



УДК 621.87



**ГЛОТОВ В.Л.**, зав. отделом ПТО-2  
**ПОЛЯКОВ М.Е.**, зав. сект. отдела ПТО-2, АО "СПКТБ  
 "Запорожгидросталь", г.Запорожье

## ГРУЗОПОДЪЕМНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ

*Статья освещает деятельность, единственной в Украине специализированной организации, АО "СПКТБ "Запорожгидросталь" по проектированию специальных кранов гидротехнических сооружений.*

*К л ю ч е в ы е с л о в а: проектирование, специальные краны гидротехнических сооружений.*

С о времени своего основания в 1944 году, СПКТБ "Запорожгидросталь" накопило большой опыт проектирования, реконструкции и авторского надзора за изготовлением и монтажом механического оборудования, которое эксплуатируется практически на всех объектах гидроэнергетики Украины и более, чем на 730 объектах в 39 странах. К механическому оборудованию относятся затворы различных типов и назначений, напорные трубопроводы, сороудерживающее оборудование: решетки, запаны и водоочистные вращающиеся сетки, средства их очистки: решеткоочистные машины, грейферы типа "Полип", плоскочелюстные грейферы, бульдозоры, а также грузоподъемное оборудование для маневрирования этими затворами, решетками и навесным оборудованием. Это козловые и мостовые краны, гидроприводы, стационарные канатные, цепные, винтовые и др. механизмы.

Качество проектной документации СПКТБ соответствует стандарту ISO 9001 и подтверждено сертификатом TUV NORD 78 100 06 1076-003.

Оборудование, изготовленное по проектам СПКТБ, эксплуатируется во всех климатических зонах, начиная от Сибири, где козловой кран грузоподъемностью (г.п.) 500 т работает при минус 60 °С, и кончая влажными тропиками Африки и Южной Америки (Рис. 1).

По сравнению с проектированием подъемно-транспортного оборудования общепромышлен-

ного назначения, проектирование специальных кранов гидротехнических сооружений имеет свою специфику, обусловленную особенностями обслуживаемого ими оборудования и действующих нагрузок. Так, к примеру, грузоподъемность кранов, обслуживающих затворы, определяется в основном сопротивлением перемещению затвора в пазах закладных частей, которое вызвано гидростатическими и гидродинамическими нагрузками на затвор. Кроме этого, учитывается вес самого затвора и др. факторы (сейсмика, давление наносов, мутность воды и пр.).

Таким образом, усилие подъема может в разы превышать вес перевозимого груза. Это относится к кранам водосбросов, водоприемников, отсасывающих труб. Например, для подъема под напором затвора водосброса ГЭС Хоабинь во Вьетнаме — требуется усилие 500 т, тогда как вес перевозимых секций затвора не превышает 65 т. Вместе с тем, грузоподъемность кранов машзала определяется массой перевозимых грузов (статора, ротора агрегата). Так, грузоподъемность двух кранов машзала ГЭС Эль Кахон в Мексике (Рис. 2), работающих в спаренном режиме, исходя из веса статора 720 т, составляет 800 т.

Для каждого гидросооружения грузоподъемное оборудование проектируется индивидуально и отличается значительным разнообразием конструктивных схем и параметров, наличием вспомогательных подъемных устройств, применяемого навесного оборудования.



Краны водосбросов и водоприемников многофункциональны, имеют несколько механизмов подъема (не менее двух), отличающихся грузоподъемностью, диапазоном высот, скоростями, расстоянием между точками подвеса. Например, кран, обслуживающий водоприемник и глубинный водосброс Шульбинской ГЭС в Казахстане, имеет шесть механизмов подъема  $2 \times 350 / 2 \times 175 / 2 \times 80 / 2 \times 16 / 5 / 2$  т с диапазонами высот 53; 78; 84; 78; 26; 12 м соответственно.

По проектам СПКТБ изготовлены и эксплуатируются достаточно уникальные в своём роде козловые и мостовые краны для объектов энергетики: например, мостовой кран г.п.  $180 + 2 \times 70$  т Запорожской АЭС (Рис. 3); козловой кран грузоподъемностью  $420 + 420 + 16$  т машзала самой мощной в Европе Днестровской ГАЭС (Рис. 4); козловой кран грузоподъемностью  $500 / 250 + 10$  т Богучанской ГЭС (РФ) (Рис. 5), работающий при температурах до минус  $60^\circ\text{C}$ ; козловой кран г.п.  $2 \times 75 / 3,2$  т, предназначенный для опускания затворов в пазы под углом  $\sim 75^\circ$  к горизонту (Рис. 6); козловой кран грузоподъемностью  $2 \times 125$  т ГЭС Яли, Вьетнам (Рис. 7); монтажный кран грузоподъемностью  $63 / 3,2$  т с глубиной опускания подвески 518 м, предназначенный для монтажа стальных облицовок напорных турбинных водоводов Зарамагской ГЭС на Северном Кавказе, оборудованный системой видеонаблюдения и позиционирования. Помимо этого, кран сертифицирован на подъем людей из шахты водовода в экстремальных ситуациях.

Механическое оборудование гидротехнических сооружений выполняет целый ряд важных функций при эксплуатации гидроузлов. Оно обеспечивает необходимое регулирование уровней воды в водохранилище, регулирование расходов воды через водосбросы и перекрытие водопроводящих трактов в аварийных ситуациях, т.е. обеспечивает безопасность сооружения и окружающей среды.

Таким образом, грузоподъемное оборудование гидросооружений, с одной стороны, работает в легком режиме работы, а с другой стороны, должно быть способно даже после длительного периода простоя надежно выполнять возложенные на него функции, в т.ч. в чрезвычайных ситуациях.

Это достигается:

- особым порядком регламентных работ по поддержанию оборудования в работоспособном состоянии, что предусмотрено соответствующими инструкциями по эксплуатации для каждой конкретной единицы оборудования;

- особенностями конструкции узлов подъемного оборудования гидротехнических кранов. Вот некоторые из этих особенностей:

Двигатели комплектуются в обязательном порядке антиконденсатным подогревом обмоток и температурными датчиками.

Муфты механизмов подъема не имеют упругих элементов из резины или полимеров вследствие

подверженности этих материалов повышенному износу и старению. Как правило, для передачи крутящего момента, используются зубчатые (МЗ) либо роликовые муфты (ТСВ).

Для изготовления ответственных валов и осей используются поковки не ниже четвертой группы. К листовому металлу предъявляются дополнительные требования по контролю сплошности и по ударной вязкости.

Авария 17.08.2009 г. на Саяно-Шушенской ГЭС (Россия) показала недостаточность мер безопасности на ГЭС, построенных в 50–70 годы прошлого столетия.

В частности, на многих станциях, аварийно — ремонтные затворы водоприемников не имеют индивидуальных приводов и обслуживаются кранами.

Вместе с тем, перекрытие водовода лимитируется разгонным временем гидроагрегата, которое находится в пределах 2 — 6 минут. При этом, по требованию Заказчика и это время может быть уменьшено. Так, для ГЭС Эль Кахон в Мексике потребовалось разработать проект гидропривода г.п. 200 т (Рис. 8), который перекрывает затвором турбинный водовод высотой 7,95 м под напором свыше 70 м за 30 секунд.

Понятно, что на многоагрегатных ГЭС краном практически невозможно осуществить перекрытие водовода за лимитированное время.

Приказом Минтопэнерго Украины №584 от 04.11.2009 г была создана межведомственная комиссия (в состав которой входило и СПКТБ "Запорожгидросталь"), с целью определения безопасности ГЭС Украины и разработки мероприятий по повышению этого уровня.

По результатам работы комиссии принято решение о внедрении автоматизированных систем контроля состояния ГЭС. На водоприемниках ГЭС предполагается установка быстродействующих аварийных затворов с индивидуальными приводами, запитанными от резервного источника. Это существенно повысит надежность защиты агрегатов ГЭС.

СПКТБ уже разработало требуемые проекты для Днестровской ГАЭС и выполняет предварительные проработки для Днепровской ГЭС-2.

В то же время, при разработке новых проектов для зарубежных объектов, СПКТБ "Запорожгидросталь" вот уже более 25 лет в соответствии с Техническими спецификациями предусматривает оснащение аварийно — ремонтных и других затворов индивидуальными приводами: стационарными механизмами (Рис. 9) или гидроприводами.

Стационарные механизмы быстродействующих затворов водоприемников дополнительно комплектуются ручными приводами. Для абсолютного большинства строящихся зарубежных ГЭС Техническими спецификациями предусматривается оснащение основных и аварийно — ремонтных затворов гидроприводами. Преимуществом такого решения является воз-



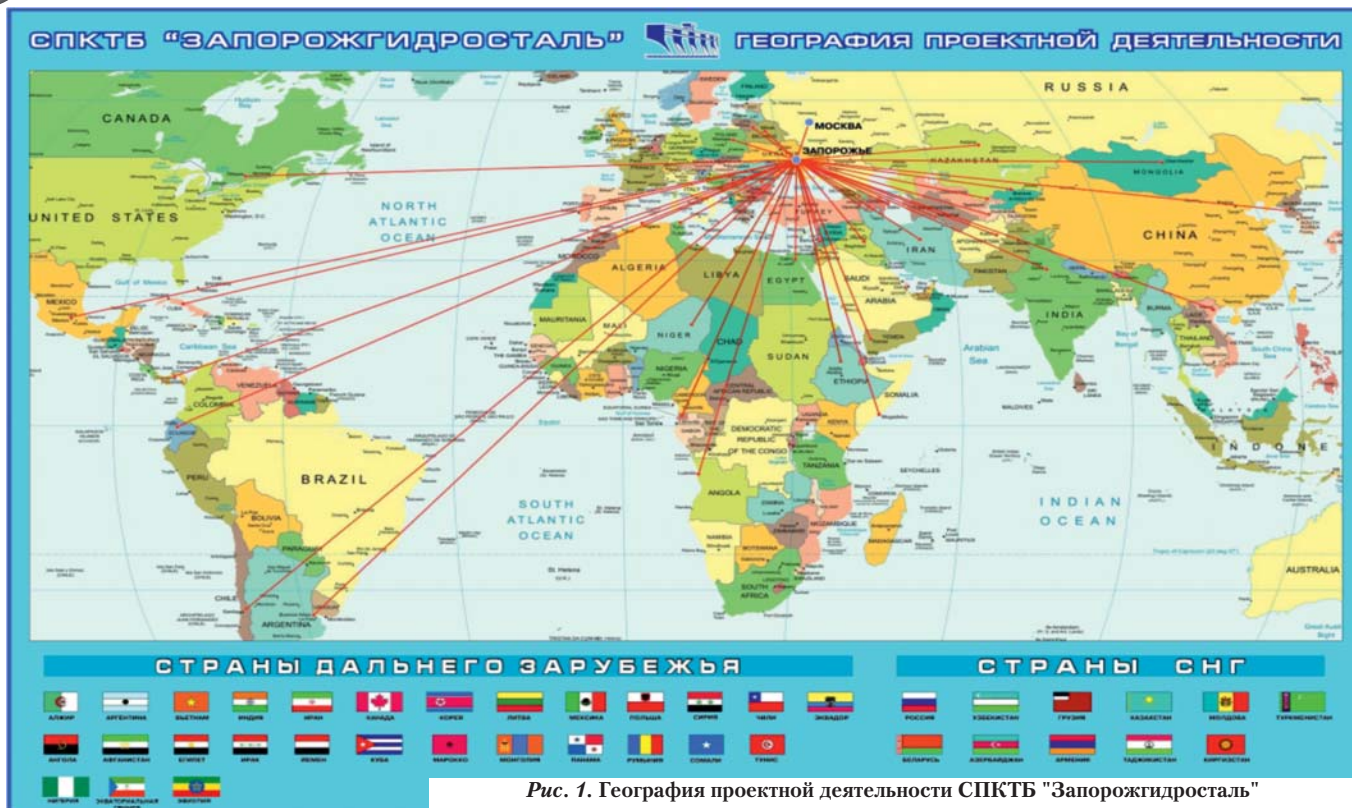


Рис. 1. География проектной деятельности СПКТБ "Запорозжгидросталь"

возможность дожима затвора при посадке его в поток, что в случае с канатным механизмом невозможно.

СПКТБ "Запорозжгидросталь" разработало проекты различных гидроприводов для десятков объектов. На ГЭС Хоабинь во Вьетнаме работают гидроприводы грузоподъемностью 800 т и ходом штока 14,8 м; на Шульбинской ГЭС в Казахстане предусмотрены гидропривода грузоподъемностью 700 т и ходом штока 12,8 м и множество других (Рис. 10).

Применение гидроприводов позволяет включать их в автоматическую систему управления гидроагрегатами, созданную на базе программируемых логических контроллеров. Кроме этого, управление гидроприводом может осуществляться с местного пульта управления или дистанционно с центрального поста управления.

СПКТБ "Запорозжгидросталь" успешно удерживает за собой нишу в части проектирования механического оборудования на мировом рынке гидро-

энергетики. Подтверждением этого является тот факт, что в настоящее время СПКТБ разрабатывает проекты механического оборудования для ГЭС Сендже в Экваториальной Гвинее, гидроузла Тоачи-Пилатон в Эквадоре, ГЭС Мтквари в Грузии, ГЭС Да Ньим во Вьетнаме, и самой крупной в Аф-

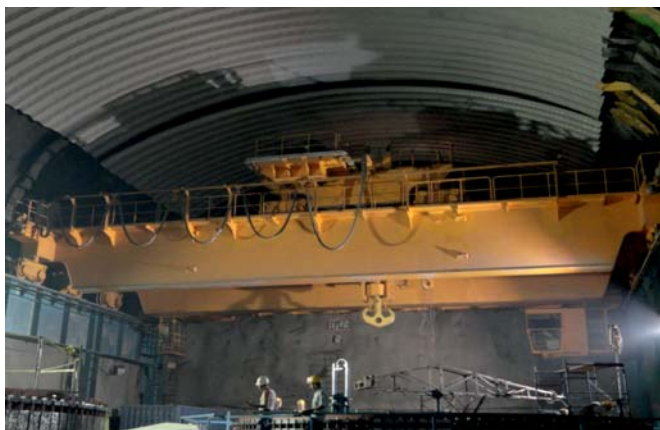


Рис. 2. Кран мостовой г.п. 400/50 т, ГЭС Эль Кахон, Мексика.



Рис. 3. Кран мостовой г.п. 180+2×70 т, Запорозжская АЭС, Украина



Рис. 4. Кран козловой г.п. 420+420+16т, Днестровская ГАЭС, Украина







Рис. 5. Кран козловой г.п. 500/250+10 т, Богучанская ГЭС, Россия



Рис. 6. Кран козловой г.п. 2x75/3,2 т, ГЭС Ла Еска, Мексика

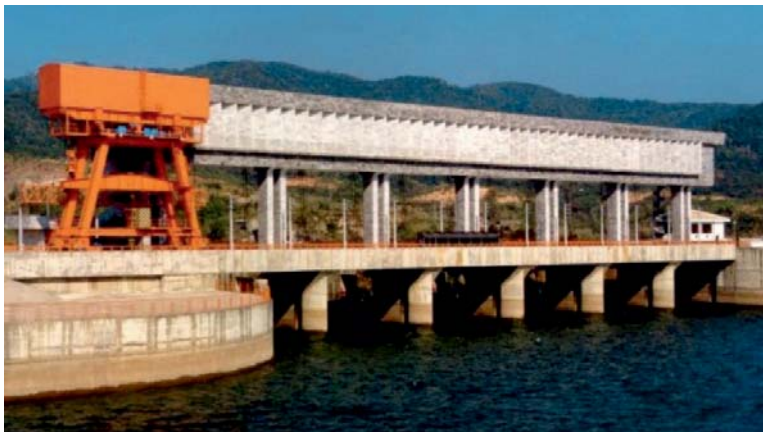


Рис. 7. Кран козловой г.п. 2x125 т, ГЭС Яли, Вьетнам

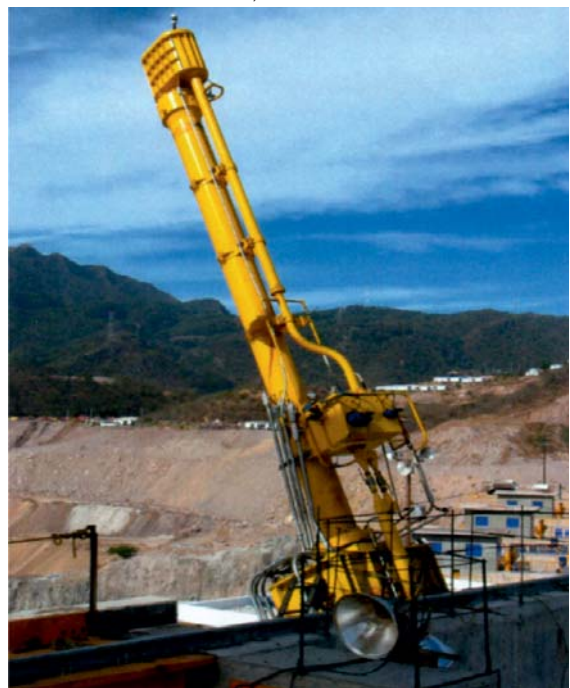


Рис. 8. Гидропривод водоприемника, ГЭС Эль Кахон, Мексика



Рис. 9. Механизм канатный г.п. 2x63 т, ГЭС Бахо де Мина, Панама



Рис. 10. Гидропривод водосброса, ГЭС Сан Рафаэль, Мексика

рике ГЭС ГЕРДП в Эфиопии с высотой плотины 170 м и мощностью 6000 МВт, что на 30% больше суммарной мощности всех ГЭС Днепровского кас-

када. Ведутся предконтрактные работы по ГЭС Ла Фронтера (Чили), ГЭС Мограт (Судан) и ГЭС Торнелито (Гондурас).

© Глотов В.Л., Поляков М.Е., 2018

