

АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ ВЛАГОНАКОПЛЕНИЯ ПОЧВЫ ОТ СПОСОБА ЕЕ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ

БОЙКОВ Василий Михайлович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

СТАРЦЕВ Сергей Викторович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ВОРОТНИКОВ Игорь Леонидович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ПАВЛОВ Андрей Владимирович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

Рассмотрены схемы применяемых технологий основной зяблевой обработки почвы в направлении накопления и сохранения влаги в метровом слое почвы. Представлен анализ структурного состояния пахотного слоя почвы при использовании почвообрабатывающих орудий с дисковыми рабочими органами, плоскорезов-глубокорыхлителей со стрельчатыми лапами, плугов с чизельными стойками, орудий с комбинацией дисковых и плоскорежущих рабочих органов, орудий с комбинацией чизельных и дисковых рабочих органов, лемешно-отвальных плугов общего назначения.

Введение. Главным источником пополнения запасов почвенной влаги в засушливых сельскохозяйственных районах являются атмосферные осадки. Достаточные запасы влаги в метровом почвенном слое могут обеспечить оптимальные условия для роста и развития культурных растений в основной период их вегетации. Повышение эффективности производства растениеводческой продукции в регионах недостаточного увлажнения во многом определяется применением рациональной основной обработки почвы. Рациональная технология обработки почвы решает задачи максимального накопления и сбережения почвенной влаги.

Саратовская область, особенно районы Левобережья, по агроклиматическим условиям относится к зоне недостаточного увлажнения [10]. По результатам исследований [3] сухие годы в регионе составляют 18 %, засушливые – 50 %, полузасушливые – 25 %, полувлажные – 6 % и влажные – всего 1 %, при полном отсутствии избыточно-влажных лет. Земледелие здесь сопряжено с определенным риском. Частые засухи, суховеи и другие неблагоприятные явления снижают урожай зерновых культур. Накопление, сохранение и рациональное использование почвенной влаги во многом определяется выполнением влагосберегающих агроприемов и выбором специализированной почвообрабатывающей техники.

Механизм накопления влаги в почве происходит в следующей последовательности. Атмосферные осадки в виде дождя выпадают на поверхность и заполняют имеющиеся в почве пустоты. В верхнем слое капиллярными силами почва удерживает некоторую часть влаги, называемую наимень-

шей влагоемкостью. Все, что свыше этой влаги, под действием гравитационных сил стекает в нижележащий слой. Когда и он наполнится свыше влагоемкости, избыток воды перетечет в следующий слой. И так до тех пор, пока вода не впитается в достаточно сухой слой почвы, влажность которого окажется ниже его наименьшей влагоемкости, или избыток воды поступит в грунтовые воды, находящиеся в нижней части почвенного профиля [21].

В исследованиях [1, 21] процесс движения влаги в почве описывается следующим образом. Вода, попадая на поверхность иссушенной почвы, практически мгновенно заполняет наиболее крупные трещины и макропоры, проникая в глубь почвы. Далее влага перераспределяется между заполненными трещинами и внутриагрегатным пространством. Почвенные агрегаты набухают и начинают увеличиваться в объеме, постепенно уменьшая величину трещин. Так продолжается до установления равновесия между «проводящей» и «сохраняющей» частями порового пространства.

Существенную роль в формировании основных путей миграции воды, является «плужная подошва», где происходит смена категорий плотности и изменяется вертикальность пространственного расположения этих путей [1].

Известно, что почва – это капиллярно-пористое тело, значит, вода в почве должна перемещаться равномерно и постепенно, при достижении насыщения будет двигаться от слоя к слою по всем капиллярам. Но почвенные поры оказываются не просто цилиндрическими капиллярами, а образованиями сложной формы. Через одни вода фильтруется быстро, через другие проникает медленно. Следовательно, в про-



цессе впитывания вода в почве движется весьма неравномерно.

Исследованиями также установлено, что в условиях Поволжья в осенне-зимний период влагонакопление происходит неравномерно [6]. С октября по март в метровый слой почвы поступает от 40 до 80 мм воды. Весной, от таяния снега с середины марта до середины апреля, содержание влаги резко возрастает до 150–170 мм. Следовательно, в данный период почва должна сохранять структурно-агрегатный состав, плотность сложения, обеспечивающие свободное перемещение воды в глубь пласта. Очевидно, такое состояние будет зависеть от технологии основной обработки почвы осенью.

Цель исследований – проанализировать известные технологии основной обработки почвы для производства сельскохозяйственных культур в зонах с малым количеством выпадающих атмосферных осадков и определить направление разработки влагосберегающей технологии и конструкции почвообрабатывающего орудия для максимального накопления и сохранения влаги.

Методика исследований. Исследования проводили путем анализа результатов исследований существующих технологий и показателей содержания влаги в почве при работе почвообрабатывающих машин, применяемых в зоне недостаточного увлажнения.

Результаты исследований. При производстве растениеводческой продукции в сельском хозяйстве применяют различные способы основной обработки почвы [5]. Наибольшее распространение получили технологии мелкой обработки почвы на глубину до 15 см, технологии глубокой обработки почвы на глубину до 30 см и комбинации этих технологий [5, 20].

На рис. 1, а приведена схема технологического процесса обработки почвы, выполняемого дисковыми рабочими органами борон или дискататоров (БДМ) [5, 9]. Сферические диски, установленные под углом к направлению движения агрегата, взаимодействуют с почвой по глубине до 15 см. При этом почва интенсивно крошится, подрезаются стерня и растительные остатки. Растительные и пожнивные остатки измельчаются и перемешиваются с раскрошенной почвой. При такой технологии до 70 % измельченной соломы, стерни и растительных остатков заделяется в пахотный слой по всей глубине [9]. В процессе дискования получается структура почвы без сквозных трещин и макропор. Дно пахотного слоя от силы тяжести орудия уплотняется, в результате создаются искусственные препятствия движению воды в глубь горизонта.

Технология плоскорезной обработки предусматривает безотвальную обработку почвы плоскорежущими орудиями (рис. 1, б) на глубину 25–30 см с сохранением большей части послеуборочных остатков на поверхности пашни [5, 13]. Рабочим органом плоскореза-глубокорыхлителя (ПГ) является стрельчатая лапа шириной 1,5–2,0 м, выполняющая только рыхление почвы без ее обработка.

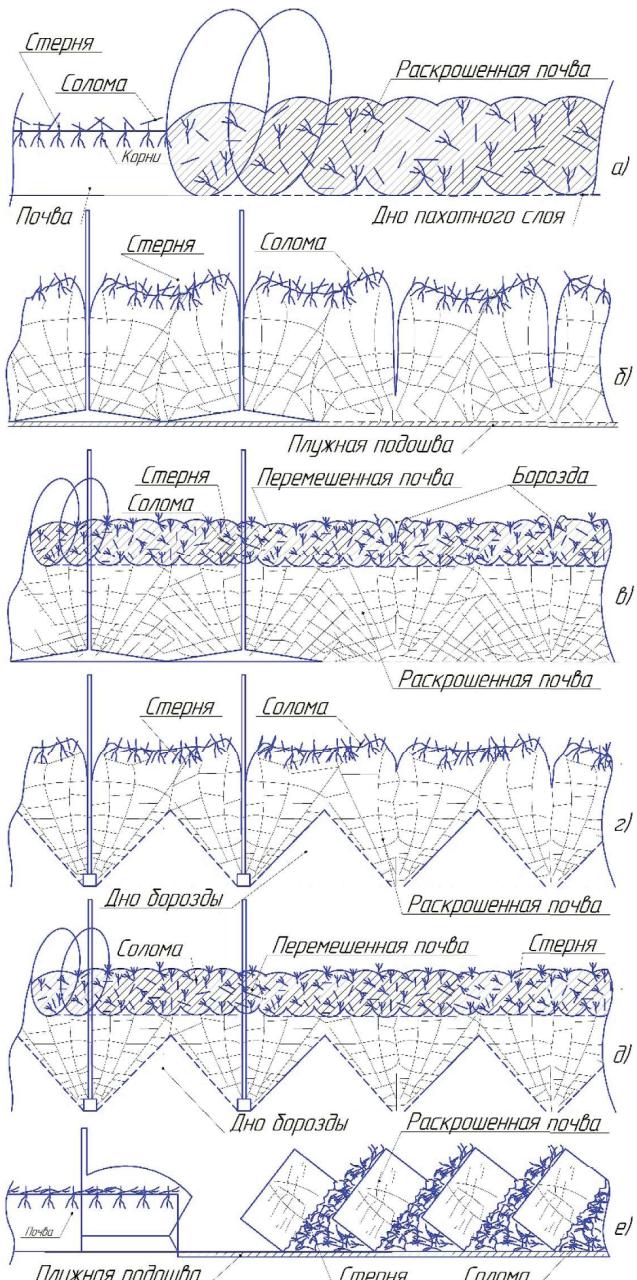


Рис. 1. Схемы технологических процессов основной обработки почвы, выполняемых: а – дисковыми рабочими органами; б – лапами плоскорезов-глубокорыхлителей; в – комбинацией плоскорежущих и дисковых рабочих органов; г – чизельными стойками; д – комбинацией чизельных и дисковых рабочих органов; е – лемено-отвальными корпусами

На поверхности поля остается стерня, задерживающая снег, что способствует лучшему накоплению влаги в почве [15]. Использование лап приводит к образованию плотной «подошвы», которая не пропускает влагу в нижние слои почвы.

Сочетание мелкой (на глубину до 15 см и глубокой на глубину до 35 см) обработки почвы с оставлением на поверхности пашни измельченных растительных остатков получило название мульчирующей или «консервирующей» комбинированной обработки [5]. На рис. 1, в представлена схема технологии обработки почвы комбинированным диско-лаповым агрегатом (ДЛА). Во время движения агрегата сначала рабочие органы дисковых батарей



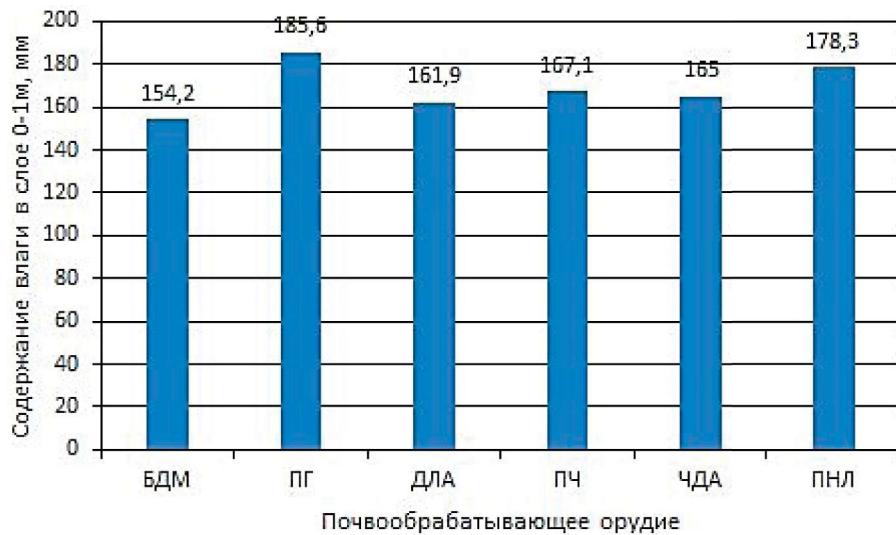


Рис. 2. Содержание влаги перед посевом в слое 0–1,0 м при использовании различных почвообрабатывающих орудий

разрыхляют слой почвы на глубину 5–8 см, затем плоскорежущие лапы углубляют взрыхленный диками пахотный слой [16].

После обработки почвы таким набором рабочих органов, в местах прохода стоек плоскорежущих лап, образуются углубления, чтобы их исключить, доукомплектовывают агрегат различными выравнивающими катками [7, 16].

К технологии без оборота пласта почвы относится чизельная обработка, выполняемая чизельным плугом (рис. 1, г). Чизельный плуг (ПЧ) предназначен для глубокого рыхления почвы с углублением пахотного горизонта до 45 см [12]. В результате такой обработки разрушается «пружинная подошва», почва приобретает глыбистую комковатую структуру, в местах прохода чизельных стоек на поверхности образуются борозды, а на дне высокие неразрушенные гребни [8, 18]. Разрыхленная чизельным плугом почва позволяет быстро и свободно проникать воде в нижние горизонты. Интенсивное «впитывание» способствует накоплению продуктивной влаги, поверхностный сток переводится во внутриводный, увеличивая влагозапасы и снижая смыв почвы.

К комбинированной технологии относят работу почвообрабатывающих чизельно-дисковых агрегатов (ЧДА) [14] (рис. 1, д). Первоначально на глубину до 40 см выполняется безотвальное рыхление уплотненной почвы. Между рядами проходов стоек остаются пожнивные и растительные остатки. Далее по этой поверхности проходит батарея дисков, интенсивно перемешивая стерню и солому с разрыхленной чизелем почвой. Профиль дна борозды образуется аналогично работе чизельного плуга (ПЧ), а в верхней части пласта образуется структура, подобно работе дискователя (БДМ).

Технология отвального обработки почвы, выполняемая лемешно-отвальными плугами (ПНЛ) на глубину до 30 см, представлена на рис. 1, е [11]. При достаточно большой распространенности технологии, отвальные плуги обладают рядом недостатков. Плуг образует «пружинную подошву», препятствующую проникновению влаги в нижние слои

почвы. Весной вспаханные поля быстро освобождаются от снега, а темная поверхность создает условия интенсивного испарения накопленной влаги.

Основываясь на многолетних наблюдениях за динамикой влажности в период от основной обработки почвы к началу посева [2, 4, 6, 8, 9, 15, 16, 17, 19], в среднем можно установить, что больше всего продуктивной влаги накапливается (рис. 2) при глубоких обработках: плоскорезной – 185,6 мм, чизельной – 167,1 мм, отвальной вспашке – 178,3 мм. При комбинированных технологиях: чизельно-дисковым агрегатом – 165 мм, дисковым – 161,9 мм. При обработке дисковыми орудиями влагонакопление наименьшее – 154,2 мм.

Заключение. Для возделывания сельскохозяйственных культур в зонах недостаточного увлажнения, к началу посева в метровом слое почвы необходимо иметь наибольший запас влаги. Лучшее влагонакопление обеспечивают технологии и средства основной обработки почвы с углублением пахотного слоя без образования «пружинной подошвы». За счет формирования комковатой структуры, с низкой плотностью сложения агрегатного состава, повышается водопроницаемость пахотного и подпахотного слоев почвы. Сохранение макропористой структуры почвы к началу таяния снега увеличивает содержание влаги в метровом слое.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ананьева К.А. Преимущественные потоки почвенной влаги в условиях стационарной фильтрации: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2004. – 22 с.
2. Бакиров Ф.Г. Эффективность ресурсосберегающих систем обработки черноземов степной зоны Южного Урала: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Оренбург, 2008. – 48 с.
3. Бучинский И.Е. Засухи и суховеи. – Л.: Изд-во Гидрометеиздат, 1976. – 56 с.
4. Вибе В.Д. Эффективность влаго-энергосберегающих систем обработки почвы под яровую пшеницу на черноземах обыкновенных Оренбургского Предуралья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Оренбург, 2006. – 22 с.





5. ГОСТ 16265-89. Земледелие. Термины и определения. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200022975>.
6. Добрынин Ю.М. Повышение влагосбережения почвы совершенствованием орудия для мелкой мульчирующей обработки: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Пенза, 2012. – 20 с.
7. Жук А.Ф., Шубин А.В. Эффективность комбинированных почвообрабатывающих агрегатов АПК-6 и АПК-3 // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2010. – № 5. – С. 18–20.
8. Кузыченко Ю.А. Научное обоснование эффективности систем основной обработки почвы под культуры полевых севооборотов на различных типах почв центрального и восточного Предкавказья: дис. ... д-ра с.-х. наук. – Ставрополь, 2014. – 290 с.
9. Обзор результатов испытаний дисковых почвообрабатывающих в Северо-Западной зоне в 2012–2016 годах. – Режим доступа: <https://agrovesti.net/lib/tech/machinery-and-equipment/obzor-rezul'tatov-ispytanij-diskatorov-pochvoobrabatyvayushchikh-v-severo-zapadnoj-zone-v-2012-2016-godakh.html15/>.
10. Особенности сельскохозяйственного природопользования Саратовской области. – Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2014/article/2014002315>.
11. Отчет № 11-22-14 (5010162) от 17.11.2014 г. по результатам испытаний плуга навесного усиленного ПНУ-8-40П. – Зерноград, 2014. – 10 с.
12. Протокол № 01-82-18 (5010202) от 13.12.2018 г. испытаний плуга чизельного ПЧ-4,5. Алтайская МИС. – Поспелиха, 2018.
13. Протокол № 01-30-00 (1010132) от 24.11.2000г испытаний плоскореза-глубокорыхлителя навесного ПГН-3. Алтайская МИС. – Рубцовск, 2000.
14. Протокол № 08-71-2018 (5020752) от 5.12.2018 г. испытаний чизельно-дискового агрегата Veles ЧДА-5.М. Поволжская МИС. – Кинель, 2018.
15. Савосыкина О.А. Влияние противоэрозионных обработок на водный режим и влагообеспеченность полевых культур // Агро XXI. – 2009. №4–9. – С. 39–41.
16. Сарычев А.Н. Использование АПК-6 в системе зяблевой обработки почвы при выращивании яровой пшеницы в условиях Волго-Донского между-
- речья: автореф. канд. ... с.-х. наук. – Волгоград, 2007. – 24 с.
17. Селиванова В.Ю. Влагообеспеченность яровых культур в севообороте с различной обработкой почвы в сухостепной зоне Нижнего Поволжья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – №1 (49). – С. 154–161.
18. Сравнительный анализ технического уровня плугов по результатам испытаний на машиноиспытательных станциях. – Солнечногорск, 2014. – 75 с.
19. Скороходов В.Ю. Уровень продуктивной власти в зависимости от предшественника, срока и вида обработки почвы на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 1(81). – С. 13–19.
20. Федеральный регистр технологий производства продукции растениеводства. Система технологий. – М.: ГНУ Информагротех, 2000. – 517 с.
21. Шеин Е.В. Движение воды в почве. – Режим доступа: http://vivovoco.astronet.ru/VV/JOURNAL/NATURE/10_01/WATEARTH.HTM.

Бойков Василий Михайлович, д-р техн. наук, проф. кафедры «Техническое обеспечение АПК», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Стартцев Сергей Викторович, д-р техн. наук, проф. кафедры «Техническое обеспечение АПК», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Воротников Игорь Леонидович, д-р экон. наук, проф., зав. кафедрой «Проектный менеджмент и внешнеэкономическая деятельность в АПК», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Павлов Андрей Владимирович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Техническое обеспечение АПК», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410056, г. Саратов, ул. Советская, 60.
Тел.: (8452) 74-96-63.

Ключевые слова: плуг; влагонакопление; рабочий орган; почвообрабатывающие орудия.

ANALYSIS OF THE DEPENDENCE OF SOIL MOISTURE ACCUMULATION ON THE METHOD OF BASIC SOIL CULTIVATION

Bojkov Vasiliy Mihaylovich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the chair "Processes and Agricultural Machinery in AIC", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Startsev Sergey Viktorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the chair "Processes and Agricultural Machinery in APIC", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Vorotnikov Igor Leonidovich, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the chair "Project Management and Foreign Economic Activity in Agro-industrial Complex", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Pavlov Andrey Vladimirovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair "Technical Support in

AIC", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Keywords: plow; moisture accumulation; working body; tillage tools.

Schemes of applied technologies of the main winter tillage in the direction of accumulation and preservation of moisture in a meter layer of soil are considered. The article presents an analysis of the structural state of the arable soil layer when using tillage tools with disc working bodies, deep-diggers with pointed legs, plows with chisel stands, tools with a combination of disc and flat-cutting working bodies, tools with a combination of chisel and disc working bodies.