

ПУТИ УТОЧНЕНИЯ ВОДООТДАЧИ ВОДОХРАНИЛИЩ И ВОДНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГИДРОСТАНЦИЙ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Александровский А.Ю.

Научно-исследовательский центр «МЭИ», Россия

Фактические условия эксплуатации водохранилищ и водохозяйственных систем с каскадами ГЭС, большинство которых построены в 60-е годы прошлого столетия, существенно отличаются от проектных. За длительный период эксплуатации ГЭС изменяются характеристики фактического притока воды в водохранилище, гидравлические характеристики бьефов гидроузлов, ограничения выдачи мощности в энергосистему и другие. Появились требования водопользователей к режиму работы водохранилищ, которые на стадии проектирования были не сформулированы и естественно не учитывались. К ним относятся требования по ограничению скорости изменения уровня воды в водохранилища в период его наполнения и сброски по условиям безопасности гидротехнических сооружений и требования рыбного хозяйства.

На основании Водного кодекса РФ использование водных ресурсов должно осуществляться согласно «Правилам использования водных ресурсов водохранилищ». Эти правила являются основным документом, регламентирующим принципы и методы управления стоком рек с максимально возможным учетом интересов всех водопользователей и безопасности гидротехнических сооружений гидроузла.

Как правило, на этапе проектирования или перед сдачей гидроузла в эксплуатацию, для разработки «Правил» используются исходные данные, содержащиеся в проектных материалах. На более поздних этапах разработки «Правил» исходная информация обычно дополняется или уточняется. По мере накопления опыта эксплуатации, изменения водохозяйственной обстановки, экологических требований к режиму использования стока «Правила» подлежат пересмотру.

В составе «Правил» разрабатываются диспетчерские графики и правила, которые определяют основное содержание «Правил использования водных ресурсов водохранилищ». Они являются основным средством обеспечения оптимального использования водных ресурсов с учетом интересов всех водопользователей в условиях неопределенности исходной гидрологической информации. В них регламентируется распределение воды между

потребителями, регулирующие функции между гидроузлами каскада, меры по обеспечению безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений и др.

Для зон диспетчерского графика режим работы сооружений определяется исключительно в терминах расходов (сбросов, подачи, забора воды). В качестве дополнительной характеристики для зон диспетчерского графика при описании режима работы могут быть использованы величины соответствующей средней энергетической мощности. Характеристики динамики изменения уровня воды в водохранилище – скорости повышения или снижения горизонта в расчетном интервале времени в графиках не оговариваются. Эти характеристики имеют важное, а зачастую, определяющее значение, как для безопасности гидротехнических сооружений, так и для рыбного хозяйства водохранилищ. Такое положение приводит к несогласованности, а иногда и к противоречию требований по водопользованию или энергоотдаче водохранилища в зоне диспетчерского графика с одной стороны и скорости сработки водохранилищ необходимой для обеспечения этой отдачи с другой. Эта ситуация характерна при учете требований к режиму эксплуатации водохранилища в интересах рыбного хозяйства.

Износ гидротурбин и гидрогенераторов, который за последние десятилетия усугубляется несвоевременным и не всегда качественным текущим и капитальным ремонтами оборудования, приводит к уменьшению к.п.д. гидроагрегатов и снижению фактической выработки электроэнергии. Изменение условий формирования русла реки в процессе эксплуатации связаны как с попаданием в нижний бьеф осветленного водного потока, имеющего повышенную транспортирующую способность, так и с изменением режима речного стока в зарегулированных условиях.

Гидрологические прогнозы притока при наличии в бассейне реки каскада водохранилищ разрабатываются для верхних водохранилищ рек бассейна и боковых притоков на участках между створами гидроузлов расположенных ниже по течению реки. Наибольшую сложность и наименьшую точность прогноза имеют оценки притока воды на участках рек, поскольку наблюдения за стоком охвачены только наиболее крупные реки на этих участках, а сток с не охваченных территориями оценивается косвенными методами. Оправдываемость гидрологического прогноза оценивается по результатам водохозяйственного баланса водохранилищ.

Водохозяйственный баланс водохранилищ рассчитывается по суточным интервалам времени и включает в себя, все расходные и приходные статьи. Оценка некоторых из них затруднена, а некоторых представляется невозможной и не проводится.

При расчете режимов работы ГЭС, как правило, используются эксплуатационные характеристики турбинного и генераторного оборудования, данные заводами-изготовителями. Анализ результатов натурных испытаний гидроагрегатов показывает, что вследствие износа оборудования эксплуатационные характеристики агрегатов существенно отличаются от заводских характеристик в сторону снижения к.п.д. Указанное снижение к.п.д. агрегатов имеет разную величину для каждого агрегата, что является следствием неодинакового износа оборудования. В результате этого каждый гидроагрегат имеет свои рабочую и эксплуатационную характеристики, отличные от других агрегатов.

Неустановившееся движение воды является основным признаком неоднозначности кривых связи уровней и расходов воды. Одним из видов неустановившегося движения воды является ледовый режим в осенне-зимний период. Образование льда приводит к уменьшению живого сечения русла реки, увеличению шероховатости и, как следствие, к уменьшению его пропускной способности. Соотношение между расходом воды при наличии льда в зимний период и расходом воды Q в период открытого русла в летний период определяется так называемым зимним коэффициентом $K_3 = Q_3 / Q_{\text{л}}$. Этот коэффициент изменяется во времени от единицы до $K_{3\text{мин}}$, соответствующего наличию максимальной толщины льда и минимальной пропускной способности русла реки. При дискретном изменении зимнего коэффициента каждому его значению соответствует конкретная кривая связи уровней и расходов воды. Применительно к гидроэлектростанции (ГЭС) указанная кривая является кривой связи нижнего бьефа $Z_{\text{НБ}}(Q_{\text{НБ}})$. Таким образом, при изменении зимнего коэффициента существует семейство или некоторое конечное множество кривых связи нижнего бьефа. В условиях проектирования и эксплуатации, а также при планировании выработки электроэнергии ГЭС, как правило, в расчетах учитываются только две кривые связи нижнего бьефа: одна кривая для условий открытого русла, так называемая летняя кривая связи, и вторая кривая при наличии льда, так называемая зимняя кривая связи, соответствующая минимальному значению зимнего коэффициента.

Указанный подход приводит к тому, что снижение пропускной способности русла реки как в начале зимнего периода, так и в конце его принимаются одинаковыми и равными

максимальным потерям расхода воды. При этом, завышаются потери мощности и выработки электроэнергии ГЭС.

Перечисленные факторы изменений условий функционирования водохозяйственных и водно-энергетических систем приводят к возникновению ситуаций, требующих корректировки проектных параметров водоотдачи тем или иным отраслям народного хозяйства которая возможна как за счет снижения величины гарантированной водоотдачи, или же за счет снижения надежности (обеспеченности) водо- или энергоотдачи.

Характерным примером являются изменения условий работы ВХС Нижней Волги возникшие из-за изменений гидрологических условий Нижней Волги, нарушения внутригодового распределения стока, необходимости обеспечения рыбохозяйственных условий для обеспечения нереста проходных и полупроходных рыб, требований гидроэнергетики и природоохранных требований. Кроме того, продолжаются изменения условия функционирования ВХС в уже зарегулированных условиях из-за понижения уровней воды в нижнем бьефе Волгоградского гидроузла и необходимости обеспечения гарантированных судоходных условий для водного транспорта, В этих условиях обоснование рациональных параметров работы ВХС возможно только путем корректировки водного режима всех водохранилищ Волжско-Камского каскада с оценкой общей экономической эффективности работы всей водохозяйственной системы бассейна р.Волги.