

территории и доставка тепла на значительное расстояние становится нерентабельной. Поэтому, целесообразно рассмотреть какие виды сельскохозяйственного производства рационально размещать вблизи низкопотенциальных источников энергетических ресурсов.

1. Практика энргосбережения в основных отраслях сельскохозяйственного производства / С.С. Ходыко [и др.]: Материалы 10 международного симпозиума «Технологии – оборудование – качество» Минск 2007 С. 127 – 129.

БЕСПЛОТИННАЯ РЕЧНАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ

Сычик В.А. д.т.н., Русан В.И. д.т.н., Уласюк Н.Н. к.т.н.

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, РБ

Большинство рек в РБ мелководные, небольшой ширины, с низкими берегами, на которых невозможно устанавливать плотинные гидроэлектростанции. В этой связи важнейшим видом гидроэлектростанций, которые можно устанавливать на малых реках, являются бесплотинные электростанции. Известные гидроэлектростанции, которые могут устанавливаться на малых реках [1, 2], обладают сложной конструкцией, невысоким КПД, обусловленным неэффективным использованием гидродинамических свойств водотока и сложной системной передачи вращающегося момента от гидротурбины к электрогенератору.

Нами разработана конструкция бесплотинной электростанции, которая позволяет упростить ее структуру и повысить КПД более чем в 1,5 раза по сравнению с известными аналогами речных электростанций.

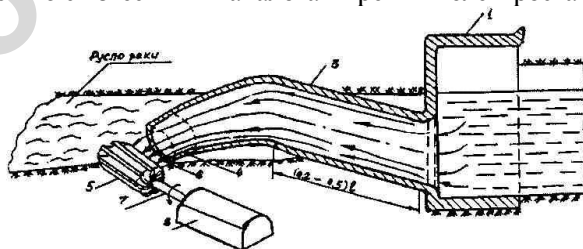


Рисунок 1.

Речная гидроэлектростанция (РГЭС), структурная схема которой изображена на рисунке 1, содержит водозаборник 1 в форме корытообразной прямоугольной призмы, который снабжен шлюзовым отсеком (шлюзом) 2 и обводным каналом-водоводом 3, который заканчивается соплом 4. Снизу возле сопла 4 размещена гидротурбина 5 с подшипниками-опорами, на которую воздействует вытекающий из сопла 4 ускоренный водяной поток 6. Гидротурбина 5 соединена посредством вала 7 с электрогенератором 8.

Водозаборник представляет корытообразную прямоугольную призму, выполнен из железобетона. Его габариты зависят от размеров реки, на которой он устанавливается. В его центральной стене, на которую воздействует речной поток, установлен шлюз стандартной конструкции. В нижней части центральной стены размещен водовод, нижняя стенка которого размещена на уровне дна водозаборника. Водовод в сечении по ширине выполнен замкнутым эллипсообразным в форме пологой экспоненты из железобетона или антикоррозийного легкого сплава, синтетика и снабжен со стороны центральной стены водозаборника фильтром - защитной сеткой. Толщина дна, боковых стен и центральной стены водозаборника зависит от его размеров и составляет от 0,5 до 1 м. Площадь сечения и длина водовода зависят от глубины речного потока, его ширины, мощности РГЭС. Большая ось эллиптического сечения у центральной стены составляет 10-30 м, а малая ось - 2...8 м. Эллиптическое сечение водовода по его длине остается неизменным на его наклоненной вверх части, затем сужается по пологой экспоненте. Общая длина водовода определяется требуемым уровнем подъема воды, длиной зоны гидродинамического ускорения речной воды и находится в пределах 10... 100 м. Водовод снабжен фильтром в виде металлических или из синтетических материалов сеток, заканчивается соплом прямолинейной формы со скругленными со стороны ребер основанием и торцом по периметру. Сопло является продолжением зоны гидродинамического ускорения речной воды, его длина составляет 2...6 м, а его ширина определяется размерами движителя (лопастей) гидротурбины и составляет 5... 15 м. Сопло является равномерным по ширине для обеспечения равномерности гидродинамических свойств водяного потока, воздействующего на лопасти гидротурбины, а угол наклона сопла определяется оптимальным углом падения водяного потока на лопасти гидротурбины для получения максимального крутящего

момента на валу электрогенератора. Водовод со стороны водозаборника сопряжен внутренней стороной с центральной стеной водозаборника овальной кривой для получения оптимального коэффициента истечения μ на уровне $\mu = 0,9$.

Для упрощения конструкции водовода 3 его нисходящая часть может быть выполнена желобообразной, однако его внутренний профиль должен быть эллипсоидным и желоб должен сужаться в сторону сопла 4 по пологой экспоненте.

Длина водовода выбирается так, чтобы гидротурбина, на которую воздействует вытекающий из сопла высокоэнергетический водяной поток, размещалась на берегу в специальном помещении и отработанный в гидротурбине поток воды стекал по сливной магистрали - специальному каналу в продолжение русла реки.

Гидротурбина установлена на подшипниковых опорах на бетонном основании в специальном помещении и кинематически через вал с редуктором соединена с трехфазным электрогенератором.

При размещении РГЭС на реке с достаточно высокими берегами в водозаборнике накапливается уровень речной воды и создается по уровню водовода водяной напор. Объем воды, протекающий через сечение S водовода, находится из выражения:

$$V = Su_t, \quad (1)$$

а объемный расход воды через водовод

$$Q = SU. \quad (2)$$

В выражениях (1), (2) U – скорость истечения воды из водозаборника l в водовод; t - время истечения жидкости.

Протекающая по наклонному вверх с неизменным эллиптическим сечением водоводу вода поднимается с учетом исходного напора воды в водозаборнике и кинетической энергии потока на суммарную высоту 4...6 м, а затем на наклонном вниз участке водовода, сужающегося по пологой экспоненте, она накапливает энергию, равную сумме потенциальной и кинетической энергии, и составит

$$W = \rho gh + \rho V_c^2, \quad (3)$$

где ρ – плотность воды; g – ускорение свободного падения; h – перепад высот понижающейся части водовода и сопла; V_c – скорость водяного потока на выходе сопла.

С учетом уравнения неразрывности струи

$$V_B S_B = V_C S_C, \quad (4)$$

где V_B , V_C – скорость потока воды на входе водовода и на выходе сопла; S_B, S_C – сечение водовода на границе с водозаборником и сопла, скорость истечения водяного потока из сопла достигает десятков метров в секунду. Этот водяной поток, обладая высокой суммарной энергией, воздействует на гидротурбину приводя ее во вращение. Вал гидротурбины приводит во вращение ротор электрогенератора с требуемой скоростью, которая при необходимости корректируется редуктором электрогенератора. Происходит непрерывная выработка электрической энергии электрогенератором. Избытки накопленной в водозаборнике воды по сверхдопустимому уровню непрерывно отводятся шлюзом в продолжение русла реки.

В результате того, что водозаборник выполнен в форме корытообразной прямоугольной призмы, снабжен шлюзовым отсеком, водоводом, причем водовод выполнен замкнутым эллипсообразным в форме пологой экспоненты, снабжен соплом и наклонен вверх на длину (0,2...0,5) λ под углом 10...30° с неизменным сечением, затем вниз в пределах 5...20°, решается поставленная техническая задача: в сравнении с прототипом и аналогами упрощается конструкция речной гидроэлектростанции, повышается ее КПД, оптимально используется энергия малых рек.

Разработан лабораторный макет речной гидроэлектростанции по представленной на рисунке 1 конструкции, который эффективно использует энергию речного потока.

Созданная РГЭС, ширина водозаборника которой составила 30 м, высота 5 м, сечение водовода 20 м², позволяет генерировать электроэнергию мощностью 400...600 кВт, при этом ее КПД больше чем в 1,8 раза превышает КПД речных гидроэлектростанций-аналогов.

Следовательно, созданная бесплотинная электростанция обладает простой конструкцией, высоким КПД и может эффективно использовать энергию малых рек.

Литература

1 Патент США 4104536, МПК⁴, F 03В 13/00.

2 А.с. СССР 1798531, МПК⁵, F 03В 13/00.