

Обоснование орудия безотвальной вспашки для сохранения плодородия почвы в засушливых регионах

*М.М. Константинов, д.т.н., профессор, Оренбургский ГАУ;
Б.Н. Нуралин, д.т.н., профессор, А.У. Туманов, магистрант,
Н.А. Кантарбаев, магистрант, Западно-Казахстанский АТУ*

Казахстан занимает шестое место в мире по объёму экспорта зерна. Пшеница, возделываемая в казахстанских степях, отличается высоким содержанием белка и клейковины, т.е. высокой упругостью. Уникальный климат Казахстана способствует формированию высококачественного, высокопротеинового зерна, востребованного на мировом рынке продовольствия как улучшителя свойств муки пшеницы других стран.

Управление изменениями элементов почвенного плодородия должно предусматривать применение приёмов, устраняющих полностью процессы деградации почв и ускоряющих процессы стабилизации свойств и режимов почв, определяющих высокий уровень эффективного плодородия.

Все составные компоненты функциональной и структурной частей почвы тесно взаимосвязаны. Однако в практике земледелия основное внимание

уделяется оптимизации функциональной части, и в меньшей мере сохранности и направленному преобразованию почвенной системы. При этом применяемые удобрения и агротехнические приёмы оцениваются с точки зрения получения высокого урожая, что может привести к стихийному формированию почвенного «тела», при этом не исключена его деградация.

Среди показателей структурной части модели почвы наибольшее внимание уделяется гумусу. Основными причинами потерь гумуса пахотными почвами являются несбалансированность структуры посевных площадей по массе растительных остатков, поступающих в почву; усиление минерализации органического вещества в результате интенсивной обработки и повышения степени аэрации почв; дефляция и эрозия почв.

Для прироста гумуса и улучшения водно-физических свойств почвы выгодно растягивать процессы разложения органического вещества.

Одним из главных источников органического вещества в земледелии являются корневые и пож-

нивные растительные остатки полевых культур. Они удобряют почву ежегодно, их питательные элементы находятся в форме органических соединений и легко поддаются минерализации, что положительно влияет на повышение эффективного плодородия почвы. Внесение пожнивно-корневых остатков культурных растений не требует дополнительных затрат, они распределяются в почве равномерно.

В засушливых условиях развитие корневых систем в значительной мере определяет характер формирования надземной массы растений. Создание условий для мощного развития корневой системы растений является одним из важных приёмов борьбы с засухой, средством повышения урожайности всех сельскохозяйственных культур и воспроизводства органического вещества в почве.

В природных условиях сухостепной зоны Западного Казахстана максимальное использование соломы для возделывания зерновых культур наряду с традиционными органическими удобрениями (навоз и сидераты) следует рассматривать как перспективное мероприятие по воспроизводству почвенного плодородия, полностью отвечающее принципам биологического и ресурсосберегающего земледелия.

Отказ от оборачивания почвы и глубоких интенсивных обработок, сохранение и создание на поверхности мульчирующего слоя являются элементами технологий обработки почвы, обеспечивающих условия для расширенного воспроизводства почвенного плодородия, роста урожайности.

Результаты экспериментальной оценки апробированных разработок с синтезированными структурами и параметрами приведены в указанной ниже последовательности.

1. Экспериментальную оценку закладки вертикальных щелей — каналов проводили плугами с почвоуглубителями, плоскорезом и щелерезом.

Щелевание, проводимое одновременно с обработкой почвы, увеличивает аккумуляцию влаги в почве, улучшает условия впитывания влаги в почву, уменьшает поверхностный сток талых вод и ливневых осадков. Экспериментальную оценку производили по коэффициенту впитывания — $K_{вп}$.

Выявлено влияние видов обработки почвы на величину $K_{вп}$:

- $K_{вп}^{но+щ} = 0,38 \div 0,45$, в среднем 0,4 — при отвальной вспашке;
- $K_{вп}^{бо} = 0,38 \div 0,52$, в среднем 0,45 — при безотвальной вспашке;
- $K_{вп}^{но} = 0,35$, в среднем на полях, не обработанных с осени.

Выявлено влияние щелевания на величину $K_{вп}$ при глубине основной обработки 20 см:

- $K_{вп}^{но+щ} = 0,47 \div 0,66$, в среднем 0,515 — при отвальной обработке;
- $K_{вп}^{бо+щ} = 0,51 \div 0,69$, в среднем 0,6 — при безотвальной обработке;

- $K_{вп}^{но+щ} = 0,52$, на необработанном участке проведено только щелевание.

Щелевание даёт увеличение величины $K_{вп}$:

- на необработанных участках $\Delta K_{вп}^{но} = 0,170$;
- на участках с отвальной обработкой $\Delta K_{вп}^{о} = 0,115$;
- на участках с безотвальной обработкой $\Delta K_{вп}^{бо} = 0,250$.

Полученные данные свидетельствуют о том, что безотвальная обработка с щелеванием на полях приводит к увеличению коэффициента впитывания на величину $\Delta K_{вп}^{бо+щ} = K_{вп}^{компл} + K_{вп}^{но} = 0,69$.

Сравнивая коэффициенты $K_{вп}^{но} = 0,35$, $K_{вп}^{компл} = 0,34$, можно отметить увеличение запасов влаги в почве в два раза за счёт снижения стока талой воды и лучшего её впитывания в почву.

2. Экспериментальную оценку внесения соломенной сечки длиной 2–3 мм в целях создания горизонтальной прослойки проводили на переносном почвенном канале. В почвенном канале на глубине 20 см закладывали соломенную прослойку толщиной 3–5 см с размером соломенных частиц 2–3 мм, сверху закладывали необработанную почву, отвально и безотвально обработанную. Контрольный вариант опыта предусматривался без закладки горизонтальной прослойки. Затем почву смачивали до величины наименьшей полевой влагоёмкости (НВ) и подвергали действию окружающей среды в летнее время из-за отсутствия камеры искусственного климата.

В опыте использовали почву светло-каштановую карбонатную; дневная температура составляла $T_{дн} = 34–35^{\circ}\text{C}$, ночная — $T_{н} = 20–24^{\circ}\text{C}$. Величина наименьшей влажности НВ была равна: на опытном варианте

$НВ_{0-50}^{он} = 158$ мм — в слое 0–50 см; $НВ_{50-100}^{он} = 290$ мм — в слое 50–100 см;

на контрольном варианте

$НВ_{0-50}^{к} = 150$ мм — в слое 0–50 см; $НВ_{50-100}^{к} = 280$ мм — в слое 50–100 см.

Величина продуктивной влаги (ПВ) была равна: на опытном варианте

$ПВ_{0-50}^{он} = 105$ мм — в слое 0–50 см; $ПВ_{50-100}^{он} = 172$ мм — в слое 50–100 см;

на контрольном варианте

$ПВ_{0-50}^{к} = 87$ мм — в слое 0–50 см; $ПВ_{50-100}^{к} = 170$ мм — в слое 50–100 см.

Создание горизонтальной прослойки толщиной 3–5 см из соломенной сечки размером $L = 2–3$ мм на глубине 20 см увеличивает величину НВ в метровом слое на $\Delta НВ_{0-100}^{он} = 18$ мм и величину продуктивной влаги в метровом слое на $\Delta ПВ_{0-100}^{он} = 20$ мм.

Изменение величины испарившейся влаги по времени представлено на рисунке 1. Горизонтальные прослойки с толщиной $h = 3–5$ см и с размером соломенной сечки $\ell = 2–3$ мм снижает потери почвенной влаги физическим испарением. Длина соломенной частицы взята соразмерной диаметру

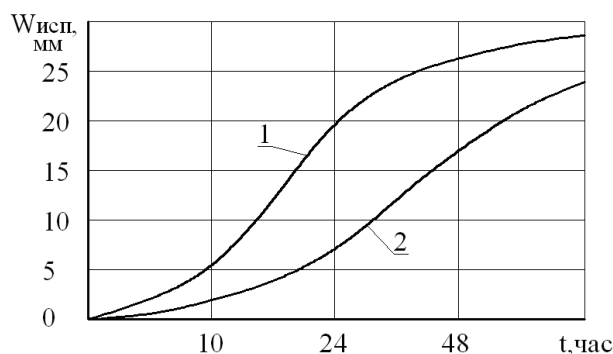


Рис. 1 – Зависимость испарившейся влаги от времени испарения:

1 – контрольный вариант без горизонтальной соломенной прослойки; 2 – опытный почвенный канал с соломенной прослойкой и размером соломенной сечки 2–3 мм

сечки в 2–3 мм. В этом случае имеет место наибольшая поверхность смачивания, наблюдаются большее накопление влаги и наименьшие потери влаги физическим испарением.

3. Экспериментальную оценку технологических приёмов по созданию влагосберегающего мульчирующего слоя путём рыхления поверхности слоя почвы и мульчированием поверхности поля соломенной сечкой проводили в лабораторных условиях.

Для автоматизации процесса крошения, уменьшения металлоёмкости рекомендуется использовать рабочий орган ротационного типа. Допустимые показатели по крошению сухой почвы получены при влажности почвы, близкой к влажности завядания $W = 15–17\%$. Фракции пылевой и с размером частиц > 10 см практически нет, с размером 5–10 см – не более 20%. Результаты показывают, что обработка сухих почв активными рабочими органами равнозначна одному проходу двух двурядных батарей игольчатых дисков.

Оценка потерь почвенной влаги физическим испарением во времени приведена на рисунке 2.

Вариант 1: при оптимальной обработке поверхностного слоя почвы $h = 8$ см (крошение – 75% частиц размером 1–5 см, 5–10 см не более 20%, кривая – 3) и необработанной почвы (кривая 1).

Из опытов следует: поверхностное рыхление на глубину 8–10 см эффективно снижает потери почвенной влаги физическим испарением, особенно на начальных стадиях процесса; мульчирование соломой эффективно на более длительном отрезке времени, т.к. снижает в большей степени температуру почвы.

Установлено, что по сравнению с контрольным вариантом применение предлагаемой технологии обеспечивает сохранение в среднем 20 мм, или более 1/3 влаги, снижение тягового сопротивления на 15–20%, уменьшение расхода топлива на 10%, повышение производительности на 12%.

Разработанные теоретическим и экспериментальным путём структуры влагосберегающих, энер-

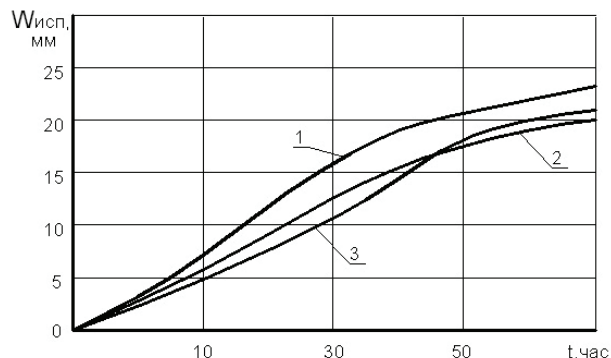


Рис. 2 – График зависимости $W_{исп} = f(t)$:

1 – контрольный вариант; 2 – опытный вариант 2; 3 – опытный вариант 1.

Вариант 2: без мульчирования (кривая 1) и при поверхностном мульчировании соломенной сечкой $h = 3$ см (кривая 2)

госберегающих и почвозащитных технологических приёмов и технических средств механизации обработки почвы позволили предложить компоновку почвообрабатывающего агрегата, состоящего из рыхлителя для основной обработки почвы со сменными рабочими органами (для гладкой вспашки).

Конструкция рабочего органа плужного рыхлителя представлена на рисунке 3а. Для универсализации разработанного нами рыхлителя [1–4] предлагается рабочий орган, сочетающий глубокое рыхление пахотного слоя с нарезанием щелей в дне борозды и одновременное внесение в щель солоистой сечки (рис. 3б, 3в).

Измельчённая солоmistая масса, хранящаяся в бункере, через боковой канал поступает за счёт собственного веса в смесительную камеру, захватывается потоком воздуха и в виде воздушно-солоистой массы подаётся по гибкому рукаву и по каналу в щель, образованную ножом-щелерезом.

В подошве борозды рабочего органа рыхлителя за ножом-щелерезом образуется канал, условно разделённый на три горизонта: 1 – горизонт с преимущественным содержанием разрыхлённой почвы; 2 – горизонт рыхлой почвы с максимальным содержанием измельчённой солоистой массы; 3 – горизонт рыхлой почвы, образованной «восстанавливающейся» подошвой щели после деформации носком ножа-щелереза.

Выводы. 1. Теоретическими и экспериментальными исследованиями установлено: а) создание горизонтальной прослойки из соломенной сечки размером 2–3 мм, толщиной 3–5 см в корнеобитаемом слое при размерах агрегатов макро-, микроструктуры почвы 2–3 см обеспечивает конденсацию парообразной влаги, поступающей из глубоких слоёв почвы, и увеличивает величину продуктивной влаги в метровом слое на 20 мм;

б) обеспечение предложенными орудиями разрыхлённой мелкокомковатой поверхностной структуры на глубине до 8–10 см снижает испарение влаги за счёт разрыва капиллярных связей между

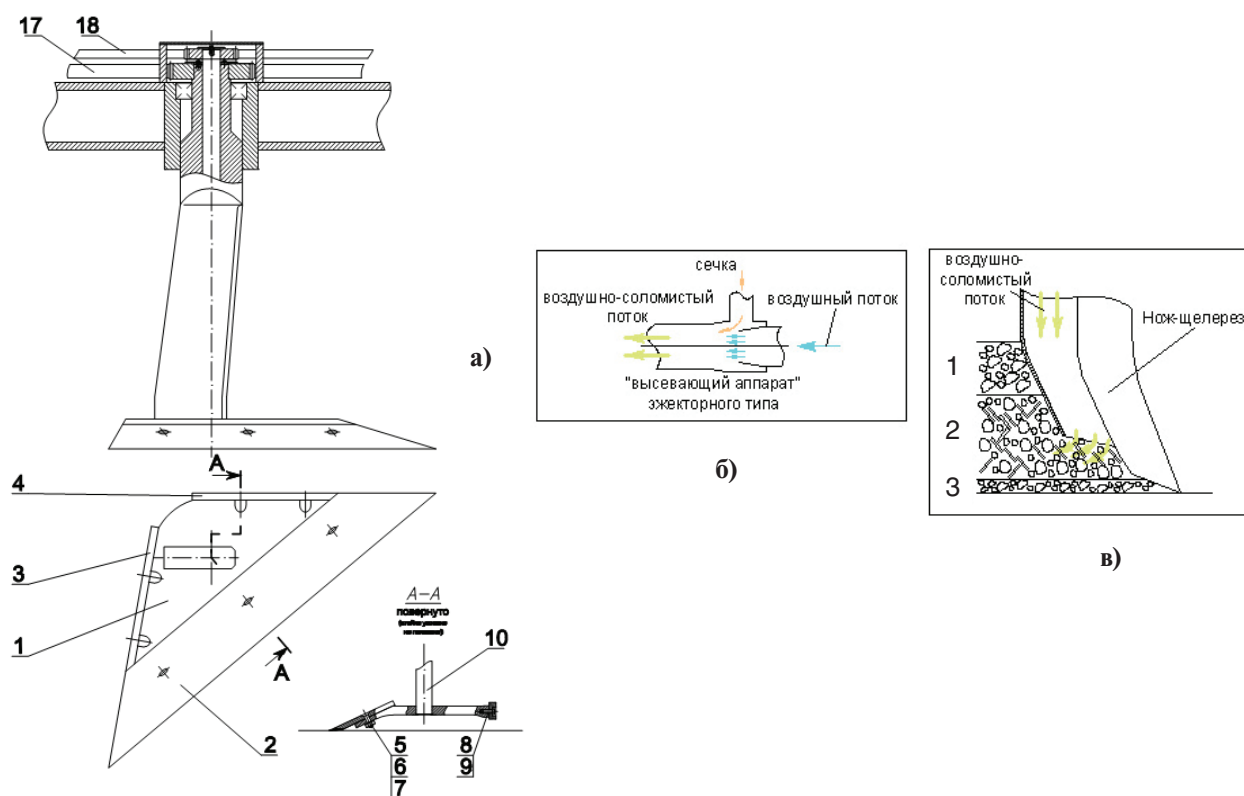


Рис. 3 – Общее устройство плужного рыхлителя с поворотными корпусами для гладкой вспашки:

1 – башмак; 2 – лемех; 3, 4 – полевые доски; 5, 6, 7 – болты лемешные; 8, 9 – болты с утопленными головками; 10 – ось

почвенными частицами и сохраняет почвенную влагу в среднем на 22 мм;

2. Разработанный комбинированный рабочий орган для безотвального рыхления в засушливой зоне Западного Казахстана позволяет эффективно использовать атмосферные осадки и снизить поверхностные стоки. При осенней обработке почвы в условиях засушливого региона этот орган обеспечивает создание системы каналов – связей по слоям, связывающим почву и подпочву с атмосферой, на глубине до 35 см и горизонтальных – на 20 см; мульчирование поверхности поля и заполнение вертикальных щелей соломенной сечкой размером 2–3 мм снижает испарение влаги, промерзание почвы, увеличивает впитывающую способность почвы и обеспечивает дополнительное влагонакопление в почве до 30–50 мм и повышение урожайности до 20%; разноглубинная обработка без оборота пласта с сохранением растительных остатков обеспечивает воспроизводство почвенной

энергии до 12% ежегодно, сокращая до 10–13% суммарные технологические энергетические затраты; повышение производительности агрегата до 30%, снижение расхода топлива до 20% за счёт сокращения длины холостых ходов и уменьшения тягового сопротивления.

Литература

1. Инновационный патент KZ 26192. Рабочий орган к рыхлителю для основной обработки почвы / Б.Н. Нуралин, М.М. Константинов, С.В. Олейников // Комитет по правам интеллектуальной собственности Министерства юстиции Республики Казахстан. Зарегистрировано 15.10.2012 г. Бюл. № 10.
2. Константинов М.М., Нуралин Б.Н., Есенжанов С.З. Обоснование влагосберегающих технологий возделывания зерновых культур в степных регионах // Международный сельскохозяйственный журнал. 2009. № 2. С. 53–55.
3. Константинов М.М. Совершенствование почвообрабатывающей техники для ресурсосберегающего земледелия / соавторы Б.Н. Нуралин, С.В. Олейников // Техника в сельском хозяйстве. 2011. № 2. С. 7–9.
4. Патент на изобретение KZ В 22323. Рыхлитель для основной обработки почвы / М.М. Константинов, С.З. Есенжанов, С.В. Олейников, Б.Н. Нуралин (Комитет по правам интеллектуальной собственности Министерства юстиции Республики Казахстан) // БИ. № 2 от 15.02.2010 г.