

СПОСОБ МЕЛИОРАЦИИ ПРИ ПОЛИВЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПО БОРОЗДАМ

И.И. Ким

Волгодонский институт экономики, управления и права (филиал АФГОУ ВПО «ЮФУ»), г. Волгодонск, Россия

Основными проблемами орошаемого земледелия являются уплотнение почвы колесами сельскохозяйственной техники, разрушение её природной структуры при переувлажнении и внесении минеральных удобрений, постепенное уменьшение содержания гумуса в активном слое почвы при выращивании сельскохозяйственных культур.

В настоящее время исследователи приходят к выводу, что широкое применение минеральных удобрений, гербицидов, пестицидов приводит к деградации сельскохозяйственных земель. Основными методами повышения плодородия почв все больше признаются органические (биологические) методы земледелия, активизирующие жизнедеятельность почвенной флоры и фауны.

Д.И. Менделеев писал: «...Если, например, покрыть почву листвой, соломой или вообще чем бы то ни было оттеняющим, и дать ей спокойно полежать некоторое время, то она и без всякого пахания достигнет зрелости». 100 лет назад В.В. Докучаев разработал основы учения о почве как природном теле, которое является функцией ряда факторов – почвообразующей породы, времени, климата и рельефа, а также животных и растений. Он связал процессы почвообразования с деятельностью почвенных микроорганизмов. Его ученик В.И. Вернадский впервые отнес почву в разряд биокосных систем, в основе функционирования которых лежат биохимические механизмы. Почва является основной средой для обитания микрофлоры, которая осуществляет круговорот веществ в почве. В почве находится 80% биомассы планеты Земли, что определяет ее глобальную роль в обеспечении существования жизни на нашей планете.

Ч. Дарвин писал: «Плуг принадлежит к числу древних и наиболее значительных изобретений человечества, но еще задолго до его изобретения почва правильно обрабатывалась червями, и всегда будет обрабатываться ими». Почвенные животные оказывают существенное влияние на химизм почв, образование гумуса, структурные свойства, биологическую активность и, в целом, на почвенное плодородие. Влияние деятельности дождевых червей на почву многообразно. Прокладывая глубокие ходы (иногда на глубину 2 м и более) они увеличивают ее скважность, облегчают проникновение воздуха и корней растений. Внутренняя поверхность ходов червей покрыта специальными выделениями, придающими им прочность. Черви перемещают почву, вынося часть ее на поверхность из нижних горизонтов, и затаскивают вглубь растительные материалы из подстилки. Под влиянием червей изменяется и химический состав почвы. Вырабатываемый специальными железами углекислый кальций нейтрализует кислоты. В таких

почвах обильно развиваются бактерии - это центры микробиологических сообществ.

Для сохранения плодородия почвы в 1898 году И.Е. Овсинский предложил пахать почву не глубже, чем на 5 см. Главным достоинством его системы была исключительная устойчивость посевов и к засухам, и к переувлажнению. Дальнейшим значительным шагом в направлении минимизации обработки почвы в нашей стране была система земледелия Т.С. Мальцева, в которой предлагалась обработка почвы, основанная на сочетании глубокого и поверхностного рыхления. В этой системе ежегодная вспашка заменялась периодическим (один раз в 4-5 лет) безотвальным рыхлением почвы на глубину 40-50 см, с превращением стерни при лущении в мульчирующий слой, хорошо сохраняющий влагу и способствующий накоплению в почве органического вещества за счет пожнивных остатков и корней однолетних растений.

В 1960 г. под руководством академика ВАСХНИЛ А.И. Бараева была разработана почвозащитная система земледелия. В ее основу была положена система обработки почвы под зерновые культуры без оборачивания и с сохранением стерни на поверхности, предложенная почетным академиком ВАСХНИЛ Т.С. Мальцевым. Осуществленный позднее под руководством А.И. Бараева поиск средств защиты почвы от ветровой эрозии привел к замене безотвального плуга на культиваторы-плоскорезы. Эти орудия еще в большей степени предохраняют почву от перемещения, обеспечивая сохранение на почве 80-90 % стерни [2].

В начале XX века в Германии зародилось биодинамическая система хозяйствования, основанная на искусстве приготовления компоста и перегноя. В 50-е годы в США стремительно распространилось органическое, или восстановительное земледелие. Роберт Родейл разработал и научно обосновал методы, позволяющие использовать, накапливать и экономить естественные природные факторы – солнце, воду, воздух и свойства самих растений, что позволило практически минимизировать использование, привлекаемых извне энергии, химикатов, удобрений и поливной воды. В 70-е годы на основе этих методов возникла пермакультура. В конце 70-х годов во Франции, а затем в США, на основе опытов Алана Чедвика было разработано БИМЗ – биоинтенсивное миниземледелие: органические стационарные грядки с использованием мульчи. Джон Дживонс затем написал книгу о БИМЗ. Доктором были разработаны оптимальные составы питательных смесей и разумная геометрия расположения растений – узкие гряды [3].

Мульчирование приводит к усилению процессов нитрификации: к осени под мульчей в 6-8 раз выше азота, а в среднем по вегетационному периоду – в четверо. Кроме того, мульча препятствует произрастанию сорняков, сохраняет и поддерживает постоянную влажность и температуру поверхностного слоя почвы. В этих условиях активно работают бактерии, превращающие азот воздуха в усвояемую нитратную форму (нитрификаторы). Активная живность выделяет углекислый газ. Он опускается в нижние слои почвы и, превращается в угольную кислоту, растворяет

минералы и освобождает калий, фосфор, серу, кальций, магний и другие элементы питания. При наличии влаги по капиллярам в структурной почве и по корням растений эти элементы поднимаются выше и питают поверхностные корни.

Под мульчей образуется почва, сохраняющая хорошую капиллярность и теплопроводность. В этих условиях днем происходит атмосферная ирригация – выпадение на стенках капилляров, канальцев и пор росы, а ночью – выпадение росы в перегнойном поверхностном слое почвы. Структурная почва постоянно дышит, засасывая воздух, благодаря температурным колебаниям внутри почвы. Кубометр теплого воздуха может содержать до 100 г воды. Ночью верхний слой почвы быстро остывает. Теплый воздух, поднимаясь из глубины, достигает холодной мульчи. Влага, содержащаяся в почвенном воздухе, осаждается на мульче в виде росы и потребляется корнями растений. Рыхлый перегнойный слой быстро нагревается солнцем днем, быстро остывает ночью и плохо проводит тепло. Слой мульчи служит одеялом, обеспечивающую прохладу поверхностному слою почвы и выпадение дневной росы, а ночью защищает от холода и конденсирует на себе почвенные пары.

В последние десятилетия в мире расширяется применение экологически безопасного земледелия (называемое в англоязычных странах как Conservation Agriculture). Существуют три принципа взаимодействия, на которых основана эта система земледелия:

- наличие постоянного почвенного покрытия;
- нулевая обработка почвы;
- севооборот сельскохозяйственных культур.

Недостатками традиционных технологий полива по бороздам с постоянным расходом поливных струй являются непроизводительные потери поливной воды на глубинную фильтрацию, испарение с поверхности почвы и сброс, неравномерность увлажнения, засоление, эрозия почвы. Преимущества полива по бороздам: на поверхности почвы при поливах не образуется корка, ухудшающая воздушный режим почвы и условия прорастания всходов, минимальные стоимость оросительных систем и энергетические затраты на полив.

Для уменьшения недостатков технологий полива по бороздам советскими, болгарскими и американскими учеными были разработаны: технологии полива с переменным расходом поливных струй; дискретная технология полива по бороздам с постоянным расходом поливных струй. Технология полива с переменным расходом поливных струй рекомендовалась к применению на уклонах более 0,08. Дискретная технология полива рекомендуется для поливов на малых уклонах [1].

В 1989 г. Э.Э. Маковским и И.А. Ким была предложены технологии дискретного полива по бороздам с переменным расходом поливных струй, объединяющая преимущества технологий полива с переменным расходом поливных струй и дискретного полива, которые позволили расширить диапазон применения дискретной технологии полива. Согласно первой

технологии рекомендуется импульсная подача воды в борозды сначала максимальным эрозийно допустимым расходом поливных струй, а после добегаания воды до конца борозд расход поливной струи уменьшают пропорционально изменению фильтрации по длине борозд. Длительность импульсов кратна времени добегаания поливных струй до конца по сухим поливным бороздам. Во второй технологии первый импульс полива производится максимальным эрозийно допустимым расходом поливных струй до момента добегаания воды до конца борозд, а затем уменьшаемым от цикла к циклу при не превышении сбросом в концах борозд допустимого значения [4, 5].

Для полива участков при близком залегании грунтовых вод нами был разработан способ мелиорации с применением дискретной технологии полива (Пат. 761 КГ) [6]. По этому способу дискретный полив участка осуществляется через борозду по уплотненным тупиковым бороздам. Сначала подаются два импульса с максимальным эрозийно допустимым расходом поливных струй и два импульсами с расходом поливных струй, равным 0,5 максимального расхода, с длительностью, обеспечивающей добегаание поливных струй до конца борозд. Оставшуюся часть поливной нормы выдают импульсами с максимальным эрозийно допустимым расходом поливных струй с интервалами между подачами до суток. При этом неполивные борозды мульчируются сверху растительными остатками.

На рисунке 1 показан разрез активного слоя почвы поливного участка при применении разработанного способа мелиорации.

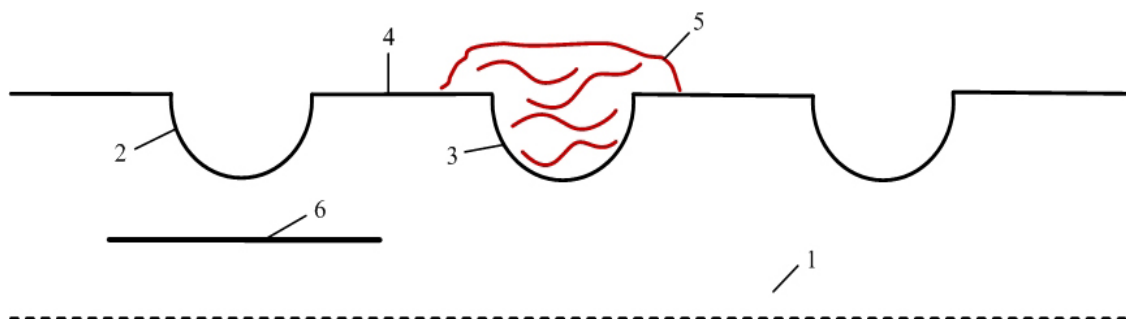


Рисунок 1 - Разрез активного слоя почвы поливного участка

При подготовке поливного участка к выращиванию сельскохозяйственных культур производят глубокую вспашку активного слоя почвы 1 с внесением навоза и растительных остатков, например соломы, и нарезают борозды 2. Расположение рядков и борозд в последующие вегетационные периоды не изменяется. Применяются только системы с «нулевой» и минимальной обработкой почвы. После посадки полив участка осуществляется через борозду. Перед началом поливов неполивные борозды 3 и часть поверхности рядков 4 мульчируются соломой и во время прополок дополнительно мульчируются прополотыми сорняками. Расстояние между поливными бороздами 1,4 м. Под поливными бороздами в активном слое почвы могут быть проложены экраны из полос полиэтиленовой пленки 6.

Полив может осуществляться из закрытой оросительной сети с поливными трубопроводами для подачи воды в поливные борозды.

Исследования проводились в Чуйской долине Кыргызской Республики. Почвы участка - сероземы северные светлые. Уклон поверхности – 0,007. Длина поливных борозд 100 м. Средняя объемная масса исследуемого слоя почвы толщиной 0 - 75 см составила $\gamma = 1,37 \text{ г/см}^3$. Выращиваемая культура – сахарная свекла.

Дискретные поливы по бороздам проводился через борозду 06.09 и 12.09.03 г. двумя импульсами полива с расходом поливных струй $Q = 0,450 \text{ л/с}$ и затем одним импульсом $Q = 0,225 \text{ л/с}$ поливной нормой $200 \text{ м}^3/\text{га}$. При этом контролировалась влажность активного слоя почвы и сравнивались влагозапасы в почве на площадках с мульчированными и немulчированными поливными бороздами (рис.2). Глубина залегания грунтовых вод в начале борозд составляла 82 см в конце борозд -70 см. В точках измерения средняя глубина залегания грунтовых вод составляла 75 см.

Из рисунка 2 видно, что распределение влажности по ширине грядок было более равномерным в случае с мульчированием неполивных борозд. С 06.09 по 13.09.03 фактическое изменение влагозапасов на грядках без мульчирования неполивных борозд составило $\Delta W_1 = 12,84 \text{ мм}$, а изменение влагозапасов на грядках с мульчированием неполивных борозд составило $\Delta W_2 = 8,52 \text{ мм}$. Разность влагозапасов между грядками с мульчированием неполивных борозд и грядками без мульчирования неполивных борозд за этот период была $\Delta W = 4,32 \text{ мм}$, что составляет 34 % от изменения влагозапасов на грядках, где не было мульчирования неполивных борозд.

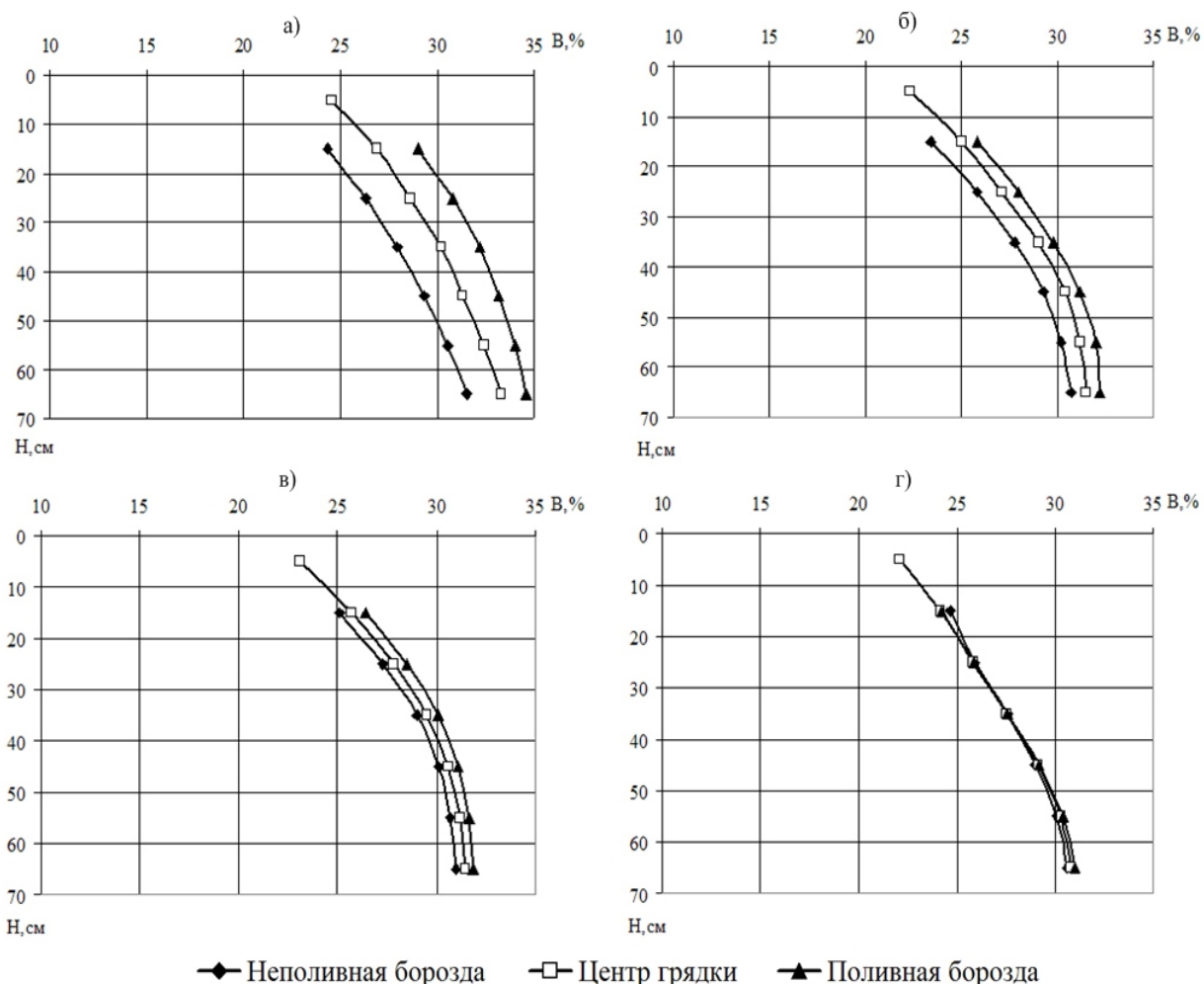


Рисунок 2 - Влажность активного слоя почвы:

- а) 07.09.03 через сутки после дискретного полива поливной нормой $200 \text{ м}^3/\text{га}$;
 б) 13.09.03 без мульчирования неполивной борозды через сутки после дискретного полива поливной нормой $200 \text{ м}^3/\text{га}$; в) 13.09.03 с мульчированием неполивной борозды через сутки после дискретного полива поливной нормой $200 \text{ м}^3/\text{га}$; г) 19.09.03 с мульчированием неполивной борозды

За период с 14 по 19.09 2003 года фактическое изменение влагозапасов на грядках без мульчирования неполивных борозд составило $\Delta W_1 = 11,10 \text{ мм}$, а изменение влагозапасов на грядках с мульчированием неполивных борозд составило $\Delta W_2 = 7,57 \text{ мм}$. Разность влагозапасов между грядками с мульчированием неполивных борозд и грядками без мульчирования неполивных борозд $\Delta W = 3,53 \text{ мм}$ и составляла 32 % от изменения влагозапасов на грядках, где не было мульчирования неполивных борозд.

Таким образом, проведенные исследования и результаты исследований других ученых показывают, что мульчирование неполивных борозд позволяет уменьшить испарение влаги с поверхности почвы и сэкономить более 30 % поливной воды, стабилизировать влажность почвы в верхней части активного слоя почвы грядок. Все это позволяет активизировать жизнедеятельность дождевых червей, почвенной флоры и фауны, улучшающих плодородие, улучшить структуру и водопроницаемость верхней

части активного слоя почвы, где сосредоточена основная часть корневой системы растений, и, следовательно, повысить плодородие почвы. Кроме того, мульчирование почвы предотвращает произрастание сорняков по середине грядок, что уменьшает затраты труда на борьбу с ними. Незначительное мульчирование всей поверхности грядки повышает также всхожесть семян растений. Улучшение структуры и водопроницаемости верхней части активного слоя почвы грядок и прокладывания экранов под поливными бороздами при поливах через борозду по уплотненным бороздам вызывает повышенную боковую фильтрацию воды из поливных борозд. Это обеспечивает возможность более равномерного увлажнения почвы грядок, выдачи в первой фазе полива только части поливной нормы, полива участков малыми нормами и уменьшения потерь поливной воды на глубинную фильтрацию. Подача импульсов полива в уплотненные тупиковые борозды с максимальным эрозийно допустимым расходом поливных струй, увеличение периодов между импульсами до одних суток позволяет рассредоточить выдачу поливной нормы, поддерживать оптимальную влажность активного слоя почвы, равномерность увлажнения почвы по длине борозд, предотвратить потери воды на глубинную фильтрацию, улучшить микроклимат в приземном слое воздуха.

Дальнейшее совершенствование технологий орошаемого земледелия при поливе по бороздам возможно в направлениях улучшения аэрации и активизации жизнедеятельности почвенной флоры и фауны во всем корнеобитаемом слое почвы. Устранение недостатков, механизация и автоматизация полива по бороздам позволит реализовать широкое внедрение методов Conservation Agriculture в орошаемое земледелие России.

Литература

1. Губин В.К. Совершенствование технологии и техники полива по бороздам. //Мелиорация и окружающая среда. Том 1. – М.: ВНИИА, 2004. – С. 64 – 68.
2. Земледелие /С.А. Воробьев и др. – М.: Агропромиздат, 1991. – 527 с.
3. Курдюмов Н.И. Мастерство плодородия. – Ростов н/Д: Владис: М.: РИПОЛ классик, 2008. – 512 с.
4. А.с. 1471993 SU, МКИ А 01 G 25/00. Способ полива /Э.Э. Маковский, И.А. Ким. – Оpubл. 15.04.89. – Бюл. № 14.
5. А.с. 1528392 SU, МКИ А 01 G 25/16. Способ управления бороздковым импульсным поливом /Э.Э. Маковский, И.А. Ким. – Оpubл. 15.12.89. – Бюл. № 46.
6. Патент № 761 KG, МПК А 01 G 25/00. Способ мелиорации поливных участков при близком залегании грунтовых вод /А.И. Ким, И.И. Ким. – Оpubл. 31.03.2005. – Бюл. № 3.