

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ОРОШЕНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Райхман Д.Б., д.т.н., с.н.с.

Зубоченко Д.В., аспирант

ЮФ НУБиП Украины «Крымский агротехнологический университет»

В статье приведен анализ способов орошения применяемых в сельском хозяйстве. Приведена их классификация, основные агротехнологические требования по поливу растений.

Ключевые слова: орошение, поверхностное орошение, дождевание, капельное орошение, внутривидовое орошение, аэрозольное орошение.

Постановка проблемы. В системе агротехнологических приемов при выращивании сельскохозяйственных культур одной из важнейших операций является полив. В настоящее время большинство хозяйств внедряет полив для увеличения урожайности и повышения рентабельности своего производства. На сегодняшний день существует большое многообразие видов орошения и поливных устройств для них. Существующие виды поливных устройств выполняют какой то один вид полива. Одним из перспективных направлений в разработке поливных устройств является их универсализация как для видов полива, так и развитие их мобильности.

Актуальность проблемы заключается в создании максимально универсального поливного устройства для выполнения большинства видов полива, а так же имело бы высокую степень мобильности и требовало бы минимальных капиталовложений на его внедрение.

Анализ литературных источников. Исследованию процесса орошения посвящены работы Б.Б. Шумакова, Ю.Л. Маркова, А.М. Пospelова, А.А. Черкасова, А.Н. Костякова, М.И. Ромащенко и другие.

Целью статьи является анализ существующих способов орошения в сельском хозяйстве.

Показателями качества полива является выполнение нормы полива, дисперсность капли, интенсивность полива, равномерность полива.

Поверхностный полив по характеру увлажнения почвы и условиям механизации проводится напуском по полосам, площадкам или чекам с затоплением всей поверхности участка (травы, зерновые) или с подачей воды по бороздам (пропашные культуры).

Полив по бороздам проводится преимущественно при возделывании пропашных культур, при ленточном способе посева полевых, овощных культур, а также плодовых и ягодных насаждений. Борозды бывают мелкие — 8—12 см, средние—12—16см, глубокие —22см и очень глубокие — более 22см. Расстояния между бороздами в зависимости от глубины и механического состава почвы могут быть 0,6—0,7; 0,7—0,9 и 0,9—1,1 м.

Длина поливных борозд зависит от водопроницаемости почвы, уклона поливного участка и может быть равна 100—300 м.

Недостатки этого способа полива: большая трудоемкость, низкая производительность труда поливальщика, невозможность полива малыми нормами. Кроме того, если засоленные горизонты располагаются неглубоко, то возможно засоление межбороздных полос в результате испарения влаги. [1].

Полив по полосам применяется для влагозарядки, полива культур сплошного, реже широкорядного, способа посева, садов.

Этот способ полива применяется на полях со спокойным рельефом, с однородным продольным склоном от $0,002^\circ$ до $0,015^\circ$. Поперечный склон не должен превышать $0,005^\circ$ на узких и $0,003^\circ$ на широких полосах. Ширина полос колеблется от 3,6 до 20—30 м, длина — от 50 до 400 м и более. Длинные полосы нарезаются на хорошо спланированных полях с продольным склоном $0,001^\circ$ — $0,003^\circ$ и незначительной водопроницаемостью почвы.

Недостатком этого способа полива является уплотнение почвы на всей площади и образование поверхностной почвенной корки. При запоздании с поливом могут образовываться трещины в почве, что приводит к разрыву корневой системы растений.

Полив затоплением проводится на участках (чеках), ограниченных земляными валиками. Он требует больших первоначальных затрат на сооружение чеков, особенно тщательную планировку и, в ряде случаев, на устройство дренажной сети. [6].

Недостатки этого способа полива следующие. Прежде всего, расходуется большое количество воды. Вследствие длительного затопления чеков почва разобщается с приземным слоем воздуха, на длительное время прекращается газообмен между почвенным и атмосферным воздухом, замедляется аэробный процесс и ухудшаются условия питания растений [15].

Агротехнические требования к поверхностному поливу:

- время начала орошения и нормы полива устанавливаются непосредственно в хозяйствах в зависимости от содержания влаги в почве;
- при подаче поливной нормы должна быть обеспечена требуемая глубина увлажнения почвы, соответствующая глубине залегания основной массы корней растений;
- распределение влаги по орошаемой площади должно быть равномерным. При скорости ветра до 5 м/с коэффициент равномерности— не менее 0,7;
- сток воды с орошаемой площади не допускается;
- содержание взвешенных частиц — до 5 г/л и минеральных солей — до 6 г/л.
- неравномерность подачи воды в борозды не должна превышать $\pm 10\%$ от заданной нормы полива при одновременной работе всех трубопроводов;
- повреждения культурных растений не должны превышать 0,2 %;
- не допускается размыв почвы в местах соединения и водовыпусков поливного трубопровода;

- размеры орошаемых участков — площадь (с различной конфигурацией) 5—30 га; длина поливных борозд 100—600 м, глубина 13—16 см [14].

Исходя из вышеизложенного можно выделить основные преимущества и недостатки способа поверхностного орошения.

Преимущества: низкие капиталовложения; низкие затраты на энергию; низкие эксплуатационные затраты; возможность полива при ветре; подходит для полива растений, чувствительных к заболеваниям листьев.

Недостатки: большие потери воды; возможность распространения заболеваний растений; данный способ не приемлем на неблагоприятных уклонах; не приемлем как увлажняющий и противозаморозковый полив; большой объём планировочных работ при сложном микрорельефе; нарушение структуры почвы и потребность в дополнительном рыхлении междурядий; неравномерность увлажнения почвы вдоль поливных борозд и полос; высокая вероятность поднятия уровня грунтовых вод с засолением или заболачиванием орошаемых участков [3].

Дождевание — это наиболее распространенный способ полива. Применяется в зонах неустойчивого увлажнения, при орошении участков со сложным рельефом и водопроницаемыми почвами с близким залеганием грунтовых вод. Искусственное дождевание, подобно естественному дождю небольшой интенсивности, но достаточной длительности, создает наилучшие условия для роста растений; уменьшается испарение вследствие высокой теплоемкости воды; температура околоземного слоя воздуха снижается в жаркое время суток и повышается в прохладные ночные часы [6].

Дождевание наиболее широко применяют на безуклонных и малоуклонных участках с почвами средней и высокой водопроницаемости для полива овощных, технических, зерновых культур, садов, питомников, лугов в зоне недостаточного увлажнения, где орошение только дополняет естественные осадки в засушливые периоды [16].

Орошение дождеванием незаменимо на участках со сложным рельефом, с близким залеганием грунтовых вод, со слабозасоленными и просадочными грунтами.

Дождевание имеет следующие преимущества по сравнению с поверхностным орошением: полная механизация работ; поливная норма регулируется более точно и в широких пределах (от 30...50 до 300...800 м³/га и более), что позволяет создавать водно-воздушный режим почвы, близкий к оптимальному, и регулировать глубину промачивания почвы; можно осуществлять полив на участках с большими уклонами и со сложным микрорельефом; забор воды возможен из каналов, идущих в выемке, а также из закрытой сети; исключаются работы по поделке поливных борозд, валиков, выводных борозд, улучшаются условия механизации посева, посадки, обработки и уборки сельскохозяйственных культур; улучшаются микроклимат и развитие корневой системы, активизируются процессы ассимиляции, повышаются плодородие почвы и урожай сельскохозяйственных культур; запланированный урожай можно получить

при меньших (на 15...30 %) затратах воды, чем при поверхностном орошении; можно одновременно с орошением вносить в почву удобрения. [10]

Агротехнические требования к орошению методом дождевания:

- время начала орошения и нормы полива устанавливаются непосредственно в хозяйствах в зависимости от содержания влаги в почве;

- не допускается повреждение растений при орошении;

- при подаче поливной нормы должна быть обеспечена требуемая глубина увлажнения почвы, соответствующая глубине залегания основной массы корней растений;

- распределение влаги по орошаемой площади должно быть равномерным. При скорости ветра до 5 м/с коэффициент равномерности— не менее 0,7;

- сток воды с орошаемой площади не допускается;

- содержание взвешенных частиц — до 5 г/л. [14];

- при дождевании размер капель не должен превышать 1...2 мм. Этот показатель искусственного дождя влияет на допустимую интенсивность, потери воды на испарение, затраты мощности, уплотнение почвы, допустимую поливную норму до начала образования стока и т.п. Так, при диаметре капель 1,0—1,5 мм и интенсивности 0,5 мм/мин величина допустимой поливной нормы — 130—700 м³/га, а при диаметре капель более 2,0 мм — лишь 50—190 м³/га. Увеличение интенсивности до 1,0 мм/мин уменьшает допустимую поливную норму до 30-120 м³/га (диаметр капель более 2,0 мм) [4];

- интенсивность дождевания, т. е. толщина слоя влаги, подаваемой на почву в единицу времени, на тяжелых почвах не должна превышать 0,2 мм/мин, на средних почвах — 0,2...0,3 мм/мин и на легких почвах — 0,5...0,8 мм/мин. При таких условиях капли не повреждают растения, вода впитывается в почву, а почвенные комки не разрушаются [3];

Исходя из вышесказанного можно выделить основные преимущества и недостатки способа орошения методом дождевания.

Преимущества: возможен полив на полях со сложной топографией; подходит для полива большинства культур; высокая эффективность полива; широкий диапазон выбора размера капли дождевателей облегчает проектирование и регулировку интенсивности полива; дает возможность точного измерения расхода воды на участке; увеличивает коэффициент земельного использования; высокая мобильность систем орошения; удобство внесения удобрений с поливной водой; возможность достижения одинаковой интенсивности полива на орошаемом участке.

Недостатки: высокие начальные капиталовложения; дополнительные затраты на энергию, потребляемую на создание нужных напоров в оросительных системах (40... 100 кВт/ч на 1 полив при норме 300 м³/га); неравномерность распределения воды в поле при ветре; проблемы уплотнения верхнего слоя почвы, связанного с образованием корки на

поверхности почвы, и повышенный сток; усложняет проведение сельхозработ на орошаемом участке; большая удельная металлоемкость (100—300 кг/га); необходимость постоянного обслуживания дождевальных насадов и дефлекторов [3].

Капельное орошение – термин, который объединяет новые технологии и технические средства полива сельскохозяйственных культур, который обеспечивается при относительно небольшом давлении и с малой интенсивностью водопотребления с некоторыми интервалами, или слабо концентрированных питательных растворов к корню растения, над поверхностью грунта, или непосредственно в грунт.

Капельное орошение характеризуется рядом технологических особенностей, главными из которых есть:

- локальный характер увлажнения грунтов только в зоне развития основной массы корневой системы;
- использование для настройки водораспределительной системы капельного орошения инертных относительно окружающей среды материалов, в первую очередь полимерных.[8]

При капельном орошении появляется возможность проводить обработку почвы, работы по борьбе с вредителями и болезнями растений непосредственно во время полива. Низкая удельная интенсивность водоподачи, а также локальный (очаговый) характер увлажнения почвы делает капельный способ полива пригодным для проведения орошения на неспланированных участках и на крутых склонах, что важно для зон с низким уровнем водообеспечения и пересеченным рельефом местности. [9]

Преимущества капельного орошения: корневой метод полива; потери влаги за счет испарения меньше, чем при дождевании или поверхностном орошении; ветер не влияет на распределение влаги; не требует тщательной планировки поливного участка, предотвращает поверхностный сток даже в сложных топографических условиях; дает возможность проведения сельхозработ во время орошения; возможность полива малыми поливными нормами и с короткими межполивными периодами; не требует создания высокого давления в напорных магистралях; при использовании бака-накопителя, поливная вода достигает оптимальной температуры, что помогает избежать температурного шока у растений.

Недостатки: не пригодно как противозаморозковое орошение; не приемлемо для вспомогательных технических поливов; частая засоряемость капельниц-водовыпусков отложениями солей и планктоном, образующимися в течение межполивного интервала в трубопроводах-увлажнителях; Высокая стоимость строительства систем капельного орошения, а также высокие эксплуатационные затраты; неравномерность распределения по орошаемому участку оросительной воды; при недостаточных осадках нужна дополнительная поливная норма, чаще всего подаваемая дождеванием.

Внутрипочвенное (подпочвенное) орошение. Систему подпочвенного орошения классифицируют по конструкции увлажнителей и

устройству проводящих элементов сети, характеру работы сети в процессе полива. Основным конструктивным элементом, определяющим особенности системы подпочвенного орошения, — увлажнители, конструкция и материал которых могут влиять на характер и распределение воды и увлажнения почвы.[10] Для устройства труб-увлажнителей в нашей стране и за рубежом применяют гончарные и керамические трубы, а в последнее время и полимерные. Внутрипочвенное орошение основано на действии всасывающей силы почвы, поэтому его можно применять на почвах с хорошими капиллярными свойствами и водонепроницаемой подпочвой и нельзя — на песчаных, супесчаных, галечниковых, присадочных и засоленных.[7] По способу подачи воды внутрипочвенные системы делят на вакуумные или адсорбционные с капиллярным увлажнением (вода поступает к растениям благодаря всасывающим силам почвы), низконапорные с капиллярно — гравитационным увлажнением (вода распределяется по сети самотеком) и напорные с гравитационно — капиллярным увлажнением (вода подается в почву при создании искусственного напора) [11].

Преимущества внутрипочвенного орошения: возможность поддерживать влажность активного слоя почвы на уровне капиллярной влагоемкости; структура пахотного горизонта не разрушается поливами, не образуется корка, меньше сорняков; можно использовать сточные воды и тепловые отходы ТЭС для выращивания ранних овощей; испарение с поверхности почвы меньше и запасы воды в почве сохраняются дольше, чем при поливе дождеванием; нет препятствий для механизации всех сельскохозяйственных работ, так как отсутствуют временная оросительная и поливная сеть; могут быть использованы для внесения жидких минеральных удобрений и аэрирования [11,12,13].

Недостатки: высокая стоимость строительства системы; невозможность использования на легких, просадочных и засоленных почвах; слабое увлажнение верхнего слоя почвы, что ухудшает условия всходов и приживаемости рассады овощных и других культур; необходимость осветления оросительной воды во избежание заиливания оросительных труб; затруднен ремонт и осмотр поливных линий; водовыпуски могут подвергаться блокировке корнями растений; необходима частая промывка системы; не обеспечивается равенство расходов всех микроводовыпусков во времени [4,11,12,13].

Аэрозольный (мелкодисперсный) полив применяют в основном при выращивании посадочного материала под пленкой и в теплицах. Этот способ основан на покрытии растений туманом, когда капли воды, осаждаясь на листьях растений, не скатываются, а находятся на них до полного испарения.

Аэрозольное орошение предназначено для регулирования микроклимата над полем. Целесообразность применения мелкодисперсного (аэрозольного) орошения зависит от природно-климатических (климат, рельеф, обеспеченность водой, качество оросительной воды) и хозяйственно-экономических условий (состав и особенности сельскохозяйственных

культур, их физиологические потребности, условия возделывания, ресурсообеспеченность).

Защита растений от заморозков с помощью аэрозольного орошения основана на повышении температуры приземного слоя воздуха или растений, которое осуществляется за счет тепла, выделяемого при переходе воды из одного физического состояния в другое (мелкораспыленная вода замерзает непосредственно на поверхности растений или в атмосфере). При этом температура инверсионного слоя воздуха повышается.

Таблица 1

Основное назначение различных способов орошения

Способ орошения	Увлажнение почвы	Увлажнение воздуха	Влагозарядка	Промывка от солей	Внесение удобрений	Орошение сточными водами	Терморегуляционное увлажнение растений	Провокационные поливы для роста сорняков
Дождевание	+	+	х	-	+	х	+	+
Поверхностное	+	х	+	+	х	+	-	+
Подпочвенное	+	-	-	-	+	+	-	-
Капельное	+	-	-	-	+	-	-	-
Аэрозольное	-	+	-	-	-	-	+	-

Примечание. “+”-обеспечивает, “-”- не обеспечивает, “х” – частично обеспечивает

Разрабатываются технологии их применения для регенерации корневой системы озимых культур после неблагоприятных условий зимовки. [5].

Величина капель воды достигает 200—300 микрометров, которые не скатываются с листьев, а остаются на них до полного испарения. Такие капли воды образуются при дроблении струи воды туманообразующими установками. В течение дня посеvy, посадки увлажняют до 10 раз, расходуя за один полив 100—200 л/га. Системы аэрозольного орошения могут быть передвижными, полустационарными и стационарными. [17].

Преимущества аэрозольного орошения: экономный расход воды; поддержание почвы у корневой системы во влажном состоянии, а в междурядьях — в полусухом, что облегчает обработку насаждений; туман, образованный над поверхностью почвы при аэрозольном орошении, способствует защите растений от заморозков.

Недостатки: повышенные требования к очистке воды; может сопровождаться усилением развития определенной группы болезней листьев и плодов; не учитываются физиологические процессы в растении[6].

Исходя из анализа преимуществ и недостатков способов орошения сельскохозяйственных культур, можно составить таблицу назначения способов полива сельскохозяйственных культур.

Так же можно составить таблицу условий применения различных способов орошения в неблагоприятных природно – климатических условиях.

Таблица 2

Условия применения различных способов орошения в неблагоприятных природно-климатических условиях

Способ орошения	Засоленные почвы	Легкие песчаные почвы	Тяжелые почвы	Сложный рельеф	Большие уклоны	Близко расположенные минерализованные воды	Дефицит водных ресурсов	Минерализованная вода	Сильный ветер
Дождевание	-	+	х	+	+	+	+	-	х
Поверхностное	+	х	+	х	х	х	х	х	+
Подпочвенное	-	х	х	х	+	-	+	-	+
Капельное	-	х	+	+	+	-	+	-	+
Аэрозольное	+	+	+	+	+	+	+	-	+

Примечание. “+”-обеспечивает, “-”- не обеспечивает, “х” – частично обеспечивает

Выводы: исходя из двух вышеприведенных таблиц можно сделать вывод, что наиболее универсальным способом орошения, как для применения различных видов полива (увлажнение почвы, увлажнение воздуха и т.д.) так и по условиям, в которых будет осуществляться орошение, наиболее универсальным способом орошения является метод дождевания.

Проанализировав вышеперечисленные способы орошения можно сделать вывод, что на сегодняшний день сельское хозяйство нуждается в более универсальном устройстве полива, которое бы могло вобрать в себя максимально возможное количество вышеперечисленных преимуществ способов орошения, а так же одновременно исключить максимально возможное количество вышеперечисленных недостатков.

Сделав вывод о том, что наиболее универсальным способом орошения является орошение методом дождевания, можно утверждать, что новое устройство должно работать на основе принципа дождевания и быть лишено основных его недостатков.

А именно устройство должно быть:

- менее металлоемким;
- должен сохраниться принцип дробления капли без применения дефлекторов и насадок;
- новое устройство должно иметь высокие транспортабельные характеристики;

- должно обслуживаться с наименьшими физическими трудозатратами и иметь возможность автоматизации;
- должно отвечать агротребованиям по поливу сельскохозяйственных культур;
- места выхода рабочей жидкости из трубопровода не должны часто засоряться, что в свою очередь должно снизить экономические и трудовые затраты на эксплуатацию данного устройства;
- новое устройство должно иметь наименьшую начальную стоимость по сравнению с другими устройствами различных способов орошения;

Список использованных источников:

1. Марков Ю. А. Орошение коллективных и приусадебных садов, Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1989. – 64 с.
2. Пospelов А. М., Дождевание, М., 1952. – 310 с.
3. Черкасов А. А., Мелиорация и сельскохозяйственное водоснабжение, 4 изд., М., 1958. – 164 с.
4. Костяков А. Н., Основы мелиораций, 6 изд., М., 1960. – 138 с.
5. Лебедев Г. В., Импульсное дождевание и водный обмен растений, М., 1969.
6. Мелиорация и водное хозяйство. Орошение: Справочник/ Под ред. Б.Б. Шумакова.-М.:Агропромиздат,1990.-415с.
7. Новые способы орошения садов и виноградников/ В.И. Водяницкий, П.В. Ключко, А.Д. Лянной и др.; Под ред. В.И. Водяницкого.-К.:Урожай,1987.-216с.
8. Ромащенко М. І., Доценко В. І., Онопрієнко Д.М.,Шевелєв О.І. Системи краплинного зрошення: навчальний посібник / За ред. академіка УААН М.І.Ромащенка.-Дніпропетровськ:, 2007.-175с.
9. Ромащенко М.І., Шатковський А.П., Рябков С.В. Краплинне зрошення овочевих культур і картоплі в умовах Степу України.-К.:видавництво «ДІА»,2012.-248с.
10. Справочник по орошаемому садоводству / В.И. Сенин, В.И. Водяницкий, Н.А. Барабаш и др.; Под. ред. В.И. Сенина.-К.; Урожай,1992.-192с.
11. <http://mse-online.ru/oroshenie/vnutripochvennoe-oroshenie.html>
12. <http://udobrenie-sapropel.ru/sadovodstvo/vnutripochvennoe-oroshenie>
13. <http://skyrage.ru/sh-melioracii/372-vnutripochvennoe-oroshenie-chast-1.html>
14. <http://www.edudic.ru/she/2692/>
15. <http://skyrage.ru/melioraciya-zemel/934-poverhnostnoe-oroshenie.html>
16. <http://mse-online.ru/oroshenie/poliv-dozhdevaniem.html>
17. <http://mse-online.ru/zemledelie/sposoby-i-texnika-poliva.html>

**Райхман Д.Б., Зубоченко Д.В.
Аналіз способів зрошення у
сільському господарстві**

У статті приведений аналіз видів зрошення, застосованих у сільському господарстві. Приведена їх класифікація, основні агротехнологічні вимоги за зрошенням рослин.

Ключові слова: зрошення, поверхневе зрошення, дощування, краплинне зрошення, підґрунтове зрошення, аерозольне зрошення.

Reichman D.B., Zubochenko D.V. The analysis of methods of irrigation in agriculture

The article has the analysis of methods of irrigation, which are using in agriculture. There are classification, basic agrotechnological requirements in watering plants.

Keywords: irrigation, superficial irrigation, rain irrigation, tiny irrigation, interflow irrigation, aerosol irrigation.