

3. Проблемы и перспективы механизации орошения с/х культур в Республике Беларусь / В.Н. Дашков [и др.] // Ресурсосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве: сб. Междунар. науч.-практ. конф.: в 2 т. / РУНИП «ИМСХ НАН Беларуси»; под общ. редакцией В.Н. Дашкова. – Минск, 2004. – Т.1. – С. 243-245.

4. Дашков, В.Н. Современные средства механизации орошения сельскохозяйственных культур / В.Н. Дашков, Н.Ф. Капустин, Д.В. Дегтерев // Экологическое сельское хозяйство – сегодняшнее состояние и перспективы развития: матер. Междунар. науч. конф., Познань, 10–12 окт. 2006 г. – Познань: PIMR, 2006. – С. 32-34.

УДК 635.1/8:631.347

Д.В. Дегтерев, Н.Ф. Капустин,
Э.К. Снежко,
(РУП «НПЦ НАН Беларуси
по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь)

Н.М. Абрамчик
(УО «БГАТУ», г. Минск, Республика Беларусь)

МЕТОДИКА РАСЧЕТА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМЫ КАПЕЛЬНОГО ПОЛИВА ДЛЯ ОРОШЕНИЯ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР ОТКРЫТОГО ГРУНТА

Введение

Капельное орошение начало применяться в овощеводстве в промышленных масштабах в последние 3–5 лет. Зарубежный опыт и положительные результаты при выращивании всех сельскохозяйственных культур и на всех типах почв способствуют динамичному развитию этого способа орошения в условиях Беларуси. Как любая система, капельное орошение имеет свою терминологию:

- источник водоснабжения – канал или скважина, откуда производится водозабор;
- насосная станция – предназначена для забора воды из источника;
- фильтростанция – предназначена для очистки поливной воды. В зависимости от наличия в воде примесей и величины орошаемой площади может включать сетчатые, дисковые, гравийные, гидроциклонные фильтры или их комбинации;
- узел внесения удобрений – предназначен для дозированного внесения с поливной водой удобрений и средств защиты растений. Состоит из удобри- тельной головки с инжектором или дозатора, емкости для приготовления раствора;
- блок управления или контроллер – устройства для автоматического кон- троля и управления работой системы капельного орошения;
- регулятор давления – устройство, поддерживающее постоянное давление;
- оросительные трубки – капельные линии, укладываемые, согласно техно- логии, параллельно друг другу и соединенные с поперечной магистралью тру- бопровода;
- эмиттеры – капельницы, соединенные с трубопроводом или составляю- щие с ним единое целое, предназначены для дозированного выпуска воды из трубопровода в небольших количествах.

•

Классификация и типы поливных трубопроводов

Поливные трубопроводы классифицируются:

- по типу – лента или трубка;
- по типу капельницы – с жесткой или мягкой капельницей;
- компенсированные и некомпенсированные. Некомпенсированные – при изменении давления меняется расход воды. Компенсированные – при изменении давления внутри трубки расход воды остается неизменным.

Комплектация систем капельного орошения

Базовая комплектация системы капельного орошения состоит из:

- водяного насоса, узла подготовки и внесения удобрений, фильтростанции, магистральных трубопроводов, регуляторов давления, разводящих трубопроводов, соединительной запорной фурнитуры. Дополнительно система может содержать узлы автоматического контроля и управления системой, а также учета воды.

Фильтростанция, в зависимости от наличия в поливной воде определенных примесей и величины орошаемой площади, может включать сетчатые, дисковые, гравийные и гидроциклонные фильтры.

- Сетчатые фильтры (рисунок 66) устанавливаются после гравийного. Состоят из корпуса и фильтрующего элемента в виде мелкоячеистой сетки. Применяют для фильтрования воды при невысоком содержании неорганических частиц. При засорении фильтрующий элемент промывается обратным потоком воды.

- Дисковые фильтры разработаны для более глубокого фильтрования. Состоят из корпуса и фильтрующего элемента в виде набора плотно сжатых тонких дисков с радиальными канавками. Используются для удаления неорганических и органических частиц. Обычно используются при заборе воды из скважин. При засорении промываются обратным потоком воды.

- Гравийные фильтры (рисунок 67) используются для удаления органических и неорганических частиц. В качестве фильтрующего элемента используется песок, за счет своей высокой удельной фильтрационной поверхности позволяющий удерживать большое количество взвешенных частиц. Используются при заборе воды из открытых водоемов. Удобрительный узел (рисунок 68) предназначен для ежедневного дозированного внесения удобрений и средств защиты растений от почвенных вредителей. Обычно используются удобрительные узлы двух видов:

- инжекторного типа – используют поток воды для всасывания удобрений за счет искусственного разрежения. Отличаются простотой и надежностью. Недостаток – сложность регулирования подачи раствора;

- дозаторов – используют поток воды для механического дозирования раствора. Отличаются высокой точностью дозирования.

Регулятор давления (рисунок 69) служит для поддержания постоянного давления в оросительных трубках. Состоит из корпуса и крышки, между которыми расположена диафрагма. Корпус имеет две камеры, разделенные пере-

мычкой таким образом, что прижатая к перемычке диафрагма перекрывает движение воды из одной камеры в другую. Входная камера соединена с полостью над диафрагмой и с выходной камерой. При закрытом дросселе давление воды во входной камере и полости над диафрагмой выравнивается, пружина прижимает диафрагму к перемычке, перекрывая поступление воды в систему. Регулирование дросселем сброса воды с полости над диафрагмой позволяет регулировать давление в системе. Если в системе повышается давление, то оно автоматически повышается и над диафрагмой, тогда диафрагма под действием пружины опускается, уменьшая подачу воды. И наоборот.



Рисунок 66 – Сетчатый фильтр

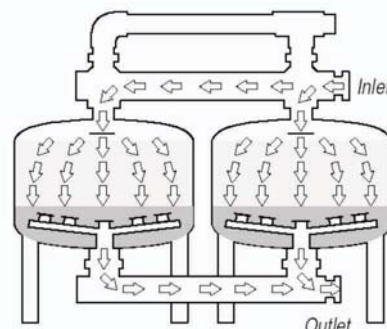


Рисунок 67 – Песчано-гравийный фильтр



Рисунок 68 – Инжектор Вентури



Рисунок 69 – Регулятор давления

Методика расчета систем капельного орошения

Выбрав на основе почвенных, водных, маркетинговых исследований набор культур, площади, которые они будут занимать, переходят непосредственно к расчету самой системы.

Порядок проектирования системы капельного орошения

- Предварительный расчет водопотребления.
- Расчет общей длины оросительной трубки на участок согласно схеме посадки.
- Деление участка на поливные блоки (учитывая длину рядов, мощность насоса, дебет скважины).
- Подбор фильтростанции (учитывая расход воды по блокам, желаемое время полива участка).
- Подбор магистральных и разводящих трубопроводов. Для начала определяют максимальную ежедневную потребность в воде с целью проверки возможностей водоисточника, выбора фильтростанции и остальной фурнитуры. Исходя из этого производят предварительный расчет пропускной возможности фильтростанции по формуле:

$$Q = \frac{n_{\text{уд}} \cdot S}{T},$$

где Q – пропускная способность фильтростанции, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$n_{\text{уд}}$ – удельная норма полива, $\text{м}^3/\text{га}$;

S – планируемая площадь орошения, га ;

T – планируемое время работы системы в сутки, 16–20 ч.

При обеспечении расчетного расхода воды переходим к следующему этапу.

Расчет общей длины оросительной трубки ведется с учетом всех возделываемых культур, их площади и схемы посадки.

$$L_T = \frac{S_k \cdot 10000}{L},$$

где L_T – потребность в оросительной трубке, м ;

S_k – площадь возделываемой культуры, га ;

L – расстояние между оросительными трубками (схема посадки), м .

При разбивке участка на поливочные блоки необходимо знать максимальную пропускную способность разводного рукава. Водопотребление одного поливочного блока не должно превышать возможности разводного трубопровода. За контрольные показатели максимальной пропускной способности трубопроводов принимаются значения из таблицы 17.

Таблица 17 – Максимальная пропускная способность разводных трубопроводов

Диаметр трубопровода, мм	25	32	63	75	110	125	140
Пропускная способность, $\text{м}^3/\text{ч}$	4	6	23	40	80	88	110

Исходя из диаметров разводящих трубопроводов и схемы посадки выбирается площадь поливочных блоков.

$$S = \frac{Q_t \cdot L \cdot x}{10 \cdot q},$$

где S – площадь поливочного блока, га ;

Q_t – пропускная способность разводного трубопровода, $\text{м}^3/\text{ч}$;

L – расстояние между оросительными трубками (схема посадки), м ;

x – расстояние между эмиттерами оросительной трубки, м ;

q – норма вылива одного эмиттера, $\text{л}/\text{ч}$.

Определяется предварительное количество поливочных блоков. Для этого общую площадь возделываемой культуры делят на расчетную площадь блока и округляют в сторону увеличения. При невозможности размещения или экономической нецелесообразности расчетного количества поливочных блоков идут на увеличение их количества.

Для определения расхода воды на гектар используется зависимость:

$$W = \frac{10 \cdot q}{L \cdot x}, \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Следующий этап – определение геометрических размеров поливочных блоков. Более выгодно разводной трубопровод располагать посередине орошаемого блока с двусторонней разводкой оросительных трубок. Второй фактор,

влияющий на геометрические размеры поливных блоков – это техническая характеристика оросительной трубки. Разбивая поле на поливочные блоки, экономически целесообразно использовать поливочные гоны, составляющие 0,7–1,0 от максимальной длины. Определив длину поливочных блоков, рассчитывают длины разводных трубопроводов. Для этого делят площадь поливочных блоков на размах поливочных блоков. Следует не допускать выращивания в одном блоке разных культур, особенно с разными нормами полива и нормами внесения удобрений. Также нельзя использовать различные схемы посадки с разных сторон одного разводного трубопровода.

После определения количества и размеров поливочных блоков уточняют расход воды на каждый поливочный блок.

$$W_i = W \cdot S_b,$$

где W_i – расход воды конкретного поливочного блока, $\text{м}^3/\text{ч}$;

W – расход воды на гектар используемой схемы посадки, $\text{м}^3/\text{га}$;

S_b – площадь конкретного поливочного блока, га .

Для составления схемы полива максимальная поливная норма делится на гектарный расход воды ($\text{м}^3/\text{га} \cdot \text{ч}$) в рамках используемой схемы посадки и определяется максимальное время полива конкретного блока.

При выборе фильтростанции необходимо учитывать источник водоснабжения (открытый водоем или скважина), степень загрязненности воды, часовую потребность в воде, а также производительность насосной станции. При использовании поливной воды из открытых водоемов, имеющей большое количество биологических загрязнителей, необходимо включать в состав фильтростанции песчано-гравийный фильтр, а при большом количестве взвешенных частиц целесообразно использование гидроциклонов. Помимо песчано-гравийного фильтра в состав фильтростанции должен входить сетчатый или дисковый фильтр.

Если используется вода со скважины, то обычно достаточно одного дискового или сетчатого фильтра. Определившись с типом фильтростанции на основании анализа источника водоснабжения, переходят к выбору типа фильтров и расчету их количества. Перед выбором пропускной способности фильтростанции необходимо уточнить производительность насосной станции и наличие других потребителей воды.

Определившись с необходимой пропускной способностью фильтростанции и ее типом, начинают комплектацию. По пропускной способности подбирают марку фильтра и их количество. Также выбирается удобрительный узел.

Гидравлический расчет водопроводной сети 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.

Диаметр трубопроводов D определяется по формуле:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{W_i}{3600 \cdot V}}, \text{ м},$$

где 1,13 – коэффициент, получаемый при переходе от живого сечения потока к диаметру трубопровода;

W_i – расчетный поток воды, протекающий по данному трубопроводу, $м^3/ч$;

V – скорость движения воды в трубопроводе – $0,9 \dots 1,9 м/с$.

Полученные значения округляют до ближайшего большего значения.

Определяем фактическую скорость движения воды в трубопроводах $V_f, м/с$:

$$V_f = \frac{W_i}{w},$$

где w – площадь живого сечения трубопровода, $м^2$.

$$w = \frac{\pi \cdot D_f^2}{4},$$

где D_f – принятый диаметр трубопровода, $м$.

Потери напора $h_n, м$, определяются по формуле:

$$h_n = A \cdot L_t \cdot \beta \cdot W_i^2,$$

где A – удельное сопротивление труб, $(с/м^3)$, принимается по таблице 18.

L_t – расчетная длина трубопровода, $м$;

β – поправочный коэффициент (таблица 19).

Таблица 18 – Удельные сопротивления A при $V = 1,0 м/с$

мм	80	100	125	150	200	250	300	350	400
с/м ³	909,6	300,0	92,8	35,8	7,9	2,4	0,94	0,42	0,21

Таблица 19 – Поправочный коэффициент β к значениям скорости

м/с	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	0,1	0,2	1,3
β	1,46	1,32	1,23	1,19	1,12	1,08	1,05	1,02	1,0	0,99	0,97	0,95

В общем виде методика расчета трубопроводов включает этапы:

- определяют диаметры трубопроводов по расходу воды и скорости потока для каждого участка;
 - определяют потери напора по участкам;
 - определяют максимальную потерю напора;
 - определяют минимальное входное давление;
 - сравнивают возможности источника водоснабжения с потребностями системы.
- Особенности эксплуатации системы капельного полива**

Для обеспечения рационального использования средств, затраченных на внедрение системы капельного орошения, важно правильно спланировать ее эксплуатацию. Неверное планирование повлечет неправильную эксплуатацию системы, затраты не окупятся. Выращивание овощей на капельном орошении предполагает применение передовых технологий, поэтому получение высоких урожаев возможно только при обязательном выполнении всех агротехнических мероприятий по защите растений, внесению удобрений и т.д.

Так как используется два типа поливных трубопроводов (трубка и лента), качество каждого из них зависит от толщины стенки. Трубка или лента с высокой плотностью может использоваться несколько лет. Срок использования тонкой ленты составляет один год. Лента с наименьшей плотностью закладывается

в почву на глубину 5 см. Более плотная трубка или лента может использоваться на поверхности почвы. При эксплуатации тонкой ленты важно проследить, чтобы она была уложена в почву точно на глубину 5 см. К сожалению, еще нет техники для точной укладки ленты в почву, различия в глубине составляют ± 5 см. Если лента расположена слишком глубоко, есть риск изменения давления и объема воды в ленте, так как после сильных дождей почва существенно уплотняется. Также трудно убрать ленту из почвы после окончания сезона, если она находится слишком глубоко в почве.

Если лента с наименьшей плотностью расположена слишком мелко, могут возникнуть проблемы с почвенными вредителями. Очень важно сразу же после укладки ленты внести в почву с поливной водой инсектициды в следующей пропорции: децис форте – 0,1 л/га, базудин – 1,5 л/га, золон – 1,5 л/га.

По завершении поливного сезона проводится демонтаж и закладка всех элементов на хранение. Важным экологическим фактором является зачистка поля от остатков капельной ленты и других полимерных отходов. Пластик в почве не разлагается, поэтому часто поля, где применялось капельное орошение, загрязнены. Для нормальной эксплуатации таких почв в будущем крайне важно очищать поля от пластика любого вида.

Если использовалась многолетняя трубка, ее необходимо промыть, чтобы удалить все микро- и макрочастицы, накопившиеся за период эксплуатации. Для этого на концах трубки открываются заглушки, и потоком воды промывается система до тех пор, пока не пойдет чистая вода. Если для полива использовалась вода из открытых водоемов, возникает угроза распространения водорослей и бактерий, которые образуют слизь, забивающую капельницы. Поэтому на таких системах необходимо ввести в поливную воду хлор в концентрации 20 мг/л. Такая промывка производится через инжектор в течение 30–60 минут. Так как в течение сезона для подкормки растений применяются удобрения, содержащие соли кальция и магния, может произойти блокировка капельниц этими солевыми остатками. Для удаления солей в конце сезона применяют техническую азотную, ортофосфорную или хлорную кислоту в концентрации 0,6% действующего вещества. Продолжительность кислотной ирригации – около одного часа.

Выводы

При проектировании систем капельного полива необходимо учитывать потребность растений в воде, для того чтобы правильно выбрать фильтростанцию с учетом источника водоснабжения, степени загрязненности воды, а также производительности насосной станции, рассчитать общую длину оросительной трубки, определить количество и размер поливочных блоков.

При гидравлическом расчете водопроводной сети, который заключается в определении диаметров трубопроводов при известном расходе воды, необходимо учитывать потери напора на всех ее участках, а также минимальное давление на входе системы.

03.08.10.