

## 05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства

УДК 502/504:633.18.03:631.672.4

**Н. В. ОСТРОВСКИЙ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«Кубанский государственный аграрный университет»

### **ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ЭКОНОМИИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ РИСА**

*Дефицит водных ресурсов сдерживает развитие рисовой отрасли Краснодарского края. Снижение остроты проблемы может быть достигнуто путем широкого внедрения технологий рационального водопользования на внутрихозяйственном уровне рисовых систем. Рассматривается применение чековых и канальных регуляторов уровня воды. Показан широкий ряд инновационных разработок по данному направлению. Рассмотрены конструкции автоматизированных чековых водовыпусков, которые распределяют водоподачу и учитывают транспирацию, испарение, осадки и коэффициент фильтрации в каждом чеке. Показано применение этих конструкций в Красноармейском, Славянском, Калининском районах Краснодарского края, отмечается высокая производительность, возможность работы при дискретном режиме водоподачи. Наличие комплекса работоспособных чековых и канальных средств автоматизации и внутрихозяйственный водооборот обеспечивают максимальную экономию и рациональное использование водных ресурсов.*

*Водные ресурсы, рисовая система, режим орошения, регулятор уровня воды, автоматизированный водовыпуск, урожайность риса.*

*Shortage of water resources hinders development of the rice industry of the Krasnodar area. Wide introduction of technologies of rational water use on the domestic economic level of rice systems can lower the sharpness of the problem. There is considered a usage of check and canal regulators of the water level. There is shown a wide number of innovation developments on this direction. There are considered designs of automated check water outlets which distribute water supply and take into consideration transpiration, evaporation, precipitation and filtration coefficient in every check. There is shown an application of these constructions in Krasnoarmejsky, Slavyansky, Kalininsky regions of the Krasnodar area, a high productivity is noted as well as a possibility of work under discrete regime of water supply. The availability of a complex of operable check and canal means of automation and inter-economic water circulation provide a maximal economy and rational usage of water resources.*

*Water resources, rice system, regime of irrigation, water level regulator, automated water outlet, rice productivity.*

В последние годы в водохозяйственном комплексе Краснодарского края остро проявляется проблема дефицита водных ресурсов, основным потребителем которых является сельское хозяйство.

Наиболее затратным в этом отношении является рисовый водохозяйственный комплекс, на долю которого приходится около 90% от общего водопотребления в сельском хозяйстве. Площадь посевов

риса в крае в последние годы превышала 130 тыс. га и в 2010 г. составила 134 тыс. га, в 2011г. – 135 тыс. га, в 2012 г. – 133 тыс. га, в 2013г. – 125 тыс. га, а в перспективе ежегодная площадь посевов риса должна составить 140 тыс. га.

Одним из основных факторов, сдерживающих рост посевных площадей риса в Краснодарском крае, является дефицит водных ресурсов. 2007 г. характеризовался напряженной водохозяйственной обстановкой и предприятия вынуждены были принять специальные меры по организации межсистемного водооборота для сохранения урожая риса. 2013 оказался не менее напряженным. Из протокола заседания межведомственной оперативной группы Кубанского бассейнового водного управления от «5» июня 2013 г. следует, что заявки на орошение в этот период «выполнялись с урезкой на 10%». В начале июня 2013 г. в Краснодарском водохранилище накоплен рекордно низкий объем воды, который составил 1020 млн м<sup>3</sup>, причем за последние 10 лет накопленный объем в первой декаде июня не опускался ниже 1350 млн м<sup>3</sup>. С 23 мая 2013 г. ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз» начало реализацию календарного графика распределения воды (водооборота) между головными водозаборами. Согласно введенному графику многие рисоводческие хозяйства остались без необходимого объема воды. Таким образом, проблема дефицита водных ресурсов в водохозяйственном комплексе Кубани требует принятия продуманных решений.

На кафедре строительства и эксплуатации водохозяйственных объектов Кубанского государственного аграрного университета много лет проводятся научные исследования и разрабатываются инженерно-технические методы решения задачи экономии водных ресурсов в рисовом водохозяйственном комплексе. Разработаны и запатентованы способы и технические средства, которые легли в основу технологии рационального водопользования и в настоящее время применяются в рисоводческих хозяйствах Краснодарского края, а новые разработки проходят испытания в производственных условиях.

Расходно-уровенный режим крупных внутриводохозяйственных и межхозяй-

ственных распределительных каналов, как правило, определяется заявками хозяйств на подачу воды. Объем воды по заявке прямо зависит от состояния сооружений внутриводохозяйственных распределительных каналов, картовых оросителей и организации водопользования на конкретном севооборотном участке. Поэтому рациональное водопользование должно реализовываться и контролироваться на внутриводохозяйственном уровне, начиная с рисового чека и распределительных каналов предпоследнего и последнего порядков, например при помощи технологий автоматизированного контроля уровня и расхода воды, которые позволяют значительно снизить ее забор и, как следствие, оросительную норму. По данным С. В. Кибальникова экономия воды при внедрении автоматизации может достигать 20...25% от плановой оросительной нормы [1].

Для севооборотного участка (модуля системы «кубанского» или карты «краснодарского» типов) разработан автоматизированный чековый водовыпуск (АЧВ) или automated check outlet conduit (АСОС), который осуществляет водоподачу, учитывая транспирацию, испарение, осадки и коэффициент фильтрации в каждом чеке. АЧВ оборудуются чековыми регуляторами уровня воды. Такая конструкция АЧВ с гидравлическим регулятором уровня воды поворотноклапанного типа непрямого действия разработана в 1984 году [2]. Современные модификации водовыпусков АСОС позволяют в автоматическом режиме реализовать на поливном участке режим постоянного затопления с заданным уровнем воды и различные виды импульсного затопления. Для полива риса в режиме постоянного затопления АСОС оборудуется специально разработанным регулятором SWL (static water level), который поддерживает статический уровень воды в чеке с точностью  $\pm 0,5$  см (рис. 1).

Традиционное применение режима постоянного затопления при поливе риса обеспечило широкое производственное внедрение автоматизированных водовыпусков в модификации АСОС-SWL в Красноармейском, Славянском, Калининском районах Краснодарского края. Относительно большое количество разработанных технических решений регулятора уровня, применяемых на автоматизированных

водовыпусках, привело к необходимости совершенствования их конструкции. Модифицированный в 2013 г. образец чекового регулятора показан на рис. 2.



а



б

Рис. 1. Автоматизированный чековый водовыпуск ACOC-SWL: а – регулятор уровня SWL; б – нижний бьеф в рисовом чеке



Рис. 2. Регулятор SWL

Одним из наиболее значимых достоинств данной конструкции является поддержание уровня в чеке за счет исключения отрицательного влияния террасности на системах, вызывающей обратный ток оросительной воды в период технологических понижений уровней в оросительной сети. При отсутствии на системе таких регуляторов при понижении уровня в каналах оросительной сети происходит быстрое выравнивание уровней в чеках за счет перетекания через сооружения в пределах карты. В этот момент в высоких чеках быстро снижается требуемый слой воды, для восстановления которого затрачивается значительный объем воды. Одной из последних модификаций является автоматизированный водовыпуск ACOC-DWL, оборудованный дискретным регулятором уровня воды в чеке DWL (discretion water level) и предназначенный для осуществления прерывистого режима затопления (рис. 3) [3].

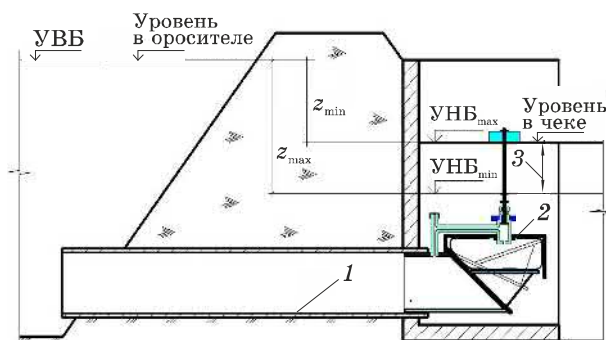


Рис. 3. Схема автоматизированного ACOC-DWL для дискретного регулирования уровня воды в рисовом чеке: 1 – труба водовыпуска, 2 – дискретный регулятор уровня, 3 – диапазон регулирования

Режим прерывистого затопления по типу асимметричных треугольных импульсов разработан ВНИИ риса и позволяет снизить транзитные и непроизводительные потери воды. Данный режим рассчитан на применение в условиях дефицита поливной воды. Водовыпуск ACOC-DWL обеспечивает дискретную подачу воды в рисовый чек с заданной величиной сработки уровня в режиме прерывистого затопления.

В 2011 году ACOC-DWL прошел



испытания на экспериментальном участке ВНИИ риса и показал высокую производительность, возможность работы при дискретном режиме водоподачи, обеспечил значительную, по сравнению с постоянным затоплением, экономию поливной воды и может применяться при прогнозируемом дефиците водных ресурсов. Оросительная норма при прерывистом режиме оказалась меньше на 4143 м<sup>3</sup>/га или 25,9%, чем на контрольном чеке при традиционном укороченном затоплении. Урожайность риса в бункерном весе на чеке с прерывистым орошением составила 77,8 ц/га, на чеке с регулируемым постоянным затоплением с применением ACOC-SWS – 85,2 ц/га, средняя урожайность всех производственных посевов ВНИИ риса – 62,1 ц/га.

Эффективность системы автоматизированного регулирования достигает максимума, когда коме чеков зарегулированы и распределительные каналы младшего порядка. В нерегулируемых каналах положение уровня постоянно меняется. Для обеспечения расходно-уровневого режима в распределительных каналах на орошаемом поле рисового севооборота разработана и испытана в производственных условиях линия канальных регуляторов CLC (canal level controller).

Модификация канальных регуляторов CLC-6-AB (above the bottom) рассчитана для условий работы в нижнем бьефе трубчатых регуляторов с диаметром 600 мм в голове оросителей и распределителей младшего порядка. Данная конструкция устанавливается на концевой части трубы, расположенной выше поверхности дна гасителя энергии в типовой конструкции трубчатого регулятора РТ-6.

В 2012 году экспериментальный образец CLC-6-AB прошел производственные испытания в ООО «Зерновая компания «Новопетровская» Славянского района Краснодарского края на оросителе О-10 распределителя Рн-2-7-1 модуля системы «Кубанская» (рис. 4). На прилегающих к оросителю картах № 33 и 35 во всех четырех чеках были установлены чековые регуляторы ACOC-SWL.

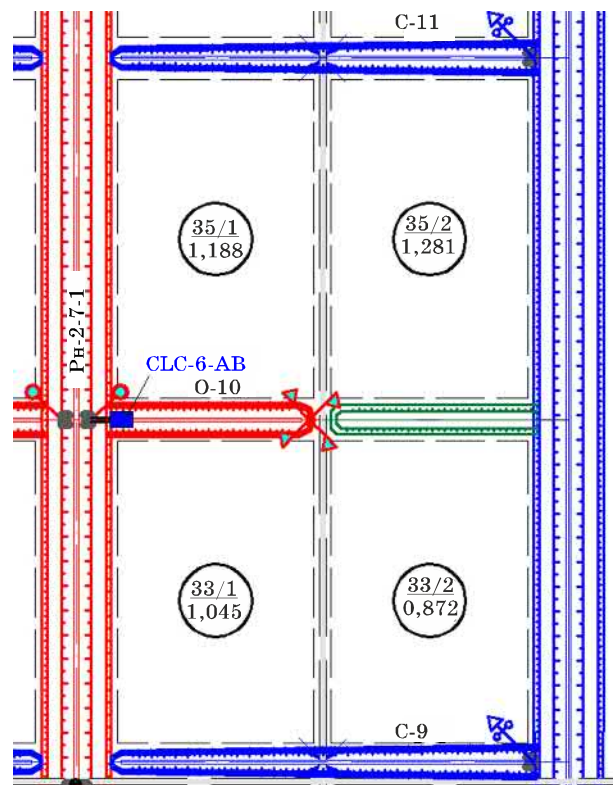


Рис. 4. Работа канального регулятора CLC-6-AB в голове картового оросителя рисовой системы конструкции «Кубанская»

Автоматизация данного экспериментального участка позволила обеспечить поддержание уровней на экспериментальных картах с точностью  $\pm 0,5$  см в течение периода вегетации, несмотря на частые перебои в подаче оросительной воды. Автоматизация сооружений обеспечила повышение урожайности риса на участке с картами № 33 и 35 по сравнению с ближайшей неавтоматизированной картой № 37 (таблица). Как показали исследования, разница в урожайности ближайших друг к другу автоматизированных и неавтоматизированных участков составляет более 3 ц/га.

Заключительным этапом при автоматизации рисовой системы конструкции «Кубанская» является

регулирование распределителя модуля. Эта задача является сложной из-за необходимости пропуска в распределительном канале значительных расходов, поддержания перепадов уровня на регулирующих сооружениях более 50 см, высокой мутности потока, большого количества растительных остатков и для ее решения потребовалось провести доработку системы питания и контроля уровня регулятора CLC-6-AB. В 2013 г. усовершенствованный экспериментальный образец CLC-6-AB был установлен в голове распределителя модуля Рн-2-7-1 и безотказно работал в течение всего вегетационного периода (рис. 5).

**Урожайность риса на экспериментальных чеках  
ООО «Зерновая компания «Новопетровская», 2012 г.**

№ поливного участка (карта/чек)	Площадь, га	Валовый сбор, кг	Урожайность, ц/га	Средняя урожайность, ц/га	Средняя урожайность по хозяйству, ц/га	Сорт риса
33/1	5,22	40125	76,9	81,68	69,5	Рапан
33/2	5,15	41803	81,2			Рапан
35/1	5,15	44393	86,2	Рапан		
35/2	5,21	42930	82,4	Рапан		
37/1	5,02	40059	79,8	78,45		Рапан,
37/2	5,17	39860	77,1			Рапан



**Рис. 5. Работа канального регулятора CLC-6-AB в голове распределителя модуля системы «кубанского» типа**

На основе выполненных производственных испытаний в ООО «Зерновая компания «Новопетровская» в 2014 году начата программа полной автоматизации севооборотных участков системы конструкции «Кубанская». Автоматизирован модуль распределителя Рн-2-3-6 площадью 162 га, на котором установлено 6 канальных и 32 чековых регулятора вышеуказанных конструкций, которые обеспечивают эффективный контроль водопотребления. Исключен межчековый террасный переток в период технологических отключений подачи воды. Обеспечено равномерное накопление слоя атмосферных осадков.

#### Выводы

В результате продолжительных научных и конструкторских изысканий разработан и подготовлен к широкому производственному внедрению комплекс инновационных технических средств, обеспечивающий рациональное водопользование при орошении риса и соблюдение водного режима рисового поля даже в условиях современной сложной водохозяйственной обстановки.

Наличие комплекса работоспособных чековых и канальных средств автоматизации и внутрихозяйственный водооборот обеспечивают максимальную

экономии и рациональное использование водных ресурсов. Рассмотренные в статье средства регулирования гармонично сочетаются с современными системами и технологиями возделывания риса.

1. Кибальников С. В. Автоматизация рисовых оросительных систем. М.: Агропромиздат, 1985. 110 с.

2. Регулятор уровня в бьефах гидротехнических сооружений: А. с. 1236435, МКИ G 05 D 9/00 / Сербинов А. В., Островский В. Т. (СССР). – № 3647210/24-24; заявл. 28.09.1983; опубл. 07.06. 86. – Бюл. № 21. – 4 с

3. Автоматизированный чековый водовыпуск для дискретного регулирования уровня нижнего бьефа: А. с. 2492519, МКИ G 05 D 9/00 / Островский В. Т. [и др.] (РФ). – № 2012107508/28; заявл. 28.02.2012; опубл. 10.09.2013. – Бюл. № 25. – 9 с.

Материал поступил в редакцию 01.09.14.

**Островский Николай Вячеславович**, кандидат технических наук, доцент кафедры сопротивления материалов

Тел. 8 (861) 221-58-66

E-mail: [nik-ostrovskij@yandex.ru](mailto:nik-ostrovskij@yandex.ru)