

List of the references:

1. Pugin K.G., Jushkov W.S. Construction of highways with use materials // Bulletin PGU «Preservation of the environment, transport, safety of ability to live» Perm 2011 № 1. P. 35-43.
2. Pugin K.G., Jushkov W.S. Use of firm waste products of ferrous metallurgy in materials for construction of highways // Magazine «In the world of discoveries» Krasnoyarsk 2010 № 5 part of 4. P. 53-57.
3. URL: <http://www.74rif.ru/concept-ua.html>.
4. Rjabova T.V. New technical decisions on preservation of the environment in ferrous metallurgy// News of ferrous metallurgy abroad. - 2002. - № 2 P. 104-105.
5. Pugin K.G., Jushkov W.S. Application of waste products of metallurgy for road construction // Materials of the international conference devoted 1000 Yaroslavl «Safety of the city environment» Yaroslavl of 2010 P. 269-273.

УДК 627.11

С.С. Эшев

*канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»,
Каршинский инженерно-экономический институт, Республика Узбекистан*

Б.Б. Рахимов

*соискатель, кафедра «Геология и разведка нефтегазовых месторождений»,
Каршинский инженерно-экономический институт, Республика Узбекистан*

Н.Н. Султонов

*соискатель, кафедра «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»,
Каршинский инженерно-экономический институт, Республика Узбекистан*

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗМЫВАЮЩИХ СКОРОСТЕЙ ВОДНОГО ПОТОКА
ДЛЯ НЕСВЯЗНОГО ГРУНТА НА ДНЕ И НА ОТКОСЕ КАНАЛОВ**

Аннотация. На базе проведенных лабораторных опытов описывается кинематическая структура размывающих скоростей водного потока в условиях несвязного грунта пролегающих в трапецеидальных каналах. Приводится методика проведения лабораторных опытов и анализ результатов исследований. Описано влияние пульсационных и вертикальных скоростей на размыв русла трапецеидального канала.

Ключевые слова: неразмывающая (допустимая) скорость воды, несвязанный грунт, пульсация.

S.S. Eshev, Karshi engineering-economic institute (Uzbekistan)

B.B. Rahimov, Karshi engineering-economic institute (Uzbekistan)

N.N.Sultonov, Karshi engineering-economic institute (Uzbekistan)

**EKSPERIMENTAL RESEARCH OF WASHOUT SPEED OF WATER STREAM FOR
INCONSISTENT GROUND IN THE BOTTOM AND ON THE RIVERBED OF CHANNELS**

Abstract. In this article on the basis of laboratory experiments the kinematics structure of washing away speeds of a water stream in the conditions of an inconsistent ground adjoining in trapeze form channels is described. It is given the carrying out technique laboratory experiences and the analysis of results of researches. In this article it is described the influence of pulsation and vertical speeds on riverbed washout of the trapeze form channels.

Keywords: Allowed velocity of water, unbounded soil, pulsation.

В настоящее время существуют различные формулы для определения размывающих скоростей, как чисто эмпирические, так и формулы, имеющие некоторое теоретическое обоснование.

К числу формул [1], имеющих теоретическое обоснование, относятся следующие формулы для несвязных грунтов, полученные Ц.Е. Мирцхулавой на основании анализа условия равновесия сил, действующих со стороны турбулентного потока на неровности поверхности ложа канала, и сил сопротивления сдвигу и отрыву отдельной частицы из общей массы с учетом усталостных явлений в грунте:

$$g_{adm} = \left(\lg \frac{8,8h}{d_m} \right) \sqrt{\frac{\gamma_c [g(\rho - \rho_w)d_m + 2C_{yn}k_c]}{0,22\rho_w\gamma_g}}; \quad (1)$$

$$g_{\Delta adm} = 1,25 \sqrt{\frac{\gamma_c [g(\rho - \rho_w)d_m + 2C_{yn}k_c]}{0,22\rho_w\gamma_g}}, \quad (2)$$

где C_{yn} – усталостная прочность на разрыв, учитывающая появление ощутимых сил сцепления при мелкозернистости грунта ($d < 0,25$ мм), для несвязного грунта приближенно $C_{yn} = 1,72 \cdot 10^{-4} / d_m$;

d_m – средний размер частиц несвязного грунта;

g – ускорение свободного падения;

ρ – плотность воды;

ρ_w – плотность частиц материала грунта;

h – глубина потока.

k_c – коэффициент отклонения сил сцепления от среднего значения, обычно $k_c = 0,5$; γ_c – коэффициент условий работы, учитывающий влияние наносов в коллоидном состоянии на размывающую способность потока; γ_g – коэффициент перегрузки под влиянием пульсационного характера скоростей и других случаев изменения размывающей способности потока

$$\gamma_g = (g_{\Delta max} / g_{\Delta m})^2,$$

где $g_{\Delta max}$, $g_{\Delta m}$ – соответственно максимальная, мгновенная и осредненная (по времени) донные скорости.

Трогание частиц и их последующее перемещение водным потоком – очень сложный процесс [1]. Действующая сила водного потока на частицу на дне и на откосе подвержена мгновенным изменениям из-за турбулентного характера движения.

Насчет природы турбулентности потоков, до сих пор не существует детального ответа на вопрос о характере закономерностей пульсации.

С целью изучения влияния пульсационного характера нагрузки для размыва дна и откосы каналов были проведены специальные лабораторные исследования на малом гидравлическом лотке (параметры лотка 13,6 x 1,0 x 0,8 м). На этом лотке воспроизводилась модель трапецеидального канала, который имеет следующие размеры: длина – 8,5 м; ширина по дну – 0,30 м; высота – 0,15 м; заложение откоса – $m = 2$. На откосах и на дне канала были устроены гнезда для металлических кассет с размерами

0,33 x 0,15 x 0,10 м в центральной части дна канала. В кассетах укладывались исследуемые грунты.

Методика проведения экспериментальных исследований полностью соответствовала методике Ц.Е. Мирцхулавы, изложенной в работе [1].

Исследовались на размыв песок диаметром $d \leq 0,315$ мм; $0,315 < d \leq 0,63$ мм; $0,63 < d \leq 1,25$ мм; $1,25 < d \leq 2,5$ мм; $2,5 < d \leq 5,0$ мм.

Все серии опытов проводились в следующем порядке: 1) подготовка модели к работе, укладка кассет образца грунта на откосе и дне канала, установка используемых датчиков и приборов; 2) установление нужного гидравлического (расхода воды Q) режима; 3) измерение параметров потока в намеченных створах; фиксировалась продолжительность опытов. При исследовании образцов грунта оставались постоянными следующие характеристики: качество воды, шероховатость дна и откосов канала, условия укладки образцов модели. Поэтому влияния этих факторов не исследовались. За размывающую скорость принималась та минимальная средняя скорость потока, при которой начавшийся отрыв частиц (агрегатов) не прекращается и постепенно разрушается поверхность грунта. Опыт считался законченным, когда с поверхности грунта полностью размывался выступающий слой в 2 мм. Измерялись глубина потока шпиген-масштабом и скорости по вертикали потока микровертушкой ТНИСГЭИ-Х-6, а средняя скорость рассчитывалась объемным способом. Результаты некоторых опытов приведены в таблице 1.

Из таблицы видно, что значение среднего квадратичного отклонения и отношение σ / \bar{v} увеличиваются от поверхности ко дну, а также мгновенные пульсационные скорости в точке больше чем осредненных скоростей. Пульсационные скорости в точке определялись расстояниями между пиками.

Опыты по определению размывающих скоростей для несвязных грунтов, показывают, что с повышением пульсации размывающая способность потока увеличивается при равных средних скоростях по сечению. А также анализ данных по пульсации скоростей показывает, что мгновенные пульсационные скорости примерно в два раза больше осредненных. Как указывает Ц.Е. Мирцхулава [1], этот фактор надо учитывать при определении активной нагрузки на частицу, расположенную на дне канала.

При отсутствии данных специальных исследований можно принять приближенное значение для γ_g , полученное по данным экспериментальных исследований [1]:

$$\gamma_g = 1 + \frac{d}{0,00005 + 0,3d},$$

где d выражен в метрах.

Результаты опытных данных по средним вертикальным скоростям показывают, что размыв трапецеидального канала начинался со стыка (зона пересечения откоса и дна), а затем размыву подвергались откосы и дно.

По результатам опытных данных построены эпюры распределения скоростей по глубине потока (рис. 1). Эти эпюры показывают, что при различных режимах потока характер изменения скорости по глубине потока сохраняется. Во всех опытах наименьшая скорость потока наблюдалась у дна лотка. На глубине 0,8 h от поверхности потока скорость движения воды имеет наибольшее значение.

Таблица 1 – Результаты лабораторных опытов

№ вертикали	Расстояние вертикали от канала, мм	Глубина потока, Н, мм	Глубина измерения у, мм	$\frac{y}{H}$	Средняя скорость потока u, м/сек	Средне квадратичное отклонения σ	g_{max}	$\frac{\sigma}{g}$	$\frac{g_{max}}{g}$	$\frac{g_{max} - g}{\sigma}$	Средняя скорость по вертикали
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$Q = 87/\text{сек}; H = 66 \text{ мм}, g_{cp} = 0,28 \text{ м/сек}$											
1	00	66,0	53,0	0,8	0,39	0,042	0,471	0,108	1,208	1,929	0,418
	00	66,0	41,0	0,6	0,41	0,045	0,483	0,110	1,178	1,622	
	00	66,0	28,0	0,4	0,42	0,040	0,477	0,035	1,138	1,425	
	00	66,0	14,0	0,2	0,46	0,056	0,564	0,122	1,226	1,857	
2	150	66,0	54,0	0,8	0,35	0,050	0,467	0,143	1,334	2,34	0,37
	150	66,0	41,0	0,4	0,36	0,043	0,44	0,119	1,222	1,86	
	150	66,0	28,0	0,4	0,38	0,055	0,458	0,145	1,205	1,418	
	150	66,0	14,0	0,2	0,38	0,052	0,50	0,137	1,316	2,308	
3	175	54,0	43,0	0,8	0,36	0,050	0,453	0,139	1,258	1,86	0,37
	175	54,0	32,0	0,4	0,36	0,052	0,464	0,144	1,289	2,00	
	175	54,0	22,0	0,4	0,36	0,040	0,428	0,111	1,189	1,7	
	175	54,0	11,0	0,2	0,41	0,035	0,495	0,085	1,207	2,423	
4	195	44,0	35,0	0,80	0,33	0,042	0,417	0,127	1,264	2,071	0,35
	195	44,0	24,0	0,60	0,33	0,039	0,402	0,118	1,218	1,846	
	195	44,0	18,0	0,40	0,36	0,034	0,424	0,094	1,177	1,882	
	195	44,0	9,0	0,20	0,39	0,045	0,497	0,115	1,274	2,378	
$Q = 17/\text{сек}; H = 91 \text{ мм}, g_{cp} = 0,39 \text{ м/сек}$											
1	00	91	73	0,8	0,44	0,076	0,628	0,172	1,427	2,474	0,48
	00	91	55	0,6	0,48	0,085	0,738	0,177	1,538	3,035	
	00	91	37	0,4	0,48	0,088	0,738	0,183	1,538	2,932	
	00	91	19	0,2	0,52	0,066	0,735	0,127	1,413	3,258	
2	150	91	73	0,8	0,47	0,061	0,532	0,130	1,132	1,016	0,49
	150	91	55	0,6	0,47	0,062	0,612	0,132	1,302	2,29	
	150	91	37	0,4	0,50	0,062	0,611	0,124	1,222	1,79	
	150	91	19	0,2	0,52	0,065	0,739	0,125	1,421	3,369	
3	195	68	37	0,54	0,41	0,094	0,644	0,229	1,571	2,489	0,425
	195	68	19	0,28	0,44	0,043	0,546	0,098	1,241	2,465	

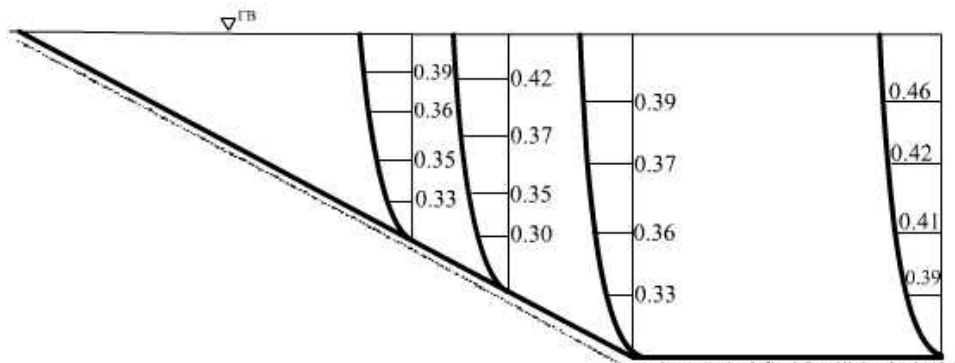


Рисунок 1 – Распределение скоростей по вертикали трапецидального канала при заложении откоса $m = 2$

Таким образом, пульсационный характер нагрузки является одним из важных факторов при размыве трапецеидальных каналов, пролегающих в несвязных грунтах, который необходимо учитывать при расчете земляных каналов на размыв.

Список литературы:

1. Мирцхулава Ц.Е. Размыв русел и методика оценки их устойчивости. М., Колос, 1967. 179 с.

List of references:

1. Mirshulava S.Y. Erosion riverbed and methods of the estimation to their stability. M., Colos, 1967. 179 p.