

УДК 631.459

А. АЗИЗОВ

### ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ НА ЕЕ УСТОЙЧИВОСТЬ К ВЕТРОВОЙ ЭРОЗИИ

Рассмотрено влияние влажности ( $0 \leq W \leq 18\%$ ) на ветровую эрозию супесчаных почв. Даны выражения критических скоростей воздушного потока в зависимости от влажности почвы. Приведена полумпирическая формула для определения величины влажности поверхностного слоя почвы, предотвращающей ветровую эрозию.

Ветровая эрозия почв наиболее интенсивно и в значительных масштабах развивается в основном в весенне-летний период в засушливых районах. В это время увеличивается солнечная радиация, температура почвенного покрова возрастает, что способствует быстрому высыханию верхних слоев почвы и благоприятствует формированию и развитию ветровой эрозии. На развитие ветровой эрозии наряду с другими факторами большое влияние оказывает влажность верхних слоев почвы, т. е. ветроустойчивость почвенной поверхности находится в зависимости от содержания влаги в поверхностном ее слое.

В работах Кальянова и Шиятого отмечается [1, 3], что при ветровой эрозии верхние слои иссушаются и влажность уже не оказывает существенного влияния на развитие эрозии. Есть данные [2, 4], что влажность почвенного покрова повышает ветроустойчивость.

Установлено, что при скоростях ветра, превышающих критические значения, ветровая эрозия может происходить лишь при определенных условиях, среди которых важная роль принадлежит влажности почвы. Бисал и Хсиен [5] получили данные по влиянию влажности почвы на отрыв воздушным потоком частиц из мелкопесчаной, суглинистой и глинистой почв для различных районов Канады.

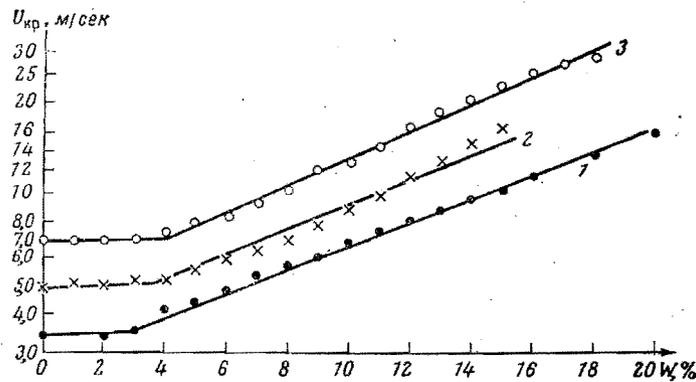


Рис. 1. Критические скорости воздушного потока (при которых происходит отрыв частиц почвы) в зависимости от влажности почвы

1 —  $U_1$  м/сек, 2 —  $U_{тр}$  м/сек, 3 —  $U_{ш}$  м/сек

В литературе до сих пор отсутствуют данные по количественной связи между скоростью ветра и влажностью почвы, при которых не происходит отрыва частиц почвы.

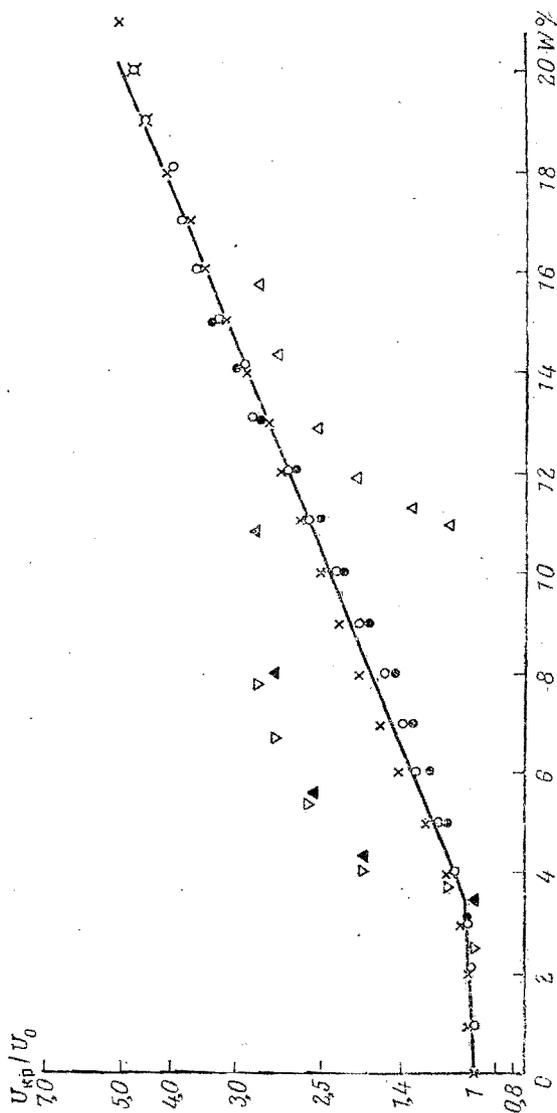
В последнее время в практику сельского хозяйства широко внедряются различные способы увлажнения почвенного покрова (например, подпочвенное орошение и др.). Используя эти приемы, можно предотвратить ветровую эрозию поддержанием расчетной влажности в верхних слоях (до 4 мм) на определенном уровне в зависимости от ожидаемой скорости ветрового потока в данном районе.

В настоящей работе рассматриваются результаты экспериментального исследования зависимости эрозионного процесса от влажности почв. Опыты проводили в аэродинамической трубе с двумя успокоительными решетками, которые поддерживали турбулентность набегающего потока в рабочем участке около 0,2%.

Применение электрической схемы ГД позволило плавно регулировать скорость вращения вентилятора. Продолжительность одного опыта не превышала 2—3 мин.

Исследованию подвергли эродируемые супесчаные почвы из Ферганской и Ташкентской обл. Перед опытами образцы почвы просеивали через сито с диаметром отверстий 2 мм. Увлажнение почвы проводили в эксикаторах. При проведении экспериментов из одного и того же образца в одно время брали две пробы почвы, на одной из которых проводили опыты по определению критических скоростей ветров

Рис. 2. Зависимость приведенной критической скорости от влажности почвы. Треугольники — данные [5]



го потока, при котором происходит отрыв частиц почвы, а другая проба служила для определения влажности образца. Влажность в процентах определяли по формуле

$$W = \frac{G_w - G_c}{G_c} 100,$$

где  $G_w$  и  $G_c$  — вес образца влажной и сухой почвы. Величины влажности и скорости отрыва частиц определяли в 8—10-кратной повторности. Образцы почвы в каретках устанавливали на пазы опытной пластины, которая находилась в поле зрения увеличительной линзы в опытном участке экспериментальной установки. Постепенным увеличением числа оборотов вентилятора увеличивали скорость потока воздуха, при этом фиксировали три ее критических значения:

$U_1$  — скорость потока, при котором отдельные частицы начинают совершать колебательно-поступательное движение на расстоянии, меньшем или равном длине своего диаметра;  $U_{кр}$  — скорость потока, при котором отрываются отдельные частицы почвы;  $U_m$  — скорость потока, при которой начинается массовый отрыв частиц почвы от обтекаемой поверхности.

На рис. 1 приведены в полулогарифмических координатах изменения значений указанных критических скоростей потока в зависимости от влажности почвы, взятой в Кировском районе Ферганской обл. Как видно из этого рисунка, значение критической скорости потока ( $U_{кр}$ ) в зависимости от влажности почвы выражается двумя закономерностями, т. е. существует некоторое предельное значение влажности почвы  $W = W_0$ , где  $W_0$  равно 4%. До и после нее зависимости  $U_{кр} = t(W)$  описываются по разным аналитическим законам. При значениях  $W \leq W_0$  влияние влажности почвы на критическую скорость потока почвы незначительно, а при  $W > W_0$  это влияние существенно. Поэтому при расчетах критических скоростей потока, когда  $W > W_0$ , необходимо учитывать значение влажности верхних слоев почвы.

По нашему мнению, важно найти математические выражения для определения критических скоростей отрыва частицы почвы в зависимости от ее влажности. Для получения аналитических зависимостей указанных закономерностей критические скорости потока были приведены к безразмерным величинам путем деления каждого из них на свое значение  $U_{ci}$ , соответствующее для сухой почвы.

Тогда кривые этих зависимостей с той или иной точностью ложатся на одну линию, как это показано на рис. 2. На этом рисунке приведены также опытные данные Бисалия и Хсиена, полученные для почв различных районов Канады. При проведении расчетной формулы был применен способ наименьших квадратов. Тогда для первой области значений влажности, т. е. для  $W \leq W_0$  получена следующая формула по определению критических значений скорости воздушного потока от влажности почвы

$$U_{крI}^I = U_{ci} \cdot t^{0,0182W_i} \quad (1)$$

При значении  $W > W_0$

$$U_{крI}^{II} = 0,75 \cdot U_{ci} \cdot t^{0,0965W_i} \quad (2)$$

При изучении влияния влажности почвы на процессы ветровой эрозии одним из главных вопросов является определение предельной величины влажности поверхностного слоя, при уменьшении которой возможен перенос почвы. Эти значения влажности можно найти по формулам.

Для первой области, т. е. когда  $W_i \leq W_0$

$$W_i^I = 61,73 \cdot \ln \frac{U_{кр}}{U_{ci}}, \quad (3)$$

Для второй, т. е. когда  $W > W_0$ ,

$$W_i^{\text{II}} = 10,36 \cdot \ln \frac{U_{\text{кр}}}{U_{\text{ci}}} + 3 \quad (4)$$

В этих выражениях  $U_{\text{кр}}$  — ожидаемое наибольшее значение скорости ветра в исследуемом районе.

Следует отметить, что если нам известно значение критической скорости воздушного потока  $U_{\text{кр}}$  в точке  $W = W_0$ , то формулы (1), (2), (3), (4) имеют соответственно следующий вид:

$$U_{\text{кр}} = 0,966 \cdot U_{\text{кр}} \cdot l^{0,014W} [W \leq W_0] \quad (5)$$

$$U_{\text{кр}} = 0,70 \cdot U_{\text{кр}} \cdot l^{0,097W} [W > W_0] \quad (6)$$

$$W = 71,43 \cdot \ln \frac{U_{\text{кр}}}{U_{\text{кр}_0}} + 2,43 [W \leq W_0] \quad (7)$$

$$W = 10,36 \cdot \ln \frac{U_{\text{кр}}}{U_{\text{кр}_0}} + 3,73 [W > W_0]. \quad (8)$$

### Выводы

1. Взаимосвязь критической скорости потока с влажностью почвы выражается двумя зависимостями.

При значении  $W \leq W_0$  влияние влажности почвы на отрыв частиц незначительно, а при  $W > W_0$  это влияние существенно.

2. Если известно наибольшее значение скорости ветра данного района  $U_{\text{кр}} >$  и скорость, при которой происходит отрыв сухой почвы того же района  $U_{\text{ci}}$ , то величина влажности поверхностного слоя почвы, при которой процесс ветровой эрозии не развивается, определяется формулой [4].

### Литература

1. *Кальянов К. С.* Ветровая эрозия на песках Юго-Востока Европейской части СССР. Уч. зап. Ульяновск. гос. пед. ин-та, Саратов, 1966.
2. *Чаквагадзе Е. А.* Ветровая эрозия темно-каштановых почв Северного Казахстана. «Наука», 1962.
3. *Шиятый Е. И.* Особенности проявления ветровой эрозии на южных карбонатных черноземах. Тез. докл. науч. конф. молод. ученых посвящ. 50-летию комсомола. Целиноград, 1968.
4. *Якубов Т. Ф.* Ветровая эрозия почвы и борьба с ней. М., Сельхозгиз, 1946.
5. *Bisal F., Hsien J.* Influence of Moisture on Erodibility of soil by Wind, Soil Sci., v. 102, № 3, 1966.

Институт механики и  
сейсмостойкости сооружений  
им. М. Т. Уразбаева  
АН УзССР

Дата поступления  
18.XII.1975 г.

A. AZIZOV

### EFFECT OF SOIL MOISTURE ON THE RESISTANCE OF SOIL TO WIND EROSION

A relationship has been found between critical velocity of the air current producing the removal of soil particles and the moisture content in the upper soil layer. When soil moisture is less (or equal) than a certain ultimate value  $W_0$  the effect of moisture is insufficient.

If  $W > W_0$  the effect of moisture in removing soil particles is very strong.

A semiempirical formulae has been derived for determination of moisture content which prevents the removal of soil particles.