

УДК 626.144

ЗАИЛЕНИЕ КАНАЛОВ ПРОДУКТАМИ ВЕТРОВОЙ ЭРОЗИИ

Канд. техн. наук С.М. Койбаков

А. Аманбаев

Канд. техн. наук

Б.М. Мыржикбаев

В данной статье рассматриваются эрозионно-аккумулятивные процессы на мелиоративных объектах. Предлагается метод расчета количественной оценки заиляемости каналов продуктами дефляции почв.

Песчаные заносы и выдувание грунта широко распространенные природные явления. Исследования песчаных заносов в Казахстане начаты Русским географическим обществом с 80-х годов девятнадцатого века в связи со строительством железной дороги [3]. За этот период значительный вклад в решение проблемы песчаных заносов и дефляции почв внесли работники научно-исследовательских и проектных институтов, а также строительных организации Казахстана. Например, в частности КазНИГ-МИ с 60-х годов изучаются вопросы дефляции почв в различных районах Казахстана. Для изучения этих вопросов в лабораторных условиях построена аэродинамическая труба, и разработаны пескоуловители для измерения массы песка в полевых условиях [2, 7].

Сильные ветры, вызывающие дефляцию почв, приводят также к заносам и заилениям мелиоративных каналов. Заносы и заиления на мелиоративных каналах также препятствуют своевременному пропуску расчетного расхода воды при осуществлении влагозарядковых и вегетационных поливов, что в конечном итоге отражается на рекомендованной технологии возделывания сельскохозяйственных культур и их продуктивности. В этой связи существует настоятельная необходимость разработки инженерных, агротехнических мероприятий по борьбе с заносами на обводнительно-оросительных каналах [4].

Например, 1991 г. в Жамбылской области объемы очистных работ межхозяйственной сети при длине 290,3 км составил 1354 тыс. м³, а внутрихозяйственной сети при длине 486,3 км - 1437 тыс. м³. При этом объемы приходящейся на долю ветровой эрозии не определены.

В гидравлике наносы представляют собой совокупность твердых частиц, переносимых водным потоком. Одни и те же грунтовые частицы могут перемещаться по дну или в толще потока в зависимости от скорости и глубины потока. Наносы распределяются в глубине потока неравномерно, наибольшее количество наносов перемещается у дна. Аналогичные процессы происходят и при ветровой эрозии почв (дефляции). Отделение частицы от дна происходит за счет несимметричного обтекания ее потоком и образования за ней зоны отрыва потока, где возникают турбулентные вихри. Степень насыщения потока взвешенными наносами часто характеризуется мутностью — весовым или объемным количеством наносов, которое данный поток содержит в единице объема. Транспортирующей способностью потока называется наибольшая мутность потока при данных гидравлических условиях. Характеристикой наносов являются размеры их частиц (гранулометрия), удельный вес и поведение твердых частиц в потоке. Удельный вес твердых грунтовых частиц обычно находится в пределах от 2400 до 2800 кг/м³. Крупность наносов характеризуется средневзвешенным диаметром частиц, определяемым при механическом анализе.

Заносимость русел каналов продуктами ветровой эрозии, т.е. снего-песко аккумулялирующая способность канала освещены в работах [4, 5]. При движении воды в каналах русла канала не заносится продуктами ветровой эрозии, а имеет лишь место заиление русла.

Рассмотрим заиление русел каналов продуктами ветровой эрозии. Объем, расход, максимальная крупность частицы грунта при ветровой эрозии, подносящейся к каналу, при известных данных метеостанции определяется по рекомендациям А.Л. Андрейчука [1]. Твердый расход при ветровой эрозии на единицу длины определяется по формуле

$$q = 0,0275 \cdot u_{15}^3 \cdot f_1 \cdot A, \quad (1)$$

где u_{15} — скорость ветра на высоте 15 см над почвой связан со скоростью ветра на высоте флюгера u_ϕ зависимостью в виде $u_\phi = 2 \cdot u_{15}$; f_1 — коэффициент учитывающий комковатость, A — вероятность эродирования.

Продукты ветровой эрозии, попадая в воду, становятся наносами воды (рис. 1). На протяженности канала выражения для мутности воды ρ в канале можно написать следующим образом

$$\rho = \frac{q \cdot x}{Q}, \quad (2)$$

где x – расстояние от начала попадания наносов в канал до начала отложения их в наносы, м, Q – расход воды в канале.

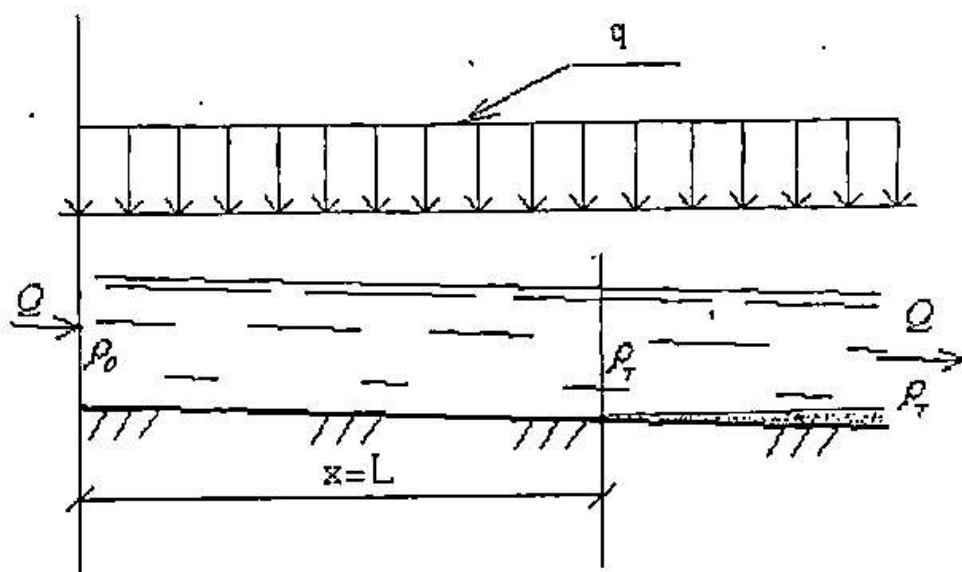


Рис. 1. Схема перехода продуктов дефляции почв в наносы на каналах.

Отсюда видно, что мутность воды в канале увеличивается в прямой зависимости от расстояния x . Транспортирующая способность канала определяется по существующим формулам незаиляемости, подходящим конкретно данному условию. Например, для канала можно определить по формуле Ф.С. Салахова [6]

$$\rho_T = 0,0135 \cdot \frac{U_k^3}{H_{cp} \cdot w_0}, \quad (3)$$

где U_k – скорость движения воды в канале, м/с; H_{cp} – средняя глубина воды в канале, м; w_0 – средняя гидравлическая крупность, м/с, соответствующая диаметру частицы d , мм. В нашем случае для ветровой эрозии [4], определяется исходя из скорости массового влечения по формуле

$$d \approx 2 \cdot \left(\frac{u_{15}}{12,2} \right)^2, \quad (4)$$

Подверженность русла каналов заносам и заилению существенно зависят и от угла воздействия ветра. Принимаем угол между направлением ветра и осью канала равным α . В определенных условиях на некотором расстоянии (L) мутность воды может превысить транспортирующей способности ρ_T , т.е.

$$L = \frac{\rho_T \cdot Q}{q \cdot \text{Sin}\alpha} \quad (5)$$

Тогда на нижележащем участке канала образуется избыток наносов на единицу длины $\rho_{из} = \frac{q \cdot \text{Sin}\alpha}{Q}$, и будет происходить осаждение наносов (продуктов ветровой эрозии).

Зная расстояние L , при котором начинается отложение наносов, и скорость движения воды в канале U_k , можно найти время t_2 после которой будут происходить аккумуляция наносов

$$t_2 = \frac{L}{U_k} \quad (6)$$

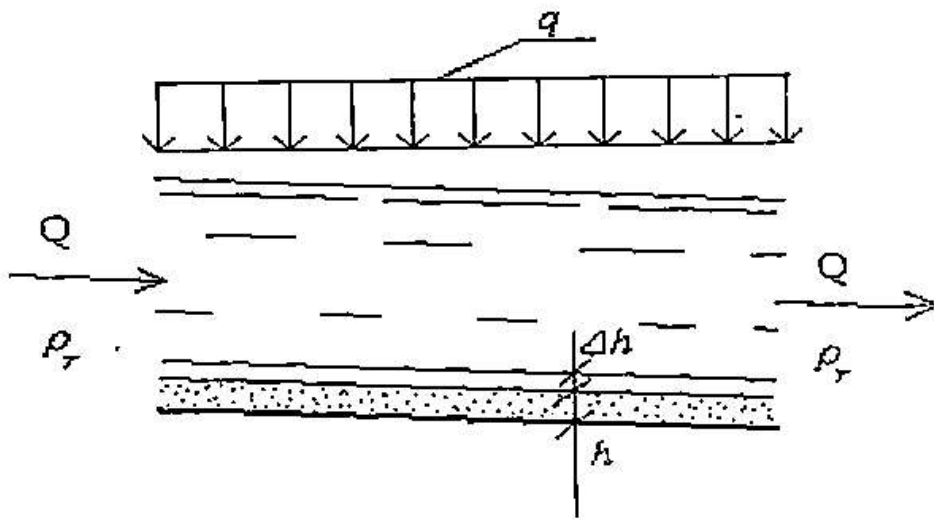


Рис. 2. Схема к расчету отложения наносов.

Величину слоя отложения h за период продолжительности ветра $t \geq t_2$ (рис.2), в первом приближении без учета формы сечения канала можно оценить как

$$h = \int_{t_2}^t \frac{q \cdot \text{Sin}\alpha \cdot dt}{B \cdot \gamma_{отл}} = \frac{q \cdot \text{Sin}\alpha \cdot (t - t_2)}{B \cdot \gamma_{отл}},$$

где B - ширина водной поверхности, м, $\gamma_{отл}$ - плотность отложения равна 1650 кг/м^3 .

В табл. 1 приведены результаты расчета интенсивности дефляции почв при комковатости грунта 5%.

Таблица 1

Результаты расчета интенсивности дефляции почв при комковатости
грунта 5% и при вероятности эродирования $A = 0,95$

u_{ϕ}	u_{15}	f_1	q
6	3	0,02	0,0141
8	4	0,03	0,0502
10	5	0,04	0,1306
12	6	0,055	0,3104
14	7	0,07	0,627
16	8	0,085	1,137
18	9	0,095	1,809
20	10	0,11	2,874
22	11	0,15	5,216
24	12	0,17	7,674
26	13	0,19	10,905
28	14	0,2	14,337
30	15	0,23	20,28
32	16	0,26	27,82

Результаты расчета заиления каналов при $B/H_{cp} = 2,0 - 2,5$, различных скоростях ветра, скоростях движения воды и глубинах приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты расчета заиления каналов продуктами дефляции почв за час при перпендикулярном ветре при комковатости грунта 5%

U_{κ} , м/с	H , м	Q , м ³ /с	ρ_T , кг/м ³	L , м	t , с	h , м
$u_{\phi} = 6$ м/с; $u_{15} = 3$ м/с; $q = 0,014$ г/(м·с); $d = 0,121$ мм; $w = 0,0088$ м/с						
0,5	0,2	0,05	0,959	3424	6849	-
	0,5	0,31	0,384	8561	17122	-
	1	1,25	0,192	17122	34243	-
	1,5	2,81	0,128	25682	51365	-
	2	5	0,096	34243	68486	-
1	0,2	0,1	7,670	54789	54789	-
	0,5	0,625	3,068	136972	136972	-
	1	2,5	1,534	273945	273945	-

Продолжение табл.

$U_k, \text{ м/с}$	$H, \text{ м}$	$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	$\rho_T, \text{ кг/м}^3$	$L, \text{ м}$	$t, \text{ с}$	$h, \text{ м}$
	1,5	5,625	1,023	410917	410917	-
	2	10	0,767	547890	547890	-
1,5	0,2	0,15	25,888	277369	184913	-
	0,5	0,94	10,355	693423	462282	-
	1	3,75	5,178	1386846	924564	-
	1,5	8,44	3,452	2080268	1386846	-
	2	15	2,589	2773691	1849127	-
$u_\phi = 12 \text{ м/с}; u_{15} = 6 \text{ м/с}; q = 0,31 \text{ г/(м}\cdot\text{с)}; d = 0,484 \text{ мм}; w = 0,049 \text{ м/с}$						
0,5	0,2	0,05	0,172	28	56	0,0017
	0,5	0,3125	0,069	69	139	0,0007
	1	1,25	0,034	139	278	0,0003
	1,5	2,8125	0,023	208	417	0,0002
	2	5	0,017	278	555	0,0001
1	0,2	0,1	1,378	444	444	0,0015
	0,5	0,5	0,551	889	889	0,0005
	1	2	0,276	1777	1777	0,0002
	1,5	4,5	0,184	2666	2666	0,0001
	2	8	0,138	3555	3555	0,0000
1,5	0,2	0,15	4,649	2250	1500	0,001
	0,5	0,75	1,860	4499	3000	0,0001
	1	3	0,930	8999	5999	-
	1,5	6,75	0,620	13498	8999	-
	2	12	0,465	17997	11998	-
$u_\phi = 24 \text{ м/с}; u_{15} = 12 \text{ м/с}; q = 7,67 \text{ г/(м}\cdot\text{с)}; d = 1,935 \text{ мм}; w = 0,188 \text{ м/с}$						
0,5	0,1	0,0125	0,090	0	0	0,084
	0,5	0,3125	0,018	1	1	0,017
	1	1,25	0,009	1	3	0,008
	1,5	2,8125	0,006	2	4	0,006
	2	5	0,004	3	6	0,004
	0,2	0,1	0,359	5	5	0,042
	0,5	0,625	0,144	12	12	0,017

$U_k, \text{ м/с}$	$H, \text{ м}$	$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	$\rho_T, \text{ кг/м}^3$	$L, \text{ м}$	$t, \text{ с}$	$h, \text{ м}$
1	1	2,5	0,072	23	23	0,008
	1,5	5,625	0,048	35	35	0,006
	2	10	0,036	47	47	0,004
1,5	0,2	0,15	1,212	24	16	0,042
	0,5	0,9375	0,485	59	39	0,017
	1	3,75	0,242	118	79	0,008
	1,5	8,4375	0,162	178	118	0,005
	2	15	0,121	237	158	0,004

Как видим, предлагаемый метод расчета позволяет делать количественную оценку степени заиления каналов при продолжительных сильных ветрах, при различных режимах движения воды в канале для принятия соответствующих мер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андрейчук А.Л. Устойчивость почв к дефляции и теоретические аспекты почвозащитной технологии: Автореф. дис. . . доктор биол. наук. - М., 1984. - 43 с.
2. Вопросы дефляции почв./ А.П. Агаркова, О.Е. Семенов, Л.П. Федюшина и др. // Тр. КазНИГМИ. -1972. - Вып.49. - 168 с.
3. Закиров Р.С. Железные дороги в песчаных пустынях. - М.: Транспорт, 1980. - 221 с.
4. Койбаков Б.М. Орошение в Северном и Центральном Казахстане. - Алматы. - 2000.- 247 с.
5. Койбаков С.М. Снегозаносимость каналов и меры по ее предупреждению: Автореф. дис. . . . канд. техн. наук. - Павлодар, 1987. - 27 с.
6. Салахов Ф.С. Гидравлический расчет ирригационных отстойников / Тр. АзНИИГиМа. - 1964. - С. 17-35.
7. Семенов О.Е. Особенности строения приземного слоя атмосферы при песчаных бурях./Материалы конференции "Проблемы гидрометеорологии и экологии". - Алматы: КазгосИНТИ, 2001. - С. 59 - 63.

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати
Жамбылский филиал Нацбанка РК

КАНАЛДАРДЫҢ ЖЕЛ ЭРОЗИЯСЫ ЗАТТАРЫМЕН ҰЙЫҚТАНУЫ

Техн. ғылымд. канд. С.М. Қойбақов

А. Аманбаев

Техн. ғылымд. канд.

Б.М. Мыржықбаев

Осы ұсынылған мақалада мелиоративтік объектілердегі эрозиялық-аккумулятивтік процестер қарастырылады. Каналдарда топырақ дефляциясының өнімдерінің шөгуді көлемін есептеу әдісі ұсынылады.