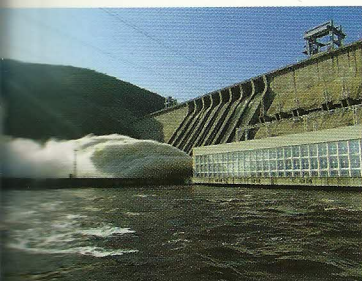


ГИДРОТЕХНИКА. XXI ВЕК

ГТ.21

HYDRAULIC ENGINEERING THE XXI-st CENTURY

3 (15) сентябрь 2013



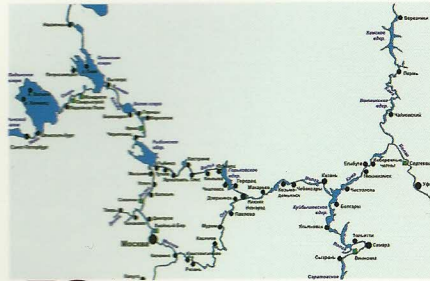
12

Зейская и Бурейская ГЭС в пропуске аномального паводка в Амурской области в 2013 году



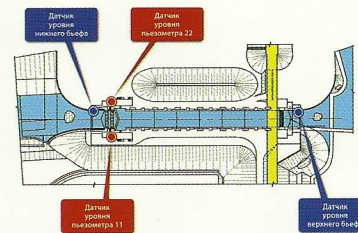
42

Управлению Волжского бассейна 90 лет



53

Проекты реконструкции ГЭС Единой глубоководной системы внутренних водных путей



58

О практических аспектах комплексного мониторинга технического состояния и уровня безопасности СГЭС

Опыт реконструкции гидроприводов механического оборудования Чайковского шлюза

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИДРОПРИВОДОВ

На Чайковском двухниточном шлюзе две камеры (по камере на нитку). Ширина каждой камеры — 30 м, ее длина — 296 м. Камеры шлюза оборудованы типовыми механизмами со своими приводами. В частности, для привода аварийно-эксплуатационных ворот, затворов наполнения и опорожнения шлюзовых камер, верхних ремонтных ворот и нижних рабочих ворот использованы гидравлические объемные передачи возвратно-поступательного движения. Не гидрофицированы только нижние ремонтные ворота. Механизмы затворов переливных коллекторов между камерами отключены.

Гидравлические приводы механического оборудования затворов Чайковского шлюза были разработаны в 1961 году СКБ «Мосгидросталь» (Москва). В связи с отсутствием в то время серийного производства гидрооборудования необходимой номенклатуры как в СССР, так и в странах СЭВ гидроцилиндры, гидрораспределители, клапаны давления, вентили, элементы соединений трубопроводов и другая аппаратура были изготовлены по технологиям единичного производства на Новокраматорском механическом заводе. Единственными серийными изделиями были радиально-поршневые насосы типа НПМ-200М и НПМ-714М завода «Гидропривод» (Харьков).

Шлюз был введен в эксплуатацию в 1969 году, и его оборудование безаварийно отработало более сорока лет. Дальнейшая эксплуатация гидроприводов стала невозможной в силу физического и морального износа нестандартного гидрооборудования. Увеличилось количество текущих ремонтов гидрооборудования. Из-за уникальности оборудования было практически невозможно получить запчасти с завода-изготовителя. У многих узлов, особенно узлов электрогидроуправления, уменьшилась ремонтпригодность, увеличились стоимости и сроки ремонтных работ. Износ оборудования снизил вероятность безотказной работы механизмов и тем самым всей системы судоходства Камского бассейна. По решению ФБУ «Камводпуть», в рамках государственной программы в 2009 году началась масштабная реконструкция механического оборудования шлюза, в том числе их гидроприводов. В настоящее время еще не завершена реконструкция всего механического оборудования, но некоторые результаты по реконструкции гидроприводов уже имеются.

Для того чтобы оценить объем и уровень сложности реконструкции рассмотрим основные технические характеристики гидроприводов (см. таблицу). Приводы имеют достаточно высокую мощность, большие усилия на штоках гидроцилиндров и большие расходы рабочей жидкости. Режимы работы приводов шлюзов в целом соответствуют общепринятым режимам работы грузоподъемных механизмов:

- страгивание с места и остановка при полной нагрузке;
- удержание полной нагрузки в любом положении;
- демпфирование динамической нагрузки;
- плавность хода и синхронность движения параллельных гидроцилиндров.

Гидроприводы разных механизмов шлюза имеют одинаковые узлы, так как они проектировались в рамках одного проекта. Конечно, у каждого из рассматриваемых механизмов гидропривод имеет свои особенности.

Маслонасосные установки (МНУ) гидроприводов аварийно-эксплуатационных ворот и затворов наполнения расположены в общих машинных помещениях на верхней голове шлюза, с левой и правой стороны камер. Аналогично расположены МНУ гидроприводов затворов опорожнения и нижних рабочих ворот, только их машинные отделения расположены на нижней голове шлюза. Насосные агрегаты приводов ворот были выполнены на базе насосов НПМ-714М, насосные агрегаты приводов затворов — на базе насосов НПМ-200М. Гидравлические баки во всех машинных отделениях были практически одинаковыми. МНУ гидроприводов верхних ремонтных ворот расположены автономно, непосредственно на металлоконструкциях ворот.

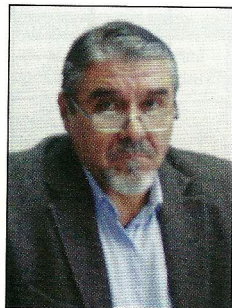
Гидравлические схемы, разработанные в 1961 году СКБ «Мосгидросталь», соответствовали техническому уровню того времени и были достаточно прогрессивными. Например, в гидроприводе аварийно-эксплуатационных ворот были предусмотрены гидравлические аварийные клапаны, автоматически останавливающие движение гидроцилиндров аварийно-эксплуатационных ворот в случае разрыва трубопровода. На гидроцилиндрах аварийно-эксплуатационных ворот и затворов была установлена тросовая система контроля рабочего хода штоков, позволяющая контролировать положение затворов при их подъеме-опускании и избегать перекоса шлюзовых ворот. Для всех гидроприводов были разработаны сложные блоки гидравлического управления с высокоточными парами трения. Можно с уверенностью утверждать, что в конструкциях гидроприводов были воплощены лучшие технические и технологические решения того времени, не уступавшие зарубежным.

Следует отметить, что в 1986 году СКБ «Мосгидросталь» (Москва) выполнило проект 489 МЕ на модернизацию гидроприводов Чайковского шлюза. В проекте была выпущена новая гидравлическая схема, по которой, так же как и в проекте 1961 года, все гидроприводы были объединены в одну систему, но этот проект не был реализован. Объем модернизации был большой: предполагалась замена большей части гидроаппаратуры, гидравлических агрегатов, замена гидравлических баков с их кардинальным переносом из нижнего положения в верхнее. Конструкторская документация не предусматривала поэтапной реализации. Было рискованно начинать модернизацию, которая могла привести к сокращению сроков навигации.

С учетом указанных обстоятельств реконструкция 2009–2013 годов выполнялась поэтапно, по каждому гидроприводу в отдельности. Работы на объекте проводились только в межнавигационные периоды, без изменений режима шлюзования и без сокращения



Ащеулов А. В.
д. т. н., директор
ООО «НТП Гидропривод»



Вяткин В. Н.
главный инженер
ЗАО «Уралнефтесервис»



Серов О. Н.
начальник ЧРГСС — филиал
ФБУ «Администрация
«Камводпуть»»

Основные характеристики гидроприводов механического оборудования Чайковского шлюза

Технический параметр	Гидропривод				
	аварийно-эксплуатационных ворот	затворов опорожнения	затворов наполнения	верхних ремонтных ворот	нижних рабочих ворот
Номера проектов актуализации	ГП1610	ГПД0511	ГПД0511	ЧГС351	ГПД0313
Расчетные рабочие усилия на одном гидроцилиндре, кН	2452,5	2452,5	2452,5	588,6	981
Количество гидроцилиндров, шт.	2	1	1	2 (по 1 на створку)	2 (по 1 на створку)
Параметры гидроцилиндров, мм: диаметр поршня диаметр штока ход поршня	500 200 8800	500 200 6300	500 200 6300	300 120 2200	450 200 3370
Рабочее давление, МПа: при одном направлении движения при другом направлении движения	15,4 (на подъем) 2,38 (при опускании)	15,4 (на подъем) 2,38 (при опускании)	15,4 (на подъем) 2,38 (при опускании)	7,8 (на открытие) 5,9 (на закрытие)	8,8 (на открытие) 6,8 (на закрытие)
Время, с: одного движения второго движения	220 (подъема) 112 (опускания)	1080 (подъема) 126 (опускания)	420 (подъема) 126 (опускания)	180 (открытия) 150 (закрытия)	150 (открытия) 120 (закрытия)
Максимальный расход рабочей жидкости, л/мин: при одном движении при втором движении	471,00 (при подъеме) 922,38 (при опускании)	68,7 (при подъеме) 588,75 (при опускании)	176,6 (при подъеме) 588,75 (при опускании)	52 (при открытии) 52 (при закрытии)	215 (при открытии) 215 (при закрытии)
Установочная мощность, кВт	4 x 37	2 x 37	2 x 37	1 x 11 (на каждую створку)	2 x 37 (на каждую створку)

сроков навигации. Для каждого гидропривода выполнялись конструкторские проекты, которые основывались на опыте многолетней эксплуатации и решениях предыдущих проектов. В **таблице** указаны номера проектов, индексы которых соответствуют: ГП — проектам, разработанным ООО «Научно-техническое предприятие Гидропривод» (Санкт-Петербург); ЧГС — проектам СПКТБ «Чех Гидросталь» (Московская обл.). Заказчик ставил перед проектировщиками задачу не просто спроектировать новые гидроприводы, нужно было принять такие технические решения, которые не нарушат сложившуюся общую систему объекта и алгоритмы управления механизмами, не приведут к необходимости переделки металлических и железобетонных конструкций, к изменению электросистемы. Реконструкция электросистемы была запланирована позднее, и несколько навигаций новые гидроприводы должны были проработать со старой электросистемой. Эти требования являлись определяющими на каждом этапе работ по реконструкции.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ

Ответственными, сложными и дорогими компонентами приводов являются гидроцилиндры, которые подлежали полной замене. В период эксплуатации гидроцилиндры изнашивались. Проушины старых гидроцилиндров, особенно их резьба, сильно проржавели и имели глубокие следы коррозии. Слой хрома, которым были покрыты штоки, изнашивался и во многих местах оказался поврежден. В гидроцилиндрах за период эксплуатации многократно менялись штоковые уплотнения, и даже была выполнена переустановка поршня для обеспечения удобства замены поршневых уплотнений, вследствие чего была нарушена система

гидравлического демпфирования поршня в крайнем положении. По документации 1961 года гидроцилиндры были названы сервомоторами, вероятно потому, что их поршни механически связаны со следящей системой управления электрогидроприводом. По современной классификации гидродвигателей все же правильнее будет именовать их гидроцилиндрами.

Схема установки гидроцилиндра представлена на **рис. 1**. Гидроцилиндры имеют большие размеры (их параметры выходят за пределы типоразмерных рядов серийных гидроцилиндров), конструкция имеет ряд особенностей. Со стороны штоковой пары трения имеется камера 1 сбора утечек для исключения протечек масла в окружающую среду. Со стороны поршневой полости расположен механический редуктор 2 с тросовой системой отслеживания положения поршня (эту систему по желанию заказчика требовалось сохранить как привычную и хорошо зарекомендовавшую себя в эксплуатации, хотя ее и можно было бы заменить на современную). Из-за больших нагрузок на штоке гидроцилиндра используются крупная, сложная в изготовлении трапециевидная резьба и специальные гайки-муфты 3 с левой и правой резьбой для регулирования установочной длины проушины 4. Имеется дроссельный демпфер 5, который в конце хода поршня обеспечивает плавное опускание металлоконструкции затвора на порог. Наверное, главной особенностью гидроцилиндров является конструкция его опорного кронштейна 6. Сферическая поверхность опорного кронштейна радиусом 700 мм позволяет гидроцилиндру самоцентрироваться под действием внешней нагрузки на проушине. Тем самым уменьшаются радиальные составляющие нагрузок на штоке гидроцилиндра. Гидроцилиндр работает в комфортных условиях и воспринимает большие осевые нагрузки. Опорная сферическая поверхность кронштейна гидроцилиндра

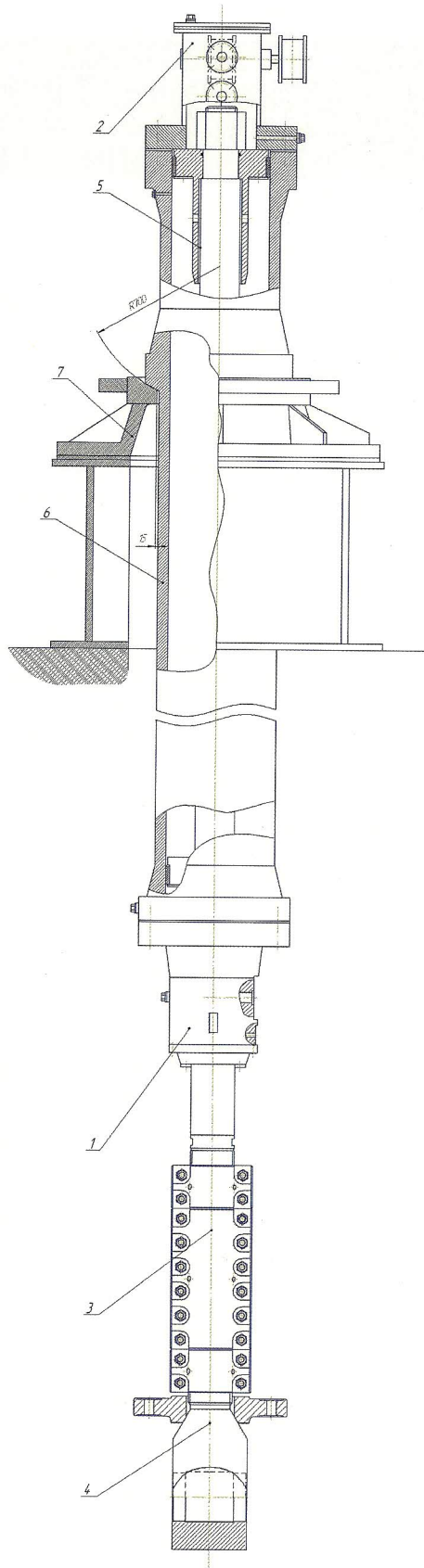


Рис. 1. Установка гидроцилиндра

и ответная поверхность опорной рамы 7 должны соответствовать требованиям к подшипниковым узлам.

При всех положительных качествах такого опорного кронштейна имеются трудности, относящиеся к технологии производства гидроцилиндров. Корпуса старых гидроцилиндров с такими необычными опорными частями были изготовлены из поковок. Для современных производств гидроцилиндров такая конструкция считается дорогой и сложной. Она уступила место конструкциям корпусов гидроцилиндров, изготовленных из бесшовных труб с приварными кронштейнами. Приварить опорный кронштейн 6, который имеет чистовую сферическую поверхность, без наружного шва в зоне кольцевого монтажного зазора «15мм» (рис. 1), и выполнить условие прочности конструкции оказалось достаточно сложной задачей. Решение этого вопроса с заводом - изготовителем корпуса гидроцилиндра потребовало много времени и сил. Другой серьезный вопрос по гидроцилиндрам был связан с покрытием подвижной части гидроцилиндра — штока. По условиям эксплуатации шток и часть корпуса гидроцилиндров аварийно-эксплуатационных ворот и затворов наполнения/опорожнения постоянно находятся в пресной воде. Поэтому при изготовлении гидроцилиндров нужно было соблюсти повышенные требования к антикоррозионной стойкости поверхностей этих частей гидроцилиндра.

Следует отметить, что в настоящее время серийного и даже мелкосерийного производства крупногабаритных гидроцилиндров в России нет. На некоторых военных заводах по спецзаказу могут изготовить такие изделия, но разместить подобные заказы сложно. Поэтому на первом этапе реконструкции была проделана большая подготовительная работа по оценке вариантов производства гидроцилиндров. Были рассмотрены семь вариантов, в том числе два — на отечественных заводах, четыре — в ведущих европейских фирмах и, конечно же, украинский — на Новокраматорском механическом заводе, где эти гидроцилиндры изначально изготавливались. Ни один из рассмотренных вариантов не позволял выпустить на одном производстве гидроцилиндр-сервомотор под ключ. Оптимальным вариантом оказался вариант совместного нидерландско-российского производства, в рамках которого основные технологические операции (внутреннее глубокое чистовое точение корпуса, приварка кронштейна, изготовление и покрытие штока антикоррозионной защитой, установка уплотнений, сборка гидроцилиндра и его опрессовка) были выполнены за рубежом, а бесшовная труба для корпуса, проушина, муфты и нестандартный редуктор с тросовой системой контроля положения поршня — в России. Кроме того, производству предшествовали совместные прочностные расчеты и разработка конструкторской документации на гидроцилиндр, что гарантировало сохранение всех его присоединительных размеров как по механической, так и по гидравлической части. Новые гидроцилиндры оснащены современными серийными уплотнениями импортного производства, которые при необходимости будет удобно менять в процессе эксплуатации. Штоки гидроцилиндров изготовлены с современным покрытием Endurog 2000 (с плазменным напылением карбида титана), причем производитель гарантирует коррозионную стойкость штока в течение всего назначенного срока службы. К сожалению, ни один вариант собственно российского производства не был предпочтительным, так как даже при одинаковых ценах на российскую и

зарубежную продукцию были технологические риски, которые могли привести к срыву сроков заказа, и была возможность реализовать только устаревшие технологии антикоррозионных покрытий. Условия производства гидроцилиндров на Новокраматорском механическом заводе оказались неконкурентоспособны: цена и сроки поставок были выше предложений самых дорогих зарубежных производителей, и поэтому эти условия не были приняты.

В период реконструкции перед специалистами стояли серьезные вопросы и при замене насосов гидроприводов. Харьковские регулируемые радиально-поршневые насосы типа НРМ сняты с производства уже более 30 лет назад. Завод перешел на производство других насосов, которые, к сожалению, по своим характеристикам и функциям не могли заменить насосы НРМ:

- серийные радиально-поршневые насосы 50НР не регулируются;
- регулируемые насосы 50НРР были только опытными;
- аксиально-поршневые насосы типа НА не могут работать в режиме самовсасывания.

С учетом того что Украина стала зарубежной страной, харьковский завод «Гидропривод», как поставщик объемных гидравлических насосов больших типоразмеров, потерял свои преимущества. В связи с этим в первую очередь рассматривались насосы российского и немецкого производства. Оказалось, что найти объемные самовсасывающие насосы с рабочим объемом около 200 см³ и большой высотой всасывания достаточно трудно. А если учесть дополнительные требования: наличие у насоса двухскоростного регулятора подачи, требования по высокому ресурсу и безотказности, по высокому КПД и отсутствию требований к высокой чистоте масла, то задача выбора насосов была сложной. Поэтому в проекте 489 МЕ СКБ «Мосгидросталь» 1986 года предлагалось поднять гидравлические баки из-под пола и разместить их над насосами, чтобы обеспечить насосам улучшенные условия по всасыванию. С точки зрения обеспечения хорошего всасывания, для большинства конструкций современных насосов такое техническое решение является желательным, но оно было главным препятствием для осуществления ранее планировавшейся модернизации по проекту 489 МЕ и

проблемой перед настоящей реконструкцией: подъем баков над уровнем пола занял бы основное пространство существующих машинных отделений шлюза и серьезно уменьшил бы зоны обслуживания электрогидравлических блоков управления. Кроме того, размещение баков над насосами существенно увеличивает затраты, так как пришлось бы изготавливать новые гидробаки, хотя состояние старых баков оценивалось как удовлетворительное.

Техническое решение по насосам было найдено на основе анализа номенклатуры отечественных аксиально-поршневых насосов, применяемых на мобильных машинах (экскаваторах, стреловых кранах и т.п.). По своим характеристикам они с запасом удовлетворяют требованиям к механическому оборудованию шлюзов. На рис. 2 представлен фрагмент общей компоновки МНУ и принципиальная гидравлическая схема регулируемого насоса с двухскоростным регулятором. Две подачи насоса получают с помощью предварительной механической настройки регулятора и дистанционного управления релейным электрическим сигналом 24 В постоянного тока. При отсутствии электрического сигнала насос работает на низкой подаче, а при его наличии — на высокой подаче. Конструкция насоса такова, что потребитель может сам настраивать величину верхней подачи, а значение нижней подачи может установить только завод-изготовитель по заданию заказчика. В связи с этим серийный насос для мобильной техники оказывается для шлюза не совсем серийным: требуются предварительные гидравлические расчеты реконструируемого гидропривода, грамотное размещение производственного заказа, сопровождение заказа и заводские испытания каждого насоса. Кроме того, если требуется управлять насосом с помощью электрического сигнала с другими параметрами (а в нашем случае так и было, напряжение цепей управления — 220 В), то необходимо спроектировать и изготовить нестандартный согласующий блок электроуправления (завод-изготовитель насосов не поставит такие блоки). Насос устойчиво работает с высотой всасывания 600 мм только при правильной трассировке и при условии предварительной заправки всасывающего коллектора во время первого пуска. Насосы с наклонным блоком цилиндров имеют распре-

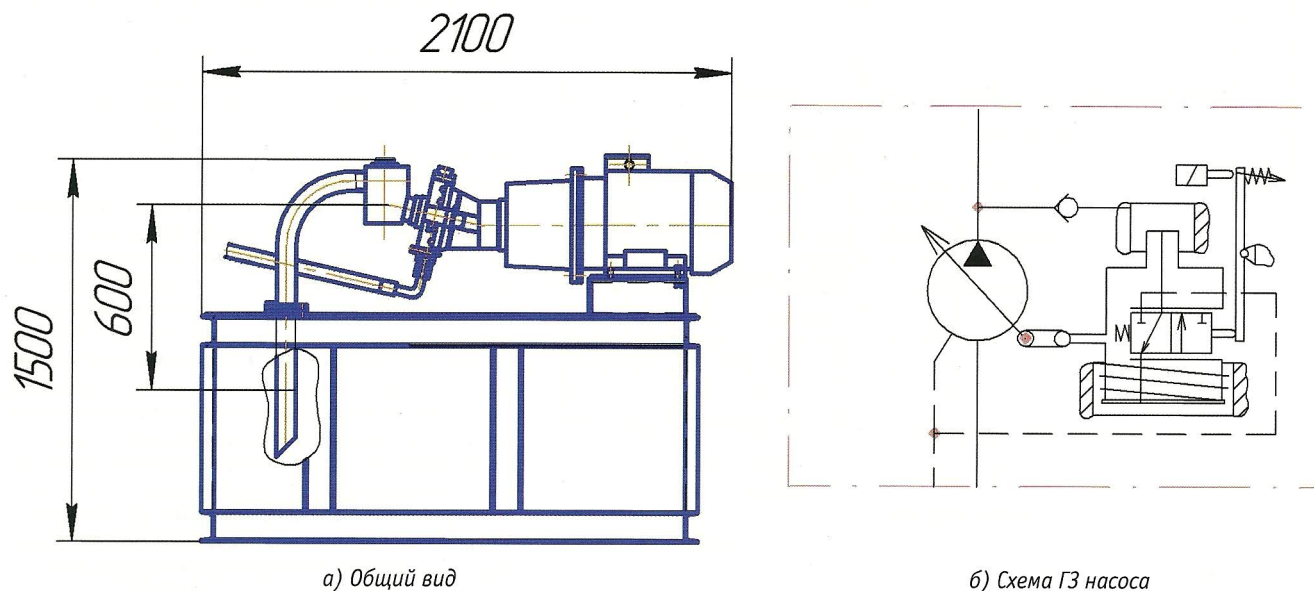


Рис. 2. Маслонасосная установка

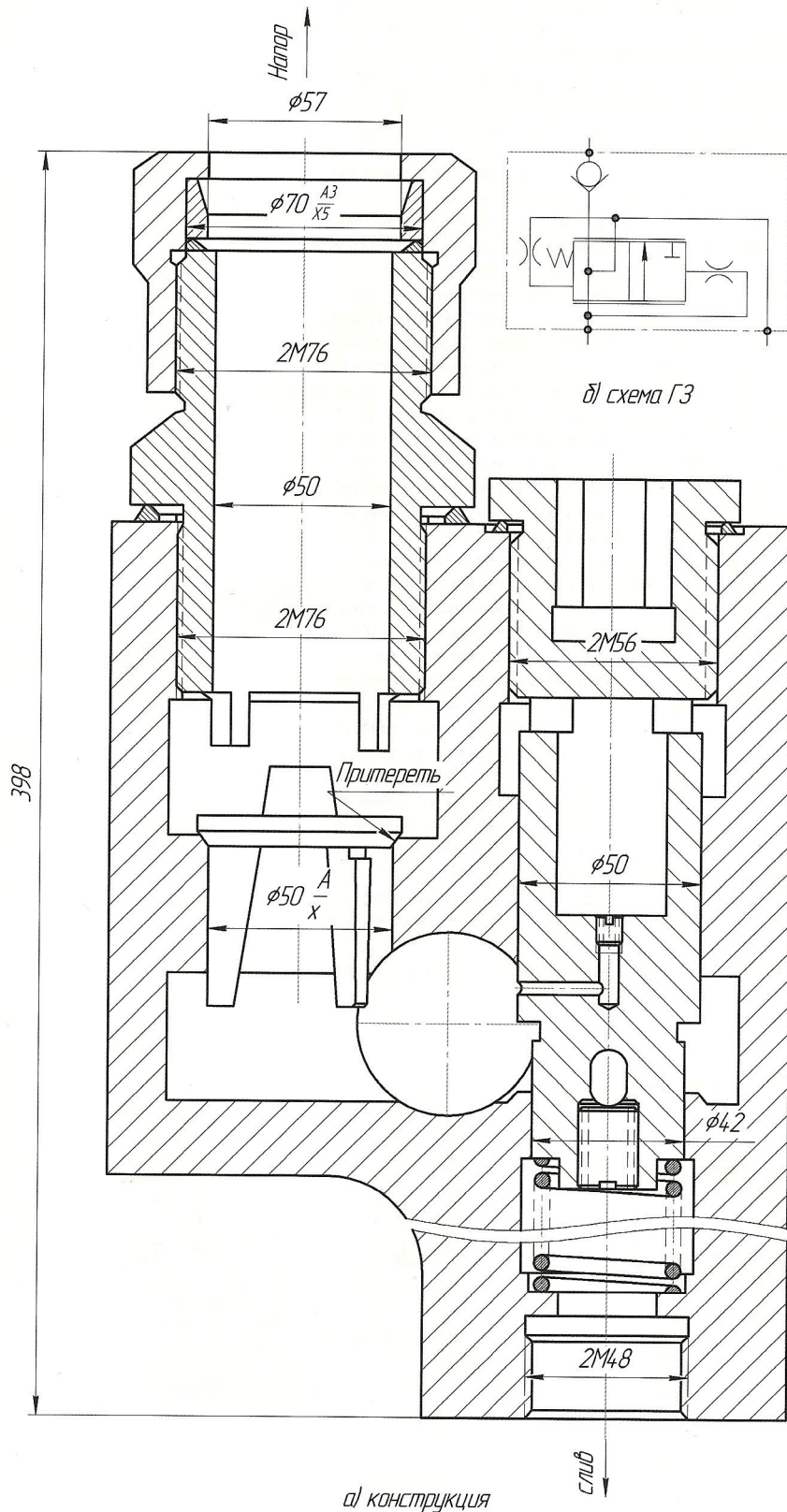


Рис. 3. Блок клапанов насоса

делитель сферической формы, допускающий использование масла с тонкостью фильтрации не более 25 мкм. Данное обстоятельство является очень важным вопросом для эксплуатации, так как большинство конструкций современных насосов уже требует 10 мкм очистки масла в гидроприводе, что в условиях шлюза бывает достаточно сложно обеспечить. Емкость гидроприводов шлюза большая, поэтому требование по обеспечению высокой степени чистоты рабочей жидкости является дорогим удовольствием. Российские насосы данной номенклатуры являются лицензионными (немецкая лицензия 1972 года). За длительный период российского производства они усовершенствованы и находятся на передовых позициях российского гидромашиностроения. Насосы используются на серийных машинах, работающих безотказно на высоконагруженных режимах и в суровых климатических условиях. Поэтому использование этих насосов на шлюзе взамен украинских радиально-поршневых насосов улучшит надежность работы гидроприводов механического оборудования. Главное: при таком решении удалось сохранить прежнюю (до реконструкции) компоновку МНУ, с нижним (под полом) расположением баков. Сами корпуса баков были сохранены, но для них изготовлены новые крышки. На крышки баков кроме новых насосов установлены современные аксессуары, датчики, воздушные фильтры и т.д. По согласованию с заказчиком дополнительно для повышения надежности приводов за счет резервирования энергетических потоков насосные агрегаты всех гидроприводов унифицированы (установочную мощность см. в **таблице**).

Одним из самых серьезных вопросов реконструкции гидроприводов был вопрос полной замены старой управляющей и регулирующей гидроаппаратуры, в том числе электроуправляемой, на современную серийную гидроаппаратуру. По техническому заданию заказчика не разрешалось вводить новые электрические кабели, нежелательно было сокращать количество старых магистральных кабелей, тем более менять параметры электроуправления, то есть реконструкцию гидроприводов нужно было сделать без изменения электрической системы управления. Проблема заключалась в том, что старая гидроаппаратура была спроектирована в 1961 году для единичного производства и не имеет точных аналогов среди современной серийной гидроаппаратуры. Старая гидроаппаратура имеет не унифицированные присоединительные размеры, ее функции и параметры не соответствуют типовым рядам современной серийной гидроаппаратуры.

Рассмотрим один из примеров. На **рис. 3, а** представлен чертеж так называемого блока клапана насоса. Блок состоит из двух клапанов: клапана перепада давления золотникового типа и клапана обратного. Блок устанавливается непосредственно на выходе насоса в напорной магистрали и выполняет несколько функций: обеспечивает плавную подачу расхода масла от насоса к исполнительным механизмам; не допускает на насос встречного, реверсивного потока рабочей жидкости, при выключении насоса соединяет напорную магистраль насоса со сливной магистралью. Принципиальная гидравлическая схема блока в современных обозначениях могла бы быть представлена в виде схемы, изображенной на **рис. 3, б**. Диаметр условного прохода клапанов блока равен 50 мм. В номенклатурах современных заводов — из-

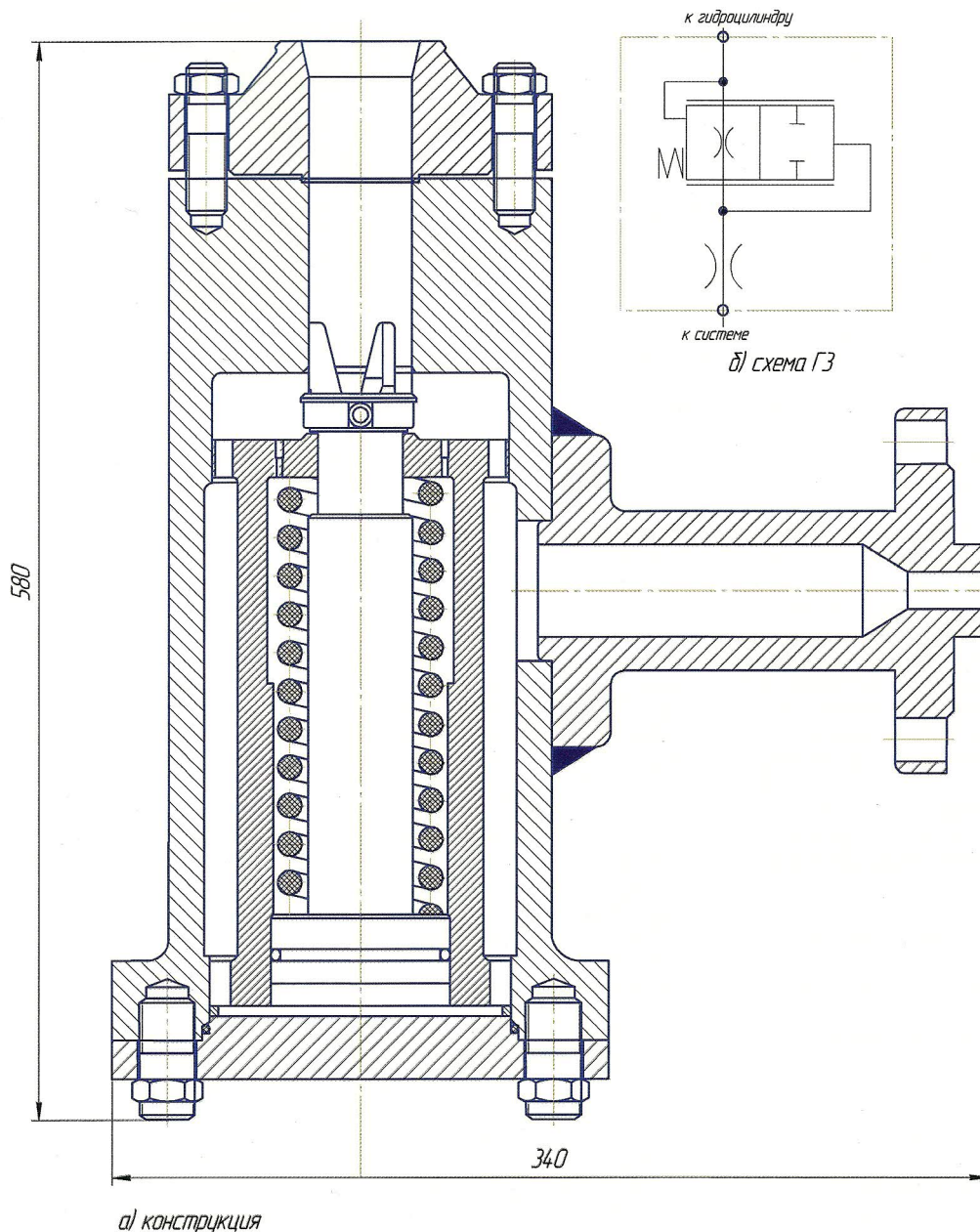


Рис. 4. Клапан автоматический

а) конструкция

готовителей гидроаппаратуры таких устройств нет. Функции этого блока пришлось разбить. Для того чтобы не было гидравлических ударов в гидроприводе при запуске насосов, запуск насосов был сделан при открытых предохранительных клапанах, а подача рабочей жидкости к исполнительным механизмам стала осуществляться за счет закрытия предохранительного клапана. Для реализации этих функций был выбран клапан с электроуправлением. Электрический сигнал управления подается параллельно с сигналом управления другой аппаратурой гидропривода, которая должна включаться при работе гидропривода, следовательно, этот сигнал нельзя считать дополнительным. Кроме того, в напорной магистрали был установлен современный серийный обратный клапан. Таким образом, было найдено оригинальное техническое решение, которое позволило сохранить свойства старого блока клапана насоса в новом гидроприводе.

В некоторых случаях специалистам не удалось подобрать современные аналоги, поэтому в ходе реконструкции принимались оперативные решения о воспроизводстве старой гидроаппаратуры. Для решения таких вопросов пришлось перерабатывать чертежи 1961 года с заменой материалов и с переводом технологических требований по механической обработке деталей в современные обозначения. Заказы по изготовлению аппаратуры размещались на специализированных заводах. Примером может быть клапан автоматический, конструкция и схема которого представлены на рис. 4. Клапан установлен в магистрали высокого давления, непосредственно на выходе каждого гидроцилиндра гидропривода подъема-опускания аварийно-эксплуатационных ворот верхней головы шлюза. Клапан является устройством автоматического действия, он следящий и работает по перепаду давления. Если перепад давления отсутствует,

то клапан открыт. При перепаде давления 0,8 МПа, соответствующем 800 л/мин, клапан закрывается. Кроме того, в случае обрыва трубопровода, подведенного к гидроцилиндрам, клапан автоматически закрывается и не дает упасть воротам, то есть выполняет функции аварийного устройства. Номинальное давление клапана — 20 МПа, максимальный расход — 1130 л/мин. Клапаны с такими функциями и характеристиками серийно не выпускаются. Заказ на эти клапаны, благодаря компетентности подрядной организации ООО «НТП Гидропривод», был размещен на заводе, у которого имелся опыт изготовления подобной аппаратуры. В настоящее время клапан включен в номенклатуру изделий и его можно заказывать для гидроприводов других сооружений. Так реконструкция механического оборудования старого шлюза способствовала развитию современной машиностроительной гидравлики.

Еще одна особенность реконструкции Чайковского шлюза заключалась в том, что на этапе проектирования была заложена поузловая технологии монтажа гидроприводов. Поставка гидравлических узлов на объект была комплектной, поузловой. Такая технология предусматривает сборку гидравлических узлов не на объекте, в условиях строительной площадки, а в чистых условиях на заводе. Гидравлические узлы поступали на строительный объект для монтажа в готовом, собранном виде, функционально проверенные, промытые и опрессованные (испытанные на герметичность). Комплектные узлы

Выводы:

Для российских шлюзов, механическое оборудование которых оснащено нестандартными гидравлическими устройствами украинского производства, найдены новые технические решения, позволяющие произвести реконструкции гидроприводов без снижения их надежной работы. При применении современных технологий производства стало возможным выполнять полную замену сложных гидроприводов механического оборудования шлюзов в межнавигационный период, не сокращая период навигации.

Минимальные сроки монтажа оборудования, минимальный доводочный этап производства при высокой безотказности гидроприводов достигаются за счет системного подхода в проектировании и поузловой поставке гидроприводов, изготовленных и проверенных в заводских условиях, а не на строительной площадке.

Положительные результаты реконструкции гидроприводов могут быть достигнуты при выпуске детальной рабочей документации, учитывающей все особенности существовавшего объекта и места стыковки с другими системами. Кроме того, рабочая документация обязательно должна быть согласована с эксплуатирующей организацией. К сожалению, современные проекты реконструкции сложных объектов не всегда содержат рабочую документацию на гидроприводы, и ее приходится делать в период производства работ. В этой ситуации очень сложно убеждать строителей-подрядчиков в необходимости выполнения проектных работ на данной стадии. Строители нередко покупают оборудование гидроприводов в спешке и принимают неоптимальные решения по выбору гидрооборудования, снижающие эффективность реконструкции и увеличивающие ее сроки. В итоге недооценка

содержали опорные кронштейны и монтажный крепеж. Гидравлические переходные штуцера на отводах были уже установлены и заканчивались монтажными заглушками. Монтажной организации оставалось только установить узлы и подсоединить их к гидравлическому трубопроводу и электрическим кабелям. При такой технологии трубопровод изготавливается, промывается и опрессовывается отдельно от оборудования. При соединении гидроузлов с трубопроводом обязателен контроль точности сопряжений, моментов затяжки резьбовых соединений. Заправка гидроприводов чистым маслом выполнялась специальными заправочными установками, которые входили в состав проекта и поставки. Эти меры обеспечивают чистоту внутренних полостей гидроприводов, сокращение сроков монтажа и пусконаладочных работ. При поузловой технологии сборки гидроприводов практически отсутствует доводочный этап производства. Сразу после обязательных регулировок объект может выполнять свои функции. Гидропривод, изготовленный по поузловой технологии, при условии выполнения правил эксплуатации, имеет высокую безотказность как в начальной, так и последующий период эксплуатации. Для шлюзов и других гидротехнических сооружений, которые являются уникальными и дорогими объектами, где нет возможности дорабатывать узлы и искать в них чужие ошибки, такая технология является особенно ценной.

значения реконструкции механического оборудования приводят к сложностям при сдаче объекта в эксплуатацию.

Причиной того, что в производство поступает документация на гидроприводы не в полном объеме, является ликвидация или сокращение подразделений по механическому оборудованию во многих проектных строительных организациях. В результате в проектах этих организаций формируются только общие требования к гидроприводам, без детальных технических решений. В такой ситуации на стадии рабочего проектирования необходимо привлекать специализированные организации в области объемного гидропривода.

При использовании элитного импортного гидрооборудования не обязательно сразу обращаться за границу. Иностранцы поставщики не обеспечат поставку под ключ, особенно при ремонтах и реконструкциях. Целесообразно использовать систему российских специализированных организаций, выполняющих роль системных интеграторов и доводящих свои работы до пусконаладочных работ и сдачи объекта государственной комиссии.

Гидроприводы гидротехнических сооружений, в том числе шлюзов, нельзя считать простыми, стандартными системами. Это всегда сложная индивидуальная система, несмотря на то что после реконструкции она может состоять из серийной аппаратуры. Безусловными особенностями гидрооборудования шлюзов следует считать большие типоразмеры, высокие требования к безотказности всего оборудования и работу гидроцилиндров непосредственно в водной среде.

Реконструкция гидроприводов механического оборудования Чайковского шлюза проходила в хорошей производственной атмосфере взаимодействия и взаимопонимания заказчика, подрядчика, проектной и эксплуатационной организаций.