

## Об организации исследований в области создания перспективных электрогидравлических приводов механического оборудования СГТС



**Морозов В. Н.**  
к.т.н., доцент,  
генеральный директор  
ООО «Техтрансстрой»

В развитие темы, затронутой в предыдущих статьях [1, 2], компанией «Техтрансстрой» совместно с НИЛ-57 «Гидромеханика» Самарского государственного аэрокосмического университета им. акад. С.П. Королева (Национального исследовательского университета) (СГАУ) было инициировано и 13 марта 2012 года проведено рабочее совещание по вопросу организации исследовательских работ в области создания перспективных электрогидравлических приводов ворот и затворов судовых гидротехнических сооружений (СГТС).

В совещании приняли участие представители Федерального агентства морского и речного транспорта (Росморречфлот), ФБУ «Волжское ГБУ», ФБУ «Волго-Дон», ФГУП «Канал имени Москвы», СПКТБ «Ленгидросталь», МГАВТ, СПГУВК, ЗАО «Траскон Текнолоджи».



**Краснощук И. Л.**  
к.т.н., главный инженер  
ООО «Техтрансстрой»

Тематика совещания охватывала широкий круг вопросов, связанных с реконструкцией СГТС в части перевода ворот и затворов шлюзов с электрогидравлических приводов на электрогидравлические приводы, включая обмен мнениями между ведущими специалистами научно-исследовательских, проектных и эксплуатирующих организаций отрасли по ключевым аспектам реконструкции приводов механического оборудования СГТС и обсуждение направлений дальнейших исследований в области разработки и промышленного внедрения на СГТС перспективных гидроприводов (ГП) с учетом требований эксплуатирующих организаций. В частности, была заслушана информация, касающаяся общего ситуационного анализа технического состояния действующих механических приводов ворот и затворов

СГТС, а также некоторых результатов использования электрогидравлических приводов на СГТС.

На совещании был впервые сформулирован и предложен к обсуждению общий подход к решению задачи унификации ГП СГТС на основе единых требований заказчика, а также возможные пути оптимизации конструкции ГП СГТС, акцентировано внимание специалистов, в первую очередь представителей эксплуатирующих организаций, на некоторых особенностях промышленного внедрения ГП на СГТС.

В рамках совещания состоялось представление специалистам отрасли действующего экспериментального моделирующего комплекса (ЭМК) для исследования функциональных особенностей статических и динамических характеристик адаптивных ГП СГТС. Про-

ведены демонстрация возможностей комплекса в части физического моделирования работы ГП СГТС и ознакомление с его техническими и эксплуатационными характеристиками.

Кроме того, специалистами ООО «Техтрансстрой» и НИЛ-57 СГАУ были представлены для анализа и обсуждения результаты серии проведенных на ЭМК установочных экспериментов по исследованию характеристик адаптивных ГП с частотным регулированием. В рамках дальнейшего обмена мнениями были также озвучены различные подходы специалистов отрасли к решению задачи разработки и внедрения на СГТС электрогидравлических приводов ворот и затворов, отвечающих требованиям эксплуатации.

В ходе совещания было отмечено следующее. Существующее положение дел в отрасли характеризуется многообразием используемых видов приводов ворот и затворов, длительными, зачастую сверхнормативными, сроками его эксплуатации, низкой экологичностью и т.д. Действующие ГП ворот и затворов СГТС не в полной мере отвечают условиям эксплуатации в плане надежности и долговечности. Установленными причинами отказов и повреждений эксплуатируемых в настоящее время гидроприводов СГТС являются:

- загрязнение гидросистем;
- несовершенство систем синхронизации и регулирования ГП;
- износ и коррозионное повреждение рабочих поверхностей силовых элементов ГП;
- неполнота учета при проектировании фактически действующих нагрузок.

С технической точки зрения наиболее перспективным направлением реализации комплексного подхода к реконструкции приводов СГТС во многих случаях следует считать переход с электрогидравлических приводов различных конструктивных исполнений на унифицированные электрогидравлические приводы и последующую отраслевую стандартизацию технических требований к техническим и эксплуатационным характеристикам ГП.

Решение задач по разработке современного, отвечающего всем требованиям эксплуатации ГП как многоэлементной системы может быть обеспечено только в результате реализации комплексного подхода с учетом технической возможности и практической целесообразности реализации проектных решений в реальных условиях функционирования оборудования. При разработке перспективных электрогидравлических приводов для СГТС следует ориентироваться на применение серийно изготавливаемого оборудования (насосов, электродвигателей и т.д.) с учетом требований по надежности и ремонтопригодности.

При переходе к массовому внедрению ГП на СГТС следует опережающими темпами решать проблему подготовки и переподготовки кадров для эксплуати-

рующих организаций, в том числе путем создания на базе ведущих исследовательских и проектных организаций отрасли специальных центров подготовки (переподготовки) профильного эксплуатационного персонала СГТС.

Было также отмечено, что представленный действующий экспериментальный моделирующий комплекс для исследования функциональных особенностей и динамических характеристик адаптивных ГП выполнен на высоком техническом уровне и обладает значительным потенциалом в плане использования как на этапах предварительных экспериментальных исследований и отработки элементов перспективных ГП, так и на этапе опытной эксплуатации нового оборудования, выполняя роль имитатора при выявлении и анализе причин возможных сбоев и отказов.

В целом итоги проведенного совещания могут быть сведены к следующим основным рекомендациям:

- в централизованном порядке приступить к сбору, обобщению и формализации технических требований эксплуатирующих организаций к техническим и эксплуатационным характеристикам приводов ворот и затворов, в том числе по точности, быстродействию регулирования, безотказности, долговечности, экологическим параметрам, промышленной безопасности, ремонтопригодности и т.д.;

• наладить широкую научно-техническую кооперацию между ведущими научно-исследовательскими и проектными организациями, объединив усилия ведущих специалистов отрасли в целях разработки и последующего массового внедрения на СГТС перспективных, отвечающих всем требованиям заказчика электрогидравлических приводов;

- создать специализированный экспертный совет (группу) по координации работ в области разработки и внедрения на СГТС перспективных электрогидравлических приводов ворот и затворов;
- приступить к реализации обобщенной программы исследований в области создания перспективных электрогидравлических приводов с учетом опыта эксплуатации действующих приводов ворот и затворов на СГТС.

Как показала практика, одними из наиболее дискуссионных вопросов, связанных с внедрением ГП на СГТС, являются выбор оптимального, с учетом выбранного критерия, способа регулирования и его аппаратная реализация в контексте технической возможности и практической целесообразности использования тех или иных технических решений. При всей разности демонстрируемых подходов к данному вопросу его актуальность обусловлена следующими основными причинами:

- возможным наличием у ГП ряда эксплуатационных ограничений в зависимости от способа регулирования;
- необходимостью учета влияния внешних динамических нагрузок на точность



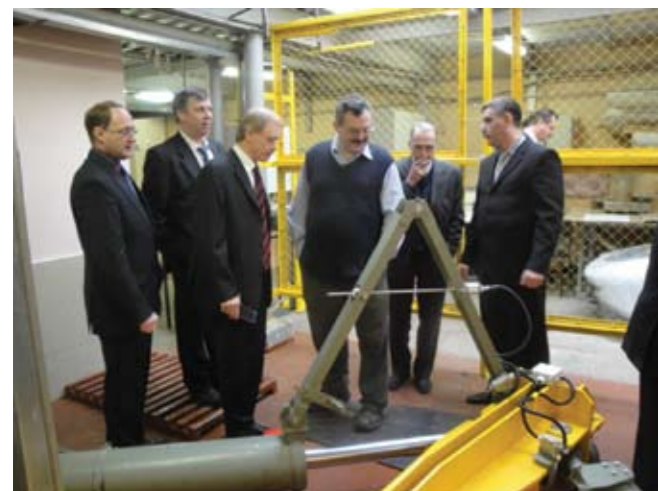
**Красинский Д. Б.**  
к.т.н., заведующий  
НИЛ-57 «Гидромеханика»  
СГАУ



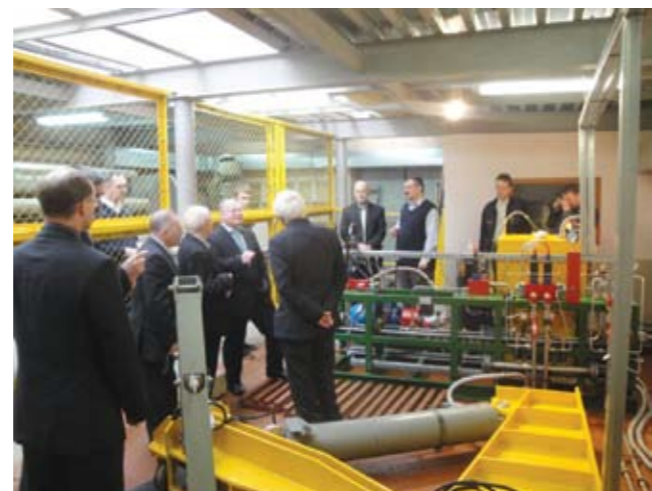
**Павлович Л. А.**  
к.т.н., доцент, ведущий  
инженер-гидравлик  
ООО «Техтрансстрой»



**Мельников Е. В.**  
к.т.н., начальник  
группы АСУ ООО  
«Техтрансстрой»



Презентация комплекса ЭМК



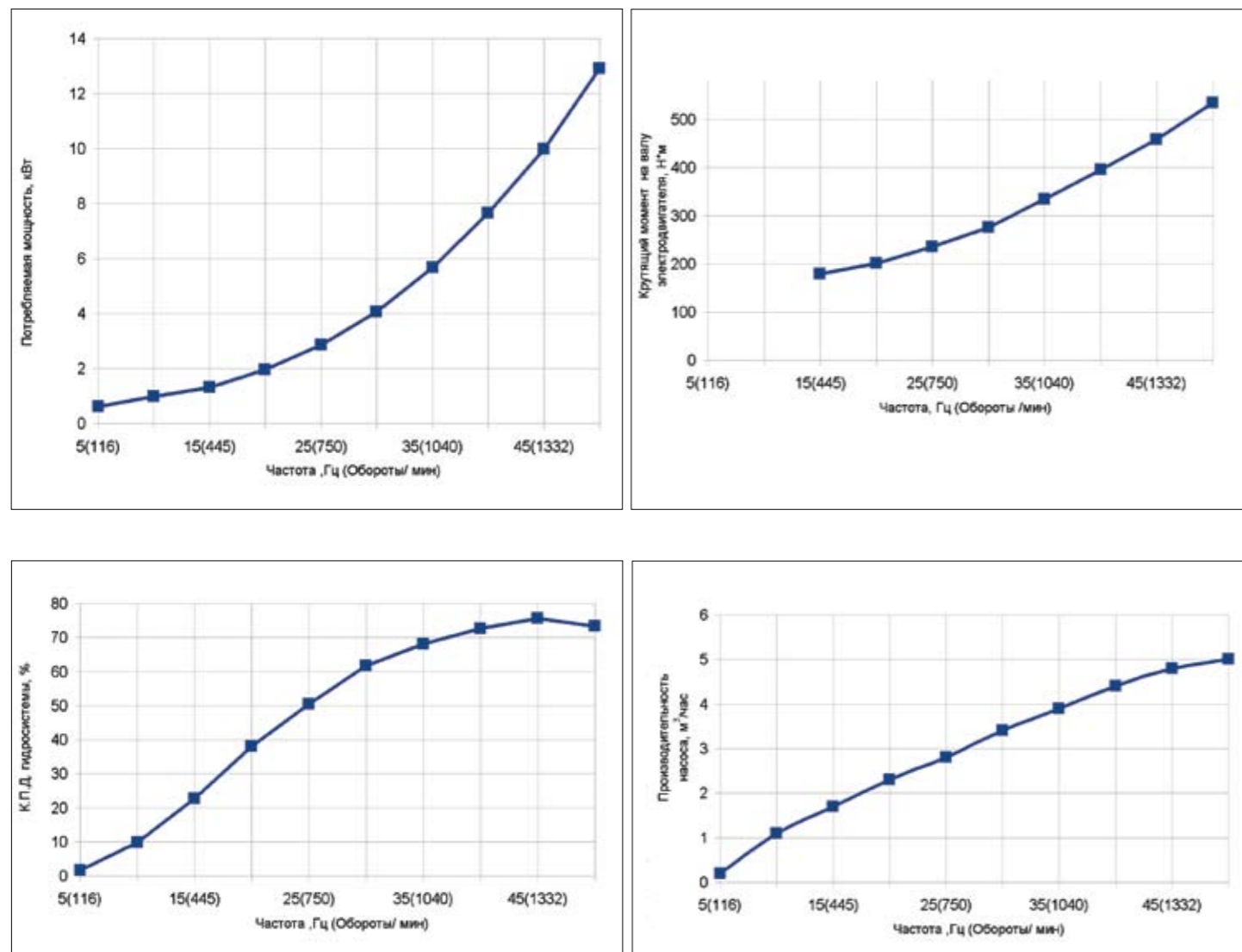


Рис. 1. Изменение параметров гидросистемы при глубоком частотном регулировании

регулирования параметров ГП;

- необходимостью обеспечения синхронизации движения штоков независимых ГП;
- необходимостью учета совместимости отдельных элементов ГП при условии реализации глубокого частотного регулирования;
- необходимостью обеспечения требуемого быстродействия и устойчивости работы ГП вне зависимости от способа регулирования;
- необходимостью обеспечения резервирования систем ГП при заданном уровне надежности.

В настоящее время ряд эксплуатирующих организаций проявляет повышенный интерес к системам частотного регулирования применительно к ГП СГТС.

Согласно [3], для регулирования привода подъемно-опускного затвора шлюза целесообразно использовать изменение расхода рабочей жидкости регулированием скорости вращения электродвигателя, приводящего маслонасос. Счи-

тается, что такой привод обеспечивает подъем затвора с регулируемой скоростью при наполнении камеры, а также подъем и опускание затвора с неизменяющейся скоростью в режимах закрытия и открытия подъемно-опускных ворот. Кроме того, по данным [4], применение частотных преобразователей позволит создавать гибкие системы управления электроприводами для ворот и затворов СГТС.

В отсутствие доступных экспериментальных данных о статических и динамических характеристиках ГП при глубоком частотном регулировании на комплексе ЭМК была проведена серия экспериментов для выявления изменений параметров гидросистемы при частотном регулировании.

Гидросистема была выполнена на базе аксиально-поршневого нерегулируемого насоса 310.4.56.05.06 с приводом через эластичную муфту от асинхронного двигателя ВА 160 М4 У2.5 с номинальной частотой вращения 1440 об/мин. Система

регулирования была выполнена на базе частотного преобразователя и устройства плавного пуска фирмы Schneider.

На рис. 1 приведены зависимости изменения потребляемой мощности, крутящего момента на валу электродвигателя, производительности насоса и КПД гидросистемы от частоты питающего напряжения (оборотов двигателя). Полученные экспериментальные данные позволяют сделать следующие предварительные выводы. При частотном регулировании ГП наряду с положительным эффектом снижения расхода рабочей жидкости и энергопотребления отмечены:

- уменьшение крутящего момента электродвигателя при низких частотах (на малых оборотах), что может привести к перегрузке или к останову электродвигателя в момент стравливания/остановки ворот;
- снижение при малых оборотах КПД насоса и гидросистемы в целом, что приводит к повышению температуры рабочей жидкости;
- нелинейность статических характеристик во внешнем и внутреннем контурах ГП, что может привести к нестабильной работе и ухудшению динамических характеристик (устойчивости, быстродействия, точности регулирования и т.д.);
- резкое изменение на частотах ниже 15 Гц чувствительности и порога чувствительности системы, возникновение проблемы «перерегулирования» параметров гидросистемы.

Кроме того, наличие пульсационной составляющей внешней нагрузки (порывов ветра, изменения направления ветровой нагрузки, волновых нагрузок от работающих судовых двигателей) является существенно дестабилизирующим фактором, что осложняет процесс регулирования при частотной схеме его реализации.

Несмотря на то, что полученные результаты носят частный характер и приводимые данные не претендуют на роль обобщений, можно констатировать следующее: создание эффективной, надежной, ремонтнопригодной, отвечающей всем требованиям эксплуатации промышленной системы регулирования ГП является сложной, многофакторной задачей, решение которой требует серьезных лабораторных исследований с по-

следующей проверкой эффективности и надежности предлагаемых технических решений в рамках полномасштабных натурных испытаний на действующих шлюзах.

Необходимо также отметить, что при реконструкции существующих и строительстве новых СГТС следует ориентироваться на промышленный потенциал, технические и технологические возможности отечественных предприятий — производителей основного оборудования (гидроцилиндров, насосов, электродвигателей). В последнее время наметилась тенденция к вытеснению с внутреннего рынка отечественного эксплуатационного оборудования и замещению его импортными аналогами. Подобный подход зачастую мотивируется якобы имеющей место утратой отечественными предприятиями технического и технологического потенциала (или его полным отсутствием), высокой степенью технического совершенства импортного оборудования, а также его сверхнадежностью или сверхресурсом и т.д. При этом техническое совершенство и декларируемая сверхнадежность в сочетании с внешне заманчивыми и не свойственными отечественной промышленности сроками гарантийных обязательств иностранных производителей или поставщиков оборудования на практике могут обернуться прямой технической и технологической зависимостью надежности и бесперебойности функционирования важных производственных объектов от зарубежных контрагентов, в том числе на этапах эксплуатации, сервисного обслуживания и ремонта. Необходимо отметить, что последствия подобного подхода не скажутся сразу, а будут носить отложенный и в силу этого неочевидный характер.

Следует также принимать во внимание отсутствие взаимозаменяемости между импортным оборудованием и отечественным оборудованием, поскольку при внешней схожести схемные решения и параметры систем, состав комплектующих, а также функциональные особенности системы управления должны быть изначально адаптированы под конкретные образцы основного оборудования.

#### Литература:

1. Бессмертный Д. Э., Морозов В. Н., Краснощеков И. Л. и др. Современные тенденции модернизации приводов механического оборудования судовых гидротехнических сооружений // Гидротехника. XXI век. 2011. №2 (5). С. 42–45.
2. Морозов В. Н., Краснощеков И. Л., Павлович Л. А. и др. Унификация приводов механического оборудования шлюзов при строительстве и реконструкции СГТС // Гидротехника. XXI век. 2012. №1 (8). С. 54–57.
3. Муравьев В. М. Разработка адаптивного электрогидравлического привода для шлюзовых механизмов // Наука и техника на речном транспорте. Вып. 9. М.: Транспорт, 1993.
4. Муравьев В. М., Спириг Е. В., Мышев И. А. Автоматизированный частотно-регулируемый электропривод для программного наполнения камеры шлюза // Научно-практическая конференция «Обеспечение безопасности и надежности судовых гидротехнических сооружений»: Доклады и сообщения. Ростов-на-Дону, 2008.