

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ГИДРОЛОГИИ ВОДОХРАНИЛИЩ ГЭС
БЕЛОРУССКОЙ ССР

В Белорусской ССР насчитывается 19 ГЭС с водохранилищами при них [1]. Их объемы находятся в пределах от 1 до 50 млн. м³ и более [2]. Свыше 50% водохранилищ составляют водоемы с объемом от 1 до 25 млн. м³ и площадью водного зеркала от 0,33 до 104,8 км². В основном это водохранилища с проектным суточным и сезонным регулированием стока. В настоящее время, когда они используются не только для энергетики, но и для других народнохозяйственных целей, режим их эксплуатации изменен.

Некоторые элементы гидрологического режима водохранилищ во многом определяют характер протекания береговых процессов и лежат в основе составления их прогнозов. Для анализа береговых процессов, происходящих на водохранилищах республики, необходимы обобщенные данные по гидрологическому режиму искусственных водоемов. Вместе с тем в литературе имеются лишь разрозненные сведения по отдельным объектам. Обобщенные же материалы отсутствуют. В связи с этим в настоящей работе приводятся некоторые результаты анализа уровня, ветро-волнового и ледового режимов водохранилищ гидроэлектростанций БССР, выполненного по материалам, опубликованным в печати, с использованием данных наших наблюдений.

Были выбраны следующие характеристики уровня: общий характер изменения и длительность стояния уровней, амплитуда их колебаний. Для получения характеристик проанализированы материалы наблюдения по 9 водохранилищам различного регулирования с длительностью рядов наблюдения до 26 лет.

Анализ показал, что в годичном цикле работы водохранилища можно выделить несколько фаз: наполнение, стояние уровней на отметке нормального подпорного уровня (НПУ) или близких к нему и сработка. На рис. 1 приводятся графики среднемноголетних колебаний уровней по некоторым водохранилищам различного регулирования.

Рис. 1,а представляет график колебания уровня Заславского водохранилища, запроектированного с многолетним регулированием стока, из которого видно, что при эксплуатации

режим работы водохранилища изменен. Водоохранилище имеет ежегодные четко выраженные сработку и наполнение. Амплитуда колебания уровня в течение года до 1,5 м, суток – 0,1 ÷ 0,15 м, т.е. оно работает как водохранилище сезонного регулирования.

У водохранилищ, которые запроектированы с сезонным регулированием, график наполнения и сработки также отличается от проектного и имеет менее выраженный пик наполнения с последующей сработкой (рис. 1, а). Среднемноголетняя амплитуда колебания уровня равна 0,2 ÷ 0,8 м, в течение суток – 0,1 ÷ 0,15 м (водохранилища Браславское, Лепельское).

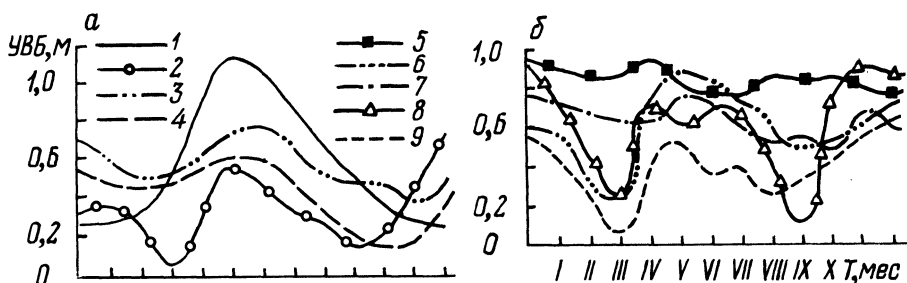


Рис. 1. Графики среднемноголетних колебаний уровней в водохранилищах: а – сезонного; б – суточного регулирования водохранилища: 1 – Заславское, 2 – Лепельское, 3 – Дружба Народов, 4 – Браславское, 5 – Гезгальское, 6 – Селявское, 7 – Осиповичское, 8 – Тетеринское, 9 – Чигиринское.

Анализ наблюдений за уровнем режимом показал, что в работе водохранилищ с суточным регулированием также имеются нарушения. По проектным данным предусматривались сработка и наполнение водохранилища в течение нескольких суток, в то же время для принятия объема весеннего половодья предполагалась сработка водохранилища более глубокая, чем ежесуточная. На практике в водохранилищах суточного регулирования отсутствуют четко выраженные наполнение и сработка и наблюдается неравномерность колебания уровней в разрезе сезона (рис. 1, б). Лишь Осиповичское водохранилище работает по графику, соответствующему суточному регулированию. Величина амплитуды колебаний уровней у водохранилищ суточного регулирования составляет: в разрезе года до 1,0 м, суток – до 0,1 ÷ 0,3 м.

Работа водохранилища в течение сезона может быть также оценена по продолжительности сроков стояния уровней, соответствующих той или иной фазе.

Наполнение водохранилищ, фактически осуществляющих сезонное регулирование, длится от 2 до 5 месяцев (рис. 1, а) суточное – от нескольких часов до нескольких суток. На отметках нормального подпорного уровня (НПУ) или близких к ним водохранилища сезонного регулирования поддерживаются около месяца, суточного – практически весь безледный период. Фаза сработки водохранилищ сезонного регулирования длится от 4 до 6 месяцев, суточного – от нескольких часов до нескольких дней. Необходимо отметить, что в отдельных случаях существенное влияние на колебание уровней оказывает не режим работы ГЭС, а другие локальные факторы, что приводит к отступлениям от проектных графиков работы ГЭС и водохранилищ.

Например, на Заславском водохранилище для проведения ремонтных работ на плотине и по благоустройству береговой зоны уровень верхнего бьефа неоднократно понижался до отметки "мертвого" объема. Аналогичное явление наблюдалось и на водохранилище Лепельской ГЭС, на котором из-за интенсивной переработки берегов был понижен НПУ.

Анализ материалов наблюдений показал, что длительность стояния уровня водохранилища на различных фазах наполнения и сработки неодинакова для различных водоемов. Кроме того, она неодинакова для одного и того же водохранилища в разные годы.

При рассмотрении уровня режима как одного из факторов, влияющих на переработку берегов, наибольшее значение имеет учет повторяемости стояния уровней, близких к НПУ в безледный период, так как береговой склон в это время претерпевает наибольшие деформации.

На рис. 2 изображены кривые обеспеченностей уровней исследуемых водохранилищ с различным видом регулирования, построенных по ежегодным данным наблюдений за ряд лет.

Сравнение хронологических графиков колебания уровней и результатов их статистической обработки, которые представлены на рис. 2 в виде кривых обеспеченности, показывает явное различие в характере работы рассматриваемых групп водохранилищ. Водоохранилища сезонного регулирования имеют более крутую кривую обеспеченности, чем суточного, что свидетельствует об эксплуатации последних в основном на постоянных отметках с меньшими отклонениями от среднего.

Особенности уровня режима водохранилищ, и в частности, длительность стояния на отметках НПУ или близких к ним, определяют как характер процесса формирования берегов и его

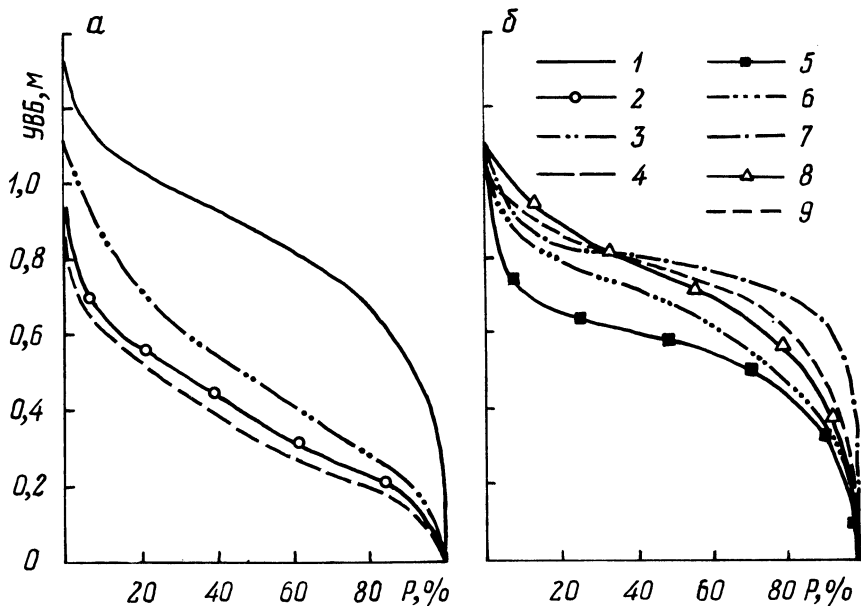


Рис. 2. Кривые обеспеченности уровней в верхнем бьефе водохранилищ: а – сезонного регулирования; б – суточного. Обозначения см на рис. 1.

интенсивность, так и профиль переработки и должны учитываться при прогнозировании переформирования берегов.

Основные деформации профиля происходят в безледный период при горизонтах, близких к НПУ. Это объясняется тем, что при общей амплитуде колебаний уровней в течение года, достигающей у отдельных водохранилищ 1,5 м, амплитуда колебаний уровней в безледный период гораздо меньше.

В этой связи определенный интерес представит анализ кривых обеспеченностей амплитуд колебаний уровней и расчет параметров этих кривых (табл. 1).*

Таблица 1. Характеристики уровенного режима водохранилищ

Водохранилище	Средняя многолетняя сработка, м	C_v	C_s	$\frac{C_s}{C_x}$	Число лет наблюдений
Заславское	1,5	0,10	0	0	23
Осиповичское	0,15	0,05	0,01	0,2	26

* Для расчета параметров применялся метод моментов.

Из таблицы следует, что величина коэффициентов вариации изменяется от 0,05 до 0,1, а величина коэффициента асимметрии близка к 0. Полученные результаты указывают на нормальный закон распределения. Это подтверждает вывод об эксплуатации водохранилищ в безледный период на отметках, приближающихся к отметкам НПУ с незначительными отклонениями.

Волновой режим водохранилищ может быть оценен по результатам некоторых работ, выполненных для условий БССР. Величина и характер волнения на больших водоемах в значительной мере зависят от длины разгона, глубины водохранилища и продолжительности действия ветра одинаковой силы и направления. Для условий водохранилищ Белоруссии с небольшими разгонами и глубинами, равными в среднем 2 - 2,5 м, изменение характера волнения происходит одновременно с изменением параметров ветра [3].

Волны, формируемые в условиях малых разгонов, являются более крутыми, чем при больших разгонах и обладают большей удельной энергией и разрушающей силой. Спектр высот волн более узкий, чем для больших водоемов и морей [3].

Наблюдения показывают, что особенности уровня и волнового режимов оказывают определенное влияние на разрушение и деформацию берегов [4, 5].

Период ледостава для исследуемых водохранилищ составляет 124 - 129 дней [6]. Так как данные водохранилища лежат в одном географическом поясе, даты начала ледостава и очищения ото льда у них: конец ноября - первая декада декабря и конец марта - середина апреля. Средние толщины льда составляют 30 - 40 см. Максимальная его толщина для различных водохранилищ (от 40 до 70 см) наблюдается в феврале - марте.

В весенний период происходят подвижки льда за счет повышения горизонтов, всплытия и подтаивания. Наблюдения [5], в том числе и наши, показали, что при воздействии ледяных полей на берега несколько изменяется профиль переработки.

В настоящее время при прогнозе переработки берегов учет ледовых явлений не производится, так как обычно в расчетах рассматривается период, свободный ото льда. Вместе с тем необходимо иметь в виду, что в зависимости от толщины ледяного покрова и характера ледохода лед способен оказывать механическое воздействие на берега и тем самым способствовать переработке берегов.

Таким образом, правильный учет особенностей гидрологических факторов будет в значительной степени содействовать надежному прогнозу переработки берегов.

Л и т е р а т у р а

1. Гриневич Л.А. Анализ условий использования гидроэнергоресурсов БССР с объединенной энергосистемой Северо-Запада. - Мат-лы респ. науч.-техн. совещ. по изуч., комплексн. использ. и охране водных ресурсов. - Минск, 1965.
2. К созданию кадастра водохранилищ (на примере водохранилищ БССР)/К.И.Шимко, Р.Ф.Лукошко, И.В.Минаев, А.А. Василевский. - Сб. НИИВП Минводхоза СССР: Вопросы водного строительства. - Минск, 1968.
3. Левкевич Е.М., Юхновец В.Н. Некоторые особенности ветрового волнения на водоемах с малыми разгонами волн. - В сб.: Водное хозяйство Белоруссии. - Минск, 1973, вып.3.
4. Широков В.М. Влияние гидрометеорологических факторов на формирование берегов и ложа Куйбышевского водохранилища. - Тр. 7-го Байкальск. науч. координацион. совещ. по изуч. берегов водохранилищ. М., 1961.
5. Качугин Е.Г. Геологическое изучение динамики берегов водохранилищ. - М., 1975.
6. Левкевич Е.М. Сроки и длительность ледовых явлений на водохранилищах БССР. - В сб.: Водное хозяйство и гидротехническое строительство. Минск, 1978, вып.8.

УДК 556.555.5 + 627.81

П.Д.Гатилло, канд. техн. наук, доц.,
Л.А.Коблова, студ., Л.И.Никитина, студ. (БПИ)

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА ВОДОЕМОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ ВОДЫ НА ЛЬДООБРАЗОВАНИЕ В ВОДОХРАНИЛИЩАХ БЕЛОРУССИИ

При расчетах регулирования стока необходимо определять потери воды из водохранилищ, включая потери на льдообразование. Однако в известных источниках приводятся лишь общие сведения по этому вопросу [1, 2, 3].

Ледяной покров в пределах зеркала не снижает располагаемых ресурсов воды даже временно, поскольку своим объемом он вытесняет воду из нижних слоев. Потери на льдообразование происходят в условиях ледостава при сработке водохранилища, когда часть ледяного покрова оседает на берегах.