

УДК 631.33.022.1

Результаты лабораторно-полевых испытаний процесса глубокорыхления глубокорыхлителем РВН-3

Липкович И.Э., Луханин В.А., Егорова И.В., Пятикопов С.М., Петренко Н.В.

Азово-Черноморский инженерный институт Донской ГАУ

Аннотация

При увеличении производительности сельхозмашин увеличивается их мощность, габариты и как следствие масса. В результате давления, оказываемого колесной сельскохозяйственной техникой на поверхность почвы происходит ее уплотнение. Для разуплотнения почвы могут применяться различные агротехнические приемы, но наиболее эффективно использовать глубокое рыхление.

Поэтому наша организация ведет разработку семейства глубокорыхлителей для мобильных энергетических средств (МЭС) пятого поколения.

В статье рассмотрены варианты загрузки МЭС при их синтезе в максимальной степени. Нами определены достаточно корректные данные по удельным значениям сопротивлений отвального плуга, многоцелевого агрегата для основной безотвальной обработки почвы.

Ключевые слова: РЫХЛИТЕЛЬ РВН-3, СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ТЕХНИКА, ГЛУБОКОЕ РЫХЛЕНИЕ, МОБИЛЬНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА, ПОЧВА, ТРАКТОР, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

В условиях интенсивного земледелия создаются все более эффективные сельскохозяйственные машины, в погоне за увеличением производительности сельхозмашин увеличивается их мощность, габариты и как следствие масса. В результате давления, оказываемого колесной сельскохозяйственной техникой на поверхность почвы происходит ее уплотнение, что замедляет развитие растений, снижает урожайность возделываемых культур и плодородие интенсивно используемых земель. Для разуплотнения почвы могут

применяться различные агротехнические приемы, но наиболее эффективно использовать глубокое рыхление. Основной целью глубокого рыхления является разрушение уплотнённого слоя, который препятствует насыщению почвы влагой и кислородом, а также препятствует нормальному развитию корневой системы растений.

Глубокое рыхление осуществляется на глубину от 25 сантиметров. При такой глубине обработки важно не нарушать агрохимические показатели на поверхности почвы, поэтому необходимо подобрать такой агротехнический способ обработки, чтобы верхний плодородный слой не перемешивался с материнской породой [1, 2].

Одним из таких агротехнических приемов является рыхление подпахотного слоя без выноса его на поверхность поля. Ранее данная операция совмещалась с отвальной обработкой почвы, с этой целью использовались плуги с лаповыми почвоуглубителями. Однако применение лаповых почвоуглубителей из-за различной ширины захвата корпуса и лапы приводит к формированию гребнистого дна после вспашки, а это негативно сказывается на формировании водного баланса поля. Кроме того, корпуса и латы этого плуга неравнопрочны, из-за чего при встрече с имеющимися в почве препятствиями лапы часто деформируются и ломаются.

В настоящее время выпускаются специальные вырезные почвоуглубительные корпуса, которые могут устанавливаться на плуги общего назначения. По сравнению с почвоуглубительными лапами вырезные корпуса значительно надежнее и менее подвержены износу. Плуги, оборудованные вырезными корпусами – осуществляют рыхление на всю ширину захвата, тем самым обеспечивают формирование ровного дна, а также выполняют отвальную вспашку гумусового слоя [1].

В отличие от плужных корпусов общего назначения, у которых лемех примыкает к отвалу у вырезного почвоуглубительного корпуса между лемехом и отвалом имеется вырез, через который пропускается взрыхлённый, нижний слой почвы и не забивается, а верхний слой почвы достаточно хорошо оборачивается. Принцип работы вырезного почвоуглубительного корпуса представлен на рис. 1 [3].

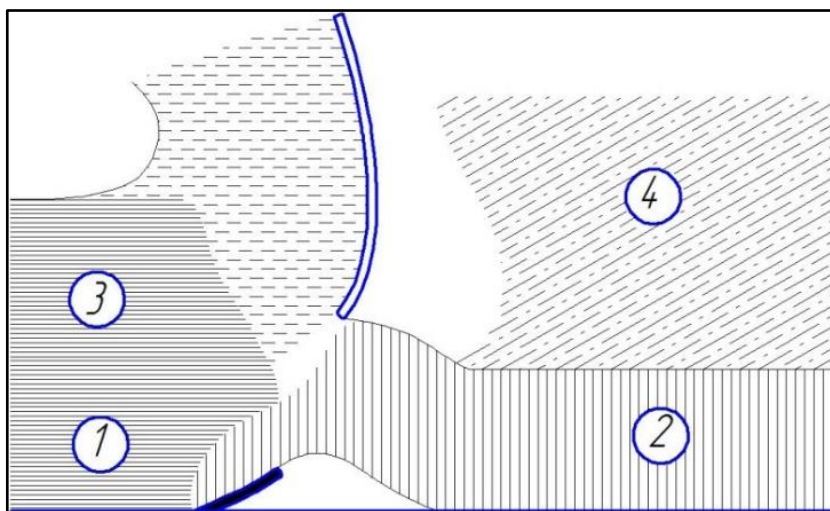


Рис. 1. Схема работы вырезного почвоуглубительного корпуса

Примечание: 1 – подпахотный слой почвы; 2 – разрыхленный подпахотный слой; 3 – гумусовый слой; 4 – разрыхленная и перевернутая верхняя часть пласта.

Производственные испытания плугов с вырезными почвоуглубительными корпусами показали, что рыхление подпахотного слоя, совмещенное со вспашкой, дает значительную прибавку к урожайности. Так согласно данным опытной станции РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева урожай яровой пшеницы повышается на 13,5% ц/га.

Однако использование плугов с оборотом пласта в регионах с ветровой эрозией почвы не всегда эффективно за счет того, что происходит сдувание верхнего плодородного слоя почвы под влиянием воздушных потоков. Поэтому последнее время все больше получают распространение орудия для безотвальной обработки почвы, такие как чизельные плуги. Поэтому наша организация совместно с ООО «Тензор-Т» ведет разработку семейства глубокорыхлителей для мобильных энергетических средств (МЭС) пятого поколения. С этой целью нами были проведены исследования, которые состояли в определении энергопотребления плугов-глубокорыхлителей шириной захвата 2,1; 3,2; 4,2 м применительно к МЭС классов тяги 3,0; 5–6; 8, определении агротехнических и технико-эксплуатационных параметров новых машин.

Необходимость таких исследований и испытаний нами обосновывается получением уточненной информации об энергопотреблении и агротехнических показателях названных машин как основы корректных расчетов параметров новых МЭС.

Задача настоящего исследования состоит в обосновании и синтезе многопроцессных МТА на основе разработки семейства МЭС пятого поколения при максимальной загрузке

последних.

Основные методические положения, используемые при полевых испытаниях и лабораторно-полевых исследованиях, приняты теми же, которыми пользуется система МИС России, в том числе Северо-Кавказская МИС, а также соответствующими стандартами, в том числе международными (при получении и записи определяемых показателей ссылки на соответствующие стандарты будут приведены).

Определение энергетических показателей в соответствии с заявленной целью экспериментальных исследований будет выполняться на соответствующих почвенных фонах с их характеристиками с определением основных технико-эксплуатационных показателей, которые приводятся в настоящем исследовании.

Экспериментальные работы проведены в 2014 г. на соответствие проекту ТУ-4732-102-0049351, утвержденному директором филиала «Азово-Черноморский инженерный институт» ФГБОУ ВО «Донской государственной аграрный университет», по рабочей программе, утвержденной директором ФГНУ «Северо-Кавказская МИС».

Рыхлитель влагосберегающий навесной РВН-3 предназначен для основной безотвальной обработки почвы с удельным сопротивлением до 0,09 МПа под зерновые и технические культуры на глубину до 45 см. Рыхлитель может использоваться по отвальным и безотвальным фонам для углубления и разуплотнения пахотного горизонта, повышения влагопоглощающей способности, воздухопроницаемости, улучшения лугов и пастбищ на склонах до 8%.

Для нормальной работы рыхлителя почва на участке должна соответствовать следующим требованиям: влажность почвы – не более 30%, твердость – до 4 МПа, длина растительных остатков на поверхности поля – не более 250 мм, уклон поля – не более 8%.

Рыхлитель влагосберегающий навесной – это навесное орудие с симметрично установленными рабочими органами (правыми и левыми) для безотвального рыхления почвы со шлейфом (катками) для разрушения глыб и выравнивания верхнего слоя почвы. Способ агрегатирования – навесной [4, 5].

Особенность орудия: рыхление почвы производится с недорезом пласта по ширине захвата и образованием неразрушенных гребней на дне борозды и разрушенного слоя почвы под ними. После прохода орудия на поверхности почвы сохраняется более 60% стерни, что достаточно для защиты почв от ветровой и водной эрозий. Общий вид орудия представлен на рис. 2 [6].

Липкович И.Э., Луханин В.А., Егорова И.В., Пятикопов С.М., Петренко Н.В.
 Результаты лабораторно-полевых испытаний процесса глубокорыхления глубокорыхлителем РВН-3
 Электронный научно-производственный журнал
 «АгроЭкоИнфо»



Рис. 2. Общий вид глубокорыхлителя влагосберегающего навесного РВН-3

Основными частями орудия (рис. 3) являются рама 1, безотвальные рабочие органы 2, шлейф 3, навесное устройство 4, опорное колесо 5. Рама представляет сварную конструкцию из труб прямоугольного и квадратного сечения. Рабочие органы (правого и левого сгиба) расположены на раме орудия полками навстречу друг к другу.

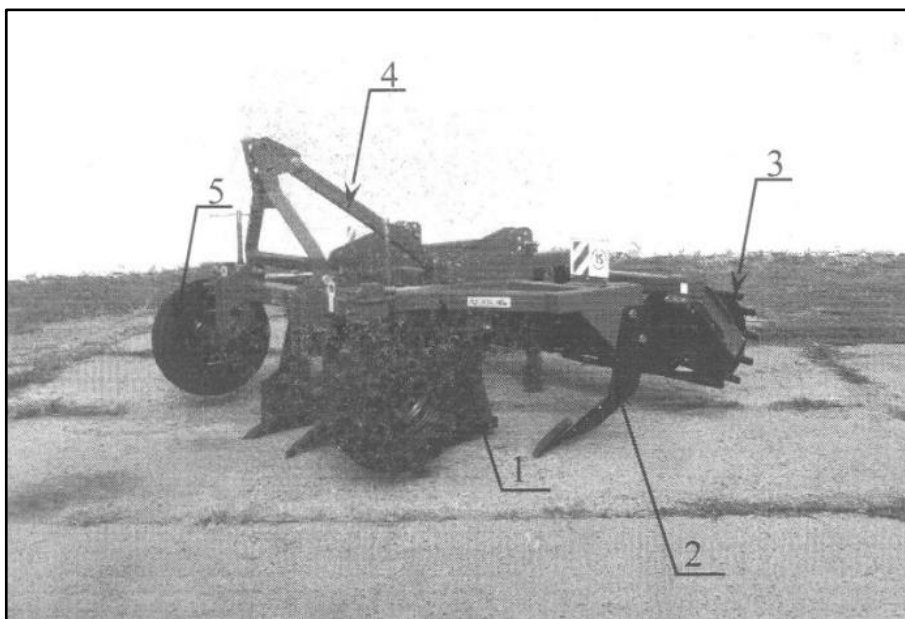


Рис. 3. Рыхлитель РВН-3

Примечание: 1 – рама; 2 – рабочий орган; 3 – шлейф; 4 – навесное устройство; 5 – опорное колесо.

Липкович И.Э., Луханин В.А., Егорова И.В., Пятикопов С.М., Петренко Н.В.
 Результаты лабораторно-полевых испытаний процесса глубокорыхления глубокорыхлителем РВН-3

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
 =====

Рабочим органом является рыхлитель безотвального типа (рис. 4), который представляет собой изогнутую стойку 3 с долотом 1 в нижней части, лемехом 2. Долото и лемех сменные, крепятся к стойке болтовыми соединениями.

Глубина хода рабочих органов устанавливается двумя регулировочными винтами (рис. 5) механизмов колес и выдерживается двумя опорными колесами 1.

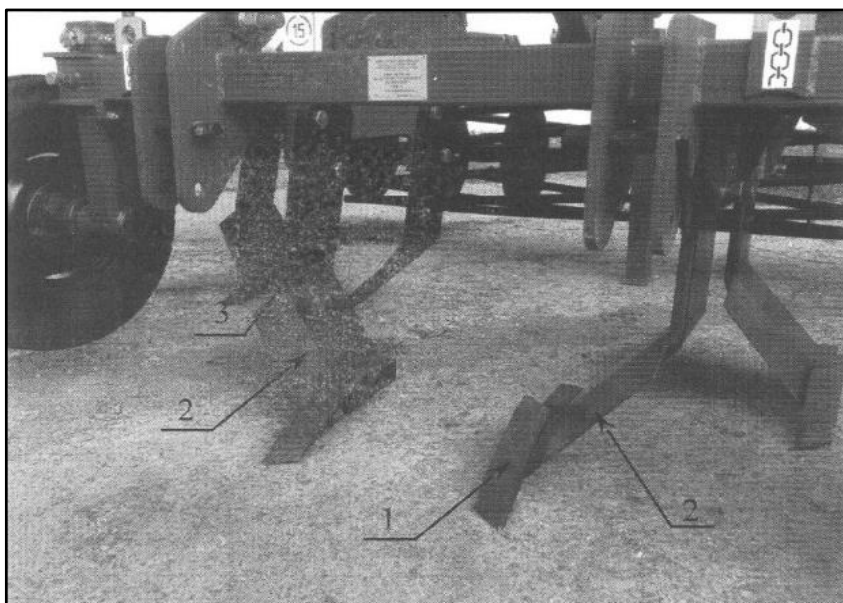


Рис. 4. Рабочий орган

Примечание: 1 – долото; 2 – лемех; 3 – стойка.

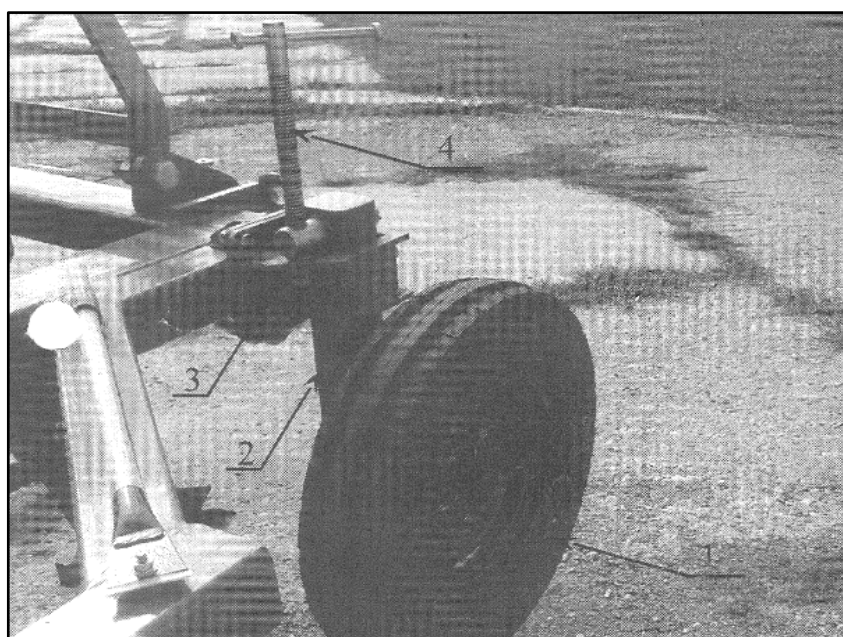


Рис. 5. Механизм регулировки опорного колеса

Примечание: 1 – колесо опорное; 2 – стойка; 3 – кронштейн; 4 – винт.

Липкович И.Э., Луханин В.А., Егорова И.В., Пятикопов С.М., Петренко Н.В.
 Результаты лабораторно-полевых испытаний процесса глубокорыхления глубокорыхлителем РВН-3

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
 =====

Шлейф служит для разрушения почвенных комков, выравнивания и уплотнения верхнего слоя почвы и включает в себя две секции катков. Степень воздействия катков шлейфа на обрабатываемую почву регулируется перестановкой узлов крепления на раме плуга. Навесное устройство представлено на рис. 6.

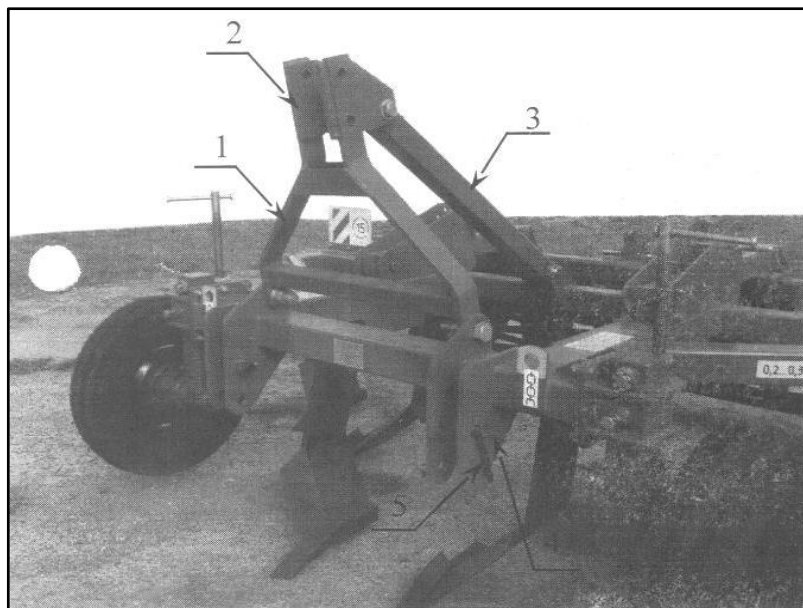


Рис. 6. Навесное устройство

Примечание: 1 – стойка; 2 – спаренный кронштейн верхний; 3 – тяга; 4 – спаренный кронштейн нижний; 5 – палец.

Рыхлитель в агрегате с трактором John Deere 7830 представлен на рис. 7 и 8.



Рис. 7. Рыхлитель влагосберегающий навесной РВН-3 в агрегате с трактором John Deere 7830 в транспортном положении

Липкович И.Э., Луханин В.А., Егорова И.В., Пятикопов С.М., Петренко Н.В.
 Результаты лабораторно-полевых испытаний процесса глубокорыхления глубокорыхлителем РВН-3
 Электронный научно-производственный журнал
 «АгроЭкоИнфо»



Рис. 8. Рыхлитель влагосберегающий навесной РВН-3 в агрегате с трактором John Deere 7830 в работе

Технологический процесс работы рыхлителя заключается в следующем. При переводе рычага гидрораспределителя навески трактора в плавающее положение рабочие органы под действием массы орудия заглубляются в почву и, перемещаясь при движении агрегата, подрезают и рыхлят без оборота слой почвы на заданную глубину. Почвенный монолит, заключенный между рабочими органами с полками, направленными навстречу друг другу, интенсивней подвергаются разрушающему воздействию. Шлейф разрушает почвенные комки, выравнивает и уплотняет верхний слой почвы [7, 8].

Таблица 1. Техническая характеристика РВН-3

Показатели: наименование	Значение показателя	
	проект ТУ	данные испытаний
Модель изделия	РВН-3	
Тип изделия	навесной	
Агрегатирование: тип	тракторы	
	класс 3	класс 3-4
Скорость рабочая, км/ч (м/с)	7,0...12,0 (1,94...3,33) до 10 (2,78)* до 10 (2,78)**	7,0...9,0 (1,94...2,50)
Ширина захвата: конструкционная рабочая	нет данных	2,94 3,1...3,13
Обслуживающий персонал	1	1
Габаритные размеры рыхления:		
длина	2720±250	2660
ширина	3134±100	3140
высота	1270±150	1690

Липкович И.Э., Луханин В.А., Егорова И.В., Пятикопов С.М., Петренко Н.В.

Результаты лабораторно-полевых испытаний процесса глубокого рыхления глубокорыхлителем РВН-3

Электронный научно-производственный журнал

«АгроЭкоИнфо»

Показатели: наименование	Значение показателя	
	проект ТУ	данные испытаний
Дорожный просвет, мм	не менее 300	320
Масса рыхлителя, кг	2720±10%	1430
Пределы глубины обработки почвы, см	регулируемая до 45	8...49
Количество рабочих органов, всего:	6	6
в том числе		
правых	3	3
левых	3	3
Ширина захвата шлейфа, мм	нет данных	2960
Давление в шинах опорных колес, кгс/см ²	2,4...3,0	3,0
Трудоемкость составления агрегата, чел.-ч	0,40	0,25

Таблица 2. Условия испытаний

Показатель	Значение показателя						
	по проекту ТУ	при испытаниях				по надежности	
		лабораторных	лабораторно- полевых	эксплуатационно- технологических	фон 1	фон 2	
Вид работы	Основная безотвальная обработка		Основная безотвальная обработка стерни ярового ячменя	Основная безотвальная обработка стерни ярового ячменя	Основная безотвальная обработка стерни ярового ячменя	Основная безотвальная обработка стерни озимой пшеницы	
Тип почвы и название по механическому составу	Все типы почв		Чернозем предкавказский легкоглинистый				
Рельеф (уклон), град.	до 8		1,0	1,0	0,6...1,3	0,4...1,3	
Микро рельеф, см: - продольный - поперечный	нет данных		1,3 2,1	1,5 1,3	1...3 1...4	1...3 1...5	
Масса растительных и пожнивных остатков, г/м ²	нет данных		138	149	65...156	183...468	
Высота (длина) растительных и пожнивных остатков, см	до 25 до 25* до 25**		8,9	8,4	4...16	6...22	
Предшествующая обработка почвы	—		дискование на глубину 7...10 см	дискование на глубину 7...10 см	дискование на глубину 7...10 см	дискование на глубину 7...10 см	

Примечание: * - Значение показателя по СТО АИСТ 4.6; ** - Значение показателя по СТО АИСТ 1.12.

Липкович И.Э., Луханин В.А., Егорова И.В., Пятикопов С.М., Петренко Н.В.
Результаты лабораторно-полевых испытаний процесса глубокорыхления глубокорыхлителем РВН-3
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

Таблица 3. Агротехнические показатели при лабораторно-полевых испытаниях

Показатель	Значение показателя	
	по проекту	по данным испытаний
Дата проведения оценки	–	01.10.2014
Место проведения оценки	–	ОАО «Учхоз Зерновое» Зерноградского района Ростовской области
Состав агрегата	РВН-3 + трактор класса 3	РВН-3 + John Deere 7830
Вид работы	Основная безотвальная обработка	Основная безотвальная обработка стерни ярового ячменя
Режим работы		
Скорость движения агрегата, км/ч (м/с)	7...12 (1,94...3,33) до 10 (2,78)* до 10 (2,78)**	8,1 (2,25)
Глубина обработки установочная, см	до 45 до 45* до 45**	45
Показатели качества выполнения технологического процесса		
Рабочая ширина захвата, м	3,0±0,2 3,1±0,1* 3,0±10%**	3,13
Глубина обработки: - средняя, см	до 45 до 45* до 45**	44,1
- стандартное отклонение, см	нет данных	±1,06
- коэффициент вариации, %	нет данных	2,4
Гребнистость поверхности почвы, см	нет данных 50% от глубины обработки	1,5
Крошение почвы, % - размеры фракций до 50	нет данных не менее 85* не менее 60**	98,8
Содержание эрозийно-опасных частиц почвы в слое 0...5 см, % - до прохода агрегата	нет данных	19,6
- после прохода агрегата	нет данных не должно возрастать* не должно возрастать**	19,1

Примечание: * - Значение показателя по СТО АИСТ 4.6; ** - Значение показателя по СТО АИСТ 1.12; Агротехническая оценка проведена по СТО АИСТ 4.1.

Лабораторно-полевые испытания рыхлителя влагосберегающего проводились на основной безотвальной обработке поля со стерневым покровом ярового ячменя на глубину 45 см.

Липкович И.Э., Луханин В.А., Егорова И.В., Пятикопов С.М., Петренко Н.В.
Результаты лабораторно-полевых испытаний процесса глубокорыхления глубокорыхлителем РВН-3
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

Из условий испытания следовало, что микрорельеф поля был слабо выражен (менее 3 см). Испытания проведены на ровном участке с уклоном 1°, что укладывается в требования проекта ТУ – до 8°. Предшествующая обработка на этом фоне была проведена дисковой бороной на глубину 8...10 см.

Почва в слоях до 50 см была слегка увлажненной (17,4...19,8%) и соответствовала требованиям проекта ТУ (до 30%). Твердость почвы в слое до 10 см была рыхловатой (1,39 МПа), а в последующих – плотноватой и плотной (2,60...3,83 МПа), что укладывалось в требования проекта ТУ (не более 4,5 МПа).

Масса растительных и пожнивных остатков (138 г/м²) не имела заметных отклонений от прошлых лет после трех обработок дисковой бороной, а их длина (8,9 см) находилась в пределах норматива (не более 25 см). Таким образом, испытания рыхлителя проведены в типичных для зоны деятельности МИС условиях, соответствующих проекту ТУ.

Из показателей качества работы машины следовало, что рыхлитель в агрегате с трактором John Deere 7830 обеспечил рабочую скорость 8,1 км/ч, что укладывается в требования проекта ТУ (7...12 км/ч).

Таблица 4. Энергетические показатели РВН-3

Показатель	Значение показателя			
	проект ТУ	данные испытаний		
Дата проведения оценки		01.10.2014		
Место проведения оценки		ОАО «Учхоз Зерновое» Зерноградского района Ростовской области		
Состав агрегата	РВН-3 + трактор кл. 3	РВН + трактор John Deere 7830		
Вид работ	основная безотвальная обработка	основная безотвальная обработка стерни ярового ячменя		
Режим работы: скорость движения агрегата, км/ч	7...12	6,20	7,50	8,10
ширина захвата, м	3,0±0,2	3,13	3,13	3,13
глубина хода рабочих органов, см	до 45	44,1	44,1	44,1
производительность за 1 час основного времени, га/ч	2,1...3,6	1,94	2,35	2,54
часовой расход топлива, кг/ч	нет данных	23,9	27,0	30,0
Энергетические показатели: - мощность, потребляемая машиной, кВт	нет данных	74,4	90,6	93,0
- удельные затраты энергии, МДж/га	нет данных	138,06	138,79	140,31
- тяговое сопротивление машины, кН	нет данных	43,2	43,5	44,0

Липкович И.Э., Луханин В.А., Егорова И.В., Пятикопов С.М., Петренко Н.В.
Результаты лабораторно-полевых испытаний процесса глубокорыхления глубокорыхлителем РВН-3
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

Энергетическая оценка рыхлителя проведена по ГОСТ Р 52777 в агрегате с трактором John Deere 7830 проводилась на основной безотвальной обработке стерни ярового ячменя на глубину 45 см с целью определения затрат энергии трактора на выполнение технологической операции.

Испытания проведены согласно рабочей программе – методике по энергооценке в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52777.

Энергетическая оценка проведена на режимах работы, при которых устойчиво выполнялся технологический процесс.

Условия испытаний соответствовали ТУ.

Тяговое сопротивление орудия составило 43,2...44,0 кН при скорости движения 6,2...8,1 км/ч.

Мощность, потребляемая рыхлителем, составила 74,4...99,0 кВт, а удельные энергозатраты орудия при этом составили 138,0...144,31 МДж/га.

Максимальное тяговое сопротивление 44,0 кН и потребляемая мощность орудия 99 кВт получены при скорости движения 8,1 км/ч.

Таким образом, по тяговым и мощностным показателям рыхлитель РВН-3 удовлетворительно агрегируется с трактором John Deere 7830 (класса 4) на основной безотвальной обработке стерни ярового ячменя на максимальную глубину 45 см. При уменьшении глубины обработки до 35 см и соответственно снижении тягового сопротивления до 30...36 кН возможно использование рыхлителя РВН-3 в агрегате с трактором класса 3.

Таблица 5. Эксплуатационно-технологические показатели

Наименование показателя	Значение показателя	
	по проекту	по данным испытаний
Дата проведения оценки	–	01.10.2014
Место проведения оценки	–	ОАО «Учхоз Зерновое» Зерноградского района Ростовской области
Состав агрегата	РВН-3 + трактор класса 3	РВН-3 + John Deere 7830
Вид работы	Основная безотвальная обработка	Основная безотвальная обработка
Режим работы: - скорость движения агрегата, км/ч (м/с)	7,0...12,0 (1,94...3,33) до 10 (2,78)* до 10 (2,78)**	8,1 (2,25)
- рабочая ширина захвата, м	3,0±0,2 3,1±0,1*; 3,0±10%**	3,1

Липкович И.Э., Луханин В.А., Егорова И.В., Пятикопов С.М., Петренко Н.В.
Результаты лабораторно-полевых испытаний процесса глубокорыхления глубокорыхлителем РВН-3
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

Наименование показателя	Значение показателя	
	по проекту	по данным испытаний
- глубина обработки (устойчивая), см	до 45 до 45* до 45**	45
Производительность, га/ч, за 1 час:		
- основного времени	2,10...3,60	
- сменного времени	до 3,17*	2,51
- эксплуатационного времени	нет данных 1,47...2,52	2,00 1,98
Удельный расход топлива за время сменной работы, кг/га	нет данных	12,16
Эксплуатационно-технологические коэффициенты:		
- рабочих ходов	нет данных	0,97
- технологического обслуживания	нет данных	0,99
- надежности технологического процесса	не менее 0,98 0,99**	1,00
- использования сменного времени	нет данных 0,80*	0,80
- использования эксплуатационного времени	не менее 0,70	0,79
Показатели качества выполнения работ:		
глубина обработки:		
- средняя, см	до 45 до 45* до 45**	44,0
- стандартное отклонение, см	нет данных	±1,35
- коэффициент вариации, %	нет данных	3,1
Гребнистость поверхности почвы, см	нет данных 50% от глубины обработки**	1,19
Крошение почвы, %:		
- размеры фракций до 50 мм	нет данных не менее 50* не менее 40**	98,0
Сохранение стерни, %	нет данных не менее 85* не менее 60**	60,5
Содержание эрозионно-опасных частиц почвы в слое от 0 до 5 см, %:		
- до прохода агрегата	нет данных	19,6
- после прохода агрегата	нет данных не должно возрастать* не должно возрастать**	19,9

Примечание: * - Значение показателя по СТО АИСТ 4.6; ** - Значение показателя по СТО АИСТ 1.12.

Липкович И.Э., Луханин В.А., Егорова И.В., Пятикопов С.М., Петренко Н.В.
Результаты лабораторно-полевых испытаний процесса глубокого рыхления глубокорыхлителем РВН-3
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

Эксплуатационно-технологическая оценка рыхлителя проводилась методом контрольных опытов в соответствии с ГОСТ Р 52778. Эксплуатационные показатели определялись на основной безотвальной обработке почвы по стерне ярового ячменя на глубину 45 см. Рыхлитель агрегатировался с колесным трактором John Deere 7830 класса 4.

Условия испытаний соответствовали требованиям проекта ТУ.

На основной безотвальной обработке почвы производительность в час основного времени составила 2,51 га при рабочей скорости 8,1 км/ч на передаче С1. Полученные показатели соответствовали требованиям проекта ТУ: W_o – 2,10...3,60 га/ч, ϑ_p – 7, 0...12 км/ч и СТО АИСТ 4.6 (W_o – до 3,17 га/ч, ϑ_p – до 10,0 км/ч).

Производительность в час сменного времени составила 2,00 га. Снижение сменной производительности против основной произошло за счет введения в структуру сменного времени затрат времени на техническое обслуживание и нормируемых затрат времени на холостые переезды в начале и конце смены, отдых механизатора. Полученный коэффициент использования сменного времени (0,80) соответствует требованиям СТО АИСТ 4.6 (0,80).

Эксплуатационная производительность получена 1,98 га/ч, что соответствует требованиям проект ТУ – 1,47...2,52 га/ч.

Коэффициент использования сменного времени составил 0,79, что соответствует требованиям проекта ТУ (не менее 0,70).

Технологический процесс выполнялся устойчиво, что подтверждает коэффициент надежности технологического процесса, равный 1,0 при требованиях проекта ТУ – не менее 0,98. Удельный расход топлива за время сменной работы получен 12,16 кг/га.

Таким образом, рыхлитель навесной РВН-3 в агрегате с трактором John Deere 7830 по эксплуатационно-технологическим показателям соответствует требованиям проекта ТУ, СТО АИСТ 4.6 и СТО АИСТ 1.12.

Из полученных показателей качества работы следует, что агрегат обеспечил глубину обработки 44 см, что соответствует проекту ТУ – до 45 см. Получена стабильная устойчивость хода рабочих органов ($\pm 1,35$ см). Орудие хорошо разделяет почву: содержание фракций почвы размером до 50 мм (98%) соответствует нормативу по проекту ТУ, СТО АИСТ 4.6 (не менее 50%) и СТО АИСТ 1.12 (не менее 40%). Прикатывающее устройство хорошо выравнивает почву: гребнистость поверхности почвы составляет 1,9 см. Как противоэрозионное орудие РВН-3 по сохранению стерни (60,5 %) соответствует

требованиям СТО АИСТ 1.12 (не менее 60%). Машина соответствует экологическим требованиям. После прохода агрегата нет заметного увеличения или уменьшения количества эрозионно-опасных частиц. Забивания и залипания рабочих органов не наблюдалось [9].

Таким образом, рыхлитель РВН-3 в агрегате с трактором John Deere 7830 по качеству работы полностью соответствует предъявляемым требованиям.

Таблица 6. Показатели сравнительной экономической эффективности без включения в систему машин зональных агротехнологий

№ пп	Наименование показателя	Значение показателя по новой технике
1.	Совокупные затраты денежных средств, руб./га	1183,94
2.	Затраты труда, чел.-ч/га	0,50
3.	Удельный расход топлива, кг/га	12,16
4.	Годовой экономический эффект, тыс. руб.	не определялся
5.	Капитальные вложения, млн руб.	5,663
6.	Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, лет	не определялся
7.	Верхний предел цены новой техники, руб.	не определялся
8.	Цена техники по данным предприятия-изготовителя, руб.	256356,00

Экономическая оценка опытного рыхлителя проводилась согласно ГОСТ Р 53056 на основании данных, полученных при эксплуатационно-технологической оценке. Цена рыхлителя представлена заводом-изготовителем. В связи с отсутствием аналога сравнение экономических показателей не проводилось.

Расчет совокупных затрат и затрат труда проведен по основной безотвальной обработке почвы по стерне ярового ячменя на глубину 45 см. Затраты труда на основной безотвальной обработке почвы получены 0,50 чел.-/га. Совокупные затраты денежных средств составили 11183,94 руб./га.

Используемые нами материалы испытаний МИС, которым были подвергнуты разработанные совместно АЧИИ и «Тензор-Т» и освоённые в серийном производстве, имеют целью установить реальные затраты энергии на орудия и машины, которые комплектуют многопроцессные машинно-технологические агрегаты и могут быть использованы на основе МЭС пятого поколения классов 3, 5-6 и 8. Нами предложены конструктивно-технологические схемы названных МТА применительно к возделыванию зональных южно-российских севооборотов как фермерских хозяйств, так и сельхозорганизаций (МЭС

классов 3 и 5-6), а также работ по технологическому сервису в крупных сельхозорганизациях (сверхтяжелые МЭС класса 8) [10, 11].

Всё исследование направлено на получение базовых энергетических характеристик многопроцессных МТА, что позволит построить технические схемы МЭС пятого поколения с перспективой создания реальных мобильных энергосредств сельскохозяйственного назначения классов 3, 5–6 и 8 в гусеничном и колесном исполнении. Однако решить поставленную задачу крайне затруднительно. Несмотря на то, что к настоящему времени земледельческая механика располагает колоссальным материалом по агротехнологическим и энергетическим параметрам рабочих органов, орудий и сельхозмашин, не всегда удается получить нужные значения. Сюда относятся, прежде всего, характеристики тех устройств, особенно новейших, которые должны максимально загрузить масс-энергетические возможности МЭС соответствующих классов пятого поколения, ибо бесступенчатый привод ходовой части, расширенные системы навесных устройств и ВОМ позволяют это сделать. В частности, поэтому мы разрабатываем семейства новых или модернизированных орудий и машин, направленных, прежде всего, на перспективу агрегатирования с МЭС, но и без всяких доработок пригодные для агрегатирования с тракторной техникой четвертого и более ранних поколений.

Так, проведенные нами испытания совместно с Северо-Кавказской МИС и лабораторно-полевые исследования глубокорыхлителя шириной захвата 3 м к трактору и МЭС класса 3–4 уже дают корректный фактический материал, – и это относится к семейству названной техники шириной захвата 2,1 м и 4,2 м (по удельным величинам). Нами также создаются семейства культиваторов нового поколения, модернизированное семейство приспособлений для уборки подсолнечника в восьми и двенадцатирядном исполнении. По мере готовности эти машины проходят исследования в учебно-опытном хозяйстве АЧИИ и на Северо-Кавказской МИС. Именно эти машины и их исследования позволяют получить уточненные данные для корректного определения мощностных характеристик новых МЭС разных классов, которые «делают» урожай, как отмечалось выше.

В энергетической части настоящего исследования мы рассматривали не все варианты загрузки МЭС при их синтезе, а только те, которые загружают МЭС в максимальной степени (точнее, могут загрузить, исходя из независимой и управляемой величины тяговой массы, соответствующей тяговому классу). Применительно к рассматриваемой задаче мы смогли отыскать достаточно корректные данные по удельным значениям сопротивле-

Липкович И.Э., Луханин В.А., Егорова И.В., Пятикопов С.М., Петренко Н.В.
 Результаты лабораторно-полевых испытаний процесса глубокого рыхления глубокорыхлителем РВН-3

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
 =====

ний отвального плуга, многоцелевого агрегата для основной безотвальной обработки почвы. Именно эти операции обеспечивают максимальную загрузку МЭС. Сюда же относятся значения удельного сопротивления глубокорыхлителя.

Список использованных источников:

1. Мечкало А.Л. Методы совершенствования процесса глубокой обработки почвы / А.Л. Мечкало, А.А. Бондаренко // Современные наука и образование: достижения и перспективы развития: материалы Национальной научно-практической конференции: в 2 частях, Керчь, 15 мая 2021 года. Том Часть 1. – Керчь: ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», 2021. – С. 90–93.
2. Параметры и режимы работы современных технических средств для глубокой обработки почвы / Т.А. Юрина, Д.А. Петухов, С.А. Свиридова, С.А. Семизоров // Техника и оборудование для села. – 2023. – № 6(312). – С. 14–19. – DOI: [10.33267/2072-9642-2023-6-14-19](https://doi.org/10.33267/2072-9642-2023-6-14-19).
3. Машков С.В. Анализ конструкций рабочих органов для глубокой обработки почвы / С.В. Машков, Д.А. Авдеев // Самара АгроВектор. – 2021. – Т. 1, № 1. – С. 40–44. – DOI: [10.55170/77962_2021_1_1_40](https://doi.org/10.55170/77962_2021_1_1_40). – EDN SPATPS.
4. Копытовских А.В. Эффективность глубокой безотвальной обработки почвы при формировании водно-физических свойств почвы // Устойчивое развитие экономики: состояние, проблемы, перспективы : Сборник трудов VI международной научно-практической конференции, Пинск, 26–27 апреля 2012 года / Редколлегия: К.К. Шебеко [и др.]. Том Часть II. – Пинск: Полесский государственный университет, 2012. – С. 26–28. – EDN YYVVOU.
5. Скорляков В.И. Исходные условия и показатели качества глубокой обработки почвы в сельхозпредприятиях Краснодарского края / В.И. Скорляков, Т.А. Юрина, О.Н. Негреба // Техника и оборудование для села. – 2014. – № 9. – С. 10–13. – EDN SPCMJD.
6. Пархоменко Г.Г. Машины для глубокой обработки почвы в засушливых условиях юга России / Г.Г. Пархоменко, В.Б. Рыков, В.И. Таранин // Техника и оборудование для села. – 2005. – № 9. – С. 15–16. – EDN RWDХАТ.
7. Экологическая сбалансированность как один из параметров МТА на примере мобильной сельскохозяйственной технике / Липкович И.Э., Украинцев М.М., Егорова И.В., Петренко Н.В. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2022. - № 179. - С. 65–77.
8. Основы деятельности инженерно-технической службы и специалиста по охране труда при контроле за безопасностью выполнения работ при ТО и ТР комбайнов и тракторов на сельскохозяйственном предприятии / Липкович И.Э., Егорова И.В., Петренко Н.В. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного

Липкович И.Э., Луханин В.А., Егорова И.В., Пятикопов С.М., Петренко Н.В.
Результаты лабораторно-полевых испытаний процесса глубокорыхления глубокорыхлителем РВН-3
.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

аграрного университета. - 2022. - № 180. - С. 172–192.

9. Липкович И.Э., Украинцев М.М., Егорова И.В., Пятикопов С.М., Жолобова М.В., Петренко Н.В., Панченко С.В., Токарева А.Н., Матвейкина Ж.В., Гайда А.С. Обоснование методов обеспечения безопасности производства работ в основных отраслях агропромышленного комплекса. – Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Донской государственной аграрный университет" в г. Зернограде, 2022. – 674 с.

10. Справочник инженера по техническому сервису машин и оборудования в АПК. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 604 с.

11. Графкина М.В., Михайлов В.А., Нюнин Б.Н. Безопасность жизнедеятельности: учебник / под общ. ред. Б.Н. Нюнина. – ТК Велби, Изд-во Проспект, 2007. – 608 с.

=====

Цитирование:

Липкович И.Э., Луханин В.А., Егорова И.В., Пятикопов С.М., Петренко Н.В. Результаты лабораторно-полевых испытаний процесса глубокорыхления глубокорыхлителем РВН-3 [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2024. – № 1. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/1/st_108.pdf DOI: <https://doi.org/10.51419/202141108>.