

УДК-627.845 (575.2) (04)

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА ШУГОСИГНАЛИЗАТОРА

А.П. Балянов – доцент,
О.А. Клепачева – аспирантка,
А.В. Шупилов – студент

In the given article questions of protection of hydraulic engineering constructions from frosting are examined, the automatic monitoring system is offered and its electrotechnical calculation is carried out.

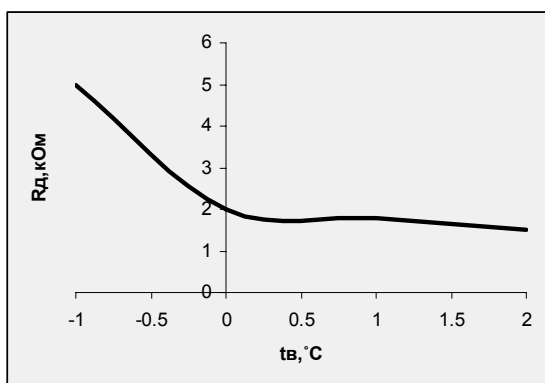
Гидротехнические сооружения (ГТС) Кыргызской Республики расположены в горно-предгорных районах. В зимний период эксплуатации на них воздействуют низкие отрицательные температуры воздуха, сильные холодные ветра, выпадение снега. Все это приводит к переохлаждению воды в водоисточнике и деривационном канале ГЭС, образованию внутриводного льда, шуги и снежуры, которые при движении по каналу забивают сороочистительные устройства, что создает опасность прекращения подачи воды на турбины малых ГЭС и что в свою очередь может служить причиной аварий. Затворы ГТС могут примерзнуть к направляющим, что приводит к обрыву тяговых органов при технологическом маневрировании затворами.

Надежная эксплуатация ГТС в зимних условиях требует специальной эксплуатационной подготовки. Одним из таких этапов подготовки является наличие автоматической системы контроля и сигнализации за работой каналов и сооружений. Основным элементом такой системы является датчик начала обмерзания сороочистительных решеток и затворов, находящихся в переохлажденной воде, и появления местного шугообразования.

Принцип действия датчика начала обмерзания (шугосигнализатора) основан на физическом явлении скачкообразного уменьшения электропроводности воды между металличе-

скими электродами, находящимися в переохлажденной воде, при оседании на них внутриводного льда и шуги [1].

Эксперименты по оценке электропроводности воды между электродами показали, что электрическое сопротивление воды R_d зависит от температуры воды t_b при температуре воды $t_b > 0^\circ\text{C}$ $R_d > 2$ кОм. В переохлажденной воде при $t_b = (-0,05 \div 0,1)^\circ\text{C}$ между электродами появляются кристаллы льда, электроды покрываются ледяной коркой, что приводит к возрастанию межэлектродного сопротивления воды до $R_d > 5$ кОм. Зависимость $R_d = f(t_b)$ (рис. 1) может быть использована для разработки устройств автоматической сигнализации и защиты. Для дальнейшего использования зависимости $R_d = f(t_b)$ необходимо выбрать измерительную

Рис. 1. Зависимость $R_d = f(t_b)$.

схему, выполнить ее анализ с целью определения параметров схемы и максимальной мощности выходного сечения измерительной схемы.

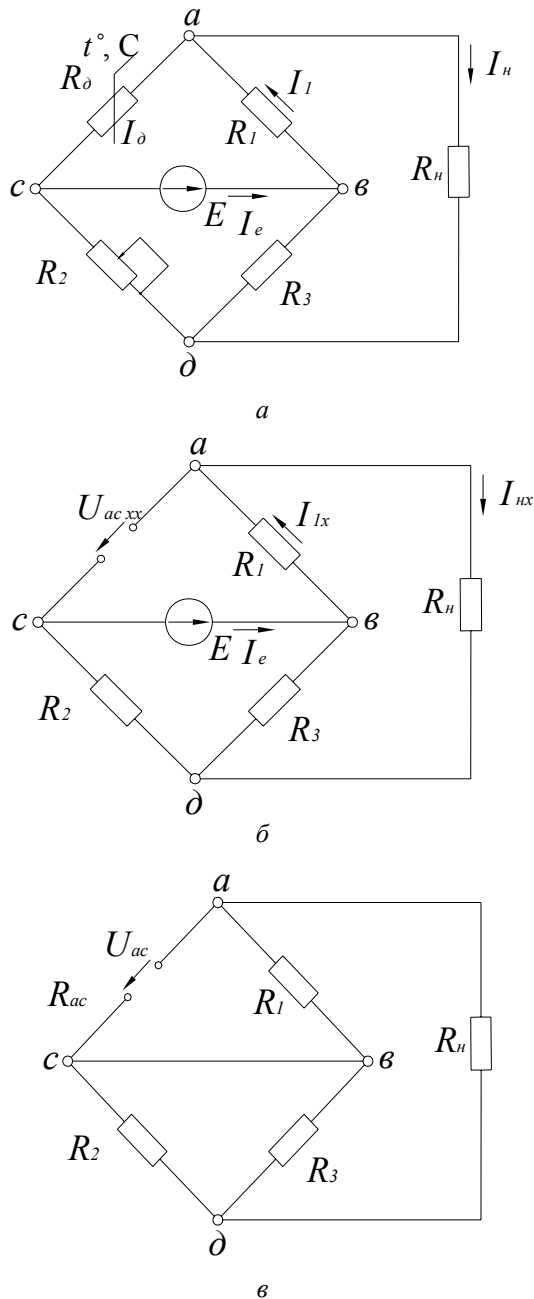


Рис. 2. Мостовая измерительная схема и этапы ее преобразования: а – исходная схема; б – схема для определения тока через R_d ; в – схема для определения входного сопротивления R_{acx} .

В качестве измерительной схемы проанализируем мостовую схему с источником ЭДС переменного тока (рис. 2).

Рассмотрим измерительную мостовую схему (рис. 2а): на схеме R_d – сопротивление двухэлектродного датчика, с характеристикой (рис. 1), R_H – сопротивление нагрузки в измерительной диагонали моста. Сопротивления резисторов R_1 и R_3 задаются. Определим сопротивления R_2 и R_H . Резистор R_2 будет служить для настройки мостовой схемы на равновесное состояние, R_H – нагрузочное сопротивление, на котором будет выделяться разбаланс моста при изменении температуры.

1) условие равновесия мостовой схемы:

$$R_1 \cdot R_2 = R_d \cdot R_3 \text{ или } R_2 = \frac{R_d \cdot R_3}{R_1}; \quad (1)$$

2) выходные сопротивления моста при $t_b=0^\circ\text{C}$ относительно зажимов ad определим при исключении источника E , считая источник эдс E идеальным, замкнем клеммы cb и тогда:

$$R_{ad} = R = R_H = \frac{R_d \cdot R_1}{R_d + R_1} + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}; \quad (2)$$

3) для определения тока I_d применим метод эквивалентного генератора: размыкаем ветвь ac (рис. 2б) и определим напряжение U_{acxx} :

$$U_{acxx} = E = I_{1x} \cdot R_1, \quad (3)$$

$$I_{1x} = \frac{R_3}{R_3 + R_H + R_1} \cdot I_{EX}, \quad (4)$$

$$I_{EX} = \frac{E}{R_2 + \frac{R_3(R_1 + R_H)}{R_3 + R_H + R_1}}. \quad (5)$$

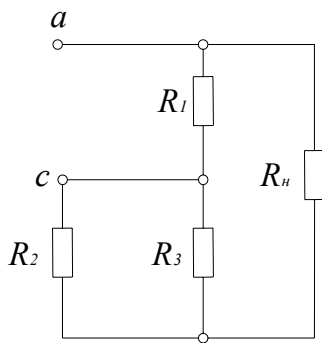
Подставив I_{EX} из уравнения (5) в уравнение (4), получим:

$$I_{1x} = E \frac{R_3}{R_2(R_3 + R_H + R_1) + R_3(R_1 + R_H)}. \quad (6)$$

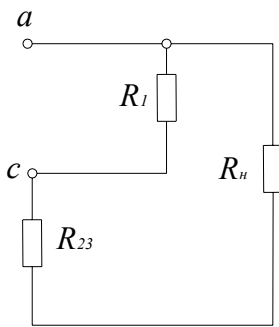
Подставим значение I_{1x} из уравнения (5) в уравнение (3) и определим напряжение U_{acxx} ;

4) входное сопротивление схемы относительно зажимов ac R_{acvx} определим по схеме 2в после преобразования (рис. 3 а, б, в).

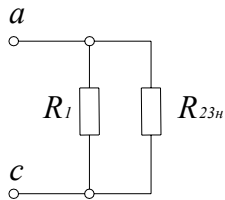
$$R_{acvc} = \frac{\left(\frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} + R_H\right) \cdot R_1}{\frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} + R_H + R_1}. \quad (7)$$



a



б



в

Рис. 3. Преобразование схемы для определения $R_{асвх}$.

Ток через электрический датчик

$$I_{Д} = \frac{U_{асвх}}{R_{вхса} + R_{Д}}. \quad (8)$$

Для определения тока I_n найдем ток I_1

$$I_1 = \frac{E - I_{Д} \cdot R_{Д}}{R_1}. \quad (9)$$

Ток через нагрузочное сопротивление I_n равен

$$I_n = I_1 - I_{Д}. \quad (10)$$

Пользуясь полученными уравнениями, определить:

1) ток через электродный датчик и мощность, затрачиваемую на его нагрев и оценить погрешность в определении температуры начала обледенения в зависимости от химических свойств воды;

2) максимальную мощность, выделяемую в сопротивлении нагрузки R_n , что позволит выбрать промежуточный усилитель сигнала разбаланса мостовой схемы.

Литература

1. Карнович В.Н., Новоженин В.Д., Смирнов Е.А. Особенности работы каналов в зимних условиях. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – С. 79.
2. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. – М.: Высшая школа, 1962. – 700 с.