

УДК 627.842(282.255.45)

ОБОСНОВАНИЕ СХЕМЫ ПОДАЧИ ВОДЫ НА ГИДРОАГРЕГАТЫ МАЛОЙ ГЭС НА РЕКЕ ЧУ

У.Б. Батырбеков, М.Ж. Омурзакова

Описана конструкция сооружений Жана-Жольского водозаборного гидроузла ирригационного назначения на реке Чу (Республика Казахстан), использованного в проекте для строительства малой ГЭС. Приведены материалы по технико-экономическому обоснованию схемы водоподдачи на гидроагрегаты ГЭС при создании напора открытым деривационным каналом. Представлена компоновка здания малой ГЭС с горизонтальным размещением гидроагрегатов.

Ключевые слова: малая ГЭС; водозаборный узел; водоприемный оголовок; деривационный канал; напорный бассейн; турбинный водовод; здание ГЭС; отводящий канал; холостой сброс.

ЧҮЙ ДАРЫЯСЫНДА ЧАКАН ГЭСТИН ГИДРОАГРЕГАТТАРЫНДА СУУ БЕРҮҮ СХЕМАСЫН НЕГИЗДӨӨ

У.Б. Батырбеков, М.Ж. Омурзакова

Бул мақалада чакан ГЭСтин қурулушу үчүн долбоордо пайдаланылган Чүй дарыясындағы (Қазақстан Республикасы) Жаңы-Жол суу топтоочу ирригациялық суу түйүнүнүн қурулушунун конструкциясы сүрөттөлген. Ачық деривациялық канал менен басымды түзүүде ГЭСтин гидроагрегаттарына суу берүү схемасын техникалық-экономикалық негіздөө бойынша материалдар берілді. Гидроагрегаттарды туурасынан жайгаштыруу менен чакан ГЭСтин имаратын қуруу көрсөтілді.

Түйіндүү сөздер: чакан ГЭС; суу топтоочу түйүн; суу қабыл алғычтын башы; деривациялық канал; басымы күчтүү бассейн; турбиналық суу алып өткіш; ГЭСтин имараты; сууну чыгарған канал; иштетілбеген суу чығаруу.

SUBSTANTIATION OF WATER SUPPLY SCHEME TO HYDRAULIC UNITS OF A SMALL HPP ON THE CHU RIVER

U.B. Batyrbekov, M.Zh. Omurzakova

The design of the structures of the Zhana-Zholskiy water intake hydroelectric complex for irrigation training on the Chu River (Republic of Kazakhstan), used in the project for the construction of a small hydroelectric power station, is described. The materials on the feasibility study of the water supply scheme to the hydroelectric units of the hydroelectric power station when the pressure is created by an open diversion canal are presented. The layout of the building of a small hydroelectric power station with horizontal placement of hydraulic units is presented.

Keywords: small hydroelectric power station; water intake unit; water intake head; diversion canal; pressure basin; turbine water conduit; hydroelectric power station building; outlet canal; idle discharge.

В 60–80 годах XX века при плановом ведении хозяйствования в СССР особо остро стоял вопрос расширения поливных площадей с целью интенсификации сельскохозяйственного производства. Проблемы в энергетическом секторе на тот момент решались при строительстве средних и крупных ГЭС. На современном этапе развития стран СНГ, в условиях частной собственности и возросших цен

на энергоносители, использование гидроэнергетического потенциал ирригационных систем стало перспективным направлением развития малой гидроэнергетики как возобновляемого источника энергии [1].

В 2019–2020 гг. сотрудники кафедры «Водные ресурсы и инженерные дисциплины» КРСУ приняли участие в проектных мероприятиях по выбору компоновочной схемы гидротехнических сооружений для подачи воды из р. Чу на малую ГЭС. Основным исполнителем проекта являлась проектная организация «Байтерек», размещавшаяся в пос. Кулан Джамбылской области Казахстана.

В ходе проектных исследований использовались методы технико-экономического обоснования конструкций гидротехнических сооружений [2]. Рассматривались три схемы подачи воды из верхнего бьефа существующего водозаборного узла ирригационного назначения, состоящий из следующих гидротехнических сооружений:

- подпорный створ гидроузла, выполненный в виде струнаправляющих дамб и затворов, перекрывающих водосливные отверстия и ограничивающих быков;
- входящие в подпорный створ водосбросы, выполненные в виде пяти водосливных отверстий, перекрываемых сегментными затворами 6,0×4,0 м;
- два открытых водоприемника, подающие воду в правобережный и левобережный отводящие каналы. Водоприемники отводящих каналов оборудованы тремя плоскими затворами с размерами 1,5×1,5 м;
- участок зарегулированного отводящего русла;
- асфальтированная дорога внутрихозяйственного значения поселка Жаны-Жол, проходящая через гребень подпорного створа. При этом над водосбросным створом устроен мостовой переезд (рисунок 1).

Створ водоприемного оголовка гидроэнергетических сооружений проектируемых ГЭС в проекте был размещен на правом берегу подводящего русла. Учитывая низкую несущую способность грунтов основания и высокое размещение грунтовых вод, на малой ГЭС была принята деривационная схема создания напора.

Для проведения сравнительного анализа проектных решений было выбрано три варианта компоновки гидротехнических сооружений:

- 1-й вариант с развитыми турбинными водоводами длиной по 195,0 м (рисунок 2);
- 2-й вариант с удлиненным отводящим каналом и со смещением здания малой ГЭС в сторону водоприёмника (рисунок 3);
- 3-й вариант с открытым деривационным каналом (рисунок 4).

Расчетное сравнение объемов строительных работ приведённых схем водоподачи на ГЭС показало, что наименьшие капиталовложения будут при внедрении схем второго и третьего вариантов. При этом стоимость строительства гидротехнических сооружений составила около 4,6 млн долл. США.

Расчет объемов строительных работ при внедрении первого варианта (при подаче воды на ГЭС по удлиненному стальным турбинным водоводам) показал, что его внедрение приведет увеличение капиталовложений на 30 % от указанного значения.

Согласно топографическим данным, разность уровней воды в подводящем и отводящем руслах водозаборного гидроузла по трассе деривационного канала, составила 10,2 м.

С учетом расчетных величин потерь напора и изменений уровней воды в отводящем русле, напор нетто на ГЭС по трем расчетным вариантам составил примерно равную величину – 8,5 м, при подаче максимального расхода – 90 м³/с. Проектная установленная мощность ГЭС была определена равной 6,75 МВт, а среднегодовая выработка электроэнергии составила около 45,0 млн кВт*ч [1].

Уточнённые гидроэнергетические показатели ГЭС были направлены на завод-изготовитель от фирмы «Global hydro» для составления коммерческого предложения и разработки проекта здания малой ГЭС. В результате были получены чертежи здания малой ГЭС с горизонтальным размещением гидроагрегатов (рисунок 5).



Рисунок 1 – Ситуационная схема размещения напорно-станционного гидроузла малой ГЭС:
1 – подводящее русло (верхний бьеф) водозаборного узла; 2 – подпорный створ водозаборного узла;
3 – отводящее русла (нижний бьеф); 4 – правобережный ирригационный канал;
5 – левобережный ирригационный канал

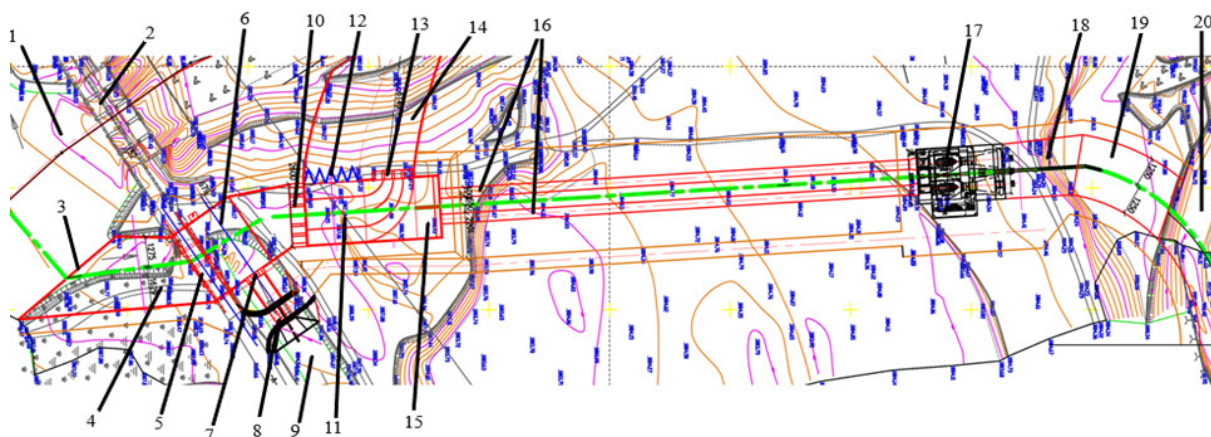


Рисунок 2 – Плановое размещение гидротехнических сооружений по первому варианту: 1 – верхний бьеф существующего водозаборного гидроузла; 2 – подпорный створ головного водозаборного гидроузла; 3 – проектируемый водоприемный оголовок деривации; 4 – отводящий канал; 5 – автомобильный мост; 6 – регулятор; 7 – водовыпуск в ирригационный канал; 8 – трубчатый переезд; 9 – ирригационный канал; 10 – выдывпуск в деривацию МГЭС; 11 – промывные галереи; 12 – автоводослив; 13 – промывники; 14 – холостой сброс; 15 – напорный бассейн; 16 – стальные турбинные водоводы; 17 – здание МГЭС; 18 – сопрягающее устройство; 19 – отводящий канал; 20 – отводящее русло реки

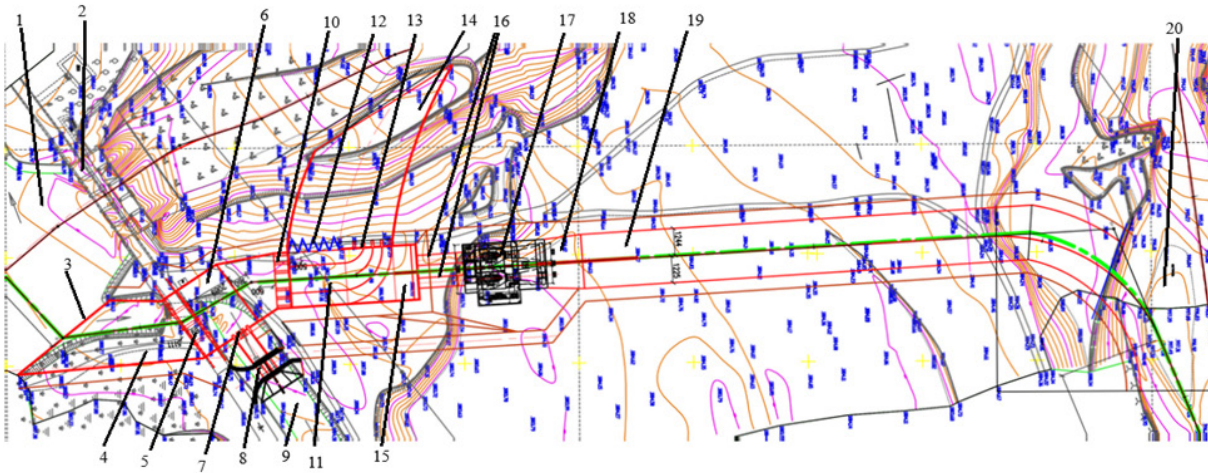


Рисунок 3 – Плановое размещение гидротехнических сооружений по второму варианту: 1 – верхний бьеф существующего головного водозаборного гидроузла; 2 – подпорный створ водозаборного гидроузла; 3 – проектируемый водоприемный оголовок деривации; 4 – отводящий канал; 5 – автомобильный мост; 6 – регулятор; 7 – водовыпуск в ирригационный канал; 8 – трубчатый переезд; 9 – правобережный ирригационный канал; 10 – выдопуск в деривацию МГЭС; 11 – промывные галереи; 12 – автоводослив; 13 – промывники; 14 – холостой сброс; 15 – напорный бассейн; 16 – турбинные водоводы; 17 – здание МГЭС; 18 – сопрягающее устройство; 19 – отводящий канал; 20 – отводящее русло реки

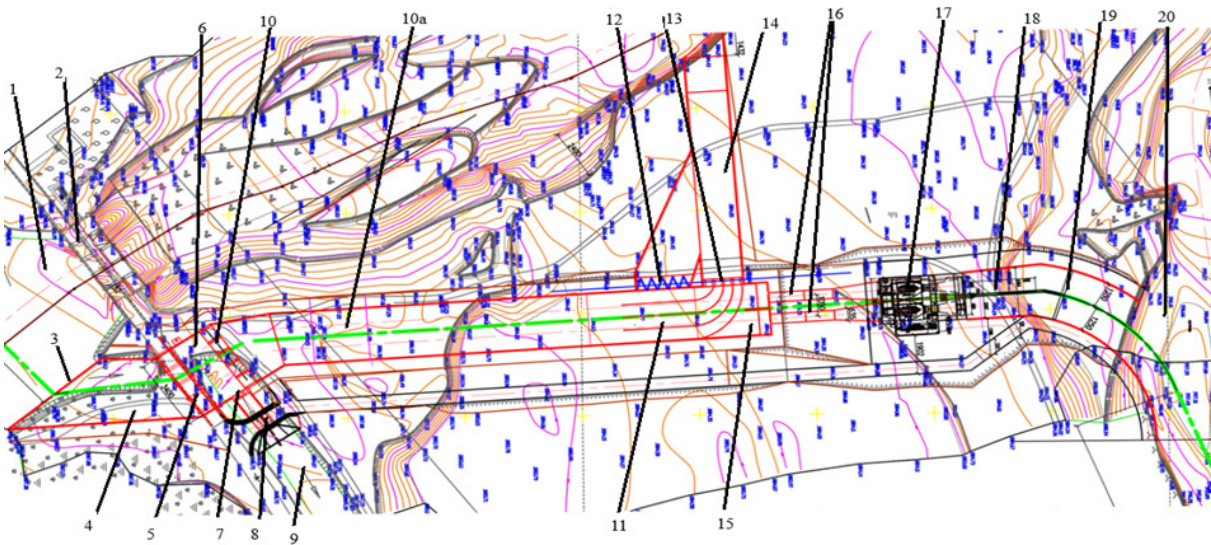


Рисунок 4 – Плановое размещение гидротехнических сооружений по третьему варианту: 1 – верхний бьеф существующего водозаборного гидроузла; 2 – подпорный створ; 3 – проектируемый водоприемный оголовок деривации; 4 – отводящий канал; 5 – автомобильный мост; 6 – регулятор; 7 – водовыпуск в правобережный канал; 8 – трубчатый переезд; 9 – ирригационный канал; 10 – выдопуск в деривацию МГЭС; 10а – открытый деривационный канал; 11 – промывные галереи; 12 – автоводослив; 13 – промывники; 14 – холостой сброс; 15 – напорный бассейн; 16 – турбинные водоводы; 17 – здание МГЭС; 18 – сопрягающее устройство; 19 – отводящий канал; 20 – отводящее русло реки

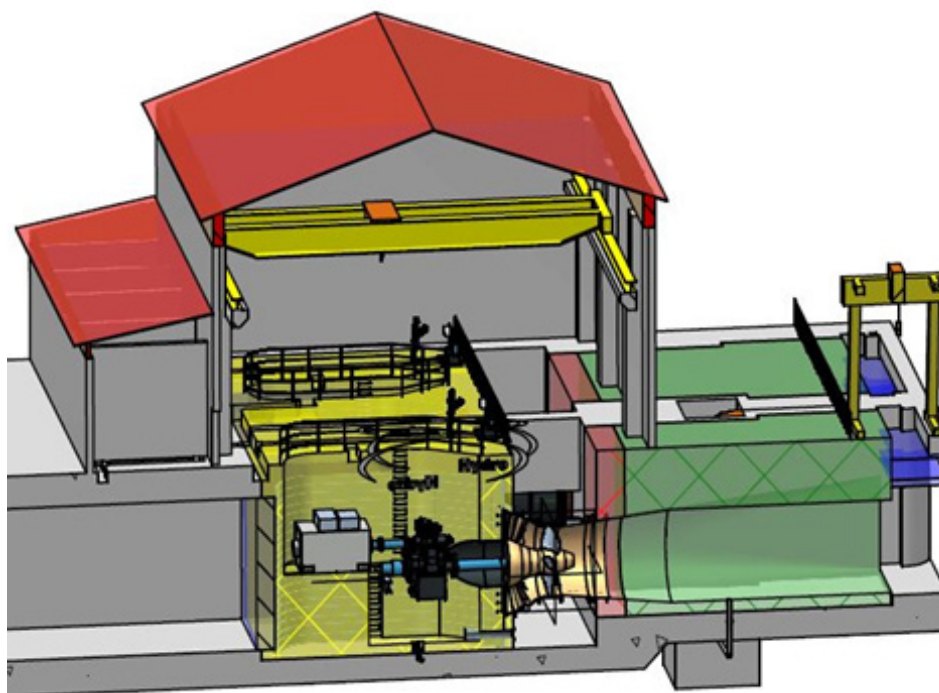


Рисунок 5 – Компоновка здания малой ГЭС с размещением основного гидроэнергетического оборудования от фирмы «Global hydro»

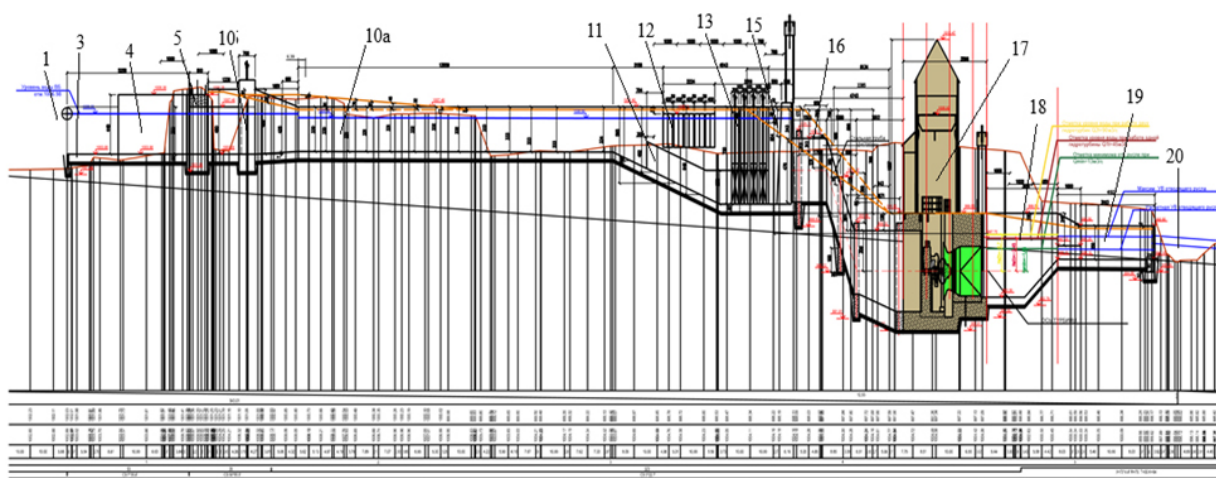


Рисунок 6 – Продольный профиль по трассе деривации по третьему варианту схемы водоподачи к зданию ГЭС: 1 – верхний бьеф существующего головного водозаборного гидроузла; 3 – проектируемый водоприемный оголовок деривации; 4 – отводящий канал; 5 – автодорожный мост; 6 – регулятор; 10 – выдодыпуск в деривацию МГЭС; 10а – открытый деривационный канал; 11 – промывные галереи; 12 – автоводослив; 13 – промывники; 15 – напорный бассейн; 16 – турбинные водоводы; 17 – здание МГЭС; 18 – сопрягающее устройство; 19 – отводящий канал; 20 – отводящее русло реки

Анализ схем водоподачи на ГЭС позволил сделать следующие выводы:

- второй вариант требует устройства удлиненного отводящего канала ГЭС с большой емкостью заглубления (до 8 м). Как показали фильтрационные расчеты, объем притока к выемке отводящего канала грунтовых вод может превысить $7,0 \text{ м}^3/\text{с}$;

- третий вариант схемы подачи воды размещает концевое сечение холостого сброса ниже по течению от подпорного створа водозаборного гидроузла. Как показали расчеты [3], это улучшает эксплуатационные характеристики, так как при сбросе паводковых расходов воды работа холостого водосброса не вызовет подтопления водосбросных отверстий подпорного створа водозаборного гидроузла;

- малая длина отводящего канала дает возможность создания условий для более низких потерь напора на ГЭС при сбросе отработанных объемов воды в отводящее русло реки с большими скоростями.

Учитывая технические особенности вариантов к внедрению, для проекта был рекомендован третий вариант схемы водоподачи на ГЭС по открытому деривационному каналу (рисунок 6).

Выводы. Показана возможность применения низконапорных водозаборных гидроузлов ирригационного назначения для целей гидроэнергетики. Обосновано применение деривационных схем создания напора на малых ГЭС, устраиваемых на долинных участках рек. При этом определено, что применение напорной деривации требует значительных капиталовложений, которые намного превышают затраты на строительство открытых деривационных каналов.

Литература

1. *Логинов Г.И.* Водозаборные сооружения: монография / Г.И. Логинов. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. 2011. 175 с.
2. Экономическая эффективность технических решений: учебное пособие / С.Г. Баранчикова и др.; под общ. ред. проф. И.В. Ершовой. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. 140 с.
3. *Логинов Г.И.* Методика расчета параметров водосбросных сооружений низконапорных водозаборных сооружений из малых горных рек / Г.И. Логинов, С.С. Отаназаров // Вестник КРСУ. 2018. Том 18. № 8. С. 108–112.