

ПОЛИВНОЙ ТРУБОПРОВОД С СИСТЕМОЙ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОДОПОДАЧИ

А.А. Пахомов, Д.А. Суслин

Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград, Россия

В России более 70 % всех сельскохозяйственных угодий расположены в зонах недостаточного или неустойчивого естественного увлажнения, поэтому высокий и стабильный уровень производства сельскохозяйственной продукции может быть обеспечен только за счет орошения [1].

С конца 90-х годов XX века продолжается ухудшение мелиоративной ситуации в нашей стране: происходит сокращение орошаемых площадей, тяжелое состояние мелиоративных систем вследствие физического износа, а также технического отставания от уровня систем, соответствующих системам новых поколений [1, 7].

Фактически в РФ на данный момент поливается около 1 млн га земель, в том числе: дождеванием около 0,9 млн га, поверхностными способами не менее 90 тыс. га при уровне механизации поверхностного полива 3 % [1].

На сегодняшний день самым распространенным в мире и дешевым, с точки зрения использования энергоресурсов, способом полива остается поверхностный полив. До сих пор возможность поверхностного полива реализована не в полной мере из-за отсутствия эффективных средств механизации и автоматизации процесса водоподачи [2, 3].

Агропромышленный комплекс Волгоградской области обладает значительным производственным потенциалом. Наличие двух полноводных рек (Волга и Дон), 5,5 млн га пашни и обилие солнечных дней в году (около 200), дают региону возможность входить в число ведущих в России [4].

В последнее десятилетие в Волгоградской области площади поверхностного способа орошения существенно сократились. До 2009 г. площадь полива по бороздам и полосам составляла 33 тыс. га, в 2012 г. – 5,56 тыс. га, на сегодняшний день - около 2,2 тыс. га.

Современные ОС должны обеспечивать оптимальные условия для возделывания сельскохозяйственных культур и не допускать технологического сброса воды [4, 5].

Применение мобильных поливных трубопроводов исключает необходимость нарезки временных оросителей и выводных борозд, а также ускоряет процесс организации полива на вводимом орошаемом участке, что способствует повышению технологичности и качества процесса полива по бороздам [6]. Кроме того, использование мобильных поливных трубопроводов упрощает применение средств автоматизации водоподачи, что существенно повышает эффективность и экономичность [7].

В рамках модернизации существующих оросительных систем Заволжья на площадях овощных культур до 200 га мы предлагаем применять мобильный поливной трубопровод для подачи воды в поливные борозды [8] (рис. 1).

Предложенная конструкция мобильного поливного трубопровода представляет собой трубопровод, разделенный на поливные звенья. Поливное звено, в свою очередь включает в себя трубопровод с быстроразборными соединениями, бак управления водораспределением, а также запорное устройство в виде гибкого перфорированного шланга с растяжимыми грушами для перекрытия водовыпускных отверстий труб.

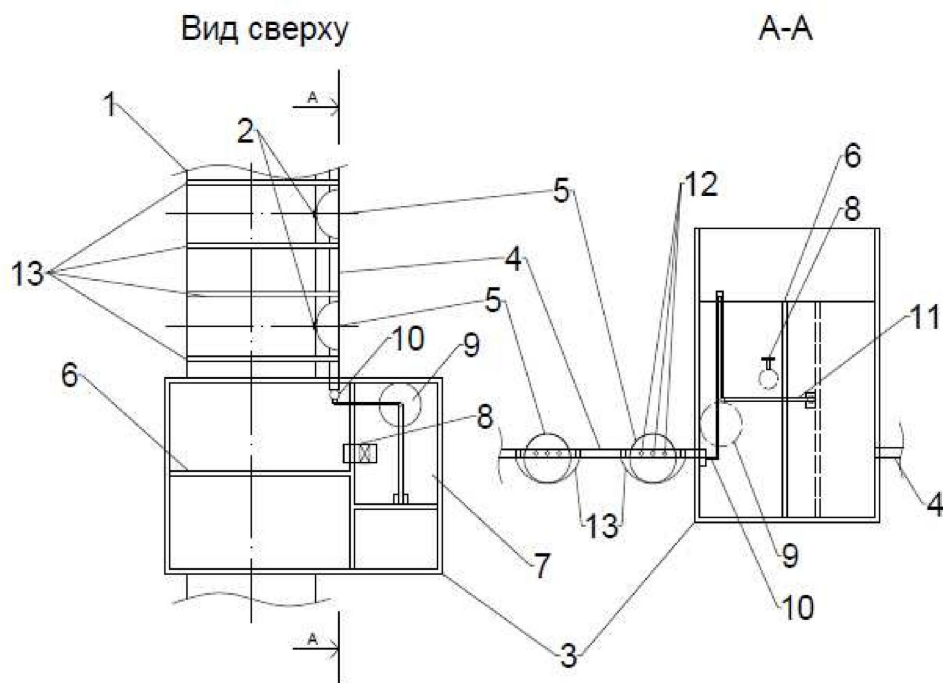


Рисунок 1 – Поливное звено:

1 – трубопровод, 2 – водовыпускные отверстия, 3 – бак управления водоподачей, 4 – гибкий шланг, 5 – запорные груши, 6 – водосливная стенка, 7 – камера гидравлического таймера, 8 – кран гидравлического таймера, 9 – поплавковый датчик, 10 – регулятор запорного устройства, 11 – шарнирное соединение поплавкового датчика, 12 – перфорация гибкого шланга для наполнения растяжимых груш, 13 – крепление запорного устройства

Применение трубопровода возможно в двух вариантах монтажа:

- подключение центрального бака управления к напорным гидрантам закрытой оросительной сети;
- подключение центрального бака управления к трубчатым водовыпускам открытой оросительной сети с подачей воды на участок самонапором за счет гидравлического перепада воды в канале, расположенном в полунасыпи или насыпи.

Гидравлический перепад на оросительных системах Волгоградского Заволжья достигает порядка 2 м, что обеспечивает возможность осуществления полива без применения насосно-силового оборудования. Автоматизирование процесса водоподачи средствами гидроавтоматики еще больше повышает экономичность процесса полива по бороздам.

Принцип работы заключается в следующем: трубопровод монтируется на орошаемом участке с подключением к трубчатому водовыпуску распределительного канала открытой оросительной сети. После настройки гидравлического таймера поливного звена, открывается регулятор расхода в центральном баке управления, и вода поступает в трубопровод. Водосливная стенка 6 создает подпор воды, за счет чего она через отверстия 2 поступает в поливные борозды. Через кран 8 гидравлического таймера времени полива происходит наполнение камеры 7.

При заполнении камеры 7 срабатывает поплавковый датчик 9, приводящий в движение регулятор запорного устройства 10, перекрывающий ток воды через шланг 4, что ведет к заполнению запорных груш 5. Увеличение объема груш, установленных

напротив водовыпускных отверстий 2 поливного трубопровода 1, ведет к их перекрытию [8].

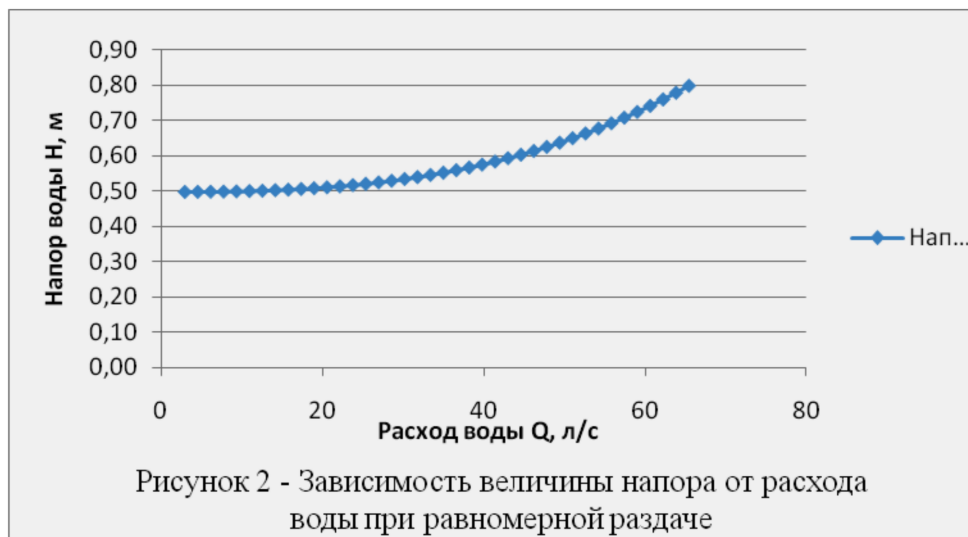
Целью исследований является разработка и обоснование технических и гидравлических параметров предлагаемой конструкции поливного трубопровода для создания низконапорной оросительной системы с поверхностным способом полива. Были проведены теоретические расчеты параметров конструкции, а также величины потерь напора, с учетом движения жидкости с переменной массой, так как на рабочем участке поливного трубопровода происходит непрерывная раздача расхода q вдоль пути.

В случае непрерывной раздачи жидкости по длине трубопровода, потери напора определяют по формуле [9]:

$$h_{\Pi} = \frac{1}{3} \times \lambda \times \frac{L}{d} \times \frac{V^2}{2g} \quad (1),$$

где λ – коэффициент гидравлического сопротивления, L – длина участка поливного трубопровода, d – диаметр, V – скорость течения жидкости, g – ускорение свободного падения.

По результатам расчетов построен график потерь напора, в зависимости от расхода воды в трубопроводе, при длине участка трубопровода $L=50$ м (рис. 2):



Для подтверждения результатов теоретических исследований были выполнены экспериментальные исследования. При разработке экспериментальной установки руководствовались теорией гидродинамического подобия, когда удовлетворяются условия геометрического, кинематического и динамического подобия.

При моделировании трубопровода с самонапорным движением воды основными силами являются силы гравитации. Поэтому моделирование проводилось с учетом критерия подобия Фруда [10].

Геометрический масштаб моделирования принят равным 1:4. Расход воды при данном масштабе в расчете на максимальный расход натурального трубопровода 67 л/с будет равен:

$$Q_M = \frac{Q_H}{\sqrt{\lambda^5}} = \frac{67}{\sqrt{4^5}} = 2,5 \text{ л/с}, \quad (2)$$

где Q_H – расход в натуральных условиях; Q_M – расход воды на модели; λ – геометрический масштаб моделирования.

Экспериментальные исследования показали, что для трубопровода с непрерывной раздачей вдоль пути ординаты пьезометрической линии могут не только убывать, но и возрастать вдоль пути, что соответствует выводам Малишевского Н.Г., Турчиновича В.Г. [11].

По результатам лабораторных исследований была выполнена математическая обработка экспериментальных данных и проведена оптимизация параметров конструкции поливного трубопровода.

Основным критерием эффективной работы любой поливной машины является равномерность подачи заданной поливной нормы. На этапе лабораторных исследований был принят показатель, характеризующий качество водоподачи - отклонение от нормы полива Δm .

Факторы, влияющие на выходной показатель, их уровни и интервалы варьирования представлены в таблице 1.

В соответствии с принятой методикой для исследования области оптимума был реализован план Рехтшафнера для 3-х факторного эксперимента. С помощью программы [12] планирования эксперимента в сельскохозяйственных процессах были определены оптимальные значения факторов и получено уравнение регрессии в канонической форме:

$$Y_{\Delta m} - 4,90 = 1,78X_1^2 + 2,09X_2^2 + 1,46X_3^2, \quad (3)$$

По результатам оптимизации рассматриваемого процесса для того, чтобы обеспечить минимальное отклонение от нормы полива Δm , необходимо принять следующие оптимальные значения факторов, находящиеся в следующих интервалах: диаметр ленточного затвора трубопровода $x_1 = -0,8 \dots -0,6$ (15,6...17,2 мм); отношение диаметра трубы к ее длине $x_2 = -0,1 \dots +0,1$ (0,0059...0,0061); отношение диаметра груши к среднему диаметру трубы $x_3 = -0,2 \dots 0$ (0,432...0,454), которые будут учтены при разработке конструкции мобильного поливного трубопровода и проведении полевых опытов.

Таблица 1 – Факторы, их уровни и интервалы варьирования

Факторы	Уровни фактора			Интервал варьирования, ϵ
	0	-1	+1	
x_1 – диаметр ленточного затвора, мм	30	22	38	8
x_2 – отношение диаметра трубы к длине, единиц	0,007	0,006	,008	0,001
x_3 – отношение диаметра груши к среднему диаметру трубы, единиц	0,543	0,454	0,632	0,089

Список использованных источников

1. Основные концептуальные положения программы развития мелиорируемых земель России [Текст] / Под ред. В.Н. Щедрина, А.В. Колганова. - Новочеркасск, 2004.
2. Автоматизация водоподачи и учет воды на внутрихозяйственной оросительной системе: монография / Овчинников, А.С., Пахомов А.А., Колобанова Н.А., Скворцов В.Ф., Якубов В.В. – Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2012. – 188с.
3. Тарасов Л. И. О применении поверхностного полива в Поволжье // Гидротехника и мелиорация. - 1979. - № 5. - С.41-43.

4. Моделирование процесса водоподдачи в автоматизированном поливном трубопроводе / Пахомов А.А., Суслин Д.А. // *Materialy X Miedzynarodowej naukow-praktycznej konferencji «Aktualne problem nowoczesnych nauk – 2014» Volume 22. Rolnictwo. Weterynaria.: Przemysl. Nauka I studia* – 80 str.
5. Пахомов, А.А. Расчет переходных процессов в каналах с автоматическим регулированием водоподдачи. / Пахомов А.А., Колобанова Н.А., Скворцов В.Ф. // *Известия нижеволжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование, Волгоград №4(20), 2010, с. 176-181.*
6. Сурин, В.А. Механизация и автоматизация полива сельскохозяйственных культур. / Сурин, В.А., Носенко В.Ф. – М.: Колос, 1981. – 271с., ил. – (учебники и учеб. пособия для с.-х. техникумов).
7. Щедрин, В.Н. Оросительные системы России: от поколения к поколению [Текст]: монография /В.Н. Щедрин, А.В. Колганов, С.М. Васильев, А.А. Чураев. – Новочеркасск: Геликон, 2013. – В 2 ч. – Ч. 1. – 283 с.
8. Поливной трубопровод [Текст]: патент на полезную модель №140738 /Пахомов А.А., Ходяков Е.А., Суслин Д.А., Попов П.С., Колобанова Н.А.
9. Альтшуль, А. Примеры расчетов по гидравлике / Под ред. А.Д. Альтшуля. — М.: Стройиздат, 1977. - 255 с.
10. Розанов Н.П., Гидротехнические сооружения / Н.П. Розанов, Я.В. Бочкарев, В.С. Лапшенков и др.; Под ред. Н.П. Розанова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 432 с., ил. – (Учебники и учебн. пособия для высш. с.-х. учебн. заведений)]
11. Петров Г.А., Гидравлика переменной массы/ Петров Г.А. – издательство Харьковского ордена трудового красного знамени государственного университета им. А.М. Горького, 1964.
12. Мельников, С.В., Планирование эксперимента в исследованиях с.-х. процессов. / Мельников С.В., Алешкин В.Р., Рошин П.М. – М.: Колос, 1972. – 200 с.

УДК 628.1

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПОДГОТОВКИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДЫ НА ГРУППОВЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВОДОПРОВОДАХ

А.В. Петроченко

Институт водных проблем и мелиорации, г. Киев, Украина

Согласно стандартам Европейской экономической комиссии ООН, государство, в котором запасы пресной воды не превышают 1,7 тыс. м³ на одного человека, считается необеспеченным собственными водными ресурсами. На одного жителя Украины приходится 1,1 тыс. м³ собственных запасов воды, а в маловодные годы этот показатель опускается до 520 м³. Для сравнения, в таких странах Европы как Норвегия, Россия, Финляндия, Швеция, Латвия, Беларусь, на одного жителя приходится соответственно: 86,2; 30,0; 20,4; 18,9; 7,3; 3,8 тыс. м³ воды [1]. Ситуация с обеспечением природными водными ресурсами регионов Украины усугубляется еще и неравномерностью распределения по территории страны речного стока, который, в зависимости от годовых сумм осадков, колеблется от 48,8 до 83,5 млрд. м³. При этом около 70% стока приходится на северо-запад, где проживает около 40% населения страны, а на юго-восточные территории, где проживает почти 60 % населения, приходится 30% речного стока. В связи с этим, одной из главных водохозяйственных задач Украины является обеспечение потребностей в воде агропромышленного комплекса и жителей сельских населенных пунктов. Эта задача решается путем переброски в маловодные регионы днепровской воды по каналам и водоводам.

Для улучшения санитарно-бытовых условий проживания сельского населения, развития экономики и возрождения села еще в 60-х годах прошлого столетия была