

УДК 502/504:631.347.001.2

С. С. ТУРАПИН, А. Н. ЖИРНОВ

Федеральное государственное научное учреждение
Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения
«Радуга», Коломна

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА МОДЕРНИЗАЦИИ ДОЖДЕОБРАЗУЮЩЕГО ПОЯСА ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН

Описаны основные технические средства для оборудования и модернизации дождевого пояса электрифицированных машин. Приведены сведения о типах, конструкциях дождеобразующих устройств для электрифицированных дождевальных машин.

Модернизация дождевального пояса электрифицированных машин, дождеобразующие устройства, регуляторы давления, импульсная водоподача, конструктивные параметры машины.

The basic technical means for the equipment and modernization of the sprinkling making belt of electrified sprinkling machines are described. There are given data on types, designs of sprinkling making devices for electrified sprinkling machines.

Modernization of the sprinkling belt of electrified machines, sprinkling making devices, pressure regulators, impulsive water supply, design parameters of machines.

Совершенствование электрифицированных дождевальных машин направлено на решение трех основных задач, а именно: экономия оросительной воды; снижение энергозатрат на проведение поливов; оптимизация временных затрат.

В концептуальной схеме широкозахватных электрифицированных дождевальных машин за эти задачи отвечают следующие основные структурные элементы: дождеобразующий пояс, установленный на водопроводящем трубопроводе ферменной конструкции;

привод и трансмиссия опорных тележек;

система управления машиной.

Дождевой пояс должен стать комбинированным, обеспечивающим обычный полив, поверхностный полив в случае полива животноводческими стоками и мелкодисперсный полив для подачи химикатов. Конструкция машины кругового действия должна предусматривать полив углов, иметь возможность регулировать выдачу осадков на первых ферменных пролетах за счет импульсной водоподачи через насадки и аппараты.

Анализ мировых тенденций показывает возможные варианты решения задач по совершенствованию дождевого пояса электрифицированных дождевальных машин.

Принципиальная схема водовыпусков дождевого пояса приведена на рис. 1.

Регуляторы давления. Рабочее давление и расход воды регулируют перед дождевальными насадками. Выбор диаметра сопла насадок зависит от

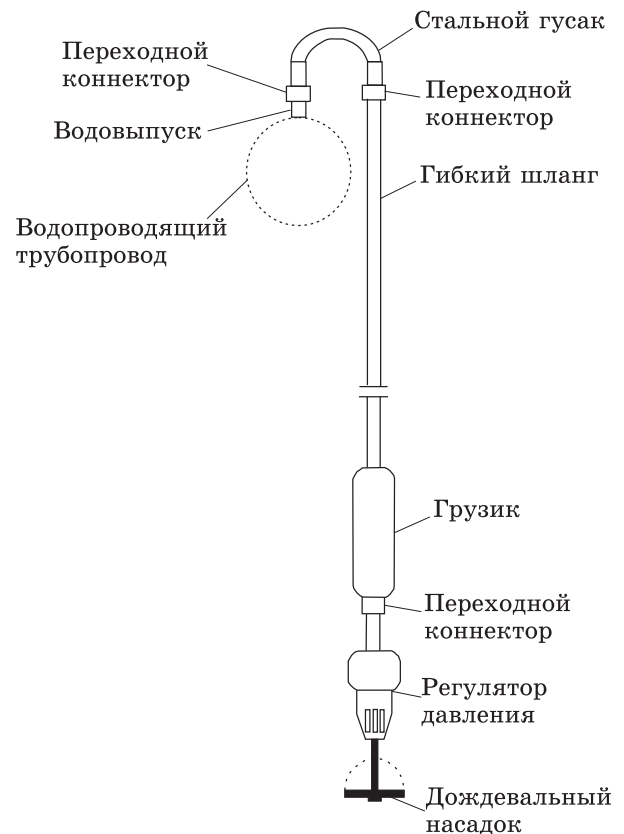


Рис. 1. Схема водовыпусков дождевого пояса

калибровки регуляторов давления (как правило, отверстия в регуляторе меньше, чем в насадке). Низконапорные регуляторы позволяют машине работать при минимальном давлении.

Для правильной работы регуляторам давления нужно повышенное давление. Потери давления внутри регулятора могут составлять от 0,02 МПа и более. Таким образом, давление на входе в регулятор должно на 0,02 МПа превышать давление, заданное на регуляторе. Регуляторы, установленные на 0,04 МПа, должны иметь на входе давление 0,06 МПа. Давление на входе в регулятор контролируют при помощи манометра, установленного выше регулятора на последнем водовыпускном

отверстии дождевого пояса, и проверяют, когда машина движется вверх по склону. Другой манометр, находящийся на первом водовыпускном отверстии, регистрирует рабочее давление во время движения машины вниз по склону.

От калибровки регуляторов давления зависят конструктивные параметры машины, величина рабочего давления и общее энергопотребление, а также эксплуатационные затраты.

Регуляторы давления не обязательны для всех дождевальных машин, их применение необходимо в некоторых случаях. В таблице показано, как колебания рельефа местности влияют на рабочее давление в водопроводящем трубопроводе.

Изменение рабочего давления машины длиной 400 м при работе на уклонах*

Уклон, м	Изменение давления, МПа	Проектное рабочее давление машины, МПа**				
		0,041	0,068	0,136	0,204	0,272
		% колебания давления				
0,7	0,007	16,5	10,0	5,0	3,3	2,5
1,4	0,014	33,0	20,0	10,0	6,6	5,0
2,1	0,020	50,0	30,0	15,0	10,0	7,5
2,8	0,027		40,0	20,0	13,0	10,0
3,5	0,034		50,0	25,0	16,6	12,5
4,2	0,041			30,0	20,0	15,0
4,9	0,048				23,0	17,5
5,6	0,054				26,6	20,0

Примечания:

* Колебание давления не должно превышать 20 %. ** Давление на насадке дождеобразующих устройств.

Неровности рельефа оказывают наибольшее влияние на рабочее давление низконапорных машин. От первого дождеобразующего устройства до неподвижной опоры колебание рабочего давления не должно превышать 20 % проектного. В применении регуляторов давления нет необходимости, если уклон не превышает 1,5...3 м по длине дождевальной машины, так как экономия затрат при эксплуатации не окупится капитальными вложениями при покупке. Там, где уклон больше, возникает альтернатива: повышать рабочее давление (и затраты на подачу воды) или использовать регуляторы давления. Принятие решения зависит от конкретных условий эксплуатации машины, при этом необходимо сравнить затраты на регуляторы с эксплуатационными затратами без них (как видно из таблицы, каждое увеличение уклона на 0,7 м требует повышение рабочего давления на 0,07 МПа).

В тех случаях, когда расход машины и, следовательно, рабочее давление значительно изменяются в течение вегетационного сезона, например из-за неравномерности выпадения осадков или сезонных колебаний уровня грунтовых вод в артезианских скважинах, проектный расход (производительность) машины и необходимость использования регуляторов давления следует тщательно рассчитывать. Если давление воды для работы регуляторов опускается ниже необходимого, коэффициент эффективного полива будет очень низким. И наоборот, если проектное рабочее давление является высоким, то затраты на подачу воды будут неоправданно высокими. Когда рабочее давление падает ниже необходимого уровня, следует заменить дождеобразующие устройства на другие, имеющие меньший расход, тем самым можно добиться повышения давления в водопроводящем трубопроводе.

Дождеобразующие устройства. Коромысловые дождевальные аппараты. В 1960–70-х годах дождевальные машины кругового действия оснащались высоконапорными коромысловыми дождевальными аппаратами, так как в то время стоимость электроэнергии была низкой и экономия поливной воды не казалась значимым фактором. В настоящее время применение высоконапорных дождевальных аппаратов представляется целесообразным только в отдельных случаях (например, при внесении животноводческих стоков).

Коромысловые аппараты обычно устанавливают непосредственно на водопроводящем трубопроводе, они выбрасывают поливную струю под углом 15...27°. Радиус действия таких аппаратов составляет от 15 до 30 м. При этом потери поливной воды на снос ветром и испарение составляют от 25 до 35 % или более. Аппараты, имеющие низкий угол вылета струи (7°), позволяют сократить потери воды на снос ветром, однако снижается и радиус полива аппарата, тем не менее значительного снижения рабочего давления не происходит (рис. 2).

Использование дальнеструйных дождевальных аппаратов на электрифицированных дождевальных машинах возможно только в качестве концевых для увеличения орошаемой площади под машиной. Непосредственно для полива углов их использовать не рекомендуется, так как у таких аппаратов большой расход и неравномерное водораспределение при высоких энергозатратах.

Низконапорные дождеобразующие устройства (дождевальные насадки).

Применение дождевальных аппаратов для оснащения электрифицированных дождевальных машин в наши дни крайне редко. Имеется целый ряд других устройств, способствующих более эффективному распределению поливной воды. Эти устройства, соответствующие современным агротехническим требованиям, предъявляемым к дождевальным машинам, работают под низким давлением. Низконапорные дождеобразующие органы менее энергозатратны, при правильном размещении они обеспечивают потребление культурами большей части поданной поливной воды. Подбор

машины обусловлен качеством низконапорных дождеобразующих устройств и высотой их расположения над поверхностью орошаемого участка: чем меньше рабочее давление этих устройств, тем лучше. При расстоянии между устройствами данного типа 1,5...4,5 м рабочее давление составляет около 0,4 МПа, но при таком варианте потребуется больше устройств по сравнению с их расстановкой на расстоянии 5...10 м. Водораспределение является наиболее эффективным, если дождеобразующие устройства располагаются на высоте от 0,4 до 0,5 м над поверхностью почвы, благодаря чему поливная вода распределяется внутри растительного покрова. Можно использовать разбрызгивающие, капельные или контактирующие с почвой дождеобразующие устройства.

Как показывают полевые исследования, при отсутствии ветра низконапорные дождеобразующие устройства, размещенные на расстоянии 1,5...2,0 м над поверхностью почвы, могут обеспечивать коэффициент эффективного полива до 0,9. Однако при усилении ветра потери поливной воды на испарение быстро увеличиваются. Во время одного из опытов, который проводили при скорости ветра 6...8 м/с, потери поливной воды на испарение составили 17...30 %. Другие исследования, проводившиеся в процессе работы дождевальной машины фронтального перемещения, показали, что при скорости ветра около 9,8 м/с и порывах до 15 м/с потери поливной воды на снос ветром и испарение составили 94 %.



Рис. 2. Коромысловый аппарат с углом наклона ствола 27°

Величина потерь поливной воды на испарение в значительной мере зависит от скорости ветра, относительной влажности и температуры.

Рассмотрим три низконапорных дождеобразующих устройства, которые позволяют значительно снизить рабочее давление и использовать большую часть оросительной воды для роста растений.

Дождеобразующие устройства средней высоты размещения над поверхностью почвы. Эти устройства обычно располагаются приблизительно на половине расстояния от водопроводящего трубопровода до поверхности почвы. Вода распределяется над растительным покровом даже таких высоких культур, как кукуруза. Жесткие или гибкие шланги водовыпусков соединяются с водопроводящим трубопроводом при помощи гусака (см. рис. 1). Могут также использоваться противовесы (грузики). Давление на насадках зависит от их типа и разбрызгивающего дефлектора.

Если обычные насадки требуют рабочего давления 0,17...0,20 МПа, то усовершенствованные требуют рабочего давления, равного 0,05...0,07 МПа при расстоянии между ними 2,6...3,0 м. Рабочее давление может достигать до 0,041 МПа, если расстояние между устройствами уменьшить до 1,5...2,0 м.

Как показали опыты, при выращивании орошаемой кукурузы 10...12 % поливной воды, распределяемой поверх растительного покрова, теряется на смачивание листьев. Еще выше потери на испарение.

Дождеобразующие устройства приземного водораспределения располагаются на расстоянии 0,3...0,46 м над поверхностью почвы. Эти устройства увлажняют меньшую часть листовенного покрова культуры, в частности при посадке по кругу, и позволяют значительно снизить потери воды на испарение. Дождеобразующие устройства приземного водораспределения обычно размещаются на расстоянии 1,5...2,0 м друг от друга. Каждое дождеобразующее устройство соединяется с гибким шлангом, который в свою очередь соединяется коленом (гусак) или консолью с водопроводящим трубопроводом машины (рис. 3). Противовесы (грузики) помогают

стабилизировать положение дождеобразующих устройств при ветре и позволяют работать среди растений, посаженных прямыми рядами. Коэффициент эффективного полива достигает 0,85...0,90, но может быть ниже при орошении низкостебельных культур.

Низконапорные органы дождеобразующих устройств дают возможность распределять поливную воду между двумя междурядьями культур. Вода подается «пузырями» через устройства, расположенные на высоте 0,3...0,46 м над поверхностью, или через волочащиеся водовыпуски «socks».



Рис. 3. Присоединение дождеобразующих устройств приземного водораспределения

Водовыпуски типа «socks» («носки») позволяют уменьшить почвенную эрозию в бороздах; двойные «носки» обеспечивают защиту и сохранность обваловки борозд (рис. 4). Волочащиеся шланги или «носки» можно легко вынимать из соединительных муфт и при необходимости заменять насадками или дефлекторами для внесения химикатов.

Расстояние между данными устройствами составляет обычно 1,5...2,0 м, что соответствует двойному расстоянию между рядами. Таким образом, одна половина ряда увлажняется, а вторая остается сухой. Сухие зоны позволяют лучше накапливать влагу. Кроме того, остается сухая зона для движения колес машины, если культуры

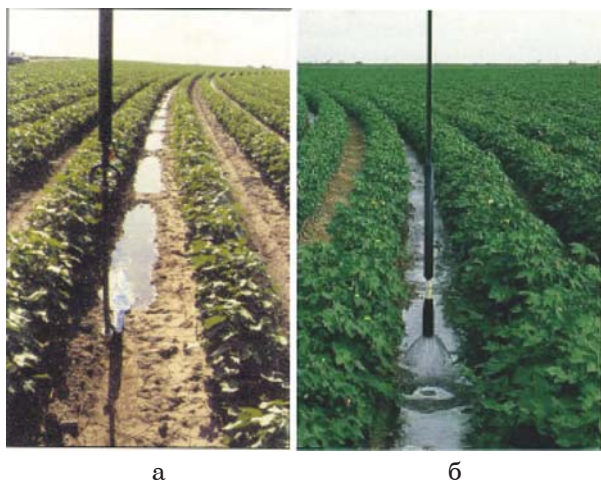


Рис. 4. Низконапорные дождеобразующие органы: а – приземный водовыпуск «двусторонний носок»; б – «пузырчатый дождь» из низконапорного водовыпуска

растут по кругу. Исследования и полевые опыты показывают, что урожайность не зависит от того, подается ли вода в каждую борозду или через одну. Рабочее давление на сопле обычно равно 0,041 МПа.

Выводы

При использовании низконапорных дождеобразующих органов 95...98 % подаваемой воды поступает к растениям. Водораспределение этих устройств является точным и концентрированным, что

требует точного расчета режимов орошения, особенно на глинистых почвах.

1. **Рязанцев А. И.** Механико-технологическое совершенствование дождевальной техники: монография. – Коломна: ФГОУ «Коломенский ИППК», 2003. – 246 с.

2. **Рыжко Н. Ф.** Совершенствование дождеобразующих устройств для многоопорных дождевальных машин. – Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2009. – 176 с.

3. Tailored Application Solutions. Step-by-Step Guide / Valmont industries, Inc., Valley, NE 68064 USA // AD10185 JN 6/04. (Руководство по комплектации машин кругового действия дождеобразующими устройствами). – 32 с.

Материал поступил в редакцию 11.10.10.

Турапин Сергей Сергеевич, кандидат технических наук, зам. директора по внедрению
Тел. 8 (4966) 17-09-50

E-mail: raduga@golutvin.ru

Жирнов Андрей Николаевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела систем орошения дождеванием

Тел. 8 (4966) 17-04-74 (доб.126)

E-mail: raduga@golutvin.ru