

## РАДИУС ОРОШЕНИЯ СТРУЙНЫМИ ДОЖДЕВАЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ ПРИ ВЕТРЕ

**А.С. Анженков**, кандидат технических наук

РУП «Институт мелиорации»

г. Минск, Беларусь

**Ключевые слова:** дождевание, дождевальная установка, средний радиус дождевания, ветер

### Введение

Территория Республики Беларусь относится к зоне неустойчивого увлажнения, кроме того, в последнее время наблюдаются признаки аридизации климата [8], ведущие к потере продуктивности земли, поэтому в республике объективно необходимо применять наряду с осушительными и оросительными мелиорациями.

Известно, что поддержание на достаточно высоком уровне плодородия почв и повышение их продуктивности существенно зависит от водного режима, определяющего, в том числе, доступность для растений и эффективность использования элементов питания, содержащихся в почве. Особенно важен водный фактор для влаголюбивых овощных культур, высокоэффективное возделывание которых на почвах Беларуси невозможно без дополнительного увлажнения. Не случайно площади орошаемых земель в Беларуси в последние годы увеличиваются [9]. Актуальность орошения особенно высока в южном регионе, где росту производства плодоовощной продукции ежегодно противостоит возрастающая засушливость климата.

Однако орошение, само по себе, еще не является гарантом высокой эффективности растениеводства в условиях недостатка почвенной влаги. Для максимальной продуктивности необходимо соблюдение ряда агробиологических, мелиоративных и экологических, организационно-хозяйственных требований [10].

Основным способом орошения в Беларуси является дождевание. Его основные достоинства:

- благоприятное физиологическое действие на растения усиливает процесс ассимиляции, понижает температуру тканей и дает возможность при меньших количествах оросительной воды по сравнению с обычными поверхностными способами орошения получить такой же или более высокий урожай;
- механизация процесса полива, снижающая затраты ручного труда;
- возможность проводить более частые поливы меньшими поливными нормами, и, соответственно, регулировать глубину увлажнения почвы, что особенно важно при близких грунтовых водах, маломощных почвах и просадочных грунтах;
- возможность применять при сложном микрорельефе полей и отсутствие в связи с этим необходимости их тщательной планировки;

- создание условий для более высокого уровня механизации сельскохозяйственных процессов на полях;
- возможность проведения удобрительных, освежительных, противозаморозковых поливов;
- высокая производительность внесения поливной жидкости.

Для рационального использования водных и энергетических ресурсов при дождевании необходимо соблюдать максимально возможное качество искусственного дождя: регулирование водного режима почвы в соответствии с требованиями растений путем проведения своевременных поливов необходимыми нормами; равномерное увлажнение орошаемой площади такими нормами и интенсивностью дождя, при которых на поверхности почвы не образуются лужи и сток, не повреждаются растения и почва, а потери на испарение минимальные [11].

Особенность оценки качества искусственного дождя, создаваемого при дождевании, заключается в том, что его определяет результат взаимодействия следующих элементов: поливная жидкость, источник искусственного дождя, искусственный дождь, воздушная среда, почва, растения.

Основными методами повышения качества дождя являются:

- оптимизация параметров искусственного дождя, создаваемого непосредственно дождевальной техникой;
- повышение сопротивляемости почвенного покрова эрозионному воздействию;
- технологические мероприятия.

Наиболее эффективны мероприятия, направленные на совершенствование дождевальной техники и ее элементов, как иницирующих процесс создания искусственного дождя. Это, в первую очередь, совершенствование конструкций дождевальных аппаратов, и менее затратная часть – рациональная их расстановка с целью максимизации технической части качества дождевания.

#### **Основная часть**

Сложность выбора оптимальной расстановки дождевальных аппаратов заключается в одновременном учете большого числа факторов, влияющих на равномерность. К их числу относятся конструктивные (тип аппаратов, расстояние между гидрантами, давление на входе и т.д.) и природные (скорость и направление ветра относительно оси трубопровода и т. д.). Агротехническими требованиями на дождевальные машины устанавливаются нижние границы равномерности полива: коэффициент эффективного полива  $K_{\text{эф}} > 0,7$ , коэффициент недостаточного полива  $K_{\text{нп}} < 0,15$  [1]. Равномерность распределения слоя осадков по площади полива является одним из важнейших факторов, влияющих на эффективность орошения дождеванием. При создании новой техники необходимо учитывать, что с одной стороны, достижение идеальной равномерности сопряжено с дополнительными капитальными и эксплуатационными затратами, а с другой – ограничено агро-

техническими требованиями, технологическими особенностями процесса полива конкретным видом техники и природно-хозяйственными условиями. Потери урожая от неравномерного полива прямо пропорциональны коэффициенту неравномерности [2, 3].

Указанные параметры должны обеспечиваться при всех режимах работы и скоростях ветра при условии, что средняя интенсивность дождя не должна превышать агротехнические требования.

При определении расстояний между аппаратами и между гидрантами оросительной сети поиск может производиться при их прямоугольной или треугольной расстановке, причем при определении расстановки аппаратов на многоопорных самоходных трубопроводах большая сторона прямоугольника должна соответствовать расстоянию между гидрантами. Это следует из результатов исследования затрат времени оператора на технологическое обслуживание. Увеличение расстояний между гидрантами позволяет сократить число гидрантов на оросительной сети, затраты времени на технологическое обслуживание дождевальных машин, повысить производительность труда.

Таким образом, задача нахождения оптимальных расстояний между аппаратами и гидрантами состоит в нахождении такой области, в которой соблюдаются агротехнические требования к интенсивности и равномерности распределения дождя при всех сочетаниях факторов, неблагоприятно влияющих на распределение дождя. При этом равномерность дождя будет зависеть не только от скорости, но и от направления ветра. Наихудшим, в смысле влияния на равномерность, будет направление ветра, перпендикулярное к оси трубопровода.

Используемые в настоящее время зависимости для расчета расстояний между гидрантами (дождевальными аппаратами на трубопроводе) не в полной мере учитывают воздействие ветра на контур орошения. Экспериментальные исследования [4] показывают уменьшение среднего радиуса полива по экспоненциальной зависимости, т.е. средний радиус полива при ветре  $R_B$  может быть определен:

$$R_B = R \cdot k_B, \quad (1)$$

где  $R$  – радиус полива аппаратом без ветра, м;  $k_B$  – коэффициент влияния ветра на средний радиус полива.

Значение  $k_B$  зависит в первую очередь от скорости ветра. Для струйных аппаратов согласно анализу экспериментальных данных, в том числе Желязко В.И. [4], Невдах В.И. [5], средний радиус поливаемого участка изменяется по зависимостям:

$$ДД-30 - R_с = 66,2 \cdot e^{-0,04V}; \quad (2)$$

$$ДКШ 64.00.060 - R_с = 16,5 \cdot e^{-0,127V}; \quad (3)$$

$$ДДН-70 - R_с = 69,9 \cdot e^{-0,067V}; \quad (4)$$

$$ДКН 80.05.000 - R_с = 66,2 \cdot e^{-0,117V}. \quad (5)$$

Исходя из диаметра сопла, применяемого на данных аппаратах, прослеживается явная зависимость коэффициента от диаметра, и чем больше диаметр, тем меньшее воздействие ветер оказывает на дальность полета струи.

Для диапазона диаметров 5-55 мм и скорости ветра 0-6 м/с, а так же отношении  $H/d = 1000-3000$  (ограничения связаны с недостаточной исследованностью работы аппаратов за пределами указанных режимов) коэффициент можно рассчитать по эмпирической формуле, учитывающей скорость ветра и диаметр сопла. Используя экспериментальные данные [4, 5] и полученные на их основе зависимости (2, 3, 4, 5), нами получено следующее уравнение[6]:

$$k_B = e^{(2,42d - 0,141)v}, \quad (6)$$

где  $d$  – диаметр сопла, м;  $v$  – скорость ветра, м/с.

Графики для различных диаметров, построенные по формуле (6), приведены на рис.1

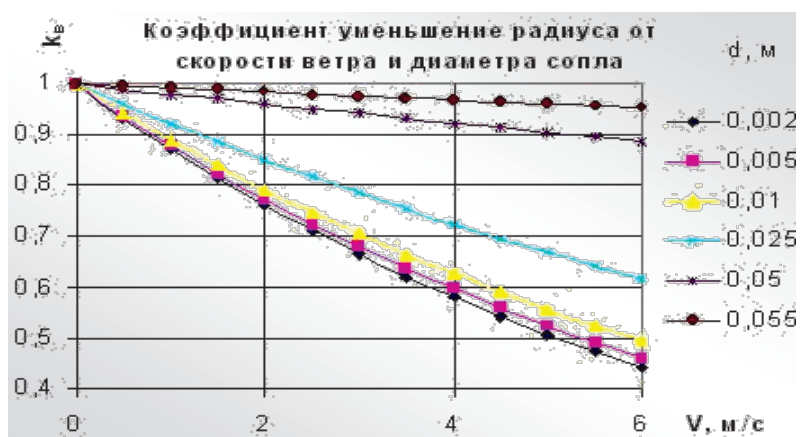


Рисунок 1 – Коэффициент уменьшения среднего радиуса полива от скорости ветра при различных диаметрах сопла

Анализ графика (рис. 1) свидетельствует о меньшем влиянии ветра на дождевальные аппараты с большим диаметром сопла, что обусловлено большим средним диаметром образуемых капель.

Средние значения  $k_{v, \text{ср}} = \sum k_B(d_i)/j$  примерно соответствуют значениям, полученным по зависимости ВНИИМиТП ( $K'$ ) (рис. 2).

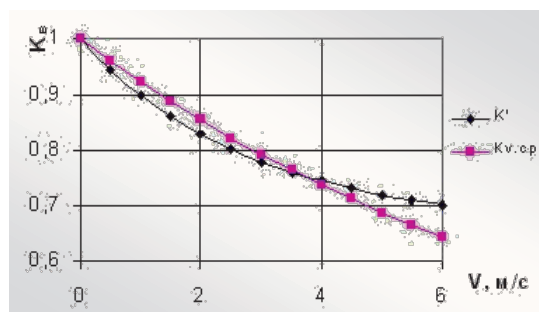


Рисунок 2 – Соотношение полученной зависимости ( $k_{v, \text{ср}}$  (6)) и ВНИИМиТП ( $K'$ )

Для практических расчетов скорость ветра принимается по климатическим справочникам района проектируемой оросительной сети, средняя по месяцам вегетации (май – сентябрь) для часов наиболее благоприятных для полива. Для Белоруссии – это 7, 19 часов, средняя скорость ветра при этом составляет 3,4 м/с [7].

Для ДД – 30 (диаметр сопла 30мм), например, с учетом ветрового воздействия, при поливе по кругу с размещением позиций по квадрату расстояние между гидрантами составит:

$$a = b = 1,15R,$$

где а, б – соответственно стороны квадрата.

Учет влияния скорости ветра при проектировании и реконструкции оросительных систем позволит повысить равномерность полива в наиболее вероятных погодных условиях в период вегетации.

#### **Заключение**

1. Средний радиус орошения при дождевании зависит от скорости ветра, причем обратно пропорционально диаметру сопла дождевального аппарата.

2. При диаметре сопла более 50мм влиянием ветра в пределах до 6 м/с можно пренебречь.

3. Коэффициент влияния ветра на средний радиус полива в пределах диаметров насадок 5-55 мм и скорости ветра 0-6 м/с, а так же отношении  $H/d = 1000-3000$  можно определить по зависимости  $k_B = e^{(2,42d - 0,141)v}$ .

4. Учет изменения среднего радиуса полива в зависимости от наиболее вероятной скорости ветра региона позволит повысить качество дождевания за счет повышения равномерности искусственного дождя.

#### **Библиографический список**

1. ОСТ 70.11.1-74. Машины и установки дождевальные. Программа и методы испытаний. – Москва, 1977.
2. Варлев, И. Оптимизация равномерности полива / И. Варлеев // Гидротехника и мелиорация. – 1981. – № 6.
3. Методика оценки эффективности дождевальных машин. Москва: ЦНИИТЭИ В/О "Союзсельхозтехника". – 1975.
4. Желязко, В.И. Дождевание многолетних трав стоками свиноводческих комплексов / В.И. Желязко // диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Горки, 1987.
5. Невдах, В.И. Повышения качества дождевания культурных пастбищ на минеральных почвах Белоруссии / В.И. Невдах // диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Горки, 1986.
6. Анженков, А.С. Оптимизация расстояния между струйными дождевальными аппаратами / А.С. Анженков // Материалы междунар. конф. Экологические проблемы мелиорации (27 – 28 марта 2002г.). – Москва: УПК «Федоровец». – 2002. – С. 286-287.
7. Руководство по проектированию и изысканиям объектов мелиоративного и водохозяйственного строительства в Белорусской ССР: (РПИ-82) часть III Оросительные системы. – Минск, 1984. – 371с.
8. Шестое национальное сообщение Республики Беларусь об изменении климата. РУП «БЕЛ НИЦ «ЭКОЛОГИЯ». – Минск, 2013. – 237с.
9. Государственная программа сохранения и использования мелиорированных земель на 2011 - 2015 годы. Утверждена Постановлением Совмина Республики Беларусь 31.08.2010 №1262. в редакции Постановления Совмина Республики Беларусь 31.07.2014 №1262.

10. Анженков, А.С. Дождевальная техника для условий Республики Беларусь / А.С. Анженков, М.Г. Голченко, Д.А. Емельяненко // Вестник БГСХА. – 2013. – №3. – С. 102–105.

11. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации. Г.И. Афанасик, М.Г. Голченко, А.П. Лихацевич, Г.И. Михайлов //учеб: под ред. А.П. Лихацевича. – Минск: Тэхналогія, 2000. – 436 с.

#### **Summary**

**A. Anzhenkov**

#### **IRRIGATION RADIUS OF JET SPRINKLING UNIT IN WINDY CONDITIONS**

The article describes the effect of wind speed on mean radius of irrigation during sprinkling. The dependence is presented what determines the coefficient of wind effect on mean radius of irrigation. Right position for jet sprinkling units is recommended as well.

*Поступила 21.10.2015*