

*И.А. Лысенко, С.Л. Копнышев, К.Д. Быстрицкая*  
(Академия ГПС МЧС России; e-mail: christina170593@mail.ru)

## **ВОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ СТОКА ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД С ВЫСОКИМИ УРОВНЯМИ РАДИАЦИИ В ВОДНЫЕ БАСЕЙНЫ**

*Анализируется организация проведения водоохраных мероприятий, исключающих попадание стока радиоактивно зараженной воды в реки при ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС.*

*Ключевые слова: водоохраные мероприятия, радиоактивные частицы, гидротехнические сооружения, дамбы, весенний паводок, пруд-охладитель.*

*I.A. Lisenko, S.L. Kopnyshv, K.D. Bystritskaya*

## **THE WATER PRESERVING ACTIONS FOR PREVENTION OF THE SURFACE AND UNDERGROUND WATER DRAIN WITH THE HIGH LEVELS OF RADIATION TO WATER BASINS**

*Analysis of organization of water protection measures, excluding ingress flow of radioactively contaminated water into rivers in liquidation of the Chernobyl accident, was carried out.*

*Key words: the water preserving actions, radioactive particles, hydraulic structure, dams, spring flood, pond cooler.*

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 8 января 2016 г.

Наиболее важной и крупной в экологическом отношении задачей после ликвидации последствий аварии на Чернобыльской *атомной электростанции (АЭС)* было возведение гидротехнических сооружений в бассейнах рек Припять, Уж, Брагинка, а также в зоне радиоактивного заражения с целью предотвращения попадания заражённой воды в р. Днепр и Киевское водохранилище.

Мониторинг показал, что в результате выброса радиоактивных частиц часть из них попадает непосредственно в водоемы. При этом нерастворимые в воде радиоактивные частицы (твердый сток) частично оседают в ил в виде речных наносов, а частично транспортируются речным потоком. Вместе с тем, в речном потоке перемещаются растворимые в воде радиоактивные частицы (радионуклиды). При стоке дождевых, ливневых и талых вод в реки сносился радиоактивный грунт и нерастворимые радиоактивные частицы со всей зоны заражения АЭС [1]. Кроме того, радионуклиды выносились в водоемы также подземными водами.

В основу решения задачи положено возведение различных гидротехнических сооружений: фильтрующих дамб и перемычек каналов, глухих дамб, земляных валов.

Водоохранные мероприятия проводились на следующих важнейших рубежах:

- по правому берегу р. Днепр на участке Иолча, Ашаревичи;
- на р. Припять и её притоках на участке Денисовичи, Чернобыль;
- на р. Уж, Верхняя и Нижняя Брагинка, Сахан, Желонь и их притоках.

Основные усилия сосредотачивались на возведении гидротехнических сооружений в бассейнах рек Уж, Нижняя Брагинка и Сахан. Все работы были выполнены за три с половиной месяца (со 2 июня по 25 сентября 1986 года), на 20 дней раньше намеченных Правительственной комиссией сроков.

Объём работ, выполненный за указанный период силами инженерных войск, приведён в табл. 1.

Таблица 1

**Объём работ, выполненный силами инженерных войск  
со 2 июня по 25 сентября 1986 года**

Тип сооружения	Количество	Протяжённость, м	Объём перемещённого грунта и уложенных пород, м <sup>3</sup>
<b>Возведено</b>			
Фильтрующих дамб (ФД)	25	5061	187600
Глухих дамб (ГД)	23	23911	398477
Фильтрующих перемычек каналов (ФПК)	85	1730	83508
<b>Отсыпано</b>			
Береговых земляных защитных дамб		52 тыс.	500 тыс.
<b>Произведено</b>			
Бетонирование плотин	3		200 тыс.
Гидроизоляция канала в два слоя	1	200 тыс.	

К 20 сентября 1986 г. общая протяжённость водоохранных сооружений составила 112 км, объём перемещённого грунта – около 1 млн м<sup>3</sup>, объём уложенных горных пород – около 250 тыс. м<sup>3</sup>; бетона – 200 тыс. м<sup>3</sup>, освоённая балансовая стоимость сооружений составила более 6 млн рублей.

Количественный и качественный состав привлекаемых сил и средств показан в табл. 2.

В период с декабря 1986 г. по март 1987 г. шло наращивание количества водоохранных сооружений.

Так, с 21 декабря 1986 г. по 19 января 1987 г. была построена дамба в районе Гдень-Скородное на р. Нижняя Брагинка, длина дамбы – 11,2 км, общий объём перемещаемого грунта – 137,8 тыс. м<sup>3</sup>, сметная стоимость строительства – 373 тыс. рублей.

## Состав сил и средств по возведению водоохранных сооружений

	339 ИДМП	347 ИДМП	554 ИПБ	ОИСБ 25 МСД	Всего
Личный состав	1293	1282	481	444	3500
Путепрокладчики			1	5	6
Бульдозеры	48	48	17	6	119
Грейдеры	12	12	3	-	27
Скреперы	24	24	5	-	53
БТМ	3	3	9	-	15
МДК	12	12	9	-	33
ПЗМ	-	-	23	3	26
Экскаваторы	36	36	21	3	96
Самосвалы	175	178	22	-	375
Автомшины борт.	48	52	26	8	134

ИДМП – Инженерный дорожно-мостостроительный полк; ИПБ – Инженерно-позиционный батальон; ОИСБ – Отдельный инженерно-сапёрный батальон; МСД – Мотострелковая дивизия; БТМ – Быстроходная траншейная машина; МДК – Машина дорожная котлованная; ПЗМ – Полковая землеройная машина

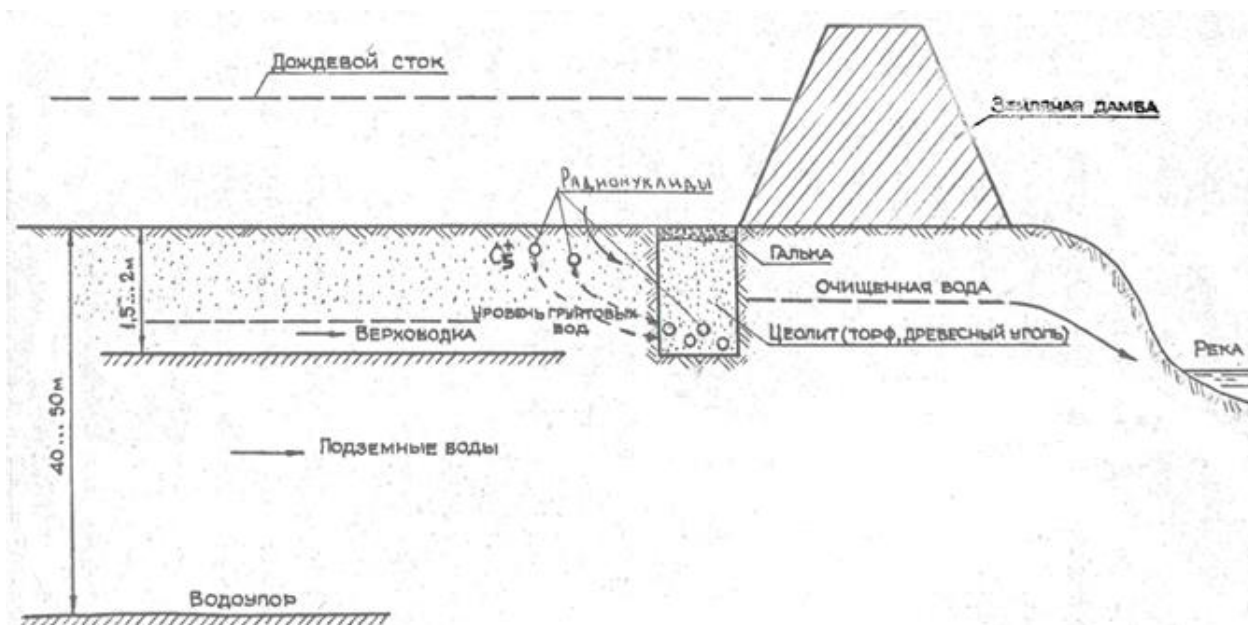
В январе-феврале 1987 г. построена фильтрующая дамба в северной части пруда-охладителя *Чернобыльской атомной электростанции* (ЧАЭС) [2]. Объём уложенного камня – 200 м<sup>3</sup>, щебня – 200 м<sup>3</sup>. Кроме того, подготовлен проран на р. Глиница на случай прорыва воды из пруда-охладителя. Вблизи прорана создан резерв: камня – 500 м<sup>3</sup>; щебня – 60 м<sup>3</sup>.

С целью изоляции притока сточных вод из района города Припяти в реку Припять в марте 1987 г. возведены четыре песчаные глухие дамбы общей протяжённостью 1,1 км и объёмом насыпаемого грунта 50 тыс. м<sup>3</sup>.

Таким образом, в период с июня 1986 г. по март 1987 г. возведено 140 водоохранных сооружений, в том числе фильтрующих перемычек каналов – 87, фильтрующих дамб – 26, глухих дамб – 27. Общая протяжённость дамб и перемычек составила 43 км, а суммарный объём по вывозу и укладке горной породы – более 630 тыс. м<sup>3</sup>.

На первом этапе водоохранные мероприятия проводились в основном для снижения возможностей переноса речными потоками радиоактивных частиц, которые поступали в реки и канализацию вследствие их постоянного выброса из поврежденного реактора. Так, в период с 25 мая по 25 июня 1987 г. осуществлялись отсыпка камнеобросных донных запруд и образование адсорбирующей завесы в водном потоке.

На втором этапе возводились участки береговых земляных защитных дамб по обоим берегам р. Припять, Уж, Брагинка (52 км). Кроме того, велись работы по оборудованию фильтрующих траншей с засыпкой их сорбентом (торфом) для очистки верховодки (рис. 1).



**Рис. 1** Схема фильтрующей траншеи для очистки верховодки

Всего вдоль защитных земляных дамб оборудовано 28 км фильтрующих траншей. Объём вынутого грунта превысил 100000 м<sup>3</sup>. Общий объём перемещённого и вынутого грунта при возведении береговых дамб и фильтрующих траншей составил 600 тыс. м<sup>3</sup>. Вокруг пруда-охладителя возведены такие же земляные защитные дамбы и оборудовано 400 дренажных скважин глубиной 25-30 м каждая для сброса подземных вод в пруд-охладитель.

Наиболее крупными по масштабам были работы третьего этапа, связанные с перекрытием рек (каналов) бассейна р. Припять, Сахан и Уж **фильтрующими дамбами** (ФД) и **фильтрующими перемычками каналов** (ФПК), а также секционированием зоны **глухими дамбами** (ГД).

Фильтрующие дамбы устраивались путём отсыпки в текущую воду горной массы с покрытием верховного откоса дамбы щебнем (толщина слоя откоса – 0,5 м), цеолитом (2 м) и щебнем (0,5 м), фракции цеолита не менее 1-5 мм, что обеспечивает поглощение ионов стронция, цезия, плутония и других радиоактивных металлов. Дамба имеет трапецеидальный профиль шириной поверху до 10 м, откосами 1:2 (1:3), высоту не более 5 м и не допускает перелив воды через её гребень.

Эффективность таких дамб определяется состоянием воды в нижнем бьефе, по сравнению с верхним (по содержанию радиоактивных элементов).

Дамбы уменьшают содержание стронция в воде в 15 раз, цезия – в 35 раз, мелких взвешенных химических частиц в 350-450 раз. После прохождения воды через цеолит (туф) вода практически чиста.

Следует учитывать, что от толщины слоя туфа и от размеров фракций зависит длительность фильтрации воды. После насыщения туфа радиоактивными частицами он не будет очищать воду. Следовательно, возникает потребность в увеличении слоя фильтрующих материалов или его замены.

Фильтрующая перемычка канала устраивается таким же образом. В отличие от ФД, её откос с верховой стороны отсыпается только адсорбентом (цеолитом) толщиной до 6 м.

Глухие дамбы создавались для секционирования зоны. Они возводились там, где ожидался незначительный сток вод или есть возможность задержать их, не допуская перелива через верх сооружений, в основном – дорог.

Глухие дамбы возводились, как правило, трапецеидального профиля с шириной по верху от 4 до 10 м и более с откосами 1:2. Откос ГД с верховой стороны отсыпался горной массой толщиной 2-5 м. Высота глухой дамбы, как правило, не превышала 3-х метров.

Глухие дамбы возводились, как правило, на заболоченной местности. В ходе их отсыпки и движения по ним техники дамбы давали значительную осадку. Чтобы выдержать их проектную высоту требовался дополнительный расход материалов, особенно горных пород. Поэтому предусматривалось создание аварийных запасов строительных материалов для восстановления и ремонта гидротехнических сооружений в период паводковых вод в объёме 10 % от общего количества материалов, израсходованных на возведение водоохраных сооружений.

Вывоз резервных материалов осуществлялся в период с 25 сентября по 5 октября 1986 г. Строительные материалы (бут, туф, щебень) были сосредоточены в 3 местах на Украине и в 5 местах в Белоруссии. Был определен состав и оснащение вахтовых бригад, утвержден план-график работ по обеспечению пропуска паводка в зоне Чернобыльской АЭС.

Опыт Чернобыля показал, что эффективность мероприятий первого этапа проявилась сразу же после их выполнения: радиоактивность воды на реках и каналах в зараженной зоне, благодаря возведению донных плотин и постановке адсорбирующей завесы, снизилась в 3-5 раз. Был обеспечен перехват радиоактивных илов крупностью более 0,1 мм [2].

Эффективность работ второй очереди, связанных с возведением фильтрующих траншей и оборудованием дренажных скважин, проявилась значительно позже – к лету 1987 г. – после выхода грунтовых вод за пределы зоны заражения.

Результаты наблюдений на фильтрующих дамбах, расположенных на р. Брагинка и р. Илья, в наиболее заражённых зонах показали, что радиоактивность нижнего бьефа, по сравнению с верхним, снижена до 5 раз. Дамбы, расположенные в менее зараженных районах, работают с меньшей эффективностью (снижение радиоактивности в 1,5-2 раза).

По данным института атомной энергетики им. Курчатова, в пробах воды, отобранных 17 августа 1986 г. на р. Брагинка у с. Гдень, содержание радионуклидов уменьшалось после фильтрации через дамбу: цезия – в 2,8 раз, церия в 60 раз, циркония, рутения и ниобия в 100-700 раз. Содержание цезия-134 в цеолитовом туфе дамбы составляло  $7 \cdot 10^{-7}$  Кюри/л и увеличилось, по сравнению с радиоактивностью воды, в 36 раз.

По данным наблюдений экспедиции "Тайфун" Госкомгидромета СССР, в конце октября 1986 г. содержание цезия-134 и цезия-137 в нижнем бьефе уменьшилось в 8-10 раз, по сравнению с верхним бьефом.

В целом построенные водоохранные сооружения выполнили свою задачу и позволили избежать попадания основной массы радионуклидов в реки, подземные воды и почву. В настоящее время, когда радиационная обстановка стабилизировалась, существенным остается смыв радионуклидов с водосборных площадей только во время паводков, а трансграничный перенос с водами рек Ипуть и Беседь (Россия-Беларусь) не превышает 1 % от общих запасов цезия-137 на их водосборах [3].

Представленные в данной статье сведения могут быть использованы при проведении научно-исследовательских работ, а также выработке и обосновании решений на ликвидацию последствий техногенных ЧС.

#### **Литература**

1. *Уроки* и выводы из аварии на ЧАЭС для Вооруженных Сил. Кн. 3. М.: ГШ ВС СССР, 1989.
2. *Уроки* и выводы из аварии на ЧАЭС для Гражданской обороны. Кн. 4, М.: ГШ ВС СССР, 1989.
3. *Шойгу С.К., Воробьев Ю.Л., Владимиров В.А.* Катастрофы и государство. М.: Энергоатомиздат, 1997.