

3. Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Общие требования: ГОСТ 12.0.230-2007. – Введ. 01.03.2016. – Минск: Гос. комитет по стандартизации Респ. Беларусь, 2016. – 20 с.

4. Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности: ГОСТ 12.3.002-2014. – Введ. 01.05.2017. – Минск: Гос. комитет по стандартизации Респ. Беларусь, 2014. – 14 с.

5. Трудовой кодекс Республики Беларусь: 26 июля 1999 г., № 296-3: принят Палатой представителей 8 июня 1999 г.: одобр. Советом Респ. 30 июня 1999 г.: с изм. и доп.: [по состоянию на 4 мая 2022 г.]. – Минск: Амалфея, 2022. – 227 с.

6. Об утверждении Правил по охране труда при выполнении строительных работ: постановление М-ва труда и социальной защиты Респ. Беларусь и М-а архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 31.05.2019 г., № 24/33 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь, 2019. – № 8/34304. – Введ. 22.09.2021. – 51 с.

7. Типовые инструкции по охране и безопасности труда при строительстве и эксплуатации оросительных и осушительных систем [Электронный ресурс]: приказ М-ва сельского хозяйства и продовольствия Респ. Беларусь «О типовых инструкциях по охране и безопасности труда», 25 октября 1996 г., № 247 // М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь. – Режим доступа: www.mshp.gov.by/documents/melio/f44c739e033e0db1.html. – Дата доступа: 23.07.2022.

УДК 627.831

Применение резервных водосбросов для пропуска паводковых расходов

Богославчик П. М., Евдокимов В. А.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Предложены и проанализированы возможные варианты включения в напорный фронт гидроузла резервного водосброса с размываемой вставкой. Показано, что применение такого водосброса может снизить стоимость водосбросного фронта, позволит уменьшить опасность перелива воды через гребень и возникновения аварийной ситуации в случае большого катастрофического расхода. Предложена схема секционирования резервного водосброса по ширине с целью ограничить размыв всей вставки при небольшом превышении паводкового расхода над расчетным.

При проектировании резервного водосброса с размываемой грунтовой вставкой открытым остается вопрос о том, на какую пропускную способность следует его предусматривать. Такой водосброс будет эффективным, если не будет включаться в работу слишком часто, так как затраты по его восстановлению в таком случае существенно увеличивают эксплуатационные издержки. Вопрос о том, какими должны быть размеры водопропускного отверстия резервного водосброса остается открытым. Здесь возможны два варианта применения такого водосброса.

По первому варианту резервный водосброс обеспечивает совместно с основным пропуск расчетного нормативного расхода, которым в данном случае является поверочный расход расчетной обеспеченности, пропускаемый при уровне верхнего бьефа равном ФПУ [1]. Общая пропускная способность водосбросного фронта гидроузла по этому варианту не увеличивается и равна расчетному максимальному расходу. Наличие резервного водосброса позволяет пойти на уменьшение пропускной способности основного водосброса, что может существенно снизить единовременные затраты на строительство гидроузла [2]. Это возможно по той причине, что резервный водосброс должен рассматриваться как сооружение временное, которое включается в работу достаточно редко, только в аварийной ситуации при больших расходах и играет роль предохранительной вставки. Поэтому затраты на его возведение могут быть минимальны. Как указывалось ранее в [3], удельные единовременные затраты на строительство водосброса с размываемой вставкой в 5–10 раз меньше, чем для водосбросов традиционных конструкций. Однако при каждом срабатывании резервного водосброса требуются затраты на его восстановление. При увеличении частоты его срабатывания эти затраты значительно увеличиваются. Эта частота зависит от соотношения пропускных способностей основного и резервного водосбросов, сумма которых равна расчетному паводковому расходу. Оптимальное соотношение определяется на основании анализа приведенных затрат по этим двум сооружениям для различных вариантов, определяемых по формуле

$$З = П + E_n K_0,$$

где Z – приведенные затраты; P – текущие (эксплуатационные) затраты; E_n – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений; K_0 – капиталовложения.

На рис. 1 представлен график оптимизации пропускной способности основного и резервного водосбросов, позволяющий установить их оптимальное соотношение.

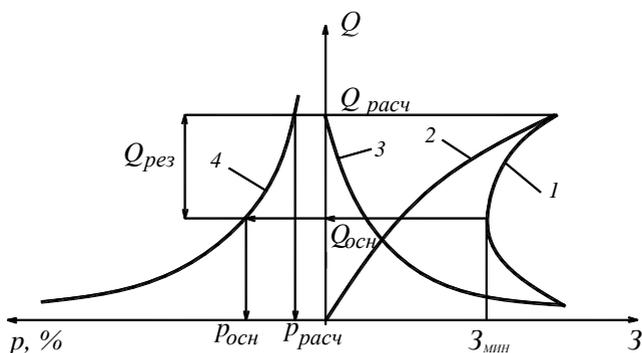


Рис. 1. График оптимизации основного и резервного водосборов:
 1 – суммарные затраты; 2 – затраты по основному водосбору; 3 – то же по резервному; 4 – кривая обеспеченностей максимальных расходов

Кроме этого следует отметить, что антропогенные факторы за последние десятилетия изменила гидрологические данные, определяемые на основании длинных рядов наблюдений. Иногда возникает проблема достоверности величины расчетного максимального расхода. Нередки случаи, когда водосбор за весь срок службы гидроузла ни разу не включается в работу на полную пропускную способность. Резервные водосборы позволяют практически без дополнительных затрат уменьшить пропускную способность основного водосбора и одновременно увеличить безопасность гидроузла в условиях паводка.

Второй вариант – резервный водосбор обеспечивает пропуск расхода, превышающего максимальный расчетный. Этот вариант позволяет уменьшить опасность перелива воды через гребень и возникновения аварийной ситуации в случае большого катастрофического расхода, то есть повышает надежность гидроузла в условиях паводка. Поскольку затраты на создание резервного водосбора значительно меньше затрат на создание любого из традиционных водосборных сооружений, повышение надежности за счет резервного водосбора не приведет к существенному удорожанию водосборного фронта. То есть повышение надежности можно достичь без существенного увеличения затрат. Но вопрос о величине расчетного расхода резервного остается открытым. Совершенно понятно, что сравнительно небольшое увеличение стоимости гидроузла за счет резервного водосбора может значительно уменьшить опасность перелива воды через гребень, вплоть до исключения этой опасности. Но в какой мере следует решать этот вопрос, то есть какие размеры резервного водосбора предусматривать, дол-

жен решать проектировщик при отсутствии подсказки со стороны нормативных документов. На данном этапе исследований дать какие-либо общие рекомендации по данному вопросу не представляется возможным.

Здесь основными являются местные условия, главным образом топографические, которые дают возможность дать анализ следующих факторов: возможность на ту или иную величину развернуть по фронту пропускное отверстие резервного водосброса; условия нижнего бьефа, допускающие сброс продуктов размыва размываемой вставки и др.

При большой ширине водосливного фронта резервного водосброса полезным может оказаться разбивка его на отдельные секции (рис. 2). Отметка гребня размываемой вставки разных секций различны. Поэтому размыв вставки будет происходить по секциям, и при небольшом превышении паводкового расхода над расчетным такая схема позволяет избежать размыва всей вставки.

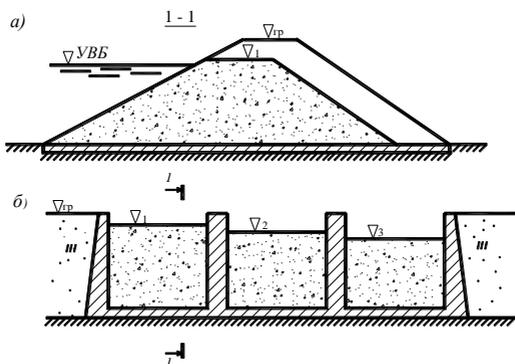


Рис. 2. Схема секционированного резервного водосброса

Литература

1. СН 3.04.01-2020 Строительные нормы. Гидротехнические сооружения общего назначения. – Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, Минск, 2021. – 133 с.

2. Богославчик П. М. Особенности проектирования резервных водосбросов (тезисы доклада) / П. М. Богославчик // Наука образованию, производству, экономике. Материалы 14-й Международной научно-технической конференции. Т. 1. – 2016. – С. 168–169.

3. Богославчик П. М. Эффективность применения резервных водосбросов на малых гидроузлах / П. М. Богославчик, Рам Бабу Прасад // Наука – образованию, производству, экономике. Материалы 16-й Международной научно-технической конференции. – Минск: БНТУ, 2018. – Т. 1. – С. 157.