

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ОБОРУДОВАНИЯ СУДОХОДНЫХ ШЛЮЗОВ И ОЦЕНКА ИХ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

© 2019 **Гнеденко Владимир Васильевич**

доктор технических наук, профессор,
кафедра экономики, организации и стратегии развития предприятия
Самарский государственный экономический университет, Россия, Самара

© 2019 **Морозов Виктор Николаевич**

кандидат технических наук
генеральный директор ООО «ТЕХТРАНССТРОЙ», Россия, Самара

© 2019 **Павлович Игорь Львович**

ведущий инженер лаборатории гидромеханики
Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева, Россия, Самара

© 2019 **Чудаева Александра Александровна**

кандидат экономических наук, доцент,
кафедра экономики, организации и стратегии развития предприятия
Самарский государственный экономический университет, Россия, Самара

С целью снижения затрат на работы, связанные с повышением показателей качества судоходных шлюзов внутренних водных путей России, рассмотрены и предложены комбинированные направления повышения показателей качества на базе целевой модернизации с элементами дооснащения действующего гидравлического оборудования.

Ключевые слова: гидротехническое сооружение, гидропривод, оценка экономической эффективности, риск, технико-экономическое обоснование.

Значительный моральный износ технического оборудования судоходных шлюзов (СШ) гидротехнических сооружений внутренних водных путей России приводит к необходимости повышать его качество, что является в настоящее время важнейшей частью реализации проектов комплексной реконструкции внутренних водных путей РФ.

Стратегией развития внутреннего водного транспорта Российской Федерации на период до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительства 29.02.2016 года № 327-р, определены цели и задачи комплексной реконструкции внутренних водных путей, в числе которых: повышение уровня технической и технологической безопасности объектов, повышение пропускной способности. В стратегии приведен нормативный объем бюджетного финансирования таких работ. Например, по Волжскому бассейну, в котором восемь гидроузлов, эта величина равна 6,6 млрд. рублей.

На судоходных шлюзах (СШ) гидротехни-

ческих сооружений внутренних водных путей России используется разнообразное уникальное, единичного производства, крупногабаритное техническое оборудование, собираемое на месте эксплуатации. К такому оборудованию относятся: гидравлические приводы основных и аварийных ворот и затворов, оборудование системы майнообразования для эксплуатации СШ при низких температурах воздуха, оборудование защиты ворот от навала судов и др.

Виды работ, которые необходимо выполнить на СШ, определяются дополнительным техническим заданием или иным документом на проект и осуществляются в настоящее время по следующим направлениям:

- усовершенствование конструкции работоспособных узлов и систем действующего оборудования, повышающих режимные характеристики и технические возможности (модернизация);

- дополнение действующего оборудования новыми узлами и системами, которые будут со-

ставлять единое целое с этим оборудованием и придадут ему новые дополнительные показатели и разделить их применение будет невозможно (дооснащение);

- механизация и автоматизация;
- перевод оборудования на программное управление.

Аналогичные программы реорганизации и модернизации с повышением качества уникального технического оборудования единичного и мелкосерийного производства имеют место и в других отраслях экономики. Так, в гидроэнергетике с целью повышения надежности и эффективности работы уникального технического оборудования ряда гидроэлектростанций российской энергетической компанией ПАО «РусГидро» поставлена задача до 2025 года заменить 154 гидротурбины (55% от общего количества), 119 генераторов (42% от общего количества) и 176 трансформаторов (61% от общего количества). Определены предварительные объемы финансирования, исполнители научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) как важнейших элементов процесса модернизации технического оборудования, в результате которой модернизации должно быть заменено морально устаревшее оборудование на новое, — прогрессивное. Например, на Чебоксарской ГЭС на 18 гидрогенераторах применены новые микропроцессорные системы возбуждения UNITROL 6800 чешского производства, что обеспечило резерв по управлению и силовой части и, соответственно, привело к повышению показателей надежности оборудования и др.

Гидротехнические сооружения являются государственной собственностью, поэтому финансирование работ по их созданию, техническому обслуживанию, ремонту и повышению качества технико-экономических показателей оборудования осуществляется из федерального бюджета.

В настоящее время бюджетное финансирование инфраструктурных проектов, направленных на реконструкцию и модернизацию уникального оборудования СШ, в силу ряда причин в России имеет тенденцию к снижению. Так, в 2019 году объем финансирования комплексной реконструкции объектов внутренних водных путей составил только 87% от нормативного значения. Для достижения заявленных показателей в заданные сроки предлагаются различные технико-экономические решения, в том числе финансирование работ на условиях го-

сударственно-частного партнерства, создание специального флота и др.

Независимо от источника финансирования проекты реконструкции СШ, направленные на повышение качества оборудования, должны быть экономически обоснованы. Для этого необходимо провести технико-экономическое обоснование (ТЭО) инвестиционного проекта (реализация проектов реконструкции СШ требует инвестиций, следовательно, такие проекты относятся к инвестиционным).

В рамках ТЭО необходима информация, отражающая изменения, которые произойдут в работе гидротехнического сооружения в связи с реконструкцией и скажутся на денежных потоках. Требования повышения пропускной способности, технической и экологической безопасности, снижения затрат на техническое обслуживание и ремонт, исключение человеческого фактора за счет автоматизации, с одной стороны, приводят к сокращению затрат. С другой стороны, инвестиции, в том числе в основные средства, в такие проекты огромны. И в ряде случаев повышение качества оборудования может привести к росту налогооблагаемой базы СШ. Кроме того, в проекте обязательно следует учитывать риски, которые могут возникнуть в ходе реализации проекта. По причине того, что оборудование уникальное, выпускаемое в единичном экземпляре под конкретный заказ, то оценка вероятности наступления отказов в работе оборудования может быть затруднена, — отсутствует информация о наступлении тех или иных рисков обстоятельств в реальных условиях эксплуатации. Таким образом, в условиях ограниченности ресурсов, которые возможно привлечь для финансирования таких проектов, следует тщательно анализировать изменения технико-экономических показателей проекта, лежащих в основу расчетов показателей эффективности проекта, и инвестиционные риски.

Объемы финансирования указанных выше работ на СШ внутренних водных путей России по достижению заявленных в Стратегии развития целей, по мнению авторов, основанного на результатах анализа технической литературы и личного опыта работы в разных отраслях экономики, могут быть ниже при комбинированных направлениях целевой модернизации с элементами дооснащения оборудования, позволяющих применить автоматизированное программное управление при эксплуатации, что

является многовариантной задачей. Важнейшее место в комплексе работ при такой модернизации приобретают организационные вопросы оптимизации варианта комбинации и выявления наиболее эффективных решений на базе инновационных разработок, позволяющих минимизировать количество узлов оборудования, подлежащих модернизации. В качестве критерия оценки воплощения в жизнь тех или иных направлений выступает требуемый объем финансирования и эффективность предлагаемых решений. Возможные комбинации направлений работ могут быть эффективно реализованы также при активно-пассивном резервировании отдельных узлов и систем оборудования, оптимизации последовательности выполнения операций судопропуска, снижении энергозатрат от централизованных источников электропитания, снижении влияния внешних и внутренних возмущающих факторов на функциональные показатели оборудования и др.

Воплощены перечисленные решения могут быть по-разному. В различных отраслях экономики, в том числе на оборудовании ряда СШ, применяются многоуровневые автоматизированные системы управления и контроля. Возможные варианты построения таких систем предлагаются патентами РФ: № 2304798 для управления технологическими объектами газовой и нефтяной промышленности, № 2565019 для управления оборудованием судоводного гидротехнического сооружения и др. Отличаясь по количеству уровней, концепции построения, принципам обеспечения безопасности, каждая из этих систем содержит общий уровень. В состав этого уровня входят силовая исполнительная аппаратура и измерительные приборы, которые должны быть совместимы с оборудованием и системами других уровней. Применительно к СШ оборудование этого уровня при его комплексной целевой модернизации и является базой для достижения поставленных Стратегией целей. Так, возможно повышение пропускной способности СШ внутренних водных путей посредством реализации переменных скоростей движения ворот при их открытии и закрытии, что приводит к снижению времени технологической операции судопропуска. Возможен вариант комбинации основных и дополнительных резервных узлов оборудования путем программного управления режимами их работы в зависимости от внешних и внутренних воздействующих факторов и др.

[1–3]

В указанном выше направлении творческий коллектив сотрудников ООО «Техтрансстрой», г. Самара, Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королева, Самарского государственного технического университета и Самарского государственного экономического университета реализовал ряд инновационных решений гидропривода ворот и затворов СШ. В частности, были разработаны, изготовлены и испытаны на специальном модулирующем комплексе и в полевых условиях элементы объемного гидропривода с комплексной автоматизированной частотно-дрессельной системой управления.

К инновационным решениям гидропривода с такой системой управления необходимо отнести способ регулирования скорости движения штока гидроцилиндра при пуске под нагрузкой (Патент RU № 2503858), что позволяет применительно к гидроприводу ворот и затворов крупных СШ с шириной камеры до 30 метров, где используются два гидропривода, установленные на разных сторонах шлюза и возможен перекок ворот/створок ворот, сократить время технологической операции открытия/закрытия ворот/створок ворот в условиях внешних переменных нагрузок на шток гидроцилиндра за счет реализации переменных скоростей движения ворот. Частотно-дрессельный способ управления объемным гидроприводом решает задачу резервирования, так как система управления содержит два независимых регулятора. Изменение скорости движения ворот возможно как за счет изменения числа оборотов приводного объемного насоса электродвигателя, так и за счет изменения расхода рабочей жидкости, перепускаемой на слив из напорной гидролинии через регулируемый клапан дроссельного типа перед гидроцилиндром. Применительно к гидроприводу ворот СШ с протяженными напорными и сливными гидролиниями этот способ управления позволяет изменять быстродействие системы. При работе с частотным регулятором — относительно низкое быстродействие по изменению скорости движения штока гидроцилиндра и, соответственно, по изменению скорости движения ворот/створок ворот из-за инертности массы рабочей жидкости в напорной гидролинии. Однако при этом гидропривод имеет максимальный объемный коэффициент полезного действия (КПД) и, как следствие, минимальные

затраты электроэнергии. При дроссельном регулировании из-за близкого расположения дросселя к гидроцилиндру высокое быстродействие, но при этом низкий КПД. Для работы гидропривода с частотно-дроссельным управлением в составе СШ разработана специальная программа для ЭВМ (Свидетельство о государственной регистрации программы № 2018615358.). Данный пример показывает возможности комбинированной целевой модернизации по достижению поставленных целей в рамках сохранения основных узлов гидропривода (гидроцилиндра, объемных нерегулируемых насосов, гидролиний и др.) за счет инновационных схемных решений с ликвидацией слабых мест.

Приведем еще один пример разработки инновационного решения для СШ. В настоящее время при модернизации оборудования, как правило, устанавливаются особые требования к снижению энергозатрат в процессе эксплуатации оборудования. Анализ работ, проведенных в этом направлении применительно к СШ, показал целесообразность применения комбинированной целевой модернизации системы электропитания, в том числе за счет дооснащения ее инновационными источниками малой распределенной генерации энергии, — в частности, ветровыми установками. Такие установки могут быть использованы, например, в системах майнообразования шлюза при работе СШ в условиях низких температурах воздуха.

Режим работы оборудования СШ становится очень тяжелым при пиковых внешних и внутренних возмущениях различных факторов (скорость ветра, газосодержание гидравлической жидкости в гидросистеме гидропривода ворот и др.), поэтому возможна потеря устойчивости привода и его выключение, разрушение уплотнений штока гидроцилиндра. Для снижения этого влияния необходимы специальные устройства.

По результатам проведенных научных исследований по целевой модернизации оборудования СШ внутренних водных путей Волжского бассейна в Самарском университете имени академика С.П. Королёва было создано и испытано

эффективное внутрибаковое устройство для снижения газосодержания сливаемой в гидробак рабочей жидкости из гидросистемы гидропривода (Патент RU № 2556937), разработаны заявки на изобретения на устройство повышения устойчивости гидроцилиндра при пульсирующих внешних нагрузках на шток гидроцилиндра, на устройство активно-пассивного резервирования уплотнений штока гидроцилиндра, что повышает техническую и экологическую безопасность, снижает риски эксплуатации и в конечном итоге приводит к сокращению эксплуатационных затрат. Учитывая объем инвестиций в реализацию так

Приведенные примеры показывают возможности комплексной целевой модернизации оборудования и позволяют в зависимости от поставленных целей определить оптимальные задачи модернизации и оценить эффективные виды работ для достижения этих целей при минимальных финансовых инвестициях. Базовыми элементами при выборе оптимального варианта такой модернизации на начальных ее этапах могут являться схемные решения модернизируемого оборудования или иные конструкторские и эксплуатационные документы, дающие полное представление о структуре этого оборудования. По результатам предварительного анализа указанных документов определяются направления патентных исследований по теме, проводятся патентные исследования, разрабатываются альтернативные схемные решения и проводится оценка стоимости работ. Для оптимального варианта разрабатывается или дорабатывается техническое задание. С целью снижения экономических, инновационных и инвестиционных рисков рекомендуется разработка конструкторской документации и изготовление экспериментальных образцов модулей, входящих в модернизируемое оборудование, лабораторные испытания модулей на моделирующем комплексе и полевые испытания модулей на судоходном шлюзе. По результатам испытаний оптимизируется конструкция оборудования.

Библиографический список

1. Гнеденко В.В., Морозов В.Н., Павлович И.Л., Чудаева А.А. Оценка технических и инвестиционных рисков при реконструкции гидроприводов шлюзов судоходных гидротехнических сооружений. Вопросы экономики и права. 2018. № 4 (118). С. 92–96.

2. Кузьмицкий М.Л. Исследования основных технических характеристик гидравлических приводов и разработка рекомендаций по выбору их оптимальных значений для ворот и затворов вновь проектируемых судоходных гидротехнических сооружений // Отчет о НИР, рег. № 11510137008, ФГБУ ВО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова», Санкт-Петербург, 2015 г, с. 162
3. Морозов В.Н. Научно-технические и экономические аспекты стратегии модернизации механического оборудования шлюзов судоходных гидротехнических сооружений // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, том 17 номер 2(4), 2015 г., с 837–842.
4. Морозов В.Н., Павлович И.Л., Гнеденко В.В. Групповой гидропривод судоходных шлюзов: технико-экономические особенности модернизации на современном этапе // Проблемы развития предприятия: теория и практика. Материалы 15-й Международ.науч.-практ.конф. Ч. 1 Самара, 2016 г.. С. 139–141