

УДК 621.22 (575.2)(04)

## ОЦЕНКА ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ КУРПСАЙСКОЙ ГЭС И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГОДОВОГО СТОКА РЕКИ НАРЫН В ПЕРИОДЫ РАБОТЫ ВОДОСБРОСНЫХ СООРУЖЕНИЙ

**В.А. Олейникова**

Проведен мониторинг и анализ работы Токтогульского каскада в период 2000–2010 гг. Дана оценка выработки электроэнергии Курпсайской и Токтогульской ГЭС и показателей годового стока р. Нарын в период работы водосбросных сооружений.

*Ключевые слова:* водно-энергетический баланс; годовой сток; выработка электроэнергии.

Курпсайский гидроузел располагается в 40 км вниз по течению р. Нарын от Токтогульской ГЭС и имеет только энергетическое назначение. Являясь второй ступенью каскада, Курпсайская ГЭС работает на стоке р. Нарын, зарегулированном водохранилищем Токтогульской ГЭС.

Водный режим Курпсайского водохранилища полностью определен ирригационно-энергетическим регулированием в Токтогульском водохранилище и небольшой приточностью ниже его (р. Кара-Суу левая).

Для регулирования стока используется весьма незначительная часть емкости водохранилища, так как основное регулирование стока реки сосредоточено выше, в Токтогульском водохранилище [1].

Изменение водно-энергетического баланса на каскаде Нарынских ГЭС в 2002–2004 гг., связанное с природно-климатическими и, в большей мере, с изменением энергопотребления и режима эксплуатации Токтогульского каскада, вызвали интенсивное аккумулятивное стока в Токтогульском и Курпсайском водохранилищах. В эти два года впервые за весь период эксплуатации наблюдалось заполнение этих водохранилищ и производился сброс излишков воды через ПВС Токтогульской плотины, а также через ПВС и ГВС Курпсайской плотины. В 2005–2008 гг. тенденция изменилась, так как из-за маловодья и интенсивного энергопотребления, связанного с исключительно холодной зимой 2007–2008 гг., объем воды в Токтогульском водохранилище понизился до 8,3 млрд м<sup>3</sup> при проектном объеме 19,0 млрд м<sup>3</sup>, а зимой 2008–2009 гг. снизился

еще больше – до 6,4 млрд м<sup>3</sup> [2]. Однако чередование гидрологических режимов, свойственное горным рекам, уже в 2010 г. привело к необходимости холостых сбросов через водосбросные сооружения плотин ТГЭС и КГЭС.

На основе данных, предоставленных гидротехнической службой ОАО “Электрические станции”, проведем анализ работы Токтогульского каскада за 2000–2009 гг.

Основными рассматриваемыми параметрами являются приток к створу ГЭС и расход через гидроагрегаты, а также выработка электроэнергии в данный период. В табл. 1 представлен годовой баланс объемов воды в створах Токтогульской и Курпсайской ГЭС.

Уравнение годового баланса объемов воды, положенное в основу поведенного водно-балансового расчета (табл. 1) можно записать в форме

$$W_{пр} + W_{бп} = W_{зз} + W_{ф} + W_{п} + W_{хс}, \quad (1)$$

где  $W_{пр}$  – годовой сток притока воды в створе ГЭС;  $W_{бп}^{np}$  – годовой объем боковой приточности в водохранилище;  $W_{зз}^{зз}$  – годовой сток воды, используемый на выработку электроэнергии;  $W_{ф}$  – годовой объем фильтрации через тело плотины и скальное основание;  $W_{п}^n$  – годовой объем протечек;  $W_{хс}^n$  – годовой сток воды, пропускаемый через водосбросные сооружения ГЭС (холостые сбросы).

Сработка или накопление водохранилища определялись как разность притока к створу плотины и годовой объем воды гидроузла в нижнем бьефе за соответствующий год.

Таблица 1

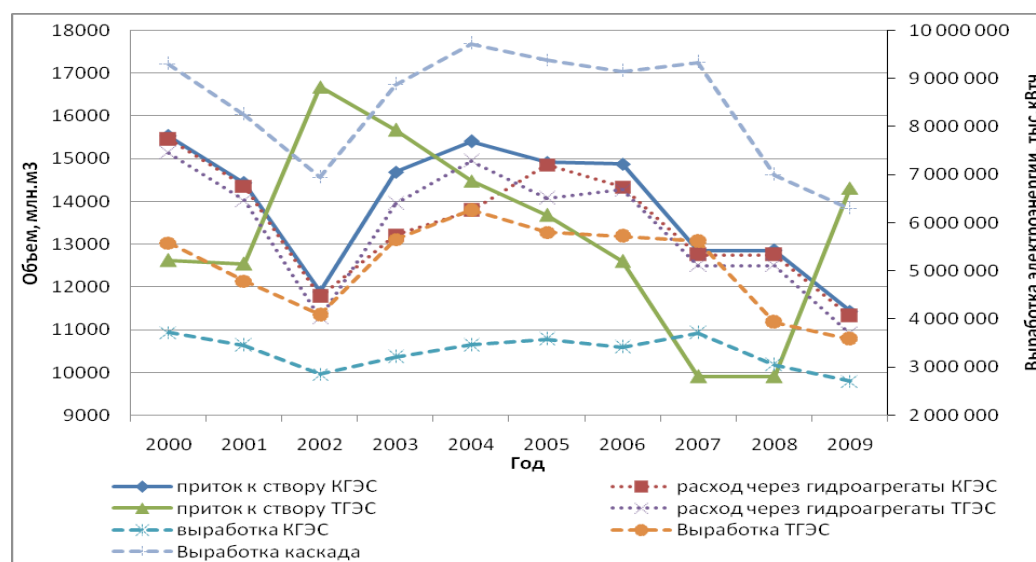
## Годовой баланс объемов воды Токтогульского каскада

Наименование ГЭС	Приток		всего через створ	на вы- работку эл.энергии	Расход			Накопление или сработка водохранилища
	суммарный	боковая приточность			протечки	фильтрация	холостые сбросы	
	<b>2000 г.</b>							
Токтогульская	12620,43		15175,33	15131,13	37,6	6,6		-2554,9
Курпсайская	15523,33	348	15525,89	15451,41	71,88	2,6		-2,56
	<b>2001 г.</b>							
Токтогульская	12538		14091	14022	62,4	6,6		-1553
Курпсайская	14432,4	341,4	14436	14360,5	72,7	2,8		-4
	<b>2002 г.</b>							
Токтогульская	16674,91		11381,97	11279,87	92,9	9,2		5292
Курпсайская	11889,74	507,77	11880,14	11772,04	105,5	2,6		9,6
	<b>2003 г.</b>							
Токтогульская	15670,34		14159,43	13953,97	52,9	9,8	142,76	1510,91
Курпсайская	14689,16	529,73	14689,63	13217,77	37,56	2,3	1432	-0,47
	<b>2004 г.</b>							
Токтогульская	14480		14991	14950,4	29	8,8	2,808	-0,511
Курпсайская	15402,42	411,8	15400,78	13790,62	153	2	1454,76	1,64
	<b>2005 г.</b>							
Токтогульская	13680,07		14111,1	14071,68	30,69	8	0,7	-0,431
Курпсайская	14921,22	810,1	14924,61	14857,59	64,8	2,22	0	-3,39
	<b>2006 г.</b>							
Токтогульская	12606,11		14330,41	14274,73	48,21	7,35		-1724,3
Курпсайская	14877,02	546,62	14874,57	14335,12	125,44	2,163	411,85	2,45
	<b>2007 г.</b>							
Токтогульская	11710,075	0	15262,85	15211,06	46,08	5,722		-3552,78
Курпсайская	15610,985	374,34	15617,745	15551,38	64,36	2,002		-6,76
	<b>2008 г.</b>							
Токтогульская	9906,31		12579,67	12504,559	71,017	4,094		-673,36
Курпсайская	12851,78	272,11	12844,9	12749,223	93,755	1,922		6,88
	<b>2009 г.</b>							
Токтогульская	14318,17		10978,42	10905,27	68,77	4,385		3339,75
Курпсайская	11430,761	452,341	11432,631	11321,29	109,47	1,873		-1,87

Таблица 2

Выработка электроэнергии каскадом Токтогульских ГЭС, тыс. кВт·ч

Год	Курпсайская ГЭС	Токтогульская ГЭС	Каскад
2000	3718863,00	5579957,00	9298820,00
2001	3457243,00	4786725,00	8243968,00
2002	2855593,00	4085413,00	6941006,00
2003	3218214,32	5655068,02	8873282,34
2004	3459239,57	6259638,58	9718878,15
2005	3579305,36	5801296,22	9380601,58
2006	3420817,88	5722823,60	9143641,49
2007	3714703,73	5615354,80	9330058,55
2008	3052561,05	3937019,49	6989580,55
2009	2709133,81	3579516,92	6288650,74



Совмещенный график притока, расхода и выработки электроэнергии каскада Токтогульских ГЭС

Данные по выработке электроэнергии на ГЭС, непосредственно зависящей от расхода гидроагрегатов, получены от сотрудников ОАО «Электрические станции» и представлены в табл. 2.

На основе данных табл. 1 и 2 составлен совмещенный график годовых объемов воды и выработки электроэнергии в зависимости от года (см. рисунок).

Как видно из данных табл. 1 и рисунка наиболее многоводным годом был 2002, годовой приток воды к створу Токтогульской ГЭС был равен 16674,91 млн м<sup>3</sup>, при этом в связи с малым энергопотреблением, составившим 6941006,00 кВтч, расход через гидроагрегаты ТГЭС составил

14022 млн м<sup>3</sup>, что значительно ниже притока. Холостные сбросы в 2002 г. не проводились, и большая часть объема стока была аккумулирована в Токтогульском водохранилище. В мае – сентябре 2003 и 2004 гг. впервые за весь период эксплуатации Токтогульской и Курпсайской ГЭС проводились холостые сбросы через водосбросные сооружения этих станций во избежание переполнения водохранилищ. В 2005–2007 гг. наблюдалось снижение годового стока, в то время как расход через гидроагрегаты оставался на уровне среднееголетнего показателя. В 2008 г. расход на выработку электроэнергии, равный 12504,559 млн м<sup>3</sup>, превысил приток в Токтогульское водохранилище (9906,31 млн м<sup>3</sup>), что при-

вело к сработке водохранилища до уровня, близкого к УМО, и в последующем к уменьшению расходов ТГЭС в 2009 г. и, следовательно, ограничениям по выработке электроэнергии в особо напряженные месяцы данного года.

Зарегулированный в Токтогульском водохранилище сток р. Нарын обуславливает объем Курпсайского водохранилища, достаточный для суточного регулирования. Приток в верхний бьеф КГЭС складывается из расхода Токтогульского гидроузла и боковой приточности в Курпсайское водохранилище. Это и объясняет близкое расположение кривых расхода Токтогульского гидроузла и притока в створе Курпсайской ГЭС.

Кривая расходов КГЭС практически полностью повторяет кривую притока в Курпсайское водохранилище (см. рисунок), за исключением 2003, 2004, 2006 гг., когда проводились холостые сбросы, величина разности объемов верхнего бьефа и объемов ГЭС равна объему воды, пропускаемых через водосбросные сооружения Курпсайской плотины. Ученные в табл. 1 годовые объемы воды на протечки и фильтрацию незначительны в сравнении с расходами ГЭС и сбросов, и в масштабе данного графика не заметны.

Выработка электроэнергии на каскаде Токтогульских ГЭС в 2000–2001 гг. составила 9298820 и 8243968 тыс. кВтч, соответственно. В 2002 г. выработка резко сократилась с уменьшением энергопотребления в связи с изменением энергетической межгосударственной политики стран Центральноазиатского региона и достигла уровня 6941006 тыс. кВтч. В 2003–2007 гг. наблюдалось повышение энергопотребления, уровень выработки электроэнергии в данные годы составил от 8873282,34 тыс. кВтч (2003 г.) до 9718878,15 тыс. кВтч (2004 г.). Однако в 2008 г. в связи с нехваткой воды выработка сокращается до 6989580,55 тыс. кВтч, а в 2009 г. – до 6288650,74 тыс. кВтч. В эти годы ведется политика ограничения энергопотребления для

накопления воды в Токтогульском водохранилище и проводятся всеерные отключения энергопотребителей по всей стране. Однако в 2010 г., по данным сотрудников ГТС ОАО “Электрические станции”, в связи с многоводным годом на р. Нарын возникла необходимость эксплуатации водосбросных сооружений ТГЭС и КГЭС. Холостые сбросы проводились в августе – октябре данного года, основная часть сбросов пропускалась через глубинные водосбросы станций в связи с неудовлетворительным состоянием поверхностных.

Прогнозирование в ближайшие годы повторения многоводного цикла говорит о необходимости реконструкции водосбросных сооружений ГЭС, в частности Курпсайской, для предотвращения возможности аварийной ситуации на стратегическом объекте.

Проведенный анализ позволил сделать следующие выводы. В течение 10 рассматриваемых лет работы каскада Токтогульских ГЭС наблюдалось два периода: период возможности переполнения водохранилищ (2003–2006 гг.) и период острой нехватки водного ресурса (2008–2009 гг.), что говорит о необходимости улучшения системы прогнозирования гидрологических режимов реки и оптимизации работы каскада ГЭС. Отсутствие договоренностей о энергозakupках ведет к резким колебаниям в выработке электроэнергии (2002, 2004, 2007 гг.), а следовательно к изменению величины расхода ГЭС, что приводит к аккумулярованию воды в водохранилище или его сработке. Поэтому необходима реконструкция водосбросных сооружений плотин как Токтогульской, так и Курпсайской ГЭС.

#### *Литература*

1. Рабочий проект Курпсайской ГЭС. Ташкент: СредазГидропроект / Рук. Ходаков О.Н. Шифр 1148, 1984. 177 с.
2. Отчет по хоздоговорной теме НИР ХГ-05-07. Исследование водосбросных сооружений Курпсайской ГЭС. Бишкек: КРСУ, 2008.