

УДК 631.311:631.33

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АГРЕГАТЫ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

**Юдина Е.М., кандидат технических наук, доцент,
тел. 8(928)410-71-41, elena_yudina1963@mail.ru
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ имени И.Т.Трубилина**

***Ключевые слова:** вспашка, измельчение, почва, удобрение, производительность, эффективность*

Проанализированы также качественные показатели вспашки по сравнению с обычными серийными плугами. Обоснована эффективность предлагаемого многофункционального пахотного агрегата, совмещающего за один проход операции внесения основного удобрения, отвальной вспашки, дополнительного крошения и выравнивания почвы.

Введение. Конкурентоспособное производство продукции земледелия зависит от применяемых технологий [1, 2, 3] и интеллектуальных средств механизации [4, 5]. Ресурсосберегающие природоохранные технологии способствуют сохранению и приумножению плодородия почвы, повышению производительности труда и снижению затрат. При строгом соблюдении научно обоснованных систем земледелия [6] выполняются на практике вышеуказанные требования, сельхозпредприятия добиваются высоких урожаев и рентабельно ведут хозяйство. Одним из основных приемов обработки почвы в земледелии является отвальная вспашка. Несмотря на свою высокую энергоемкость, себестоимость и низкую производительность, она пока остается основным агроприемом борьбы с сорняками, болезнями растений и сельхозвредителями [6]. Относительно негативного влияния вспашки на эрозию почвы можно указать на результаты исследований КубГАУ [7], где доказано, что вспашка по сравнению с дисковыми орудиями распыляет почву в 1,5 раза меньше. Перед вспашкой согласно системе земледелия [6] вносят

основное удобрение, элементы которого азот, калий и фосфор равномерно распределяются по всему пахотному слою, что является отрицательным для фосфора, так как фосфорные удобрения особенно необходимы в фазе созревания колосовых культур для получения высокого урожая и должны вноситься на дно борозды при вспашке [6]. Таким образом для вспашки необходимо снижение энергоемкости, повышение производительности и рациональное распределение отдельных видов удобрений по слоям вспаханной почвы. Этой задаче посвящена данная статья.

Материалы и методы. В работе использован метод математического моделирования процесса вспашки предлагаемым многофункциональным пахотным агрегатом и результаты сравнительных испытаний различных конструкций плугов [8].

В качестве целевой функции математической модели оптимизации параметров предлагаемого пахотного агрегата использованы затраты совокупной энергии на процесс отвальной вспашки, дополнительного крошения и выравнивания почвы и внесения основного удобрения в почву. Этот процесс можно представить функцией:

$$E = \left(1,3 + \frac{86,4G_{tr} \cdot 0,193}{T_2^T \cdot W} + \frac{75G_m \cdot 0,38}{T_2^M \cdot W} + \frac{250}{W} + \frac{0,162N_e \cdot 42,7}{W} \right) \rightarrow \min$$

где E – затраты совокупной энергии на процесс вспашки, МДж/га; G_{tr} – масса трактора, кг; G_m – масса агрегата, кг; T_2^T, T_2^M – годовая нормативная загрузка, соответственно, трактора и машины, ч; W – производительность агрегата за 1 час сменного времени, га/ч; N_e – мощность двигателя трактора, кВт; 42,7 – энергетический эквивалент расходуемого топлива, МДж/кг; 1,32 – затраты энергии живого труда, МДж/ч; 86,4 и 75 – эмпирический эквивалент, соответственно, трактора и сельхозмашины, МДж/кг, 0,193; 0,38; 250 – эмпирические коэффициенты.

По минимальному значению функции E находят оптимальную ширину захвата агрегата V_p (м), рабочую скорость V_p (км/ч), емкость бункера для минеральных удобрений V_b (м³), длину гона L_p (км),

коэффициент удельного тягового сопротивления почвы k_m (кН/м), коэффициент использования времени смены t .

Результаты и их обсуждение. Предлагаемый многофункциональный пахотный агрегат отличается не только наличием различных приспособлений к плугу, но и рациональным распределением элементов удобрений по глубине пахотного слоя. Азотные и калийные туки из своих бункеров поступают на разбрасывающий диск, равномерно распределяются по поверхности поля и при проходе плуга перемешиваются его корпусами с почвой по всему слою. Фосфорные туки из бункера поступают в коллектор, а затем воздуходувкой по тукопроводам подаются за каждый отвал корпусов плуга на дно борозды. По технологии возделывания зерновых колосовых культур [6] известно также, что еще стартовая доза фосфорных удобрений (50 кг/га) вносится высевальными аппаратами зерновой сеялки вместе с семенами и подкармливает растения на первых фазах развития. Учитывая трудоемкость вспашки и высокие затраты, она применяется только после зерновых колосовых культур, особенно когда они были поражены болезнями (корневые гнили) или по предшественнику после многолетних трав [6]. Согласно системе земледелия в зависимости от типов почв часть колосовых культур возделывается после пропашных предшественников с применением мелкой поверхностной обработки почвы и даже без нее по нулевой обработке [9], но это на небольших площадях.

Преимуществом предлагаемого пахотного агрегата за счет совмещения технологических операций при одном его проходе по полю является его существенное преимущество по всем технико-экономическим показателям (табл.1) и качеству работы (табл.2). Анализ технико-экономических показателей сравниваемых технологий вспашки показал существенное преимущество варианта с использованием многофункционального пахотного агрегата.

Таблица 1 – Техничко-экономические показатели многофункционального

пахотного агрегата

Показатель	Сравниваемые технологии		Предлагаемая технология в процентах к существующей
	существующая	с применением многофункционального агрегата	
Затраты труда, чел.-ч/га	0,96	0,26	-269,2
Эксплуатационные затраты, руб/га	8920,0	1824,7	-388,9
Затраты совокупной энергии, МДж/га	581	262	-121,8
Металлоемкость, кг/га	24,8	12,8	-93,8
Срок окупаемости предлагаемого агрегата, лет	-	1,5	-

Преимущество предлагаемого пахотного агрегата по качеству вспашки и расходу топлива хорошо заметно при сравнении с результатами сравнительных испытаний различных конструкций плугов, проведенных в КубНИИТиМ [8].

Таблица 2 – Показатели качества вспашки и удельного расхода топлива различных конструкций плугов (данные КубНИИТиМ)

Показатель	Составы пахотных агрегатов			
	К-701+ ПБС-8-55	К-701+ ПНУ-8-40	Fendt+ Kverneland	Buhler 2425 +SPL-9
Глубина вспашки, м	25,9	27,8	25,4	26,4
Наличие пожнивных остатков, г/м ²	312	113	820	286
Рабочая скорость, км/ч	8,9	7,7	6,0	6,0
Крошение почвы, %	84,8	63,6	87,0	75,2
Удельный расход топлива, кг/га	12,3	15,6	15,2	27,0
Влажность почвы, %	12,2	13,6	20,6	11,0
Предшествующая обработка	Дисковое лущение стерни озимой пшеницы			

Из сравниваемых пахотных агрегатов наиболее предпочтителен агрегат в составе трактора К-701 и плуга ПБС-8-55. Конструкция последнего использована в оборотном плуге ПШКО с главным преимуществом – упразднением полевой доски за счет двустороннего лемеха на корпусе. Плуг ПБС-8-55 (табл.2) обеспечил самую высокую рабочую скорость (8,9 км/ч), самый низкий расход топлива (12,3 кг/га)

при достаточно высоком качестве крошения почвы. Не выполнялись агротребования по качеству крошения только плугами ПНУ-8-40 и SPL (табл.2). Кроме того, указанные два последних агрегата работали на низкой скорости 6 и 7,7 км/ч, что сказалось и на их производительности. Таким образом, конструкция плуга ПБС-8-55 наиболее технологичная. В этой связи конструкция корпуса использована в предлагаемом нами многофункциональном агрегате.

Высокое качество крошения почвы плугами ПБС-8-55 и Kverneland (табл.2) можно объяснить особенностями конструкции их лемешно-отвальной поверхности. Плуги ПНУ-8-40 и SPL-9 не выполняют агротребования по качеству крошения, что свидетельствует о необходимости приспособления к плугу для дополнительного крошения и выравнивания почвы. Такое приспособление как раз предусмотрено в конструкции нашего многофункционального агрегата. В приспособлении к плугу предусмотрены секции игольчатых и ножевых дисков, закрепленных на своих валах, которые соединены между собой цепной передачей. За счет разного диаметра звездочек задний ряд ножевых дисков вращается в почве с большей скоростью. Это улучшает качество крошения и способствует очистке дисков переднего ряда от пожнивных остатков, сорной растительности, а в случае высокой влажности почвы – предупреждает ее налипание на рабочие органы. Высокое качество крошения почвы особенно важно при вспашке полупара, когда надо сохранить почвенную влагу для будущего урожая и обеспечить условия для накопления новых осадков. На раме приспособления, где закреплены секции игольчатых и ножевых дисков, предусмотрены балластные грузы, величина которых для лучшего крошения зависит от твердости и влажности вспаханной почвы.

Заключение. В результате выполненных исследований предложен многофункциональный агрегат в составе оборотного энергосберегающего плуга без полевых досок, приспособления для рационального распределения минеральных удобрений в пахотном слое почвы и приспособления для дополнительного крошения и выравнивания поверхности за плугом. Предлагаемый агрегат позволяет усовершенствовать технологию вспашки по сравнению с однооперационными машинами, раздельно выполняющими процессы

внесения удобрений и доработки пласта, и за счет своих преимуществ снижает трудовые и эксплуатационные затраты, энергоёмкость – в 2,2 раза.

Библиографический список:

1. Maslov G G et al. Technological and technical improvement of crop cultivation processes // . – 2020. – Vol. 11, No. 8. – P. 118.

2. Юдина Е. М. Совершенствование приемов обработки почвы // Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий : Материалы XX Межд. научно-производственной конф., Том 2. – Белгород: БГАУ имени В.Я. Горина, 2016. – С. 141-142.

3. Юдина Е. М. Современные ресурсосберегающие технологии в растениеводстве // "Зеленая экономика" в агропромышленном комплексе: вызовы и перспективы развития : Материалы всероссийской научной конференции. – Краснодар: ФГБУ "Российское энергетическое агентство" Минэнерго России Краснодарский ЦНТИ, 2018. – С. 473-478.

4. Патент на полезную модель № 166207 U1 Российская Федерация, МПК А01В 49/02. комбинированное почвообрабатывающее орудие: № 2016112657/13 : заявл. 04.04.2016 : опубл. 20.11.2016 / Г. Г. Маслов, М. Р. Кадыров, Е. М. Юдина, И. А. Журий ; заявитель ФГБОУ ВО "Кубанский ГАУ".

5. Палапин А. В., Ринас Н. А. Многофункциональный агрегат для уборки и посева // Сельский механизатор. – 2014. – № 7. – С. 6-7.

6. Система земледелия Краснодарского края на агроландшафтной основе. – Краснодар, 2015. – 352 с.

7. Найденов А.С., Терещенко В.В., Бардак Н.И., Макаренко Л.А., Иванов М.В. Минимизация обработки почвы в полевых севооборотах Кубани // Труды КубГАУ. Краснодар. № 1(52), 2015. 132 с.

8. Результаты испытаний сельскохозяйственной техники: сб.- Вып.2.-М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016.- С. 40-41

9. Маслов, Г. Г., Юдина Е. М., Таран А. Д. Нулевая обработка почвы: за и против // Сельский механизатор. – 2022. – № 1. – С. 10-11.

MULTIFUNCTIONAL UNITS IN CROP PRODUCTION

Yudina E. M.

Key words: *plowing, grinding, soil, fertilizer, productivity, efficiency*

The quality indicators of plowing were also analyzed in comparison with conventional serial plows. The effectiveness of the proposed multifunctional arable unit is substantiated, which combines the operations of applying the main fertilizer, moldboard plowing, additional crumbling and leveling the soil in one pass.