

ГЕОМОРФОЛОГИЯ И НАРОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 551.435.7 (575.17)

АРНАГЕЛЬДЫЕВ А., АЛЛАКОВ Р.

РАЗВИТИЕ ЭОЛОВОГО РЕЛЬЕФА ПЕСКОВ НА ПРАВОБЕРЕЖЬЕ АМУДАРЬИ И ВОПРОСЫ ИХ ЗАКРЕПЛЕНИЯ

В связи с интенсивным освоением пустынных территорий Туркменистана изучение эолового рельефа песков и их закрепление приобретают важное теоретическое и практическое значение. Лесное хозяйство республики, занимающееся лесомелиорацией эоловых песков (полузаросших и оголенных), не уделяет должного внимания наблюдению за развитием и годовыми циклами движения песков. В результате посеянные семена зачастую оказываются глубоко под песком и не прорастают или уносятся ветром, а посадки сеянцев и черенков из-за обнажения корней дефляцией высыхают.

Исследованный песчаный массив простирается более чем на 120 км по правому берегу Амударьи от пос. Фараб до меридиана урочища Учкырсен на западе. Северный край массива проходит по границе республики, восточный по железнодорожной линии Фараб — Ходжа-довлет, а южный — по долине Амударьи. Эоловый рельеф в этом районе представлен барханными, барханно-бугристыми, грядовыми, бугристыми, пологоволнистыми и другими формами различной высоты. Все они образовались в основном на поверхности аллювиально-дельтовых, нижне-среднечетвертичных отложений древней дельты Зеравшана, а также аллювиально-дельтовых современных отложений Амударьи. Мощность древнедельтовых отложений Зеравшана колеблется от первых метров по периферии останцов заунгузской свиты до 15—25 м в удалении от них [1]. Северо-западнее урочища Эльджик песчаные отложения обнажаются в кровле уступа коренных берегов Амударьи. Однородная толща состоит в основном из зеленовато-серого, местами с голубоватым или желтым оттенком тонкозернистого песка. В ней встречаются линзы средне- и крупнозернистого песка и гравия, а также линзовидные прослой мощностью 0,5—1 м алевроитовых глин и алевроитов. Современные аллювиальные отложения Амударьи распространены в основном в районе пос. Фараб. Мощность их невелика (10—15 м). Состоят они из серых слюдястых песков. На севере, за пределами республики, эоловые формы развиты на суглинисто-супесчаной солончаковой поверхности позднечетвертичной дельты р. Зеравшан.

Наиболее распространенными формами эолового рельефа являются барханы и барханные цепи. В пределах района они образуют два массива — западный и восточный (Кандымлинский барханный массив). Восточный, более крупный массив имеет площадь, по данным Ю. Б. Рахметова и И. К. Назарова [2], 80 тыс. га с учетом барханов, находящихся в Узбекистане. Барханы и барханные цепи в южной части исследуемого района представляют обособленные поля на фоне заросших и полузаросших песков. От пос. Фараб до меридиана урочища Учкырсен, т. е. на протяжении более 120 км, южные края барханных полей наступают местами очень интенсивно на оазис и образуют крупные валы высотой до 20 м. Эти валы формируются там, где заросшие пески препятствуют свободному движению ветрового потока, идущего в основном с севера.

В северной части массива барханы разрознены и сочетаются с другими формами рельефа. Здесь развиты барханные цепи высотой 2—4, в отдельных случаях до 9 м, вытянутые в широтном направлении. Расстояние между их гребнями 40—70 м. В составе песка преобладают мелкозернистые (64,9%), среднезернистые (34,5%) фракции, а пылеватых всего 0,6%.

Барханно-бугристый рельеф встречается в виде значительных массивов на южной окраине района. Переход от барханно-бугристого рельефа к барханному происходит постепенно. Высота бугров достигает 3—4, редко 5—6 м. Вершины их обарханены. Среди бугристой поверхности часто встречаются скопления барханов.

Грядовый рельеф образует основной фон центральной и западной частей района. Здесь развиты мелкогрядовые формы на пологоволнистой равнине. Гряды высотой 2,5—3,0 м вытянуты меридионально с небольшими отклонениями к север—северо-востоку. Они асимметричны: восточные склоны круче, чем западные. Длина гряд 0,5—1 км, отдельные достигают 3 км. Гряды в основном заросшие, местами слегка обарханены.

Бугристый рельеф представлен мелко- и среднебугристыми формами, которые распространены по всей территории, однако наиболее часто он встречается в восточной части района вблизи пос. Фараб и вдоль линии железной дороги. Высота бугров 1—3, реже 4—5 м. Изредка эти формы рельефа чередуются с пятными оголенного или заросшего золотого покрова на такырах или шорах мощностью до 1 м. Ранее здесь были распространены барханы, которые удалось закрепить в результате длительных фитомелиоративных работ в зоне, прилегающей к железной дороге.

Пологоволнистый рельеф распространен внутри и по окраинам оазиса. Относительная высота песчаных скоплений 1—2 м. Этот рельеф часто сочетается с другими золотыми формами. Смена элементов рельефа происходит плавно. Местами встречаются участки, подверженные дефляции.

Ветровой режим в районе чрезвычайно сложен. Анализ данных метеостанций Каракуль показывает, что среднегодовая повторяемость активных ветров (≥ 4 м/с) за период наблюдений 1972—1982 гг. составляет 708 случаев. В течение года по сумме скоростей и повторяемости преобладают ветры северных направлений — ССВ, С, СВ — соответственно 25,65; 17,44; 13,72%. Ветры ССЗ и СЗ направлений преобладают в основном в теплое время года, на них приходится 17,52%. Повторяемость случаев активных ветров в году наблюдения западного и запад—северо-западного направлений соответственно 3,90 и 3,05%, юг—юго-восточного — 3,39%. Однако они не влияют существенно на движение барханных песков. Ветры остальных направлений незначительны, и их действием можно пренебречь. Данные метеостанций Джангельди и Аякагитма, находящихся севернее массива, тоже показывают преобладание ветров северо-восточных и близких к ним направлений. По данным метеостанции Джангельди, ежегодно на долю этих ветров приходится в среднем 63,3% случаев. Число дней с сильными ветрами и пыльными бурями в районе неодинаково по годам. В период 1972—1982 гг. среднегодовая повторяемость их составляет 27 дней. Атмосферные осадки существенно влияют на движение барханных форм и лесорастительные условия района. Большая часть осадков выпадает в основном в конце марта (28 мм), а в июле—сентябре осадки вообще отсутствуют. Среднегодовое их количество так мало (всего 90 мм), что барханные пески в течение всего года находятся в движении.

В последние годы грунтовые воды в пределах района интенсивно поднимаются, так как на прилегающие с востока территории сбрасываются коллекторно-дренажные воды Каракульского оазиса. Глубина грунтовых вод в исследованном районе колеблется от 1—2 м на востоке до 5 м на западе. Поэтому на участках, где уровень грунтовой воды лежит близко к поверхности, замедляются процессы дефляции и движение песков. Растительность района представлена редкими кустарниками

Измерения величин обнаженных дефляцией корней кандыма, см/год

№ п.п	1980—1981 гг.	1981—1982 гг.	За два года	№ п.п	1980—1981 гг.	1981—1982 гг.	За два года
1	52	49	101	7	15	30	45
2	45	46	91	8	26	30	56
3	39	32	71	9	33	15	48
4	31	21	52	10	26	23	49
5	13	22	35	11	41	24	65
6	40	26	66	12	47	40	87

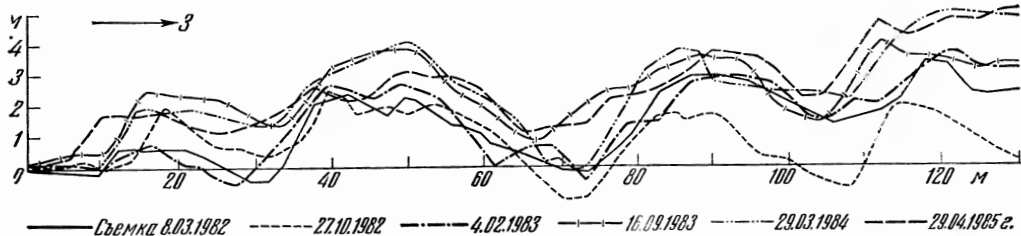
и не препятствует интенсивному движению барханов. Преобладают два вида кандыма, а из травянистой растительности — селин и кумарчик узколистный. По краям и на дне глубоких понижений встречаются и иные растительные ассоциации: туранга, тамарикс, саксаул и др. Травянистая растительность бедна.

Отсутствие орографических преград, очень высокая солнечная радиация, малое количество атмосферных осадков, интенсивный ветер, редкая растительность создают благоприятные условия для развития дефляционных процессов.

Ниже приводятся данные измерения обнаженных дефляцией корней кандыма древовидного за два года (таблица). Посадка произведена в марте 1980 г. на открытой поверхности песка. Таблица показывает, что за два года из-под кустов кандыма был удален слой песка от 0,35 до 1,1 м. Такой интенсивный вынос в Туркменистане наблюдается только в Прибалханском районе.

Развитие современного рельефа в этом районе изучено недостаточно. Имеются лишь теоретические и визуальные данные о движении барханов [3—5]. По данным Л. Г. Добрина, это единственный песчаный массив в республике, где барханы движутся на юг. Скорость движения барханных цепей высотой 2—4 м составляет 3—5 м/год, одиночных барханов на плотных поверхностях — до нескольких десятков метров [3]. Однако по визуальным наблюдениям Ю. А. Скворцова [5], барханные формы в районе Осты, «оторвавшиеся» от основной массы песка Кызылкумов, с сравнительно большой скоростью передвигаются в направлении с северо-востока на юго-запад.

Наблюдения за движением барханных песков и изменением их форм нами начаты в марте 1982 г. в южной части массива на территории Фарабского лесничества в 4 км севернее урочища Осты. При этом было осуществлено теодолитное профилирование через барханные цепи по двум створам: аз. 315° (длина 360 м) и аз. 270° (длина 130 м). Относительная высота барханов по линии профиля первого створа 2—8 м, второго — 1,5—3,3 м. Согласно профилю, проведенному по аз. 315°, барханные цепи за период с 8.III.1982 г. по 16.IX.1983 г., т. е. за 18 мес, переместились в южном направлении на расстояние от 3,20—6,30 до 6,5—10 м. При этом максимально продвинулись барханные цепи, имеющие высоту до 3 м. За период наблюдений сильно изменилась относительная высота барханных форм. Однако конфигурация их осталась неизменной, т. е. склоны осыпания при всех наблюдениях были обращены на юг. Измерения по аз. 270° показывают, что барханные цепи в этой части массива смещаются и в широтном направлении (рисунок). Смещение барханных цепей на период наблюдений с 8.III по 27.X.1982 г. произошло в западном направлении на расстояние 2—6 м; с 27.X.1982 г. по 4.II.1983 г. — на восток на 2—4 м, а в период с 4.II по 16.IX.1983 г. самая восточная барханная цепь осталась на месте, остальные же сместились на запад на 2—7 м. При последующих измерениях (29.III.1984 г.) зафиксировано, что в результате воздействия ветров, дующих в холодное время года, песчаные формы по сравнению с их положением на 16.IX.1983 г. в основном переместились в западном направлении. Кроме того, высота крайнего восточного бархана уменьшилась на 0,75 м, а в



Изменение поперечных профилей барханных форм в районе урочища Осты за период 1982—1985 гг.

остальных увеличилась на 0,25—0,90 м; поверхность между второй и третьей барханными формами понизилась на 0,60 м. При последнем измерении (29.IV.1985 г.) наблюдалась общая стабилизация барханных цепей по всей линии профиля, а также незначительные перемещения (0,40 м) более высоких форм и интенсивное (до 4 м) невысоких к востоку по сравнению с их положением на 29.III.1984 г. Все измерения показали, что максимальное перемещение испытали барханные цепи высотой до 2 м, минимальное — высотой более 3 м. В период наблюдений барханные формы полностью перестроились: если за первые два года перемещение барханных цепей происходило преимущественно в западном направлении, то в последующие годы — в восточном (рисунок).

Относительная высота барханных форм по всему профилю увеличилась от 0,5 до 2 м. Таким образом, результаты наших исследований опровергают мнение некоторых авторов, считающих, что барханы в этом массиве смещаются только в южном или юго-западном направлении. Как было отмечено выше, сложные особенности ветрового режима и малое количество атмосферных осадков приводят к интенсивному движению барханных цепей, что наносит большой ущерб народному хозяйству.

Еще в 1928 г. Ю. А. Скворцов, обследуя почвы района, отмечал, что от пос. Фараб до аула Ильджик везде наблюдается интенсивное наступление песчаного моря на культурные поля местных земледельцев. Им было установлено, что засеянные весной хлопком, люцерной и прочими растениями поля были засыпаны 3—4-метровым песчаным покровом. Далее он сообщает: «К северу от аула Осты за грядой третичных останцов в кольце из песка имеется маленький, всего в несколько десятков гектар, клочок культурной пашни аула Карауш. Некогда этот клочок был частью большого оазиса, расположенного к юго-востоку от него, но теперь песок прервал эту связь, засыпан не только культурные земли между ними, но и ирригационные каналы, подававшие воду к нему. А жители с засыпанных площадей переселились на левый берег в район аулов Дейнау и Буюн-Узун» [5, с. 47—48]. Для очистки русла межхозяйственного фарабского коллектора от песка (общая длина всего 66 км) ежегодно тратилось 350 тыс. руб. [6]. Однако коллектор и другие хозяйственные объекты по сей день заносятся песком, и это требует дополнительных затрат для их защиты. Таким образом, события разных лет доказывают необходимость проведения пескоукрепительных работ в этом районе.

В настоящее время территория от пос. Фараб до урочища Осты, включая барханный массив Кандымлы, находится под контролем Фарабского лесничества. Более двух десятков лет оно совместно с сотрудниками лесной опытной станции (СредазНИИЛХ) проводит большой объем пескоукрепительных и природоохранных работ с использованием механизмов и современных методов закрепления подвижных песков. Получены хорошие результаты [7]. Общая площадь закрепленной поверхности к настоящему времени равна 12 000 га.

С целью разработки более эффективных методов борьбы с наступлением песков в этом районе нами, начиная с марта 1979 г., проводятся

опыты по закреплению подвижных песков. В качестве фиксатора — закрепителя барханных песков апробированы различные водные растворы, из которых наиболее эффективными оказались водные растворы сульфитно-спиртовой барды (ССБ) с добавлением поливинилацетатной эмульсии (ПВА). ССБ является отходами целлюлозно-бумажных комбинатов, недорога и легко доступна для использования. Учитывая преобладающие направления барханных форм, мы нанесли фиксатор ручным способом без предварительных планировок на наветренной, т. е. северной, стороне барханных цепей, на средней части склона, полосами шириной 0,7—1,0 м. Полосы ориентировали в широтном направлении. Расстояние между полосами 3—4 м. Барханные цепи на закрепляемом участке имели высоту 2—8 м. Расход фиксатора составил 2 л/м², в том числе 300 г ССБ и 100 г ПВА.

Для посадки использовали семена и черенки песчаных псаммофитов из местной флоры. Фиксатор дает на поверхности песка хорошую корку и тем самым полностью прекращает вынос песка с защищенного участка на два-три года. В то же время он не задерживает песок, приносимый ветром со стороны. Через корку хорошо просачиваются атмосферные осадки. Испарение влаги из-под корки значительно меньше, чем с открытой поверхности. Таким образом, под коркой создаются более благоприятные микроклиматические условия для развития растений. Фиксатор не является канцерогенным веществом и безвреден для окружающей среды, а со временем превращается в удобрение. По данным А. Атаева [8], стоимость ССБ при закреплении 1 га песка составляет 920 руб.

Опыт показал, что наиболее устойчивым для этого района является древовидный кандым, давший прирост в первые годы в среднем 70—80 см (отдельные экземпляры до 120—190 см). От упавших из-за сильных ветров стволов кандыма в последующие годы появились новые побеги, которые закрепляли песок между полосами. Опыты показали, что черенки кандыма на фиксированной полосе дают 45%, а на контроле 7% приживаемости. Как показали результаты профилирования и плановой съемки, черенки кандыма с двух лет начинают влиять на динамику бархана. Барханы становятся менее подвижными и удлиняются, на них поселяются другие растения. При этом отдельные кустарники задерживают около себя часть барханного песка, образуя бугор.

Наши опыты показывают, что использование сульфатно-спиртовой барды с добавлением поливинилацетатной эмульсии можно проводить механизированным способом. Экономические параметры свидетельствуют, что в сравнении с другими фиксаторами данный более эффективен и его можно использовать в районах с различным режимом ветров и движения барханных песков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Геология СССР. Т. 22. М.: Недра, 1972. 768 с.
2. Рахметов Ю. Б., Назаров И. К. Лесорастительные условия барханных песков Кандымлинского массива в связи с его освоением.— Пробл. освоения пустынь, 1979, № 3, с. 50.
3. Добрин Л. Г. Подвижные пески ТССР и их закрепление.— В кн.: Фитомелиорация пустынь Туркменистана. Ашхабад: Ылым, 1979, с. 43.
4. Свинцов И. П., Добрин Л. Г. Некоторые особенности движения песков в долине Амударьи.— Пробл. освоения пустынь, 1973, № 2, с. 26.
5. Скворцов Ю. А. Материалы к характеристике земельного фонда Туркменистана.— Изв. Ин-та почвоведения и геоботаники. Ташкент, 1928, с. 67.
6. Григорьянц В. Б. Защита народнохозяйственных объектов от заноса песков в зоне пустынь Среднеазиатских республик. Вопросы улучшения лесов Средней Азии.— Тр. ТашСХИ. Ташкент, 1979, вып. 83, с. 88.
7. Свинцов И. П. Механизированные приемы закрепления барханных песков вяжущими веществами.— Пробл. освоения пустынь, 1977, № 6, с. 69.
8. Атаев А. Эффективность закрепления и облесения песков. Ашхабад: Ылым, 1983. 70 с.

**EOLIAN LANDFORMS EVOLUTION AT THE RIGHT BANK
OF THE AMU-DARYA RIVER AND PROBLEMS
OF THE SANDS STABILISATION**

ARNAGELDYEV A., ALLAKOV R.

Summary

Wind erosion processes in the region under study are favoured by a complicated wind regime, low quantity of precipitations, and predominance of loose sands. Measurements showed the sand landforms migrate mostly southward, some seasonal migration westward and eastward were also observed. Sand surface consolidation was attempted using water solution of sulphate-alcohol distillery refuse with addition of suspension polyvinylacetat. The fixative expenditure is about 2 l per sq. m. Wind-blown sands may be also fixed by *Caligonum aphyllum* or *C. junceum*.