

УДК 551.515.3

Канд. с.-хоз. наук	Б.К. Мамедов *
Канд. геогр. наук	А.П. Иванов *
Доктор геогр. наук	А. Арнагельдыев *

**ЭРОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ НА ТАКЫРАХ***ТАКЫРЫ, ВЕТРОПЕСЧАНЫЙ ПОТОК, ВЕТРОВАЯ ЭРОЗИЯ, АБРАЗИВНЫЕ СВОЙСТВА ПЕСКА, ВОДНАЯ ЭРОЗИЯ*

*Исследованы эрозионные процессы на такырах в связи с выносом пыли. Выполнены расчеты, доказывающие абразивный характер воздействия ветропесчаного потока на такырную поверхность. Описан механизм водной эрозии.*

Пыльные бури возникают в связи с сильным ветром, поднимающим с земной поверхности мельчайшие частицы почвы. Сильные ветры – смерчи и ураганы – поднимают в воздух как мелкозем, который не держится долго в воздухе, так и аэрозоли. Аэрозоли – это легкие, свободно плавающие в атмосфере твердые (пыль, сажа, частички солей, органики и т.д.) частицы, а также капельки воды, представляющие собой растворы солей и кислот. По происхождению аэрозоль делится на шесть видов: морской, сульфатный, биогенный, дымовой, вулканический и пустынный [1]. Причинами пыльных бурь, которые выносят пустынный аэрозоль в тропосферу, являются засуха, суховеи; провоцируют их интенсивная распашка, выпас скота, вырубка древесно-кустарниковой растительности на топливо. Возникают пыльные бури и в местах распространения такырных ландшафтов. Большое количество пылеватых частиц размером РМ 10 и РМ 2,5 в составе такырных и такыровидных почв позволило классифицировать их как потенциальные очаги пыльных бурь в регионе южнее Аральского моря [10].

Спектральный анализ пыли [8], собранной в регионе Аральского моря, показывает доминирование в ее составе таких минералов, как кварц, кальцит и доломит (рис. 1) в большинстве образцов.

---

\* Национальный институт пустынь, растительного и животного мира Министерства охраны природы Туркменистана, г. Ашхабад, Туркмения

Помимо основных минералов обнаружено также присутствие минерала иллит, причем его больше в почвенных образцах, которые отбирались параллельно сбору пыли. Иллит – одна из разновидностей глин, очень пластичная наряду с каолинитом, являющаяся продуктом выветривания. Нами установлено [9], что по спектральному отражению иллит идентичен такырам (рис. 2) Данный факт косвенно подтверждает предположение [10] о такырах как поставщике пыльных частиц в атмосферу.

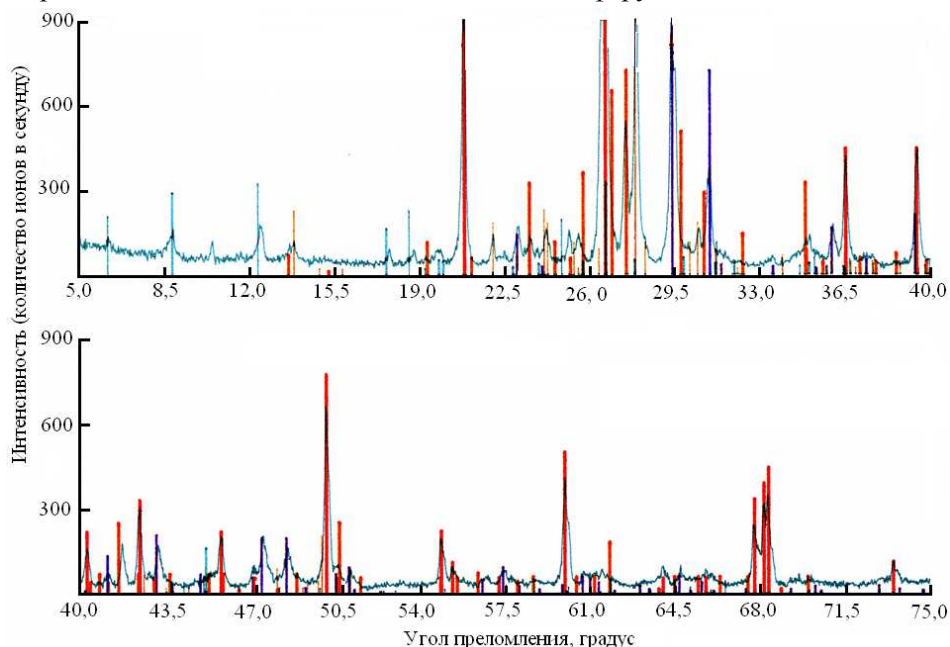


Рис. 1. Результаты спектрального анализа пыли рентгеноструктурным методом XRD (x-ray diffraction method).

Известно, что такырная корка отличается своей твердостью, разрушить которую могут природные или антропогенные факторы, обладающие достаточным потенциалом. Факт того, что такое разрушение происходит, показывают многолетние наблюдения за гипсометрическими отметками такыра Совма в Центральных Каракумах. С плотной поверхности этого такыра, сформированного из аллювиальных отложений древней дельты реки Теджен, выдувается эолового материала в среднем 0,06...0,07 см/год. В различных районах пустынь Центральной Азии по наблюдениям Б.А. Федоровича и А.Т. Леваднюка на припесчаненных такырах и такыровидных отложениях рек Зеравшан и Мургаб такой вынос пылеватых частиц составляет 0,16...0,33 см/год [2].

Из природных факторов, выбивающих пылеватые частички из такырной корки, является ветровая эрозия, связанная с сезонным движением ветропесчаного потока по такырной поверхности в широтном направлении. Этот факт можно визуальнo наблюдать во время сильных ветров, когда над такырами возникает дымка из пыли. Такыры в районе исследований приурочены к межбарханным понижениям, поэтому вполне вероятно, что ветропесчаный поток, обладая абразивными свойствами, «стачивает» их поверхность или же частицы песка, ударяясь о твердую такырную корку частично разрушаются на более мелкие пылеватые составляющие.

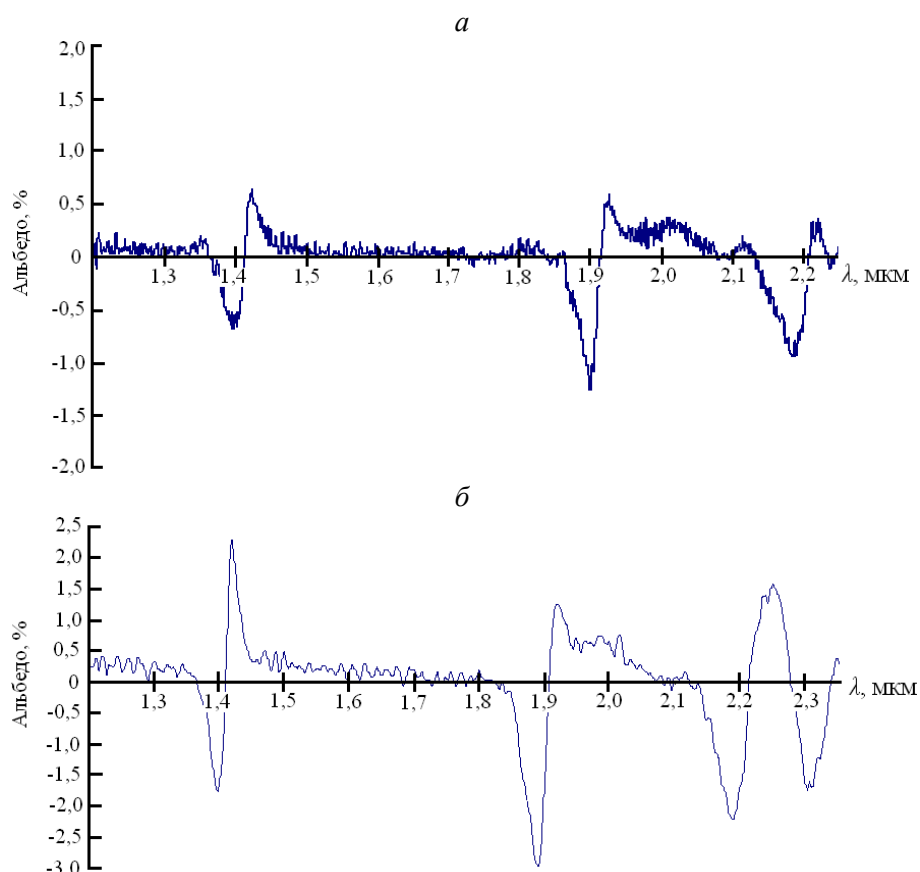


Рис. 2. Спектральное отражение такыра (а) и иллита (б), полученное при помощи спектрометра FieldSpecFR с длиной волны 350...2500 нм.

Возможность и механизм образования пыли за счет ударов песчаных частиц о поверхность такыров во время прохождения ветропесчаного потока до сих пор не рассматривались. В теории удара потеря механической энергии при ударе учитывается коэффициентом восстановления ( $K$ ). Так для песчаной частицы, движущейся по поверхности такыра, значение

$K = 0,6...0,7$ . Тогда потерю энергии для песчаных частиц (фракция 0,15...0,20 мм) можно найти по формуле [3]:

$$n = 1 - K^2, \quad (1)$$

т.е.  $n$  в процентах составляет 51...64 %. Этот вопрос требует особого рассмотрения, так как известно, что траектории сальтирующих песчаных частиц имеют вид парабол, с одной из ветвей вытянутой по потоку. Среднюю скорость движения ( $V_{cp.}$ ) песчаных частиц в ветропесчаном потоке можно оценить по приближенной формуле [4]:

$$V_{cp.} = 0,42(V_{1,0} - 4), \quad (2)$$

где  $V_{1,0}$  – скорость ветра на высоте 1 метр от песчаной поверхности, м/с.

В теорию удара [5] вводится понятие критической скорости  $V_k$ . Под критической скоростью понимают скорость тела в момент падения, при которой тело разрушается. Для песчаной частицы  $V_k$  можно оценить приближенно, приравняв среднюю скорость к критической  $V_{cp.} = V_k$ , по формуле:

$$2,4V_k = V_{1,0} - 4. \quad (3)$$

Для решения нашей задачи особый интерес представляет не сама критическая скорость, а скорость ветра, входящая в формулу (3)

$$V_{1,0} = 2,4V_k + 4. \quad (4)$$

Ниже в таблице приводятся средние значения  $V_k$  для некоторых материалов. Согласно этим данным, среднее значение критической скорости для горных пород составляет 26 м/с, для такыров – 20 м/с. По формуле (4) найдем скорость ветра, соответствующую этим значениям критической скорости: для горных пород  $V_{1,0} = 66,4$  м/с, для такыров  $V_{1,0} = 52$  м/с. Таких высоких скоростей ветра, превышающих скорость урагана в 2 раза, в песчаных пустынях не наблюдается.

Таблица

Средние значения критической скорости ветра для различных материалов

Материал	$V_k$ , м/с
Горные породы	26
Кварц	93
Такыр	20

В связи с этим авторы высказывают свою точку зрения на критическую скорость непосредственно в месте падения песчаной частицы на поверхность такыра. Место падения называют точкой контакта песчаных

частиц с субстратом такыра. Учитывая, что песчаные частицы в большинстве своем имеют угловатую форму, то в местах контакта площадь соприкосновения песчаной частицы с поверхностью такыра очень мала, вследствие чего сила ударного импульса (в точке контакта) может возрасти, примерно, на один порядок. Иными словами, уменьшение площади контакта равносильно увеличению силы ударного импульса. В связи с чем, формула (4) примет вид:

$$V_{1,0} = 0,24V_k + 4. \quad (5)$$

Тогда для горных пород  $V_{1,0} = 10,24$  м/с, для такыров  $V_{1,0} = 8,8$  м/с.

Хорошо известна работа пескоструйных аппаратов, в которых летящие песчаные частицы абразивно воздействуют на твердый материал (стекло, металлы и др.), т.е. матируют его или шлифуют. В нашем случае, в местах контакта происходит, в основном, разрушение материала такырной корки, как более мягкого и менее прочного по сравнению с кварцевыми или полевошпатными частицами песка. Точных и надежных данных о критической скорости и площади соприкосновения в точках контакта не имеется, поэтому нами их оценка дана ориентировочно. Описанный здесь процесс разрушения такыра может теоретически объяснить образование пыли на такырных поверхностях во время прохождения ветропесчаного потока.

Хотя оголенные почвы менее эрозионноустойчивы, чем задерненные, сила сцепления глинистых частиц в прочной такырной корке позволяет ветропесчаному потоку разрушать и выносить с ее поверхности частицы пыли. Разрушение такырной корки может также происходить механически (транспортный трафик, скотопрогон и т.п.) или же в результате водной или капельной эрозии во время ливневых дождей. Под действием падающих во время ливня капель, обладающих значительной энергией, до появления поверхностного стока происходит процесс разбрызгивания. Ударяясь о поверхность корки такыра, капли разбрызгиваются по сторонам, отрывая при этом мелкие илистые частицы почвы [7].

Начальный период развития эрозии явление кратковременное и интенсивное. В результате воздействия капельной эрозии поверхность такыров в той или иной степени разрушается, трещины такырной корки заплывают, и при этом резко уменьшается инфильтрация воды. Из-за несоответствия между количеством выпадающих осадков и инфильтрационной способностью такыров на его поверхности начинается сток, а также смыв илистых частиц и солей. Как показали наши наблюдения, количество взвешен-

ных наносов в мутной такырной воде составляет 10...12 г/дм<sup>3</sup> или приблизительно твердый сток с такыров составляет 150...200 т в год с 1 км<sup>2</sup> [6].

В начальном периоде образования стока водой заполняются микропонижения на поверхности такыров, затем поверхностный сток со всей площади направляется в сторону наибольшего уклона местности. Продукты эрозии сначала отлагаются в микропонижениях, образуя в них тонкие наилки, которые после высыхания скручиваются, превращаясь в так называемые «папирусы». Более того, папирусы при сильных ветрах в ветропесчаном потоке довольно легко разрушаются и уносятся. Затем после заполнения понижений поверхностный сток и смыв охватывает общую территорию и направляется в виде мутного потока по уклону мезорельефа местности, по ходу которого образуются линейные формы проявления эрозии. Вода поверхностного стока с продуктами эрозии заполняет естественные или искусственные понижения (каки, ойтаки, гуйма, бенты), а местами достигая кромки песков, быстро фильтруется.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аламанов С.К., Лелевкин В.М., Подрезов О.А., Подрезов А.О. Изменение климата и водные проблемы в Центральной Азии. – Москва-Бишкек: 2006. – 188 с.
2. Арнагельдыев А. Об основных факторах опустынивания в Центральной Азии // Проблемы освоения пустынь. – 1999. – №4. – С. 3-9.
3. Иванов А.П. Физические основы дефляции песков пустыни. – Ашхабад: Ылым, 1972. – 112 с.
4. Иванов А.П. Формирование профилей эоловых форм рельефа песчаных пустынь. – Ашхабад: Ылым, 1989. – 67 с.
5. Кобранова В.Н. Физические свойства горных пород. – М.: Гостехиздат, 1962. – 490 с.
6. Мамедов Б.К. К вопросу водоподготовки такырных вод с целью их подземного магазинирования // Эколого-географические аспекты особенностей пустынь. – Ашхабад: Ылым, 1987. – С. 27-29.
7. Нурбердыев К. О почвообразовании и эрозии на такырах // Проблемы освоения пустынь. – 1982. – №5. – С. 9-17.
8. Groll, M., Masberg, P., Opp Ch. Long term analysis of aeolian dust in Central Asia. In: Opp Ch.&Groll, M. (Eds.) Abstracts of international dust&sand storm symposium “DSS and desertification”, Marburg, 2009: P. 46-51.

9. Maman S., Orlovsky L., Blumberg D.G., Berliner P., Mamedov B. Land-cover change study of takyr surfaces in Turkmenistan // Journal of Arid Environments. – Volume 75. – Issue 3. – 2011. – P. 842-850.
10. Singer A., Zobeck T., Poberezsky L., Agraman E. The PM10 and PM2.5 dust generation potential of soils/sediments in Southern Aral Sea Basin // Journal of arid environments, 2002. – P. 705-728.

Поступила 20.04.2012

Ауыл-шар. ғылымд. канд. Б.К. Мамедов  
Геогр. ғылымд. канд. А.П. Иванов  
Геогр. ғылымд. докторы А. Арнагельдыев

#### **ТАҚЫРДАҒЫ ЭРОЗИЯЛЫҚ ПРОЦЕССТЕР**

*Шаңның шығуымен байланысты тақырдағы эрозиялық процесстер зерттелді. Тақыр бетіне құмды жел ағын әсерінің түрлілі сипатын дәлелдейтін есептеулер жүргізілді. Су эрозиясының механизмі сипатталған.*