

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЕРИВАЦИОННОГО КАНАЛА ДЛЯ АВТОНОМНОЙ НАПОРНОЙ МГЭС.

Ананченко. А. П.

Руководитель Спирина. Е. А.

Политехнический институт.

В качестве инженерной основы для производства оборудования для Микро и Малых ГЭС могут быть использованы практически все типы классических гидротурбин, однако анализ их возможностей с точки зрения используемых напоров, габаритов гидроагрегатов, стоимости изготовления оборудования и строительства показал, что использование классических гидравлических турбин для этой цели не всегда является рациональным. Гидроагрегаты с классическим типом турбин, особенно для низких напоров (2 – 15 метров) сложны по конструкции, дороги в изготовлении и требуют значительных затрат на строительство гидротехнических сооружений. Строительство же плотин на таких водотоках для повышения напоров и использования других типов классических турбин ведёт к затоплению значительных территорий, что является нецелесообразным с экономической и экологической точек зрения. Создание оборудования для микро и малых ГЭС требует совершенно других подходов. Деривационная каскадная ГЭС с ортогональными турбинами позволяет существенно снизить стоимость гидротехнических сооружений, гидроагрегатов, и сократить сроки ввода ГЭС в эксплуатацию. Удельная стоимость установленных мощностей деривационной ГЭС зависит эффективности принятых проектных решений, определение: диаметра и длины водовода, количества гидроагрегатов, наиболее подходящих параметров турбины, режима течения потока, числа кавитации и т.д. Данная работа посвящена автоматизации процесса определения основных технических параметров деривационного канала с ортогональной турбиной (рисунок 1). Осуществление максимально полного использования энергии водного потока, при сохранении экологического баланса и возможностей восстановления природно-ресурсного потенциала, а также снижение стоимости технических решений является основной целью данной работы.



Рисунок 1 - Ортогональная турбина

Деривация в гидротехнике — отвод воды от русла реки в различных целях, по каналу или системе водоводов. В более широком смысле под деривацией понимают совокупность гидротехнических сооружений, отводящих воду из реки, водохранилища или другого водоёма и подводящих её к другим гидротехническим сооружениям (рисунок 2).

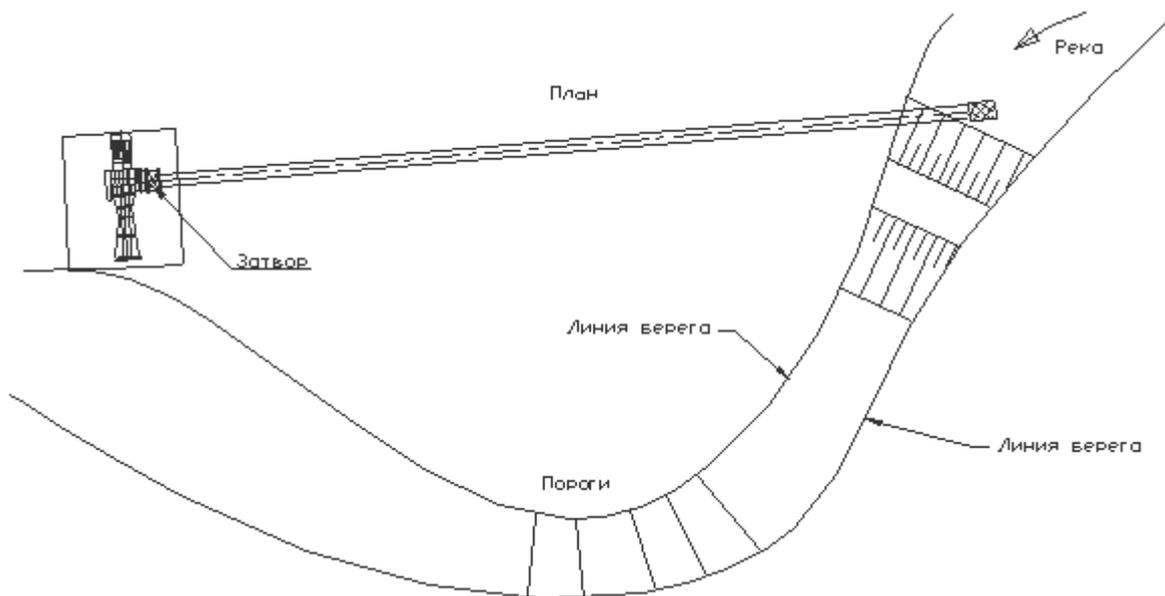


Рисунок 2 – Схема деривационной ГЭС

Турбины для объектов подбираются в соответствии с некоторыми техническими характеристиками, среди которых главной остается напор воды.

Простота конструкции ортогональной турбины и ее мобильность позволяют строить электростанции в непосредственной близости от потребителя, что существенно снижает стоимость киловатта установленной мощности, за счет минимизации безвозвратных потерь при передаче электроэнергии.

Для обеспечения работоспособности деривационной ГЭС на этапе проектирования с учетом гидрологических факторов и требований заказчиков необходим надежный автоматизированный алгоритм ее проектирования, обладающий возможностью оптимизации решений по различным граничным условиям. В основе алгоритма проектирования лежит математическая модель рабочего процесса деривационной ГЭС.

При проектировании деривационных каналов использованы основные уравнения гидравлики: уравнение Бернулли, описывающее связь геометрического напора, гидростатического давления и гидродинамического напора в закрытых каналах; уравнение Дарси-Вейсбаха, определяющее потери напора или давления при развитом турбулентном течении несжимаемой жидкости на гидравлических сопротивлениях по длине канала; формула числа Рейнольдса, показывающего соотношение сил инерции и трения в жидкости; формула числа кавитации, показывающего соотношение гидростатического и гидродинамического давлений.

Уравнение Бернулли:

$$\frac{\rho v^2}{2} + \rho gh + p = const$$

где, ρ – плотность воды, v – скорость потока, g – ускорение свободного падения, h – геометрический напор, p – гидростатическое давление.

Уравнение Дарси-Вейсбаха:

$$\Delta h = \varepsilon \frac{v^2}{2g}$$

где, Δh – потери геометрического напора, ε – коэффициент потерь.

Число Рейнольдса:

$$Re = \frac{\rho v D_{\Gamma}}{\nu}$$

где, ν – кинематическая вязкость, D_{Γ} – гидравлический диаметр.

Число кавитации:

$$X = \frac{2(P - P_s)}{\rho v^2}$$

где, P – абсолютное давление, P_s – давление насыщения паров..

На основе приведенных уравнений можно определить основные характеристики деривационной ГЭС и выполнить их оптимизацию по критериям: массы водовода, мощности ГЭС, величине безвозвратных потерь и т. д. (Рисунок 3).

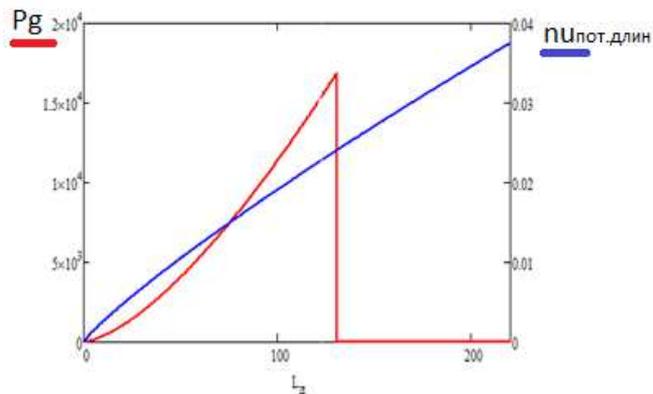


Рисунок 3 - Графики мощности МГЭС и доли потерь энергии по длине канала в зависимости от длины канала

Созданная, на основе изложенных подходов, система автоматизированного проектирования деривационных ГЭС может быть использована при их разработке под индивидуальные требования заказчика, что позволит существенно сократить сроки проектирования и обеспечить получение оптимального решения.