слюдах и хлоритах. Резко уменьшаются размеры пластинок и общее количество их, почти до полного исчезновения. Крупные, до 1 мм в диаметре, листочки с неровными изорванными краями уменьшаются до 0,1 мм и принимают округлую форму. Биотит разрушается быстрее мусковита.

Кальцит. Легко окатывается, поэтому встречаются только хорошо окатанные, шарообразные с матовой поверхностью зерна.

Гипс, присутствующий в аллювиальных песках в виде кристаллических новообразований, в эоловых песках легко окатывается до образования правильных шарообразных матовых зерен. Бесцветные прозрачные зерна превращаются в белые, мутные, что вызвано потерей гипсом воды и переходом в полугидрит ( $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ ).

Роговая обманка быстрее раскалывается, чем окатывается, поэтому в эоловых песках зерен меньше, чем в исходных. Слегка сглаживаются острые углы. Разложенных зерен мало.

Диопсид, встречающийся в аллювиальных песках в виде зерен с зубчатыми краями, переходит в полуокатанные, слегка выветрелые зерна.

Минералы группы эпидота слегка выветриваются и переходят в полуокатанные или хорошо окатанные зерна.

Апатит наблюдается только в виде одиночных, хорошо окатанных, шарообразных зерен.

Гранат, циркон, силлиманит, рутил, андалузит, магнетит почти не изменяются и присутствуют в виде свежих неокатанных зерен или кристаллов.

Турмалин не изменяется, только иногда раскалывается на более мелкие части.

Лимонит быстро разрушается и в эоловых песках почти не наблюдается.

6. Отнесение песков к эоловым может быть сделано на основании комплекса признаков, наиболее четко выявляющихся при сравнении эоловых песков с исходными.

Желтый цвет песка, хорошая отсортированность его при незначительном содержании пылеватых частиц, обогащение хорошо окатанными частицами и зернами кварца с ожелезненными блестящими поверхностями, значительное количество выветрелых полевых шпатов, почти полное отсутствие слюд, а у единичных мелких листочков их правильная, круглая форма, повышенное содержание тяжелой фракции — характерные черты эоловых песков Кара-Кумов.

Геологический институт  
Туркменского филиала Академии Наук СССР

Поступило  
18 VIII 1948

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> С. Гаель, Изв. Гос. геогр. об-ва, 71, 8 (1939). <sup>2</sup> В. А. Дубянский, Песчаная пустыня ю.-в. Кара-Кумы, Ашхабад, 1928. <sup>3</sup> М. П. Петров, Изв. Гос. геогр. об-ва, 71, 8 (1939). <sup>4</sup> М. П. Петров, Изв. АН СССР, сер. геофиз. и геогр., № 2, 177 (1941). <sup>5</sup> В. Л. Леонтьев, Изв. АН СССР, сер. геофиз. и геогр., № 2, 195 (1941).