

УДК 627.833 (575.2) (04)

ОБОГРЕВ ЗАТВОРОВ ВОДОЗАБОРНОГО СООРУЖЕНИЯ КОЧКОРСКОЙ ГЭС, НАРЫНСКАЯ ОБЛАСТЬ

М.К. Торопов – ст. преподаватель

Е.В. Лозовая – студентка

О.Н. Клепачева – студентка

The article contains the questions of working requirements to gates, actions on provision of their reliable work, as well as contains the calculation of heating and heat insulation gates – auto regulators upper level.

Проектируемая малая Кочкорская ГЭС расположена на р. Кочкор в 3 км вверх по течению реки от с. Кочкорка, Кочкорского района, Нарынской области. На данной ГЭС по проекту ПКТИ “Водоавтоматика и метрология” планируется использование водозаборного сооружения плотинного типа [1]. Анализ существующих затворов-автоматов уровня верхнего бьефа, устраиваемых на речных пролётах водозаборных сооружений, показывает, что в настоящее время практически отсутствуют конструктивные решения, которые в полной мере удовлетворяют основным техническим условиям и требованиям автоматизации круглогодичного водоотбора из рек горно-предгорной зоны. Несовершенство известных конструкций авторегуляторов уровня особенно заметно при их эксплуатации в зимнее время, когда происходит обледенение и примерзание обшивки затворов к закладным частям.

Предлагается осуществить обогрев затвора-автомата речного пролета для более надежной работы в зимнее время.

Основное требование ко всякому затвору – это его готовность к действию в любую минуту, безотказность в работе. Этому могут препятствовать:

а) неисправность затвора или его механизма;

б) отсутствие энергии для приведения затвора в действие;

в) обмерзание затвора зимой;

г) завал наносами;

д) попадание в отверстие утонувших предметов, не позволяющих закрыть затвор.

В некоторых случаях важна быстрота движения затвора и автоматичность его действия. Для обеспечения упомянутого выше основного требования должны быть приняты соответствующие меры при конструировании затворов и в процессе их эксплуатации.

Против обмерзания затвора и особенно зазоров между ним и плотиной необходимо принимать специальные меры (обогрев, околка льда и пр.). Чем больше зазоров в конструкции затвора, тем менее пригоден он для работы в зимних условиях. Особенно уязвимы в этом отношении затворы, состоящие из нескольких или многих подвижных элементов.

Зимой работа затворов становится особенно затрудненной вследствие намерзания льда на обшивку и балочную сеть затвора, обмерзания контактов затворов, уплотнений и ходовых частей (колес, катков, шарниров и т.п.), происходящих часто в результате даже незначительной фильтрации в уплотнениях.

Мероприятия по поддержанию затворов в рабочем состоянии зимой сводятся к следующему [2]:

а) недопущение примерзания ледяного покрова к обшивке затворов с напорной стороны и намерзания льда к обшивке на глубине (рис 1);

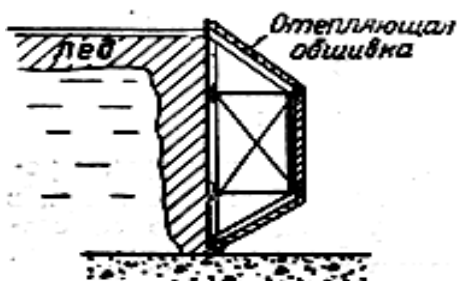


Рис 1. Обмерзание затвора и утепляющая обшивка.

б) недопущение обмерзания уплотняющих устройств – боковых и донного,

в) недопущение обмерзания опорно-ходовых частей, а также тяговых цепей и тросов, которое является результатом фильтрации воды через уплотнения;

г) недопущение замерзания воды в камерах давления и системе гидравлического управления автоматическими затворами.

Для выполнения перечисленных выше требований проводится борьба с образованием льда и обмерзанием частей затвора, описываемая ниже:

а) недопущение образования льда на напорной поверхности затвора и примерзания к ней ледяного покрова верхнего бьефа обеспечивается разрушением ледяного покрова у затвора, теплоизоляцией и общим обогревом затвора.

Ледяной покров у затворов небольших гидросооружений разрушается путем ручной или механической околки льда и устройства перед затвором майны (проруби) шириной 0,5–2 м (рис 2) с прикрытием ее ветвями, соломой и пр., на которые укладывается слой снега толщиной 0,5 м.

Более совершенный способ поддержания майны перед затвором (в крупных сооружениях) заключается [2] в периодическом выпуске в воду струй сжатого воздуха. Для этого в воде перед затвором на глубине устанавливаются трубы, из которых выходит сжатый воздух, нагнетаемый в них компрессорной установкой.

Сжатый воздух создает токи теплой воды вверх к ледяному покрову и мешает образованию последнего;

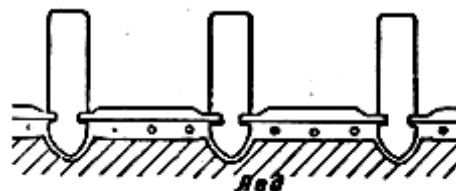


Рис. 2. Схема образования майн у затворов.

б) борьба с обмерзанием уплотнений и опорно-ходовых частей ведется главным образом путем их обогрева. Обогрев производится пропуском горячей воды или масла по трубам, заложенным в полостях, либо электрическим током.

В данном случае рассматривается обогрев авторегулятора верхнего бьефа, который представляет собой плоский затвор, жестко соединенный с опорными ногами, прикрепленными шарниром к стенкам сооружения со стороны верхнего бьефа. Сверху, к полотнищу затвора жестко прикреплён раскосами груз-противовес.

Авторегулятор работает следующим образом: при уровне воды в верхнем бьефе меньше расчётного H_p затвор под действием собственного веса G_z и веса противовеса G_{np} закрыт. Величина груза-противовеса подбирается таким образом, чтобы при достижении расчётного напора H_p момент от действия сдвигающей силы гидродинамического давления P относительно оси вращения был равен сумме моментов сил G_z и G_{np} .

Как только уровень воды в верхнем бьефе превысит расчётную отметку, момент от силы P превышает сумму моментов сил $G_z + G_{np}$, затвор сдвигается вокруг оси и открывает доступ воды из верхнего бьефа в нижний. И тем самым обеспечивает постоянство уровня воды в верхнем бьефе.

Подробное описание конструкции Г-образного клапанного затвора-автомата и методов его расчёта приводятся в [3], схема затвора показана на рис. 3.

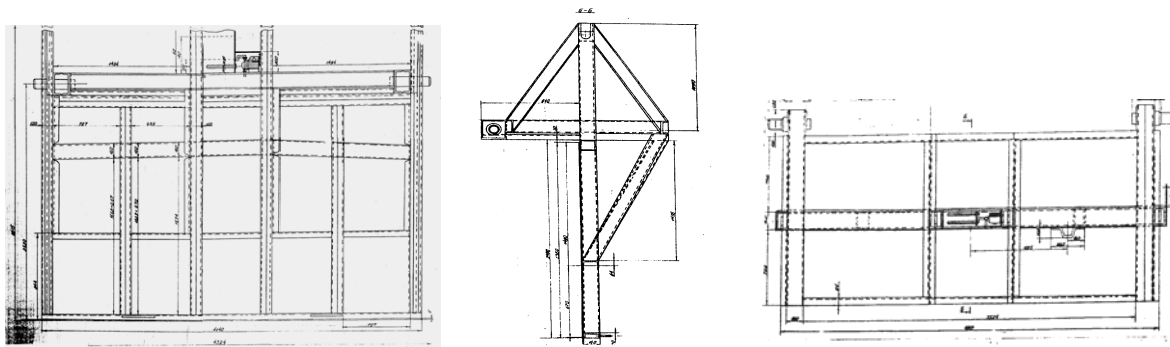


Рис. 3. Схема обогрева Г-образного клапанного затвора-автомата.

Данная конструкция затвора-автомата положительно зарекомендовала себя на водозаборных гидроузлах. Основным её недостатком является затруднительная эксплуатация в зимний период года, когда отрицательные температуры воздуха способствуют образованию шуги и льда в речном потоке и вызывают примерзание полотнища затвора к раме и закладным частям.

Для недопущения примерзания затвора к закладным частям нами предлагается обогрев, осуществляемый при помощи масла ТКп, пропускаемого по стальным трубам по всему периметру полотнища затвора.

Ниже приведём основные формулы и результаты расчёта обогрева-автомата.

1. Принимаем стальной трубопровод, лёгкий, внутренним диаметром 25 мм, наружным 30,6 мм и длиной 12,3 м.

2. Масса трубопровода

$$m_{\text{тр-да}} = m_{\text{уд}} \cdot l = 2,12 \cdot 12,3 = 26 \text{ кг,}$$

где $m_{\text{уд}}$ – масса одного метра 2,12 кг [4].

3. Объем масла в трубопроводе

$$W_{\text{мп-де}} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot l = \frac{3,14 \cdot 0,025^2}{4} \cdot 12,3 = 0,006 \text{ м}^3$$

4. Расход энергии при обогреве напорной поверхности затвора в среднем принимается равным 0,5 кВт/м² [2].

Мощность, которая необходима для обогрева

$$P = 0,5 \cdot H_p \cdot L_s = 0,5 \cdot 4,04 \cdot 1,85 = 3,7 \text{ кВт}$$

Выбираем 2 ТЭНа по 2 кВт фирмы Ariston, ТУРЕ R-Т-М,

- 10 А – 400 В
- 15 А – 250 В

Стоимость одного ТЭНа составляет 300 сом.

5. Определяем габариты бака в плане. Из условий компоновки авторегулятора и размещения ТЭНов принимаем длину бака – 0,35 м, ширину бака – 0,16 м

6. Из условия размещения ТЭНов минимальный уровень масла в баке составляет 15,5 см.

7. Объем масла в системе отопления при минимальном уровне масла

$$W_{\text{min}} = HS = 0,155 \cdot 0,35 \cdot 0,16 = 0,008 \text{ м}^3$$

8. Рассчитываем изменение объема $\Delta W_{\text{масла}}$ при ходе температур

Принимаем $\Delta T = 130^\circ \text{C}$,

$$\Delta W_{\text{масла}} = W_0 (1 + \beta \Delta T)$$

$$W_0 = W_{\text{мп-де}} + W_{\text{min}} = 0,006 + 0,008 = 0,014 \text{ м}^3$$

$$\Delta W_{\text{масла}} = W_0 (1 + \beta \Delta T) = 0,014 (1 + 0,00063 \cdot 130) = 0,015 \text{ м}^3$$

β – коэффициент объемного расширения масла, масло трансформаторное ТКп, $\beta = 0,00063 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

9. Определяем высоту бака из объема масла

$$H_{\text{бака}} = \frac{W}{S} = \frac{W_{\text{min}} + \Delta W_{\text{масла}}}{S} = \frac{0,008 + 0,015}{0,35 \cdot 0,16} = 0,4 \text{ м}$$

Полная высота бака

$$H = H_{\text{бака}} + \Delta h + h_{15^\circ} = 0,4 + 0,1 + 0,1 = 0,6 \text{ м}$$

10. Циркуляция масла – принудительная, с помощью насоса фирмы LG+WILO, производительностью 6 м³/ч, мощностью 700 Вт, массой 2,3 кг, длиной 180 мм.

Напряжение питания составляет 220 В, поэтому принимаем напряжение питания ТЭНов 220 В. Стоимость насоса составляет 4000 сом.

11. Для расчёта массы противовесов необходимо рассчитать массу всего оборудования для обогрева.

$$m = m_{\text{тр-да}} + m_{\text{масла}} + m_{\text{бака}} + m_{\text{нас}} = \\ = 26 + 13,2 + 5 + 2,3 = 46,5 \text{ кг},$$

где $m_{\text{тр-да}}$ – масса трубопровода, $m_{\text{тр-да}} = 26$ кг,

$$m_{\text{масла}} = \rho V = 880 \cdot 0,015 = 13,2 \text{ кг},$$

где ρ – плотность масла = 880 кг/м³

$$m_{\text{бака}} – \text{масса бака, } m_{\text{бака}} = 5 \text{ кг}.$$

12. Для утепления полотнища затвора, со стороны нижнего бьефа предлагается использовать пластик, который закрепляется на швеллерах с помощью стальных планок и болтов.

Предлагаемая система обогрева затвора может быть применена также и на другом оборудовании водозаборных гидроузлов, например на стабилизаторах расхода воды.

Литература

1. Патент КР № 607. Водозаборное сооружение для деривационных ГЭС // Лавров Н.П., Рохман А.И., Логинов Г.И., Биленко В.А., Торопов М. К. МКП Е 02В 13/00. – Оpubл. в бюлл. № 11. – Бишкек, 2003.
2. Гришин М.М. Гидротехнические сооружения. Ч. 2. – М.: Энергоатомиздат, 1955. – 49 с.
3. Проект ПКТИ “Водоавтоматика и метрология” по реконструкции гидротехнических сооружений Кочкорской ГЭС. – Бишкек, 2002.
4. Журавлёв Б.А. Справочник молодого слесаря-сантехника. – М.: Высшая школа, 1980. – 200 с.