

Основной целью применения структурообразователей почвы является повышение эффективности существующих мелиоративных систем на минеральных почвах тяжелого гранулометрического состава путем улучшения водно-физических свойств и структуры почвы (агрегатного состава), а также условий, повышающих приточность избытков воды к дренам.

Применение структурообразователей оказывает влияние на повышение фильтрационных свойств фильтрующих засыпок водопримемных элементов водопоглощающих устройств.

Улучшение водно-физических свойств и стабилизация структуры тяжелых почв и фильтрующих засыпок водопримемных элементов водопоглощающих устройств закрытых собирателей путем применения химических мелиорантов и физических стабилизаторов (глубокое рыхление с одновременным омагничиванием почв), является перспективным направлением. Это позволяет существенно увеличить приток воды к дренам за счет перевода поверхностного стока во внутрпочвенный, обеспечить требуемый водный режим осушаемой территории и повысить урожайность сельскохозяйственных культур на мелиорированных землях.

Внесение химмелиорантов в дренажные засыпки и фильтрующую засыпку водопримемных элементов водопоглощающих устройств увеличивает коэффициенты фильтрации засыпок в 3 – 10 раз.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:**

1. А.С. № 1113399 Способ химической мелиорации тяжелого почвогрунта. Авт. Я.В. Цыбульская, П.П. Олодовский [Электронный ресурс] / [https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips\\_servlet](https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet) – патентный поиск – Дата доступа 07.12.2021.

УДК 627.824

Мосейко Д.В., Пришивалко В.А.

*Белорусский национальный технический университет*

#### **МЕТОДИКА ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО РАЗРУШЕНИЮ ГРУНТОВОЙ ОДНОРОДНОЙ ПЛОТИНЫ**

Вопросам надежности гидроузлов во всем мире придается большое значение главным образом потому, что аварии на гидроузлах, особенно на плотинных, приводят к серьезнейшим последствиям.

Главной проблемой в вопросах надежности гидроузлов в период паводка являются природные, в первую очередь гидрологические, факторы. В

естественном гидрологическом цикле всегда существует неопределенность, которую нельзя полностью исключить, так как природа не контролируется человеком.

Даже более глубокие современные оценки паводка и соответственно обеспечение главных водосбросных сооружений подчас не может удовлетворить условиям реального паводка. Вероятный максимальный паводок является именно вероятным, но один невероятный паводок может разрушить плотину. Таким образом, риск перелива существует всегда и всякий плотинный гидроузел в этом отношении представляет потенциальную опасность. И чем ниже класс сооружений гидроузла, тем больше вероятность превышения расчетного паводкового расхода и, следовательно, больше риск перелива. Отсюда ясно, почему на небольших гидроузлах перелив происходит чаще, чем на крупных.

В рамках исследования проведены лабораторные опыты по разрушению грунтовой однородной плотины.

Для изучения процесса размыва грунтовых плотин при переливе было проведено эксперименты. Опыты по размыву проводились на моделях в лотке шириной 0,32 м высота моделей составляла 0,4 м. На стенку лотка наносили координатную сетку с шагом 5 см.

Опыты проводились на песчаных моделях для среднезернистых песков. Модели были отсыпаны из грунта со следующими физико-механическими характеристиками: диаметр частиц  $d = 0,05 \dots 0,5$  мм, средний диаметр  $d_{50} = 0,25$  мм, средневзвешенная гидравлическая крупность  $w = 0,041$  м/с, плотность  $\rho_0 = 1,69$  г/см<sup>3</sup>, коэффициент неоднородности  $d_{60}/d_{10} = 1,6$ .

Опыты проводились на песчаных моделях для среднезернистых песков. Модели были отсыпаны из грунта со следующими физико-механическими характеристиками: диаметр частиц  $d = 0,05 \dots 0,5$  мм, средний диаметр  $d_{50} = 0,25$  мм, средневзвешенная гидравлическая крупность  $w = 0,041$  м/с, плотность  $\rho_0 = 1,69$  г/см<sup>3</sup>, коэффициент неоднородности  $d_{60}/d_{10} = 1,6$ .

Определение гранулометрического состава производились путем сита песка на наборе сит. Из песка, прошедшего через сито с отверстиями диаметром 5 мм, отбиралась навеска 1000 г. Эта масса песка просеивалась через набор сит с различными диаметрами отверстий.

По результатам зернового состава грунта построена кривая гранулометрического состава грунта и определены все физико-механические характеристики.

Размеры модели грунтовой плотины были следующие: высота 0,4 м, ширина по гребню 0,3 м, заложение верхового откоса 1:2,0, низового – 1:2,0. Расход воды, поступающий в верхний бьеф (приточность) составлял - 12,0 л/с. В лоток вода поступала из прямоугольного питательного бака, на входе в который был размещен мерный водослив Томпсона по которому контролировали расход воды  $Q_0$ , подаваемый центробежным насосом из водооборотного бассейна.

Для сопоставления опытных и теоретических данных необходимо построить графики изменения расхода воды в створе размываемой модели. Расход воды  $Q$  через модель плотины при ее размыве определяли опытным путем по изменению объема воды в верхнем бьефе

$$\frac{\Delta W}{\Delta t} = Q$$

где  $\Delta W$  – изменение объема воды в верхнем бьефе модели плотины;

$\Delta t$  – промежуток времени;

$Q$  – расход воды через размываемую плотину.

Изменение объема  $\Delta W$  определяли по формуле

$$\Delta W = \Delta h \cdot \Omega,$$

где  $\Delta h$  – изменение уровня воды в верхнем бьефе модели плотины за промежуток времени  $\Delta t$ ;

$\Omega$  – площадь зеркала воды верхнего бьефа модели плотины.

Данные для построения графика расхода воды через створ размываемой модели представлены в таблице 1 при расходе  $Q_0=12$  л/с.

*Опыт. Размыв модели плотины при свободном истечении потока в нижний бьеф*

Размыв модели происходит в следующей последовательности. На рисунке 1 представлен процесс размыва в виде мгновенных профилей.

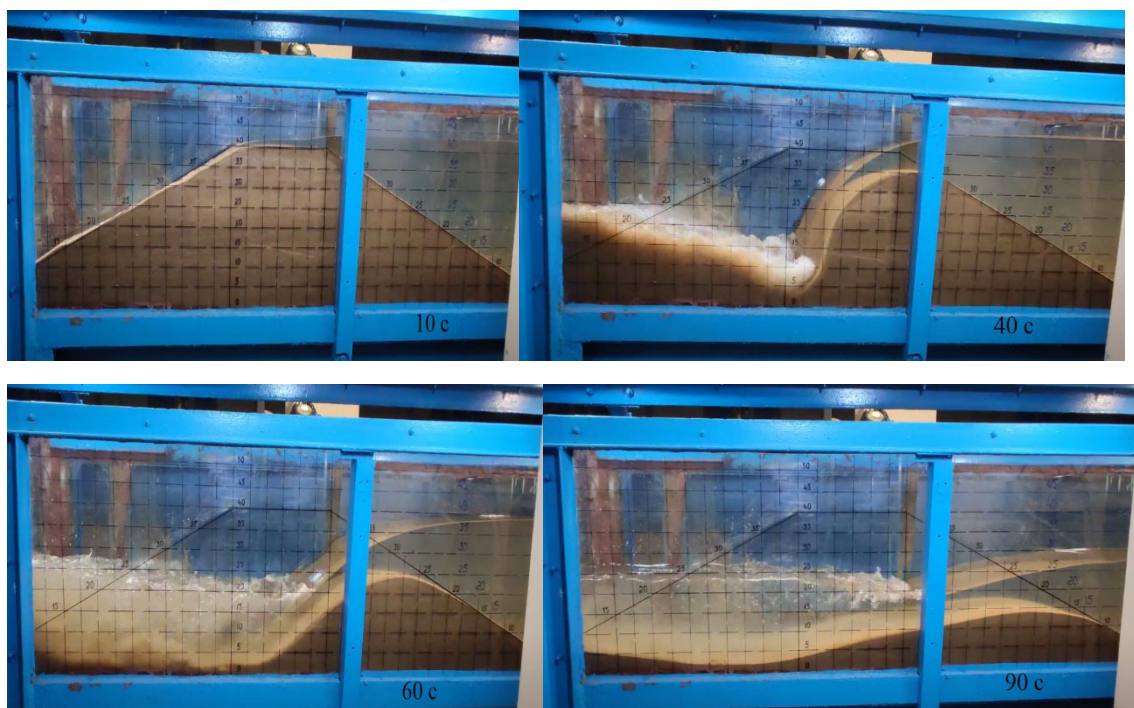


Рисунок 1 – Фотограмма размыва модели плотины в лотке шириной 0,32м:  $Q_0 = 12 \text{ л/с} = \text{const}$ ; истечение свободное

Откос размывается примерно равномерно по всей длине как бы параллельными слоями. Отметка гребня на данной стадии постоянна.

После полного размыва низовой призмы на всю ширину гребня начинается интенсивное снижение его. Гидравлическая картина на данном этапе схожа с истечением через водослив практического профиля, как по форме кривой свободной поверхности, так и по очертаниям, постоянно трансформирующимся в процессе размыва.

На рисунке 2 представлена динамика процесса размыва в виде графиков изменения во времени уровня верхнего бьефа, отметки гребня модели и расхода через нее. Данные для построения графика представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Данные для построения графика расхода воды через створ размываемой модели при расходе  $Q_0 = 12 \text{ л/с}$

Время $t, \text{ с}$	Уровень ВБ $Z_{\text{оп}}, \text{ см}$	Отметка гребня $Y_{\text{оп}}, \text{ см}$	Расход $Q_{\text{оп}}, \text{ л/с}$	Напор $H_{\text{оп}}, \text{ см}$
0	40	40	2	0
5	41	40	7	1
10	43,7	40	9	3,7

Продолжение таблицы 1				
15	44	40	10,5	4
20	45	39,8	11,3	5,2
25	45,07	39,5	11,7	5,57
30	45,1	39	11,7	6,1
35	45,13	37,5	12,3	7,63
40	45,1	35	13	10,1
45	45	33	22	12
50	44	30	32	14
55	42	27,5	34	14,5
60	39,8	25	40	14,8
65	37	22,5	32	14,5
70	35	20	32	15
75	33	18	31	15
80	30,5	16	28	14,5
85	29,6	15	27	14,6
90	28,4	15	26	13,4
95	27	13	25	14
100	25	12	22	13
105	24,8	11	20	13,8
110	24	10,5	18	13,5
115	22,5	10,1	17	12,4
120	22	10,05	17	11,95
125	21,5	10	17	11,5
130	21	9,95	17	11,05
135	20,5	10	17	10,5

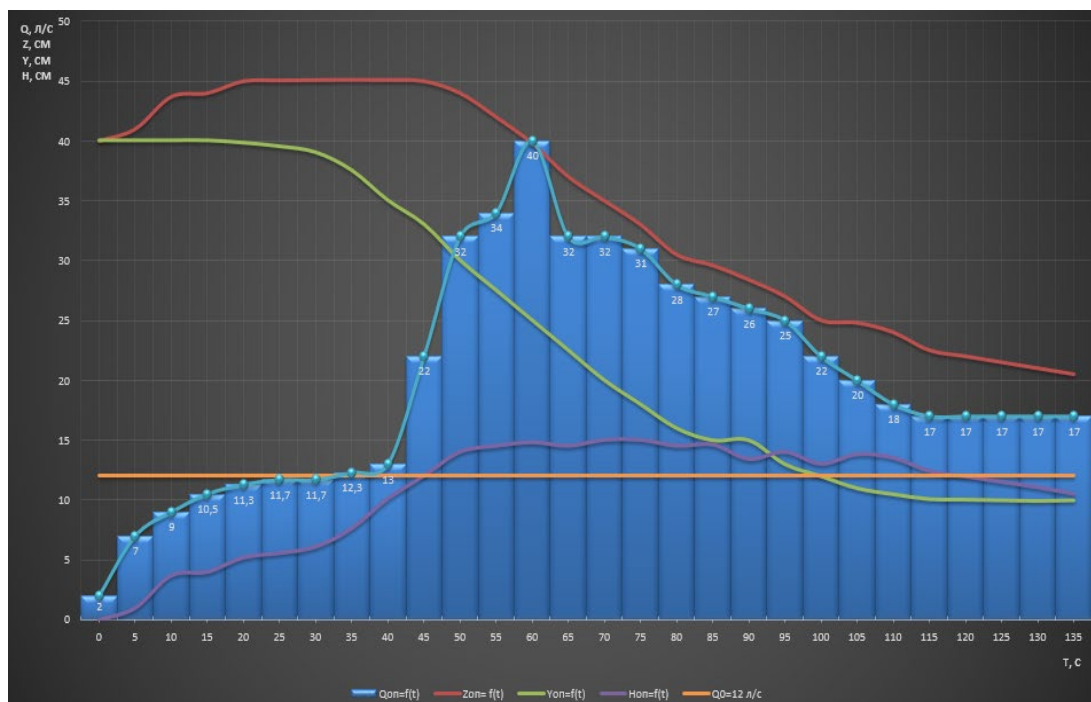


Рисунок 2 – Опытные кривые  $Q = f(t)$ ;  $z = f(t)$ ;  $y = f(t)$  при неподтопленном истечении  $Q_0 = 12 \text{ л/с} = \text{const}$ .

Общая картина размыва моделей плотин следующая. С началом перелива, когда расход через размываемую плотину еще незначителен вследствие малого напора на гребне, уровень воды в верхнем бьефе продолжает подниматься. Момент времени, при котором достигается равенство расходов через размываемую плотину и приточности в верхнем бьефе  $Q = Q_0$  соответствует максимально возможному повышению уровня верхнего бьефа. Поскольку плотина, играющая в данном случае роль водослива, размывается под действием переливающегося потока, отметка гребня ее, начиная с некоторого момента времени, интенсивно снижается, напор на гребне возрастает и это ведет к быстрому увеличению расхода через плотину. При  $Q > Q_0$  уровень верхнего бьефа падает.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Методические рекомендации по оценке риска аварий гидротехнических сооружений водохранилищ и накопителей промышленных отходов. - ФГУП ВНИИВОДГЕО / Розанов Н.Н., Куранов Н.П., Верменко В.В., Витенберг М.В., Волохова М.Н., Тейтельбаум А.И., Верле С.В. / под научн. редакцией В.С. Алексеева,- М. 2001.
2. Векслер А. Б. Надежность, социальная и экологическая безопасность гидротехнических объектов: оценка риска и принятие решений / А.Б. Векслер, Д. А. Ивашинцов, Д.В. Стефанишин. СПб.: Изд-во «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева», 2002.

3. Леви, И. И. Моделирование гидравлических явлений / И. И. Леви. – Л.: Энергия, 1967. – 254 с.

4. Овчаренко, И. Х. Моделирование гидравлических явлений на гидротехнических сооружениях: учеб. пособие / И. Х. Овчаренко, А. И. Тищенко. – Новочеркасск, 1982. – 110 с.

УДК 620.92

Ходас Н.А.

Научный руководитель – Казьмирук И.Ч., канд. техн. наук, доцент  
*Белорусский национальный технический университет*

### **ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Мировое потребление топливно-энергетических ресурсов имеет тенденцию роста, при этом основными видами топлива остаются нефть, уголь и газ, их доли в общей структуре энергопотребления в мире составляют 32%, 27% и 22% соответственно. Республика Беларусь не имеет достаточного количества месторождений энергоресурсов для полного самообеспечения, поэтому зависит от стран-экспортеров природного топлива. Это объясняет актуальность проблемы энергетической безопасности государства, под которой понимается состояние защищенности страны от угрозы дефицита в обеспечении потребностей в энергии экономически доступными энергетическими ресурсами приемлемого качества и с учетом не допущения вредного воздействия на окружающую среду.

Государственная политика Республики Беларусь в области энергетической безопасности включает развитие энергетики, основанной на использовании возобновляемых источников энергии. Предпосылки развития возобновляемых источников энергии разнообразны: ограниченность запасов традиционных источников энергии; экологические проблемы, возникающие вследствие использования органического топлива; энергетическая зависимость страны от стран-поставщиков углеводородного сырья. Основным преимуществом возобновляемых источников энергии является их наличие в любой точке земного шара в отличие от углеводородного топлива.

Современный период развития общества характеризуется акцентированием внимания на проблемах окружающей среды и экологии, что вызывает повышенный интерес к возобновляемым источникам энергии. Например, важным направлением в обеспечении энергетической безопасности Японии является атомная энергетика, которая к 2050 г. должна