

БУМАРСКОВ С.А., директор ООО "Минигидро" г. Харьков

ТУРБИННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МАЛЫХ ГЭС. ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И ПРОИЗВОДСТВА ЗА 15 ЛЕТ



Гидротурбинное оборудование для малых ГЭС разрабатывается в харьковской фирме "Минигидро" с 1996 г.

За прошедшие годы разработана номенклатура радиально-осевых гидротурбин мощностью до 1000 кВт на напоры от 15 до 100 метров и трубных пропеллерных гидротурбин мощностью до 500 кВт на напоры от 3 до 15 метров.

По разработанной специалистами "Минигидро" конструкторской документации изготовлено более 50 гидротурбин пятнадцати типоразмеров. Турбинное оборудование изготавливается на отечественных, преимущественно харьковских предприятиях.

В настоящее время в производстве находится 12 малых гидротурбин.

Расширяется география поставок. К заказам по Украине, России, Латвии, Грузии, Узбекистану в 2011 году добавились Таджикистан, Болгария, Сербия. В Украине к традиционным адресам поставок в Закарпатскую, Ивано-Франковскую, Черновицкую, Хмельницкую области в последнее время добавились Винницкая и Житомирская области, АР Крым.

Для высоконапорных ГЭС фирмой "Минигидро" предлагаются радиально-осевые гидротурбины с кавитационными показателями, позволяющими работать с положительной высотой отсасывания (от 1,5 до 3 метров), что существенно сокращает расходы на строительную часть ГЭС.

Отсутствие верхних накопительных водохранилищ требует максимального расширения диапазона рабочих расходов, иногда до нижней границы в 25–30% от номинального расхода.

Чтобы соответствовать этим требованиям, турбины обязательно должны иметь регулируемый направляющий аппарат, должны быть достаточно металлоёмкими, чтобы гасить вибрации на неоптимальных режимах. Основные элементы проточной части должны выполняться с использованием нержавеющей и кавитационно-стойких сталей.

В то же время, для повышения надёжности работы ГЭС, для эффективной работы с высокими КПД при малой воде имеет смысл устанавливать на станциях не одну, а две или три турбины. Причём лучше, если турбины будут рассчитаны на разные расходы воды.

Это позволяет увеличить выработку электроэнергии, а иногда приводит и к снижению стоимости оборудования, главным образом за счёт экономии при заказе генераторов, поскольку для турбин меньшего типоразмера требуются более быстроходные генераторы меньшей мощности.

Применение автономных подшипниковых узлов, воспринимающих осевые и радиальные гидравлические нагрузки, также облегчают задачу проектирования гидрогенераторов. А при применении достаточно надёжной системы автоматического управления и контроля, обеспечивающей, в том числе защиту агрегата при выходе в разгон при аварийном сбросе нагрузки, вообще можно рассматривать вопрос о применении в качестве генераторов серийных электромашин типа асинхронных электродвигателей.

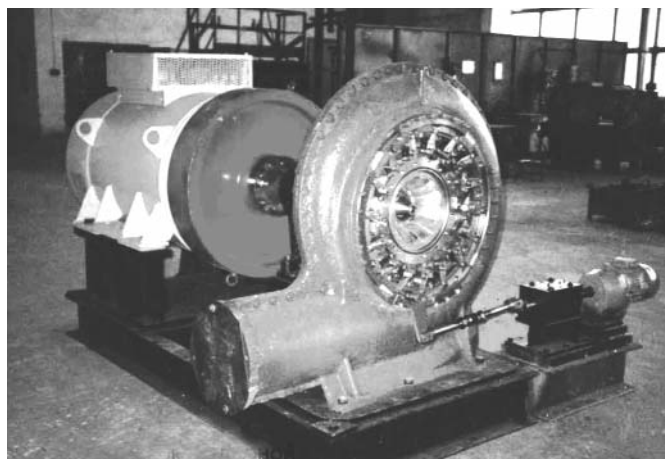
При восстановлении старых ГЭС, а также при установке гидротурбин на существующих водохозяйственных объектах зачастую приходится сталкиваться с жесткими ограничениями по габаритным размерам. В этом случае приходится вносить изменения в конструкцию номенклатурных турбин, а иногда и проектировать для одной станции турбины с разным направлением вращения.

В номенклатуре радиально-осевых турбин, предлагаемых фирмой "Минигидро", — шесть типоразмеров турбин, рассчитанных на расход воды от 0,5 до 3,0 куб.м/с. Эта номенклатура расширяется, пополняется модификациями, позволяющими максимально учесть все особенности каждой конкретной ГЭС.

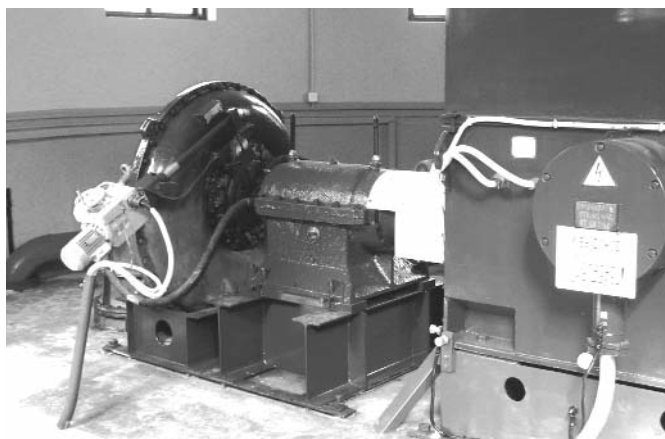
Для низких напоров фирма "Минигидро" выпускает трубные пропеллерные гидротурбины четырёх типоразмеров.

Трубные турбины или, по-другому, турбины S-типа, получили наибольшее распространение в малой гидроэнергетике для низких напоров, ввиду значительного удешевления стоимости строительной части таких ГЭС по сравнению со схемой ГЭС с вертикальными турбинами.

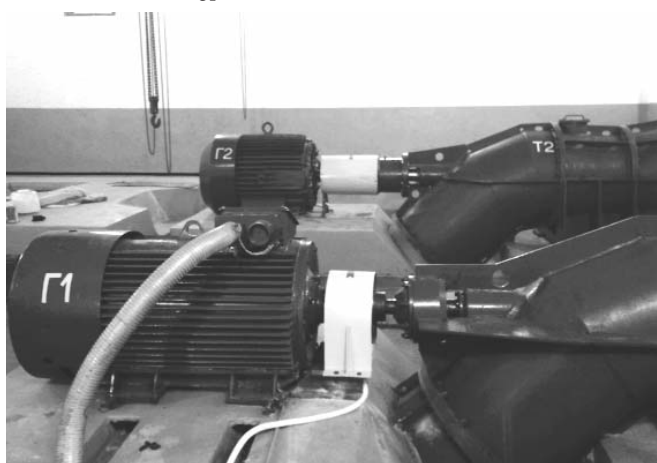
Трубные гидроагрегаты отличаются относительно несложным монтажом. Генераторы в таких гидроагрегатах вынесены за пределы проточной части, устанавливаются на бетонированных рамах, легко доступны в обслуживании и эксплуатации, и для малых мощностей вполне могут быть



Гидроагрегат с высоконапорной радиально-осевой гидротурбиной ФГ-1 мощностью 500 кВт



Турбина ФГ-2 на ГЭС Бильні.



Турбины Т-50 и Т-80 на Кузельской ГЭС



Турбины Т-90 для Яблуницької ГЭС в цеху

заменены серийными асинхронными электродвигателями.

Трубные турбины отличаются повышенной быстроходностью и пропускной способностью, обусловленной осевой прямооточной или полупрямооточной компоновкой.

Установка на станции нескольких трубных гидротурбин, иногда турбин, рассчитанных на разные номинальные расходы воды, позволяет не только экономично использовать воду при колебаниях расхода в реке, но и снизить затраты на тихоходные гидрогенераторы за счет применения быстроходных электромашин меньшей мощности. Кроме того, установка на станции нескольких гидротурбин различной мощности в ряде случаев позволяет отказаться от усложнённой конструкции регулируемой турбины с поворотным направляющим аппаратом или с разворотом лопастей рабочего колеса.

Проектирование горизонтальных трубных пропеллерных гидротурбин с улучшенными кавитационными показателями делает возможным их применение на восстанавливаемых ГЭС, где ранее были установлены тихоходные фронтальные радиально-осевые турбины. При этом сохраняется отметка установки турбин на прежнем уровне пола машзала, который, как правило, значительно превышает уровень нижнего бьефа, а частота вращения турбины и генератора примерно при той же мощности агрегата почти в два раза выше, чем до реконструкции.

В номенклатуре низконапорных трубных гидротурбин фирмы "Минигидро" турбины рассчитанные на расходы от 0,5 до 4,5 куб. м/с. Номенклатура этих турбин также обновляется с учётом разнообразия гидрологических параметров и потребностей Заказчиков.

При реконструкции старых ГЭС, где ранее были установлены вертикальные гидроагрегаты, возможна альтернатива: либо сохранение вертикальной компоновки, как это сделано при реконструкции Слобода-Бушанской ГЭС, где были установлены две стокиловаттные вертикальные пропеллерные турбины с кольцевыми затворами, так и изменение компоновки с установкой фронтальной напорной стенки и переходом на горизонтальную трубную гидротурбину, как это выполнено на Бардовской ГЭС в Житомирской области.

При проектировании низконапорных ГЭС особое внимание следует уделять корректному определению расчётного напора с учётом всех по-

терь в элементах подвода и отвода воды, а также рациональному назначению проектного расхода воды через ГЭС.

Опыт разработки и эксплуатации малых гидротурбин показывает, что участие разработчиков турбинного оборудования на стадии согласования параметров станции, выбора типоразмеров оборудования, количества агрегатов, строительной компоновки — весьма желательны и полезны. Ошибки, связанные с установкой на станциях турбин завышенных мощностей, рассчитанных на необоснованно большие расходы воды, либо на завышенные напоры, исправляются крайне тяжело. Все это повышает значение интеграции проектировщиков ГЭС, разработчиков и поставщиков оборудования, монтажных и эксплуатирующих организаций.

Укрепление тесного взаимодействия и сотрудничества таких отечественных организаций как "Карпатгидропроект" и "Укрэлектрострой" (Ужгород), "ВЭА Новосвіт", "Енергоінвест", "Вінниця СпецЕнергоМонтаж", "Гідроенергія 1", "Подольская энергетическая компания" (Винница), "Маяк" (Каменец-Подольский), ЧП Миронюк В.В. (Ивано-Франковская область), "Минигидро" (Харьков), "Инженерный Центр" (Новая Каховка), "Променергія" (Бучач) — залог успешной реализации проектов украинской малой гидроэнергетики.

И несколько замечаний относительно типов гидротурбин, предлагаемых для установки на малых ГЭС.

Радиально-осевые гидротурбины (турбины Френсиса) и осевые гидротурбины (пропеллер-

ные или поворотно-лопастные типа Каплан) давно и прочно заняли практически весь диапазон напоров и расходов в классическом гидротурбостроении, оставив небольшую нишу высоких напоров для ковшовых турбин (турбины Пельтона). Отработанные за десятилетия проточные части этих турбин позволяют на ряде турбин достигать уровня КПД в 90–93%, а на крупных турбинах 95–96%.

По сравнению с данными типами турбин, гидротурбины поперечно-струйного типа (турбины Банки), рекомендуемые иногда для малых ГЭС, имеют ряд существенных недостатков. Главными из них являются: относительно невысокий КПД (примерно на 15% ниже, чем у турбин Френсиса и Каплана) и низкая быстроходность (примерно в два раза ниже, чем у турбин Френсиса и в четыре раза ниже, чем у турбин Каплана).

Первый недостаток — низкий КПД, заметно сказывается на выработке электроэнергии при больших мощностях, и на вибрационных показателях при высоких напорах.

Второй — низкая быстроходность, делает неэффективным применение поперечно-струйных турбин на низких напорах из-за необходимости введения в состав гидроагрегата повышающей передачи или мультипликатора. Поэтому, наиболее приемлемым диапазоном применения поперечно-струйных турбин, вероятно, являются мощности не выше 100–150 кВт при напорах от 20 до 50 метров, при условии ощутимой разницы в цене по сравнению с турбинами Френсиса.

