

вого класса 1,4 и 2,0 при работе с оборотными плугами с ориентацией левого или правого борта по борозде.

2. Использование фронтальной навески с дополнительными орудиями для основной обработки почвы оборотными плугами с тракторами более мощного сегмента предполагает вождение по невспаханному полю вне борозды. В этом случае механизм оборота должен оснащаться двумя гидроцилиндрами двустороннего действия.

#### **Список используемой литературы**

1. Дополнительные орудия для повышения эффективности основной обработки почвы оборотными плугами / И.С. Крук, О.В. Гордеенко, Ф.И. Назаров [и др.] // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: Сборник науч. статей Межд. научн.-практ. конф.: Минск, 8-9 июня 2016 г./ Редкол.: Н.Н. Романюк [и др.]. - Минск: БГАТУ, 2016. - С. 118-122

2. Чудо-плуг: ровняет поле как утюг / Drupal. <http://zil.mogved.by/content/chudo-plug-rovnjaet-pole-kak-utjug/> stati (дата доступа 27.03.2017)

УДК 631.67:635

### **ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ ОВОЩЕЙ ОТКРЫТОГО ГРУНТА**

В.Н. Дашков д.т.н., профессор, Н.М. Мурашко, Л.А. Абрамчик,  
Д.С. Шахрай

*Белорусский государственный аграрный технический университет,  
г. Минск, Республики Беларусь*

#### **Введение**

Повышения урожайности овощной продукции в Республике Беларусь можно достичь, применяя новые технологии искусственного орошения овощных культур, выращиваемых в условиях открытого грунта. Практика выращивания таких культур продемонстрировала недостатки традиционных способов полива по бороздам и дождевания, заключающиеся в неравномерности распределения влаги, неэкономном расходе водных ресурсов и неэффективности или невозможности внесения с поливной водой

растворимых удобрений и средств защиты растений [1]. Капельное орошение – способ полива, при котором вода по системе полиэтиленовых трубопроводов микроводовыпусков (эмиттеров) попадает в корневую зону каждого растения в соответствии с его потребностями. Преимущество капельного орошения заключается еще и в том, что вместе с поливной водой можно систематически вносить малые дозы неорганических удобрений. Оптимальные условия питания для растений создаются, если удобрения вносятся в наиболее влажный слой почвы, а внесение их с поливной водой способствуют прибавке урожая и повышению коэффициента использования питательных веществ [3]. Кроме того, на 30-50% снижаются нормы внесения удобрений при их подаче непосредственно в корневую систему каждого растения [2].

### **Основная часть**

Система капельного орошения состоит из водозаборного узла, фильтростанции, узла внесения удобрений, регулятора давления, магистрального трубопровода, оросительных трубок с микроводовыпусками (эмиттерами). Для дозированного внесения удобрений и средств защиты растений от почвенных вредителей предназначен такой элемент системы капельного орошения, как удобрительный узел. Обычно удобрительный узел используют в виде инжектора, так как он отличается простотой и надежностью.

Правильно рассчитанный и приготовленный маточный раствор обеспечивает надежную работу растворного узла и создает условия полноценного питания растений. Составить питательный раствор можно двумя способами: на основе комплексных удобрений или используя исключительно моноудобрения. Очень важно при подборе удобрений учитывать, что они должны быть полностью водорастворимыми и не содержать балластных примесей [1].

Порядок проектирования системы капельного орошения заключается в предварительном расчете водопотребления, расчете количества оросительной трубки на участок согласно схеме посадки, делении участка на поливные блоки (учитывая длину рядов, мощность насоса, дебет скважины), подбор фильтростанции (учитывая расход воды по блокам и желаемое время полива участка), подборе магистральных и разводящих трубопроводов. При расчете трубопроводов производят гидравлический расчет водопроводной сети, который заключается в определении диаметров трубопроводов по известному расходу воды и потерь

напора на всех ее участках, а также в определении минимального давления на входе системы. При выборе фильтростанции необходимо учитывать источник водоснабжения (открытый водоем или скважина), степень загрязненности воды, а также производительность насосной станции.

Потребность в оросительной трубке рассчитывается для каждой культуры в отдельности с учетом возделываемой площади и схемы посадки:

$$L_t = \frac{S_k \cdot 10000}{L}, \quad (1)$$

где  $L_t$  – потребность в оросительной трубке, м;  $S_k$  – площадь возделываемой культуры, га;  $L$  – расстояние между оросительными трубками (по схеме посадки).

При расчете трубопроводов производят гидравлический расчет водопроводной сети, который заключается в определении диаметров трубопроводов по известному расходу воды и потерь напора на всех ее участках, а также в определении минимального давления на входе системы. Для определения расхода воды на гектар используется следующая зависимость:

$$W = \frac{10 \cdot q}{L \cdot a}, \quad (2)$$

где  $W$  – расход воды на гектар, м<sup>3</sup>/ч;  $q$  – норма вылива одного эмиттера, л/ч;  $L$  – расстояние между оросительными трубками, м;  $a$  – расстояние между эмиттерами оросительной трубки, м.

Для определения качества работы эмиттеров используют такие показатели как коэффициент истечения  $x$  и коэффициент вариации  $C_v$  (может быть вычислен путем измерения нормы истечения каждого эмиттера капельной ленты (обычно берут 25 проб)).

$$C_v = \frac{S_q}{q}, \quad (3)$$

где  $S_q$  – отклонение от нормы истечения, измеренное путем взятия проб,  $q$  – средняя норма истечения проб.

Коэффициент истечения для эмиттеров является мерой того, как изменяется норма истечения в зависимости от изменения давления. Но в таких расчетах не учитывается влияние реологических свойств применяемых удобрений на качество орошения и

подкормки. Тем не менее, наши исследования показывают, что при изменении температуры и давления в системе изменяются вязкость и плотность удобрения [4]. Это в свою очередь влияет на процесс подачи питательного раствора в систему, а, следовательно, и на концентрацию удобрений в поливной воде, движения воды с растворенными в ней удобрениями по капельной ленте и ее истечения через эмиттеры. Необходимо при расчете расхода питательного раствора через эмиттер ввести коэффициент изменения плотности удобрений в зависимости от температуры окружающей среды:

$$Q_{\text{э}} = x_i \mu S \sqrt{2gH}, \quad (4)$$

где  $Q_{\text{э}}$  – расход, л/ч;  $x_i$  – коэффициент изменения плотности удобрения в зависимости от температуры;  $\mu$  – коэффициент расхода;  $S$  – площадь эмиттера, м<sup>2</sup>;  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $H$  – напор, м.

Численные значения коэффициентов изменения плотности удобрений в зависимости от температуры окружающей среды для различных удобрений определяются опытным путем.

### **Заключение**

Использование систем капельного орошения одновременно с подачей раствора удобрений позволяет постоянно поддерживать влажность почвы в оптимальном соотношении, что приводит к более высокому коэффициенту усвоения удобрений растениями. Такая система позволяет вносить сбалансированное количество азота, фосфора, калия и микроэлементов с учетом фаз роста и сезонных потребностей растений.

Так как реологические свойства применяемых удобрений влияют на качество полива и подкормки сельскохозяйственных культур в расчетах систем капельного орошения необходимо учитывать коэффициент, показывающий изменение плотности удобрения в зависимости от температуры окружающей среды.

### **Список использованной литературы**

1. Аутко, А.А. Овощеводство защищенного грунта / А.А. Аутко, Г.И. Гануш, Н.Н. Долбик. – Минск: Издательство «ВЭВЭР», 2006. – 320 с.
2. Григоров, М.С. Сравнительные достоинства различных способов полива / М.С. Григоров, В.А. Федосеева// Мелиорация сельскохозяйственных земель в XXI веке: проблемы и

перспективы. Доклады международной научно-практической конференции. Минск, 2007, С. 109-112.

3. Лапа, В.В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности. / В.В. Лапа, В.Н. Басак. – Минск., 2002. – 184 с.

4. Дашков, В.Н. Особенности расчета параметров системы капельного орошения и фертигации овощных культур / В.Н. Дашков, Н.М. Абрамчик, Э.К. Снежко // Инженерный вестник. – 2008. №2(26). – С. 14-17.

УДК 631.365.4

## **РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РЕКУПЕРАТИВНОГО ПРИВОДА**

Н.Л. Ракова, к.т.н., доцент, Т.В. Бойко, к.т.н., доцент, А.Д. Быцко  
*Белорусский государственный аграрный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

### **Введение**

Повысить надежность кормоуборочной и зерноуборочной техники можно за счет внедрения рекуперативных приводов колеблющихся рабочих органов. Для рекуперативных приводов основным определяемым параметром является жесткость упругого элемента рекуператора, поэтому рекуперативный привод необходимо рассматривать как динамическую систему. Для ее идентификации необходимо разработать динамическую модель и описать ее математически.

### **Основная часть**

Методику идентификации рассмотрим на примере рекуперативного привода, кинематическая схема которого показана на рисунке 1 [1].

Целесообразно рассматривать модель динамической системы рекуперативного привода как одно-массовую (рисунок 2).