

АНАЛИЗ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РЕГУЛЯТОРОВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ВОДОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

ГОРБАЧЕВ Алексей Федорович

преподаватель кафедры «Пожарная и техносферная безопасность»

ПАХОМОВ Александр Алексеевич

доктор технических наук, профессор

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»

г. Волгоград, Россия

Рассматриваются существующие решения в области автоматизации водораспределительных гидротехнических сооружений. Описывается общий принцип работы автоматических регуляторов уровня жидкости. Проводится анализ существующих гидравлических авторегуляторов. Определяется необходимость автоматизации водораспределительных ГТС на оросительных системах. Отдается предпочтение автоматизированному емкостно-поплавковому затвору как объекту для дальнейших улучшений.

Ключевые слова: гидротехническое сооружение, автоматический регулятор, гидроавтоматика, оросительная система.

Вода – основополагающий элемент, наличие которого является одним из главных условий для возникновения, развития, улучшения любой жизни, в том числе и человеческой. Важность этого жизненно необходимого ресурса невозможно переоценить, именно поэтому глобальная проблема дефицита воды, пригодной как для полива сельскохозяйственных культур, так и для потребления человеком, с каждым годом становится все более актуальной и занимает все большие пространства в мировой повестке. Учитывая большие объемы воды, необходимой для удовлетворения нужд растущего населения, для всех стран существует потребность в автоматизации процессов водораспределения. С этой целью возводятся плотины, строятся дамбы, оборудуются оросительные системы, а также проводятся иные мероприятия, связанные с усовершенствованием гидротехнических сооружений, повышением их эффективности, пропускной способности и других характеристик.

В настоящее время Россия владеет около 9,5 млн. га мелиорированных территорий, из них более 4,6 млн. га орошаемые, и до 4,8 млн. га осушенные. Одним из главных показателей эффективности использования орошаемых зе-

мель является проведение поливов сельскохозяйственных культур. В этой связи обретает особую значимость вопрос автоматизации водораспределительных гидротехнических сооружений на оросительных системах.

Основной технической задачей оросительной системы является забор воды из источника орошения и её транспортировка к орошаемым участкам в требуемых количествах и в обозначенные сроки. Оросительная система состоит из источника орошения, водозаборного сооружения, оросительной сети, водосбросной сети, коллекторно-дренажной сети, лесополосы и орошаемой площади. Оросительные системы по способу забора воды из источника подразделяют на самотечные и с механическим подъемом. По назначению оросительные сети делятся на две части: проводящую и регулируемую. По конструкции оросительные сети бывают открытыми, закрытыми и комбинированными. Автоматические регуляторы уровня могут быть клапанными, представляющими собой прямоугольные, круглые, конические, эллиптические и другие виды клапанов, которые установлены на водовыпускных насадках для регулирования площади отверстия. Автоматические регуляторы уровня могут быть затворными (секторными, сегмент-

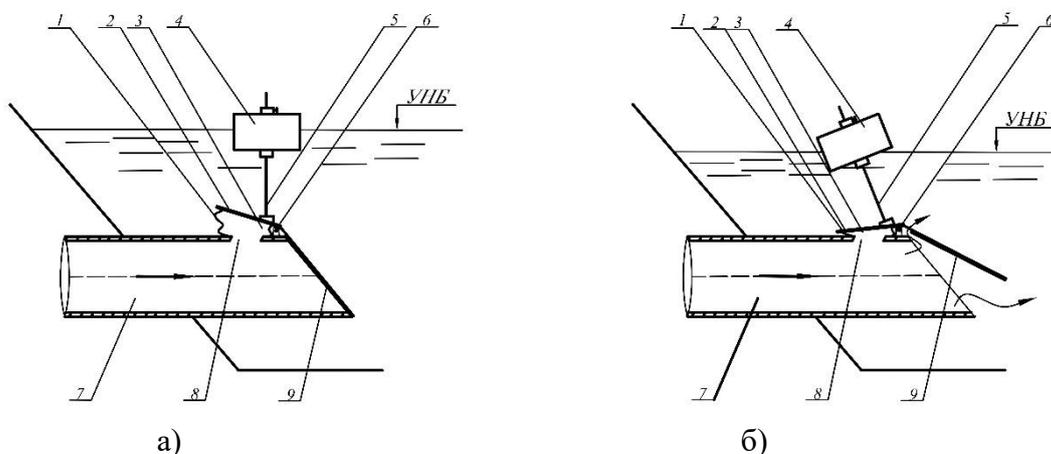
ными, цилиндрическими, клапанными, дроссельными, обойменными), а также представлять собой затворы с эластичными элементами (мембраной и диафрагмой). Основными недостатками конструкций гидромеханических регуляторов являются: значительная металлоемкость рабочего органа; появление перекосов из-за деформаций подвижных частей; наличие нерегулируемой протечки в закрытом положении; заклинивание рабочего органа плавающим мусором).

Существует множество классификаций

средств автоматизации водопропускных сооружений. В их основе лежит принцип действия, объект управления, гидравлический принцип работы и т. д.

В данной статье будут рассмотрены, в обновленном виде, решения ученых Волгоградского ГАУ в области применения технических средств регулирования водоподачи и средств водоучета.

Рассмотрим конструкцию автоматизированного емкостно-поплавкового затвора [1] (рисунок 1).



а – затвор закрыт; б – затвор открыт; 1 – подвижная обечайка; 2 – нагнетательный заслон; 3 – емкость переходной вместимости; 4 – поплавко-противовес; 5 – стержень; 6 – шпindelь; 7 – напорный водовод; 8 – отверстие; 9 – запорный щит.

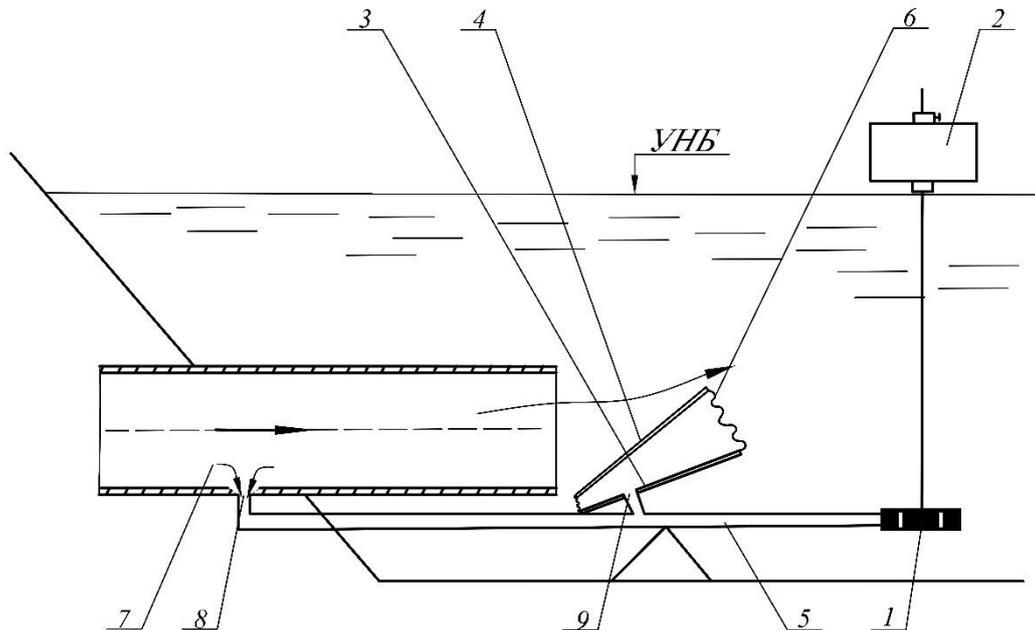
Рисунок 1. Конструкция автоматизированного емкостно-поплавкового затвора

Автоматизированный емкостно-поплавковый затвор имеет исходное положение: поплавко-противовес 4 и нагнетательный заслон 2 занимают нижнее крайнее положение, при этом емкость 3 переходной вместимости имеет минимальный объем, а запорный щит 9 полностью открыт. Вода по напорному водоводу 7 из верхнего бьефа поступает в нижний бьеф. В это время значения моментов сил от давления воды на запорный щит 9 и нагнетательный заслон 2 будут равными. Это равенство сохраняется за счет того, что рабочий напор воды действует не только на щит 9, но и на заслон 2. По мере заполнения нижнего бьефа поплавки 4 с нагнетательным заслоном 2 начинают перемещаться вверх, вода из водовода 7 через отверстие 8 поступает в емкость 3, вследствие чего

возникает закрывающее усилие и щит 9 начинает закрываться. В момент достижения заданного уровня поплавки 4 и заслон 2 занимают верхнее крайнее положение, емкость 3 имеет максимальный объем, щит 9 закрыт, подача воды в нижний бьеф прекращается [1].

Отличительным преимуществом данного вида авторегулятора является простота и надежность конструкции за счет сочетания гибких и жестких элементов. Данный регулятор целесообразно рассматривать в качестве перспективного решения задач, стоящих перед средствами регулирования и водоучета в рамках процесса автоматизации водораспределительных ГТС на оросительных системах.

Рассмотрим регуляторный затвор прямого действия (рисунок 2) [4].



1 – заслонка; 2- поплавковый датчик; 3 – стационарная опора; 4 – затвор;
5 – вспомогательный водовод; 6 – подвижная обечайка; 7 – напорный водовод;
8 – ворончатое отверстие; 9 – отверстие

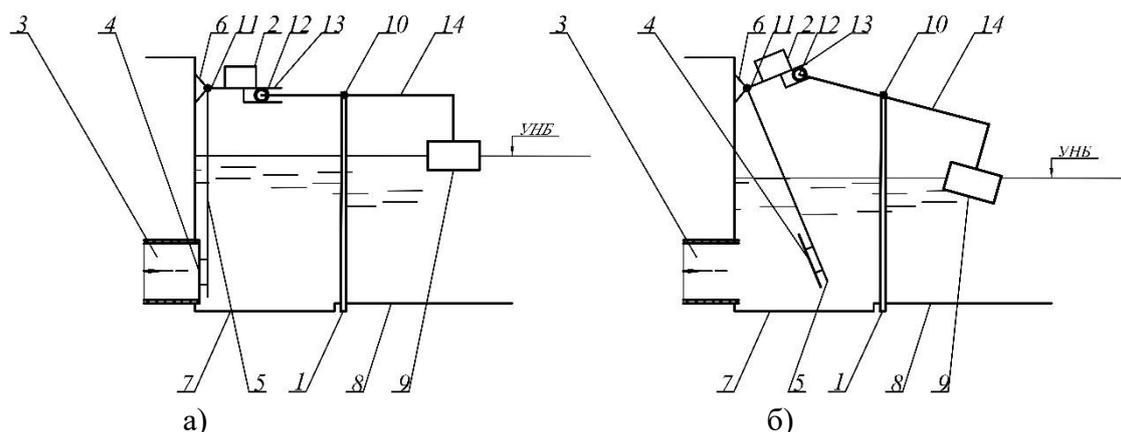
Рисунок 2. Регуляторный затвор непрямого действия

Исходное положение затвора – затвор 4 опущен, подвижная обечайка 6 сжата, вода из напорного водовода 7 полным расходом поступает в нижний бьеф. При увеличении уровня воды в регулируемом бьефе поплавковый датчик 2 пойдет вверх, вследствие чего заслонка 1 перекроет сливное отверстие вспомогательного водовода 5, полость подвижной обечайки 6 будет наполняться водой. За счет того, что площадь затвора 4 больше площади поперечного сечения трубы водовода 7, сила давления воды на внутреннюю поверхность затвора 4 будет больше силы давления потока со сто-

роны трубы водовода 7. Поэтому подвижная обечайка 6 будет увеличиваться в объеме, в результате чего затвор 4 пойдет к торцу трубы водовода 7 и закроет его. Таким образом, поступление воды в нижний бьеф прекратится [3].

Основным недочетом данного регулятора уровня воды непрямого действия является конструктивная особенность механизма, исключающая возможность использования массы затвора в качестве дополнительной силы для закрывания трубы водовода.

Рассмотрим гидромеханический затвор прямого действия (рисунок 3).



а – затвор закрыт; б – затвор открыт; 1 – штанга; 2 – груз; 3 – напорный водовод; 4 – запорный щит; 5 – рычаг запорного щита; 6 – кронштейн рычага запорного щита; 7 – водобой; 8 – рисберма; 9 – поплавок; 10 – шпindelь рычага поплавка; 11 – шпindelь рычага щита; 12 – шарнирное соединение; 13 – шпилька; 14 – рычаг поплавка.

Рисунок 3. Гидромеханический затвор прямого действия

Гидромеханический затвор прямого действия осуществляет стабилизацию уровня в диапазоне от максимально допустимого уровня воды до минимально допустимого следующим образом: при снижении уровня воды ниже заданного, поплавок 9 опускается и увлекает за собой рычаг 6, который, вращаясь на шпindelе рычага поплавка 10, шарнирным соединением 12 воздействует на конец шпильки 13, заставляя рычаг запорного щита 5 вращаться на шпindelе рычага запорного щита 11, вследствие чего запорный щит 4 открывает напорный водовод 3. При повышении уровня воды поплавок 9 всплывает и запорный щит 4 перекрывает водопропускную трубу, прекращая поступление воды через водовыпуск [3].

Основным преимуществом гидромеханического затвора прямого действия является надежность конструкции и принципиально простая последовательность работы системы рычагов поплавка и запорного щита, а также груза.

Говоря о вопросе автоматизации водораспределительных ГТС на оросительных системах и разработки авторегулятора, обладающего простотой, компактностью и надежностью конструкции, стоит взять во внимание постоянный рост стоимости энергетических и материально-технических ресурсов, который привел к переходу водохозяй-

ственных организаций к оказанию платных услуг за подачу поливной воды и, как следствие, к возникновению необходимости наличия на оросительных системах устройств водочета [5]. Анализ гидравлических регуляторов для автоматизации водораспределительных ГТС на оросительных системах приводит к выводу о необходимости разработки авторегулятора, обладающего простотой и надежностью конструкции за счет сочетания гибких и жестких элементов, простотой монтажа, не требующей существенного переустройства типовых гидротехнических сооружений, а также возможностью снижения металлоемкости за счет использования полимерных материалов. Исходя из поставленной задачи, целесообразно рассмотреть возможность разработки универсального средства водочета на основе решетчатых элементов [6], работающего в единой автоматизированной оросительной системе совместно с гидравлическим регулятором уровня жидкости. Подобный подход может способствовать решению актуальной проблемы, заключающейся в неудовлетворительном и недостаточном техническом состоянии современных оросительных систем, большинство из которых, в соответствии с классификацией ФГБНУ РосНИИПМ, отвечают требованиям IV или III разрядов. Более того, крупная часть современных систем относится к

морально устаревшим системам не инженерного типа, не имеющих простейших средств водоучета и автоматизации, требующих технического переоснащения и перевооружения. В свете вышесказанного, решение вопроса автоматизации водораспределительных ГТС берет свое начало в разработке новых и усовершенствовании имеющихся структур системы управления водораспределением. В базовой структуре управление в распределительном канале реализуется по верхнему бьефу с помощью авторегуляторов уровня верхнего бьефа, а в канале потребителя – по нижнему бьефу с помощью авторегуляторов уровня нижнего бьефа. Помимо авторегуляторов, участие в процессе автоматизации принимают иные регулирующие устройства, датчики, устройства управления, а также средства водоучета.

На этапе общего анализа существующих решений в области автоматизации водораспределительных ГТС на оросительных си-

стемах, которому и посвящена данная статья, целесообразно остановиться на обзоре гидравлических регуляторов, не вдаваясь в теоретический и экспериментальный анализы, расчеты основных параметров и гидравлических характеристик тех или иных объектов, обладающих своими особенностями (размерами, топологией и т. д.).

Анализ технического состояния существующих оросительных систем и известных технических средств водоучета и регулирования водоподачи подтверждает, что в настоящее время оросительная вода расходуется не рационально. Это особенно проявляется во внутривладельческой части открытых оросительных систем, где непроизводительные сбросы достигают до 40% от общего объема водоподачи. В связи с этим, необходимо разработать совершенные конструкции регуляторов уровня, которые осуществят эффективную водоподачу с учетом работы потребителей в индивидуальном режиме.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пахомов А.А., Колобанова Н.А. Применение гидравлических средств регулирования водоподачи и водоучета для сооружений водохозяйственного строительства // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2012. – № 3(07). – С. 137-144. – URL:<http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=113&id=123>.
2. Мелихов М.Н., Пахомов А.А. Регуляторы уровня нижнего бьефа для трубчатых сооружений оросительных систем // Прогрессивные технологии орошения сельскохозяйственных культур: сборник научных трудов. – 1989. – С. 116-122.
3. Пахомов А.А., Колобанова Н.А. Автоматизированное управление процессом водоподачи с использованием гидравлических средств регулирования // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2013. – № 4(13). – С. 168-178. – URL:<http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=205&id=219>.
4. Пахомов А.А., Островский В.Т. Формализованное описание процесса регулирования водоподачи в машинном канале-оросителе // Водосберегающие технологии сельскохозяйственных культур: сборник научных трудов. – 2001. – С. 91-94.
5. Пахомов А.А., Тронеv С.В., Мелихов К.М., Колобанова Н.А. Устройство для измерения расходов воды в открытых каналах // Мелиорация и водное хозяйство. – 2009. – № 4. – С. 29-31.
6. Пахомов А.А., Большаков И.А., Колобанова Н.А. Особенности гидравлического расчета решетчатых элементов в гидротехническом строительстве // Известия нижевожского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование». – 2010. – № 2(18). – С. 163-169.