

УДК 627.824.2

**РЕМОНТ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ГРУНТОВЫХ ПОДПОРНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

Васильева Елена Викторовна  
аспирантка

Федоров Виктор Матвеевич  
к.т.н., профессор  
*Новочеркасская государственная мелиоративная академия, Новочеркасск, Россия*

В статье предложен способ заделки трещин, фильтрационных ходов, грунтосмесью из цемента с добавкой, также предложен перечень строительных операций по наращиванию тела плотины (дамбы) сверх проектных отметок

Ключевые слова:  
РЕМОНТ, ВОССТАНОВЛЕНИЕ, ТРЕЩИНА, ГРУНТОСМЕСЬ, ЗОЛА, ЦЕМЕНТ, ПЕСОК, ПЛОТИНА, ГРЕБЕНЬ, ОТКОСЫ

УДК 627.824.2

**REPAIR AND RESTORATION GRUNTOVYKH OF RETAINING CONSTRUCTIONS**

Vasilyeva Elena Viktorovna  
postgraduate student

Fedorov Viktor Matveevich  
Cand.Tech.Sci., professor  
*Novocherkassk state meliorative academy, Novocherkassk, Russia*

In the article, the way of sealing of cracks and filtration courses is offered, with a soil compound from soil cement with an additive, the list of construction operations on extension of a body of a dam over the designed marks is also offered

Keywords: REPAIR, RESTORATION, CRACK, SOIL COMPOUND, ASHES, CEMENT, SAND, DAM, CREST, SLOPES

К одним из наиболее опасных дефектов в грунтовых плотинах и дамбах относятся норы (ходы) землеройных животных и трещины, создающие условия для появления сосредоточенного движения воды и возможного прорыва плотин и дамб. Обнаруженные норы и трещины следует заделывать до поднятия уровня воды в верхнем бьефе посредством перекапывания и последующего трамбования грунта, заполнения нор литым глиняным или цементно-песчаным раствором или устройства замков из грунта или грунтового материала.

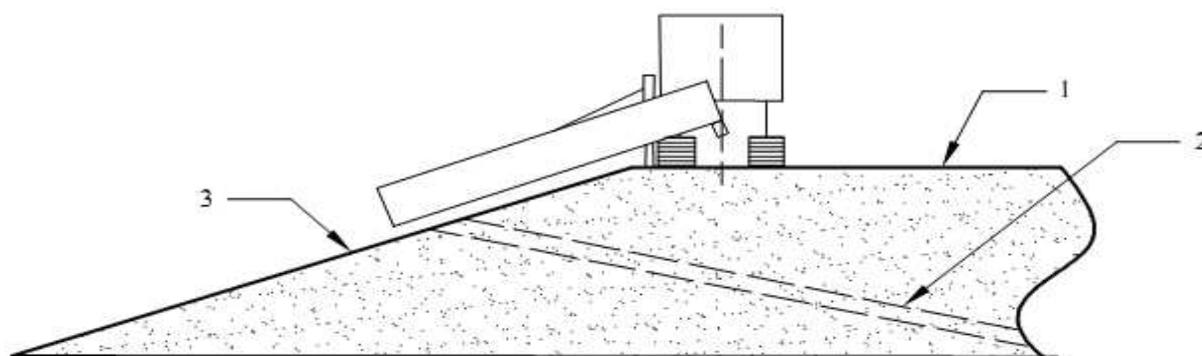
При заделке нор и поперечных трещин замок эффективнее устраивать не из грунта, а из грунтосмеси в виде грунтоцемента с добавлением золы и высевки [1], что обеспечит высокую прочность, водо – и морозостойкость конструкции замка, а значит, и снизит вероятность появления фильтрационных ходов, просачивания воды через тело плотины или дамбы и возможность их прорыва.

Состав ремонтно-строительных операций и средств механизации представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Перечень ремонтно-строительных операций по заделке нор и трещин

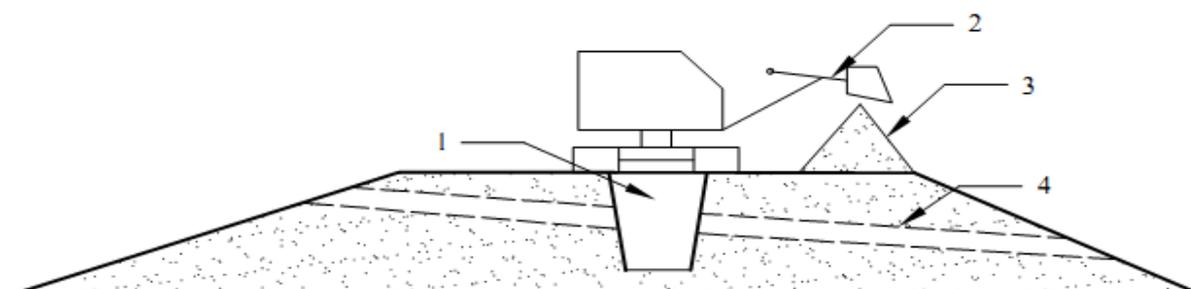
№ № операции	Ремонтно-строительные операции	Средства механизации
1.	Выявление и обозначение нор или трещин	Лопаты, колья, мерная лента
2.	Удаление разуплотнённого грунта в местах их обнаружения	Лопаты, средства малой механизации
3.	Укладка пластыря или устройство шпунтового ограждения (при высоком уровне воды в верхнем бьефе)	Брезент или плёнка, пригрузка, шпунт, средства малой механизации
4.	Разработка грунта в траншее с превышением глубины над высотой норы или трещины	Вручную или экскаватором
5.	Доставка слабоводопроницаемого грунта, высевки, цемента и золы к грунтосмесительной установке	Автосамосвал, тракторная тележка, автоцементовоз
6.	Приготовление в грунтосмесительной установке грунтосмеси из грунтоцемента с добавлением золы и высевки	Грунтосмесительная машина
7.	Транспортирование грунтосмеси к траншее	Автосамосвал, тракторная тележка
8.	Обратная засыпка траншеи (устройство замка) слоями	Вручную или средствами малой механизации
9.	Послойное уплотнение грунтосме-	Трамбовка ручная или

	си в траншее	механизированная
10.	Разборка шпунтового ограждения, снятие пластыря	Автокран, экскаватор или вручную



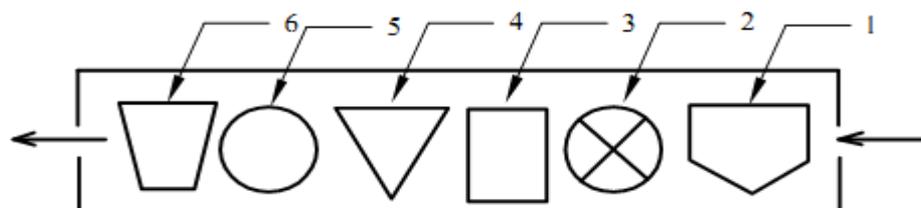
1- гребень плотины; 2 - трещина (нора); 3 - верховой откос

Рисунок 1.1 - Удаление разуплотнённого грунта в местах выявления нор и трещин



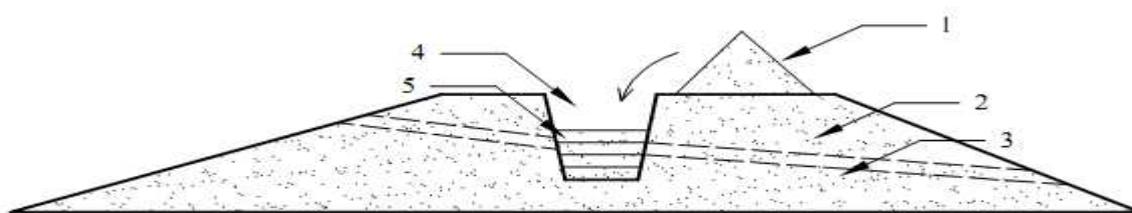
1 - траншея; 2 - экскаватор; 3 - разработанный грунт; 4 – нора

Рисунок 1.2 - Разработка грунта в траншее с превышением глубины над высотой норы (трещины)



1 - приемный бункер; 2 - измельчитель грунта; 3 - дозаторы;  
4 -сборная ёмкость; 5 -смеситель; 6 - бункер готовой грунтосмеси

Рисунок 1.3 - Схема грунтосмесительной установки



1 - доставленная грунтосмесь; 2 - плотина (дамба); 3 - нора (трещина) ;

4 - траншея; 5 - уплотненные слои грунтосмеси

Рисунок 1.4 - Обратная засыпка траншеи (устройство замка) слоями

Заделку трещин плотины предлагается осуществлять специальной грунтосмесью, в состав которой входит зола - унос ГРЭС, представляющей собой побочный продукт сжигания в топках котлоагрегатов измельченного до пылевидного состояния Донецкого антрацита. Зола – унос выносится из топок дымовыми газами и осаждается на электрофильтрах. Зола в основном представлена фракцией 0,01- 0,1 мм. Средняя крупность ее изменяется незначительно в пределах 0,03 - 0,07 мм. Удельная поверхность золы находится в пределах 2500 – 3000 кв.см/г.

Другим компонентом добавки служит высевка – отход камнедробления кварцита, фракции до 5 мм с модулем крупности 2,48, содержащий 18,4% пылевидных и глинистых частиц, определяемых отмучиванием.

Благодаря высокой удельной поверхности зольных, пылевидных и глинистых частиц, содержащихся в добавке, существенно возрастает поверхность соприкосновения составляющих грунтосмеси, что интенсифицирует силы адсорбционного, молекулярного и капиллярного взаимодействия и повысит степень связности грунтосмеси. Это, в свою очередь, ускорит ход процессов гидролиза и твердения цемента и обеспечит существенное повышение прочности и морозостойкости грунтоцемента с предложенной добавкой.

Для оценки влияния золы и высевки на прочность и морозостойкость проведены лабораторные исследования.

В качестве грунта использован легкий слабоводопроницаемый суглинок. Вяжущим служил Новороссийский портландцемент марки 500. В состав грунтосмеси входили также зола и высевка. Для сравнения готовили грунтосмеси из грунтоцементов без добавок и грунтоцементов с добавкой кварцевого речного песка с модулем крупности 1,67, содержащего 2,7% пылевидных и глинистых частиц. Количество воды в каждом случае подбирали с учетом оптимальной влажности и максимальной плотности грунтосмесей. Из приготовленных растворов в цилиндрических формах с двумя вкладышами изготавливали образцы-цилиндры с высотой и диаметром 50 мм, которые подвергали прочностным испытаниям: а) после 28 суток твердения и полного водонасыщения; б) после 50 циклов замораживания и оттаивания. Результаты испытаний представлены в таблице 2. Там же для сравнения приведены данные принятого в качестве аналога грунтоцемента без добавки и принятого в качестве прототипа грунтоцемента с добавкой кварцевого речного песка.

Таблица 2 – Оценка влияния золы и высевки на прочность и морозостойкость грунтоцемента

Грунто-цемент	Доля цемента, % от массы грунтосмеси	Количество добавки, % от массы грунтосмеси			Прочность, МПа		Коэф. морозостойкости $R_{мор}/R_{28}$
		песок	зола	высевка	Через 28суток и полного водонасыщения, $R_{28}$	После 50 циклов замораж. – оттаивания, $R_{мор}$	
Без до-бавки	10	0	0	0	11,35	8,85	0,78
	14	0	0	0	11,72	9,49	0,81

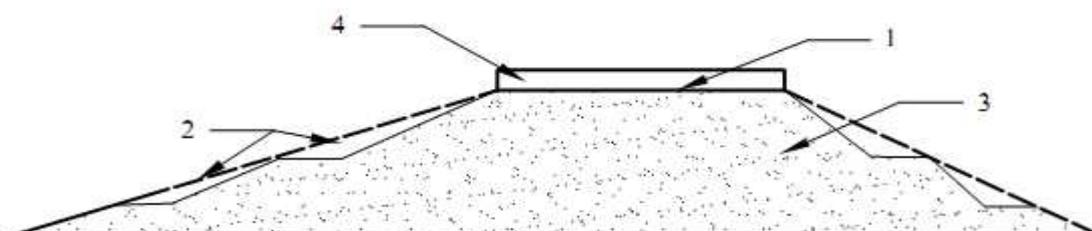
(аналог)							
С добав- кой песка	10	15	0	0	11,6	9,40	0,81
	10	40	0	0	12,35	10,37	0,84
(прото- тип)	14	15	0	0	12,30	10,21	0,83
	14	40	0	0	12,52	10,89	0,87
С добав- кой золы и высевки	6	0	8	15	9,97	8,67	0,87
	6	0	8	20	10,70	9,63	0,90
	6	0	8	30	11,36	10,45	0,92
	6	0	8	35	11,57	10,76	0,93
	6	0	8	40	11,70	10,88	0,93
	8	0	6	15	12,12	11,27	0,93
	8	0	6	20	13,97	13,27	0,95
	8	0	6	30	15,12	14,52	0,96
	8	0	6	35	15,25	14,80	0,97
	8	0	6	40	14,97	14,52	0,97
	10	0	4	15	14,4	13,39	0,93
	10	0	4	20	15,20	14,59	0,96
	10	0	4	30	16,03	15,39	0,96
	10	0	4	35	16,05	15,57	0,97
	10	0	4	40	16,01	15,53	0,97
	14	0	0	15	14,9	14,01	0,94
	14	0	0	20	15,67	15,04	0,96
	14	0	0	30	16,42	15,93	0,97
	14	0	0	35	16,36	15,87	0,97
14	0	0	40	16,1	15,62	0,97	

Как видно из приведенных в таблице данных, добавление к грунтоцементу золы и высевки в количестве соответственно 4-6% и 20-35% от общей массы составляющих грунтосмеси обеспечивает повышение прочности на 25-30%, а морозостойкости – на 10-15%. Уменьшение количества золы ниже 4% (или увеличение доли цемента свыше 10%) не дает существенного прироста прочности и морозостойкости, а увеличение ее (золы)

доли свыше 6% не обеспечивает превышения соответствующих показателей по прототипу. Не обеспечивает преимуществ перед прототипом и уменьшение количества высева ниже 20% (см. при доле цемента и золы соответственно 8% и 6%). Таким образом, подобран наиболее приемлемый состав грунтосмеси для устранения дефектов на грунтовых плотинах и дамбах.

Наряду с норами, ходами землеройных животных и трещинами при аварийном или предаварийном состоянии плотины (дамбы) наблюдаются такие виды дефектов и повреждений как: просадка тела и основания плотины; разуплотнение, размыв и обрушение откосов; суффозия и выпор грунта; разрушения креплений верховых и низовых откосов; фильтрация через основание и тело сооружения [2,3,5]. Устранение такого рода дефектов предусматривает обычно выполнение ремонтно – строительных работ направленных на досыпку до проектных отметок откосов и гребня или на увеличение высоты плотин (дамб), расширение их профиля и наращивания, таким образом, тела сооружений. Такие работы относятся к капитальному ремонту, должны выполняться с особой ответственностью, хотя и не отличаются принципиально (технологически) от работ по возведению насыпных профильных сооружений [3,4]. Все технологические операции по наращиванию тела плотины приведены ниже.

1. Удаление разуплотнённого грунта с откосов и гребня плотины.
2. Устройство уступов с перемещением грунта на гребень плотины и послойным его разравниванием по схеме, приведенной на рисунке 1.5.

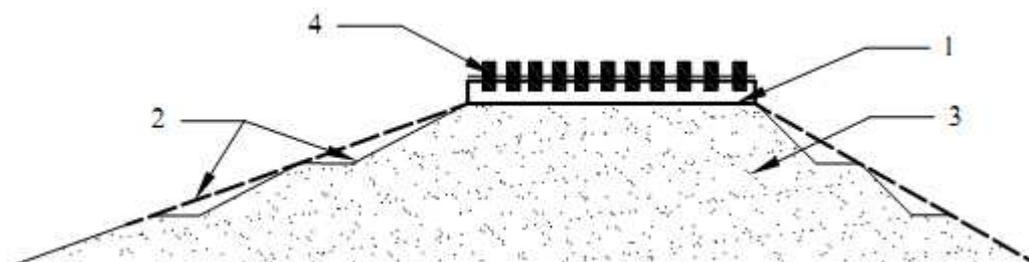


1 - гребень; 2 - уступы; 3 - плотина;

4 - грунт, перемещенный на гребень при устройстве уступов

Рисунок 1.5 - Схема расположения уступов на откосах плотины

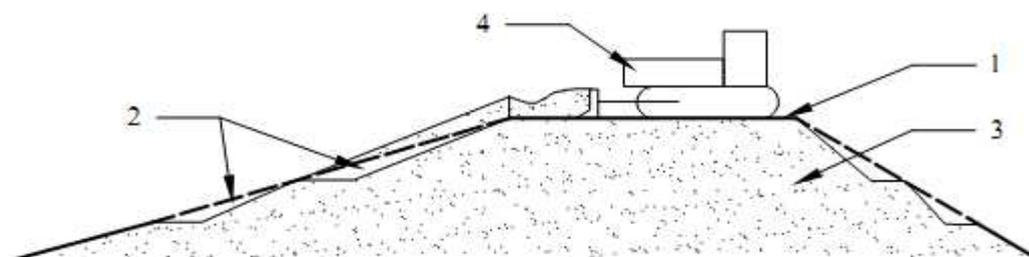
3. Перемешивание его (грунта) с высевкой, золой и цементом, доувлажнение грунтовой смеси до оптимальной влажности на гребне плотины (рисунок 1.6).



1 - гребень; 2 - уступы; 3 - плотина; 4 - фреза

Рисунок 1.6 - Схема работ при перемешивании материалов фрезой на гребне плотины

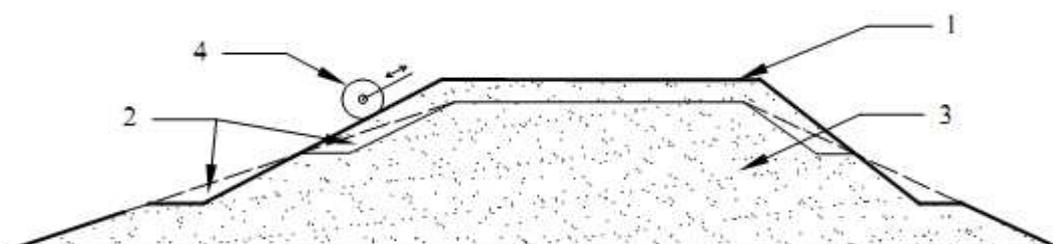
4. Схема разравнивания грунтовой смеси по гребню и ограниченными уступами откосам проиллюстрирована на рисунке 1.7.



1 - гребень; 2 - уступы; 3 - плотина; 4 – бульдозер

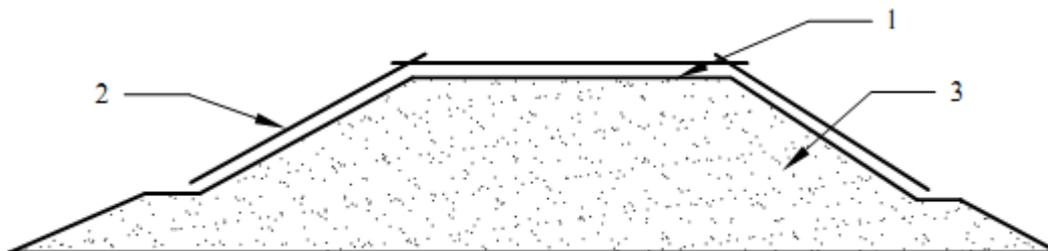
Рисунок 1.7 - Схема работ по разравниванию грунтовой смеси

5. Послойное уплотнение грунтовой смеси оптимальной влажности до проектной плотности реализуется посредством катков (рисунок 1.8).



- 1 - наращиваемый гребень плотины; 2 - уступы; 3 - плотина;  
4 - вальцевая трамбовка

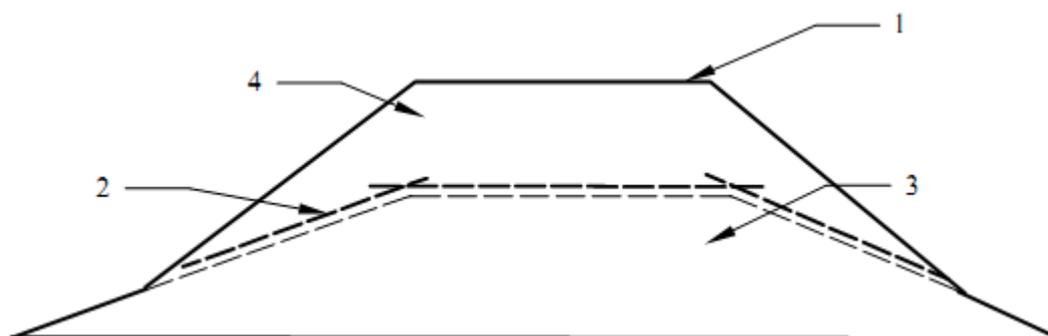
Рисунок 1.8 - Схема работ при послойном уплотнении грунтосмеси  
6. Укладка геосетки по реконструированным откосам и гребню  
(рисунок 1.9)



- 1 - наращиваемый гребень плотины; 2 - геосетка; 3 - плотина

Рисунок 1.9 - Положение геосетки на профиле плотины

7. Нарращивание гребня и тела плотины, послойное разравнивание и уплотнение грунтосмеси. В результате получаем тело реконструированной плотины, поперечный профиль которой приведен на рисунке 1.10.



- 1 - досыпанный гребень плотины; 2 - положение геосетки;  
3 - плотина до ремонта; 4 - досыпанная часть плотины

Рисунок 1.10 - Схема реконструированной плотины

Приведенные выше схемы и составы технологических операций позволяют не только восстановить деформированные в процессе эксплуатации грунтовые плотины, но и реконструировать их с целью увеличения ёмкости прудов.

### **Список источников информации**

1. Патент 2419705, РФ. Способ устранения дефектов в дамбах из однородного грунта / Е.В. Васильева, В.М. Федоров. Опубл. 27.05.2011 Бюл. № 15.
2. Ясинецкий В.Г., Фенин Н.К. Организация и технология гидромелиоративных работ. М.: Агропромиздат, 1986. 352 с.
3. Иванов Е.С. Организация и производство гидротехнических работ. М.: Агропромиздат, 1985. 400 с.
4. Ачкасов Г.П., Иванов Е.С. Технология и организация ремонта мелиоративных гидротехнических сооружений. М.: Колос, 1984. 174 с.
5. Ольгаренко В.И., Чуприн И.А., Иоффе П.В. Ремонтные работы на оросительных каналах. М.: Колос, 1976. 64 с.