

ПРЕДИСЛОВИЕ

Глубинные водосбросы, водоспуски и водовыпуски получили широкое распространение в практике проектирования и строительства гидроузлов. Эти сооружения отличаются назначением и размерами; гидравлические условия их работы в основном идентичны. Поэтому используя в названии настоящей работы и в ее тексте термин *глубинные водосбросы*, будем подразумевать кроме глубинных водосбросов также глубинные водоспуски и водовыпуски.

Глубинные водосбросы (ГВ)* выполняются в виде труб в теле бетонных плотин или в основании плотин из грунтовых материалов, а также в виде туннелей в боковых примыканиях плотин. Поэтому их конструкции могут существенно отличаться. Кроме гидравлических условий работы идентичность этих сооружений заключается в том, что забор воды на их тракт осуществляется ниже отметок уровня воды в водохранилищах. Поэтому водопроводящие тракты глубинных водосбросов на начальном участке или на всей длине имеют замкнутое поперечное сечение. Некоторая специфика этих сооружений, выполненных с плотинами из различных материалов, с совмещением с телом плотины или вне его, обуславливает их различие по длине водопропускного тракта, по его расположению по отношению к плотине, по форме поперечного сечения.

Глубинные водосбросы могут использоваться в широком диапазоне изменения напоров на сооружении. Поэтому во многих

* Принятые условные сокращения приведены в конце работы.

случаях один и тот же ГВ может быть предназначен для сброса расходов воды в периоды строительства и эксплуатации гидроузла. Универсальность трактов глубинных водосбросов связана с тем, что для их устройства могут использоваться строительные туннели; тракты ГВ могут совмещаться с трактами напорной деривации ГЭС.

В период эксплуатации гидроузлов, когда затворы полностью открыты и уровень верхнего бьефа достигает НПУ, ГВ пропускают расходы, практически равные расчетным, что позволяет более эффективно использовать полезную емкость водохранилища и обеспечивать снижение значений расчетных расходов по сравнению с расчетными расходами, когда в составе гидроузла предусмотрены только поверхностные водосбросы. В то же время пропускная способность ГВ мало изменяется при форсировке уровня воды в водохранилище, что снижает безопасность эксплуатации гидроузлов при пропуске паводковых расходов. Поэтому глубинные водосбросы целесообразно использовать в составе гидроузлов совместно с поверхностными водосбросами.

Гидравлические условия работы ГВ отличаются большим разнообразием и сложностью. Это обусловлено их конструктивным различием, широким диапазоном изменения напоров, максимальное значение которых может достигать 200 м, значительными скоростями течения и работой как при безнапорном, так и в напорном режимах течения, а в ряде случаев и с частично напорным режимом течения.

В России на ряде гидроузлов осуществлялся пропуск через ГВ значительных расходов. К таким гидроузлам относятся Саяно-Шушенский, Жигулевский, Волжский, Красноярский, Братский, Зейский, Бурейский, Иркутский и др. Со времен СССР глубинные водосбросы используются на Ингурском (Грузия), Чарвакском и Андижанском (Узбекистан), Нурекском (Таджикистан), Токтогульском и Папанском (Киргизия), Бухтарминском (Казахстан) гидроузлах. ГВ широко применяются для пропуска значительных расходов на многих гидроузлах всего мира. В качестве примеров можно назвать гидроузлы: Три ущелья, Эртань, Лоньянся, Дунцзян, Уузянду, Байшань (КНР); Баундери, Дворшак, Либби, Морроу Пойнт (США); Манагава, Футасе, Сонохара, Охдо, Наруго (Япо-

ния); Сант-Круа и Ля-Бати (Франция); Ассуан (АРЕ), Кариба (Замбия, Зимбабве), Кабора Басса (Мозамбик), Альквева (Португалия), Майка (Канада), а также многие другие.

Конструкции ГВ и гидравлические условия работы рассмотрены во множестве отдельных публикаций. Обобщающих работ по рассмотрению гидравлических методов расчета ГВ в России практически не издавалось. Даже в наиболее известных учебных пособиях по гидротехническим сооружениям им уделяется мало внимания [1–4]. Практически отсутствуют сведения о ГВ и в курсе гидросооружений, изданном в нашем веке [5].

Во второй половине прошлого столетия дважды выпускались нормативные документы, в которых рассматривались методы гидравлических расчетов ГВ [6,7], но даже последний из них, изданный почти 50 лет тому назад, сейчас существенно устарел. К числу работ, в которых ГВ уделяется достаточное внимание, можно отнести лишь работы [8–10].

Гидравлический расчет ГВ связан с широким кругом задач, которые трудно охватить в пределах одной работы. В предлагаемой книге уделено внимание пропускной способности ГВ, прогнозу давлений на напорных участках тракта, условиям подвода воздуха и режимам течения при его транспорте потоком воды и некоторым аспектам предотвращения кавитационных явлений. Также рассмотрены некоторые специфические конструкции ГВ, отличающиеся сложностью гидравлических условий работы. Для их обоснования проводился большой объем исследований на гидравлических моделях. На ряде из них выполнялись натурные наблюдения за условиями работы при пропуске расходов. Затруднения, имевшие место при эксплуатации некоторых из них, показывают, что при их использовании в дальнейшем необходимо дополнительное гидравлическое обоснование.

В основном здесь рассмотрены конструкции "традиционных" типов ГВ с чаще всего используемыми плоскими или сегментными затворами, а также с конусными и игольчатыми, которые устанавливаются преимущественно в водоспусках. При этом не будут затрагиваться вопросы расчета самих затворов и сложных затворных камер, которые освещаются, например в [11]. Применительно к ГВ до сих пор, по-видимому, мало реализованы кон-

струкции с закруткой потока на тракте; для ознакомления с гидравлическими условиями работы таких водосбросов можно обратиться к данным, содержащимся, например, в работах [9, 10, 12, 13].

Во многих случаях ГВ состоят из напорного участка и расположенного ниже его по течению безнапорного участка с незамкнутым поперечным сечением. В этом случае гидравлические условия работы его безнапорного участка аналогичны имеющим место на открытых водосбросах: водосливных плотинах и быстротоках; поэтому на их рассмотрении не будем останавливаться сколь-нибудь подробно. Условия сопряжения бьефов за ГВ осветим в той мере, в какой они влияют на пропускную способность и режимы течения на тракте. В основном условия сопряжения бьефов за ГВ не обладают существенными отличиями от имеющих место за поверхностными водосбросами. Более подробно вопросы, касающиеся условий сопряжения бьефов за водосбросами, изложены в [10, 14]. Некоторые их особенности применительно к ГВ рассматриваются в [10, 15].

Настоящая работа включает результаты исследований, выполненных по данной проблеме в гидравлических лабораториях АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева» самим автором и совместно с другими сотрудниками этих лабораторий. В работе также обобщен опыт исследований глубинных водосбросов в России и за рубежом.

Автор признателен соавторам совместных публикаций по данной тематике за помощь и сотрудничество, всем сотрудникам АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева», участвовавшим в рассмотрении и обсуждении различных аспектов этой работы, а также рецензенту работы профессору *В.Т. Орлову* и редактору, канд.техн.наук *Т.С.Артюхиной* за ряд полезных замечаний, которые позволили более полно раскрыть содержание работы и улучшить стиль изложения. Автор благодарен инженерам *А.Г. Шкуронат* и *Т.В. Федуловой* и сотрудникам редакционно-издательского подразделения *Н.Н.Седовой* и *Т.М.Бовичевой*.