

УДК 631.51; 631.582

UDC 631. 51; 631.582

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ НОВОГО ЧИЗЕЛЬНОГО КОМБИНИРОВАННОГО АГРЕГАТА И РАСЧЕТ ПОТРЕБНОЙ МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ НА ЕГО РАБОТУ**DESIGN FEATURES OF THE NEW CHISEL COMBINED AND CALCULATION NEEDS OF THE ENGINE POWER AT HIS WORK**

Маслов Геннадий Георгиевич
д-р. техн. наук., профессор
SPIN-код автора: 7115-7421
Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

Maslov Gennady Georgievich
Doctor of Technical Sciences, Professor
SPIN-code author: 7115-7421
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Обоснованы технология и конструктивные особенности предлагаемого чизельного комбинированного агрегата, совмещающего за один проход по полю 3 технологические операции: глубокое рыхление, дополнительное крошение верхнего слоя почвы и выравнивание, внесение удобрений. Конструктивные особенности глубокорыхлителя как основу агрегата включают долотья на каждой стойке, закрепленные под углом 15-25 градусов к горизонту и вынесенные вперед относительно осевой линии стойки лапы, плоскорезы и прикатчики-выравниватели, состоящие из двух соосно расположенных барабанов, снабженных рыхлительными зубьями, надежно закрепленными согласно нашему патенту на изобретение и размещенные в 5-9 рядов по поверхности барабанов по винтовой линии, при этом ряды зубьев на обоих барабанах имеют противоположное направление. Зубья первого барабана имеют большую длину на 5-9 см, чем второго, зазор между зубьями первого и второго барабана не превышает 1,5 см, а между концами зубьев первого барабана и цилиндрической поверхностью второго – до 1 см. Стойка каждой лапы снабжена рассекателем почвы, закрепленным по ее центру и касающимся в нижней своей части – долота. Первый барабан установлен с зазором до 5 см между его цилиндрической поверхностью и почвой, что повышает технологическую надежность. Получены аналитические зависимости необходимой мощности двигателя трактора для предлагаемого агрегата с учетом изменения рабочей скорости движения и ширины захвата при оптимальном значении коэффициента использования тягового усилия трактора на вспашке 0,9. Обоснованы предпочтительные марки отечественных и зарубежных тракторов для этой цели

The article presents technologies and design features of the proposed chisel combined unit, combining in a single pass over the field 3 operations: deep loosening, crumbling additional topsoil and alignment, fertilizing. Design features of such a subsoiler as the basis of the unit include a chisel on each rack, fixed at an angle of 15-25 degrees to the horizontal and lessons along the center line of the rack feet, and flat cutting fun-leveling, consisting of two coaxially bred drums equipped with ripper teeth securely fastened according to our patents and placed in 5-9 rows on the surface of the drums on the helix, with rows of teeth on both drums have the opposite direction. The teeth of the first drum are long by 5-9 cm than the second, the clearance between the teeth of the first and second drum does not exceed 1.5 cm, and the ends of the teeth between the first reel and the cylindrical surface of the second - 1 cm. Front legs each provided with a divider soil laid down by its center and related to the lower of its parts - the bit. The first reel is mounted to 5 cm clearance between it and the cylindrical surface of the soil, which improves process reliability. We have got analytical dependences of the required power for the engine of the tractor unit with the proposed change of the working speed and width at the optimum utilization traction tractor plowing 0.9. We have justified a preferred brand of domestic and foreign tractors for this purpose

Ключевые слова: КОМБИНИРОВАННЫЙ ЧИЗЕЛЬНЫЙ АГРЕГАТ, ГЛУБОКОЕ РЫХЛЕНИЕ, БАРАБАНЫ-ПРИКАТЧИКИ, КРОШЕНИЕ ПОЧВЫ, МОЩНОСТЬ ТРАКТОРА

Keywords: COMBINED UNIT CHISEL; DEEP LOOSENING; DRUM- FLAT; CRUMBLING OF SOIL; TRACTOR POWER

Обработка почвы – самая энергоемкая операция в технологии возделывания сельскохозяйственных культур. На нее расходуется 30-40 % всей

потребляемой энергии в сельском хозяйстве. Снижение энергозатрат на обработку почвы и высокое качество можно обеспечить, используя следующие основополагающие принципы:

- выбор оптимального способа обработки почвы на основании исследования распределения ее плотности по глубине, и предпочтение здесь отдается чизельной вспашке [1,2];

- совершенствование конструкций почвообрабатывающих машин и рабочих органов, оптимизация режимов их работы;

- использование деформации растяжения при крошении пласта за счет параметров чизельной стойки и снабжение ее по оси симметрии дополнительной режущей пластиной;

- модернизация технологической схемы чизельного агрегата для повышения надежности технологического процесса, качества и производительности за счет последовательно установленных за стойками двух вращающихся с разными скоростями прикатчиков-выравнивателей, снабженных криволинейными зубьями в 5-9 рядов для дополнительного крошения и выравнивания почв;

- исключение с учетом чередования культур в севообороте ежегодной энергоемкой вспашки с оборотом почвенного пласта, особенно в районах с недостаточным увлажнением, совмещение операций за один проход агрегата;

- снижение энергии на распыл почвы и уменьшение общей обрабатываемой поверхности поля.

Цель основной обработки почвы для получения высокого урожая – 1) максимальное уничтожение сорняков, особенно многолетних; 2) обеспечение оптимальных агрофизических свойств пахотного слоя; 3) накопление и сбережение влаги; 4) предотвращение водной и ветровой эрозии.

Чизельная обработка обеспечивает надежную защиту почвы от дефляции и стока талых вод. При этом не наблюдается дифференциация пахотного слоя по плодородию, не образуется плужная подошва.

Чизельную обработку можно осуществлять при большем, чем вспашку и плоскорезное рыхление, диапазоне увлажнения почвы. При этом способе весной почва лучше противостоит уплотнению энергонасыщенной техникой.

Вследствие меньшей энергоемкости, высокой противоэрозионной эффективности и мобильности техники такая обработка не заменима в системе полосного возделывания сельскохозяйственных культур. Ее можно применять на почвах всех типов, видов и разновидностей [3].

В разработанном нами, согласно патенту РФ № 120837, чизельном орудии (рис. 1-2) [4] за счет конструктивных особенностей значительно повышено качество рыхления почвы и надежность работы.

Чизельная обработка почвы занимает важное место в общей системе подготовки почвы под различные сельскохозяйственные культуры. Она проводится на разную глубину и предназначена, в основном, для разуплотнения почвы, особенно нижних (подпахотных) ее горизонтов, повышая скважность, пористость, влагоемкость и положительно воздействуя на физические свойства почвы. Научными исследованиями в нашей стране и за рубежом доказано влияние чизельных орудий на повышение урожайности сельскохозяйственных культур, экономию топлива по сравнению с отвальной вспашкой и повышение производительности труда в системе обработки почвы.

Недостатком чизельной обработки является низкая степень крошения почвы при ее обработке, которая не превышает 30%, если не проводить предварительные операции по лущению стерни и мелкой вспашке.

Интенсивность крошения и выравнивание поверхности чизельными плугами ПЧ-4,5 или ПЧ-2,5 улучшаются за счет использования приспособ-

лений ПСТ-4,5 и ПСТ-2,5, обеспечивающих обработку верхнего слоя почвы на глубину 6-12 см.

Исследованиями установлено, что использование орудий чизельного типа чизель-глубокорыхлителей и чизельных плугов по сравнению с традиционными почвообрабатывающими орудиями в ряде зон страны более эффективно влияет на поддержание благоприятных агрофизических и агрохимических свойств в подпахотных слоях почвы [3, 5].

Чизелевание дерново-подзолистой почвы на глубину от 28-30 до 38-40 см в сочетании с вспашкой или фрезерной обработкой резко улучшает ее водно-воздушные свойства, увеличивает корнеобитаемый слой. Объемная масса 20-30- и 30-40-сантиметрового слоев почвы уменьшается на 0,05-0,11 г/см³. Общая пористость при этом возрастает на 8-10 %. Различия по плотности почвы еще значительнее и составляют 0,10-0,15 г/см³ или 10-20 %.

Положительное влияние глубокой чизельной обработки на воздушный режим дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы проявляется в значительном повышении аэрации подпахотного слоя в критические периоды роста и развития полевых культур.

Чизельное рыхление благоприятствует перезимовке растений и уменьшает в 1,5-2 раза их вымокание. Этот прием в Нечерноземной зоне приводит к снижению активной и потенциальной кислотности в подпахотных горизонтах, причем наиболее существенное изменение отмечается в зернотравяных севооборотах, несколько меньше – в зернопропашных.

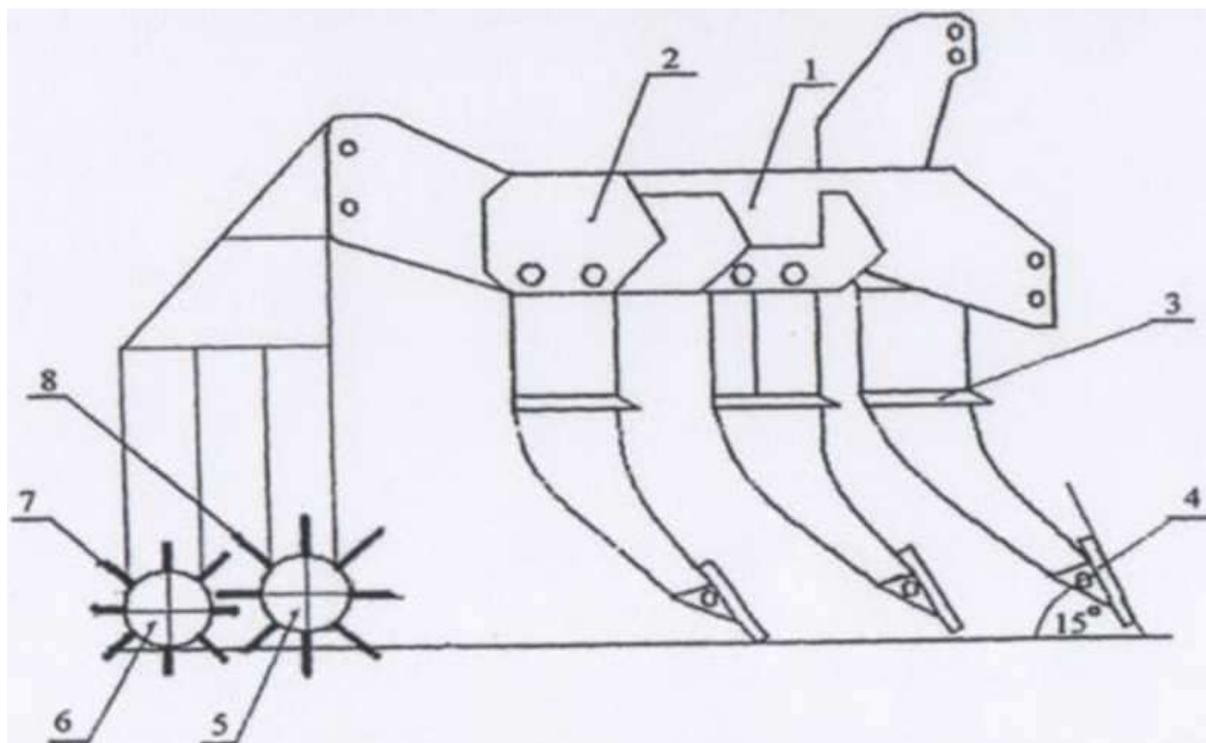


Рисунок 1 – Схема глубокорыхлителя.

Глубокое рыхление увеличивает в подпахотных горизонтах содержание подвижных форм фосфора, но не изменяет содержания подвижных соединений калия. Особенно важно то, что через 8 лет после глубокого рыхления увеличивается содержание органического вещества в подпахотном слое почвы на 0,08-0,15 %, обусловленное просыпанием почвы пахотного слоя вглубь по следу лап и более интенсивным развитием корневой системы растений [3].

Предлагаемый агрегат (рис. 1-4) обеспечил (табл. 1) высокую производительность (3,04 га/ч), уступив только ПЧ-4,5, у которого ширина захвата на 0,5 м больше. Удельный расход топлива по нашему агрегату наименьший (14,9 кг/га при глубине обработки 40,5 см), лучшая выравненность поверхности поля (гребнистость – 2,3 см) за счет нашего приспособления к глубокорыхлителю для выравнивания поверхности поля; обеспечивается также полнота заделки растительных и пожнивных остатков (51,4 %). Наилучшее качество крошения обеспечил глубокорыхлитель

США модели 1550 (92,7), но он уступает нашему по производительности (2,8 га/ч) и гребнистости (3,5 см).

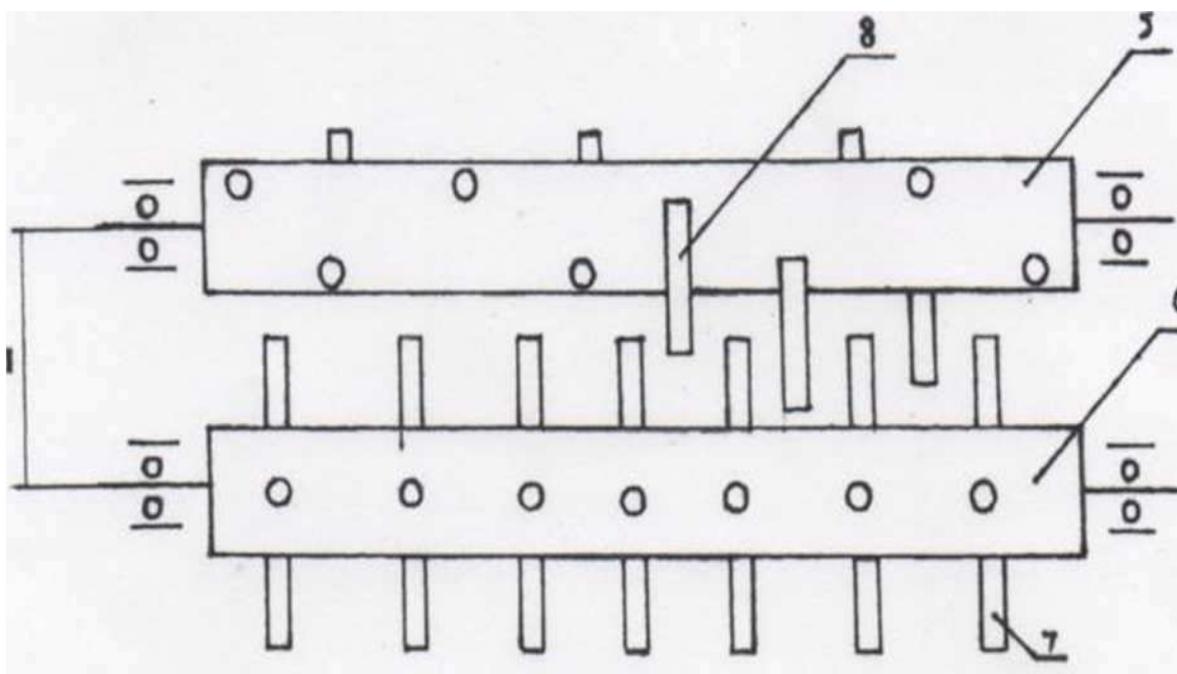


Рисунок 2 – Схема размещения зубьев барабана

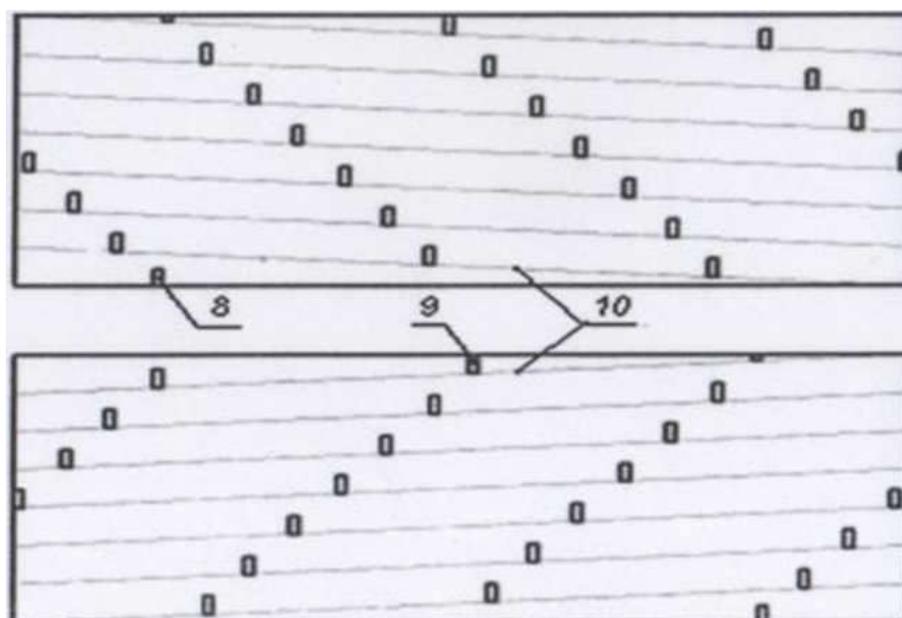


Рисунок 3 – Развертка положения зубьев

На основании полученных данных можно сделать вывод о соответствии эксплуатационно-технологических показателей предлагаемого чизельного агрегата требованиям нормативной документации (НД) [6] и его некоторым преимуществам по сравнению с аналогичными агрегатами (табл. 1).

Эксплуатационные затраты ПЧ-4,5 в 1,1 раза ниже, чем у предлагаемого агрегата, но после прохода ПЧ-4,5 требуется дополнительный проход дискового или культиваторного агрегата для дополнительного крошения и выравнивания почвы, что приведет к увеличению эксплуатационных затрат выше предлагаемого (таблица 2).

Таким образом, предлагаемый агрегат более эффективен по сравнению с аналогами за счет рациональной компоновки рабочих органов, конструктивных особенностей и качества работы.

Недостатком прототипа (патент РФ № 2360388) является низкая надежность рабочих органов прокатчиков-выравнивателей. Зубья барабанов при работе часто не выдерживают нагрузки и отламываются в месте крепления.

Таблица 1 – Эксплуатационно-технологические показатели агрегатов на глубокой (чизельной) обработке почвы *)

Показатель	НД	Составы МТА			
		R-701+ Глубоко-рыхлитель AiO	Джон-Дир 8420 +Artiglio 400	Нью Холланд ТО28+ Глубоко-рыхлитель мод. 1550 *)	К-701+ плуг чизельный ПЧ-4,5
<i>Режим работы:</i>					
- рабочая ширина захвата, м	до 6	3,9	3,57	3,7	4,4
- скорость движения, км/ч	до 10	7,8	5,5	7,4	7,2
<i>Производительность за 1 час,</i>					
- основного времени	до 6	3,04	1,96	2,76	3,19
<i>Показатели качества работы:</i>					
<i>Глубина обработки, см:</i>					
- средняя	35-45	40,5	40,9	39,5	42,2
- σ, см	±4	1,5	5,9	3,2	3,7
- υ, %	10,0	4,3	14,4	8,1	9,2
<i>Крошение почвы, %</i>					
<i>- размер фракций, мм:</i>					
до 50	25-40	78	89,2	92,7	77,5
свыше 50 до 100	-	2	7,3	7,3	22,5
свыше 100	-	0	3,5	0	0
Гребнистость поверхности поля, см	не более 5	2,3	4,1	3,7	3,7
Полнота заделки растительных и пожнивных остатков, %	40	51,4	50	69,1	41,2

*) Примечание: данные испытаний КубНИИТиМ

Таблица 2 – Экономическая эффективность предлагаемого чизельного агрегата на глубоком рыхлении почвы (65 см)

Показатель	Предлагаемый агрегат К-744Р ₁ + AiO с приспособлением КубГАУ	John Deere 8420+ Artiglio 400	К-744Р+ПЧ-4,5
Эксплуатационные затраты, руб./га	1484,2	2613,2	1360,9
Затраты труда, чел.-ч/га	0,41	0,64	0,39
Производительность агрегата, га/ч	2,43	1,57	2,55
Расход топлива, кг/га	15,0	25,5	16,0
Энергоемкость, кВт-ч/га			

Технический результат достигается тем, что глубокорыхлитель навесной, агрегируемый с трактором, содержащий раму с элементами крепления к навесной системе трактора, рыхлители, установленные на раме, долото лапы, установленное под углом к горизонту и вынесенное вперед относительно осевой линии стойки лапы, плоскорезы и прикатчики-выравниватели, установленные на задней стенке рамы и состоящие из двух соосно расположенных барабанов, причем барабаны снабжены зубьями, которые размещены на поверхности барабанов по винтовой линии и имеют различную длину, при этом зазор между смежными зубьями первого и второго барабанов не превышает 1,5 см и зубья первого барабана имеют зазор до 1 см между их концами и цилиндрической поверхностью второго барабана, причем первый барабан установлен с зазором между почвой и его цилиндрической поверхностью до 5 см, согласно полезной модели каждый зуб предварительно жестко запрессовывается в паз, по форме повторяющий форму торца основания зуба и проходящий через всю толщину стенки барабана. На внешней поверхности барабана паз снабжен по периметру фаской для сварного соединения. Таким образом, прочность крепления зуба обеспечивается не только сварным соединением, но и силой трения между стенкой барабана, в которой запрессован зуб, и его основанием.

Новизна заявляемого предложения заключается в том, что каждый зуб предварительно запрессован в паз барабана, по форме повторяющий форму торца основания зуба и проходящий на всю толщину стенки барабана (рис. 4). На внешней поверхности паз имеет по периметру фаску для сварного соединения. Таким образом, кроме непосредственно сварного соединения прочность крепления дополняется тем, что нагрузка идет не только на сварное соединение, но и на стенку барабана, в которой жестко запрессован зуб. Данная схема исключает обламывание зубьев при возрастании нагрузки вследствие попадания в них твердого предмета и потерю прочности, вследствие усталости металла сварного соединения.

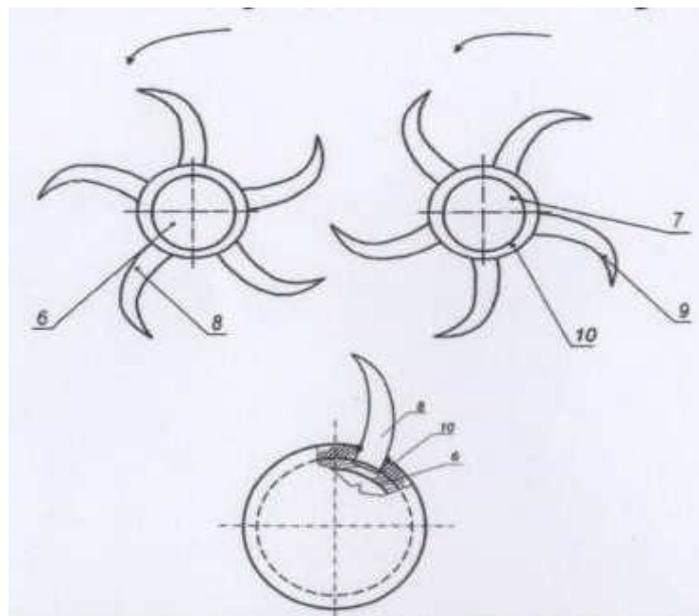


Рисунок 4 – Барабан-прикатчик

Все отличительные признаки предлагаемой конструкции создают предпосылки для лучшего качества крошения почвы и высокой надежности технологического процесса, надежность процесса определяется тем, что при высокой влажности обрабатываемой почвы до 40% и большом количестве пожнивных остатков на поле рабочие органы барабанов прикатчиков- выравнителей не залипают и не забиваются. Это обеспечивается самоочисткой рабочих органов.

После прохода машины почва имеет выровненную поверхность, глубокое рыхление, грубое крошение на глубину от 20 до 60 см и мелкое – на глубину до 20 см [7-9].

В результате выполненных исследований нами получена зависимость потребной мощности двигателя трактора на работу глубокорыхлителя с нашим приспособлением:

$$N_e = 118,8 + 0,06 \cdot v_p^2 + 8,14 \cdot v_p \quad (1)$$

При работе предлагаемого агрегата с приспособлением для внесения минеральных удобрений, для крошения и выравнивания почвы потребная мощность двигателя трактора при расчете по формуле (1) для оптимальной

скорости движения 8,51 км/ч составит: $N_e = 118,8 + 4,34 + 69,2 = 194,2$ кВт или 261,7 л.с., а с учетом оптимального значения коэффициента использования тягового усилия трактора на вспашке 0,9 эта мощность составит 290,8 л.с. Таким образом, на глубоком рыхлении до 40 см можно использовать тракторы Джон-Дир 9420, Кировец, К-744Р, Нью-Холланд Т-9000 и др.

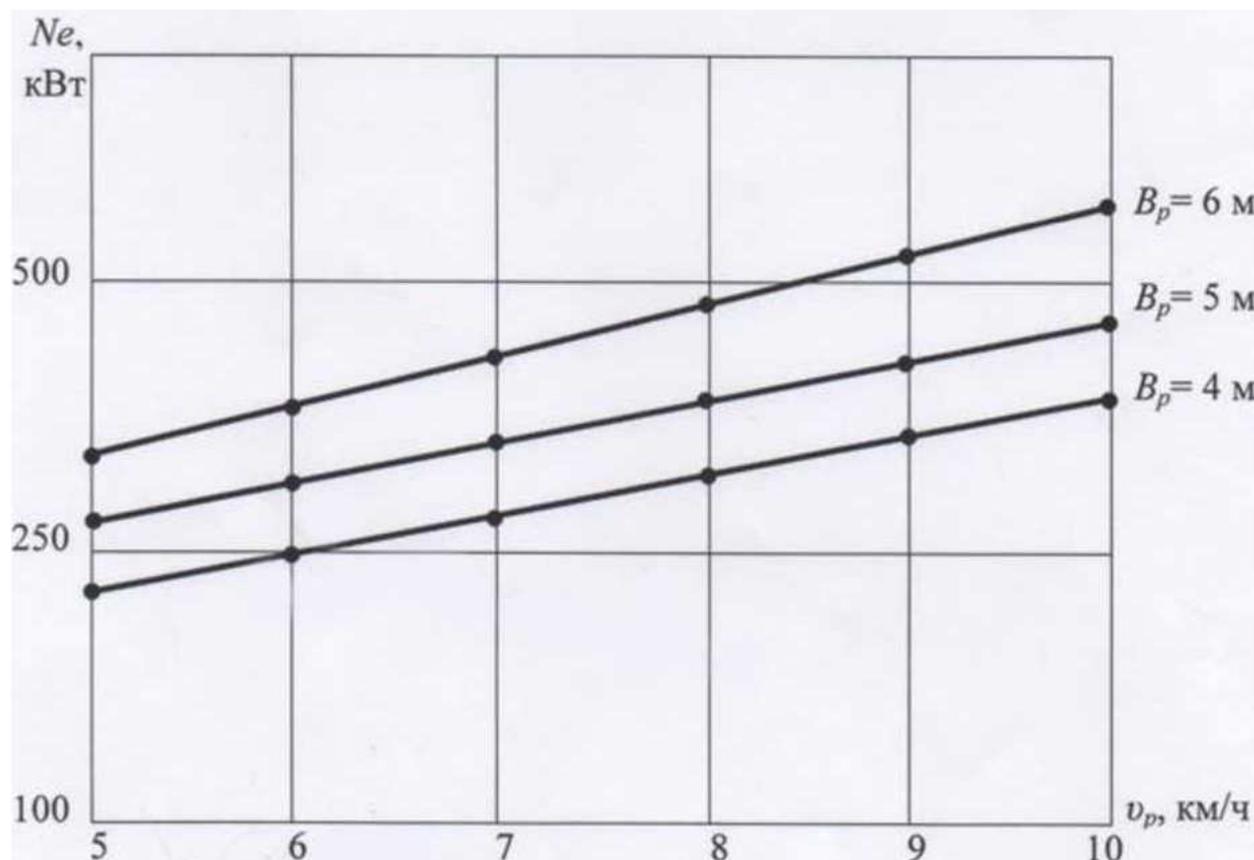


Рисунок 5 – Зависимость N_e трактора от рабочей скорости v_p и ширины захвата B_p глубокорыхлителя

Анализ результатов исследований позволяет сделать вывод, что ширина захвата глубокорыхлителя более 5 м уже нецелесообразна, так как он требует мощности двигателя более 600 л.с., что нерационально.

На основании выполненных исследований предлагаемой технологии чизелевания почвы сделаны следующие выводы.

1. Приоритеты инновационной деятельности в сфере АПК – это энерго- и ресурсосберегающие технологии производства сельскохозяйственной продукции, это нововведения, позволяющие повысить надеж-

ность машин, их эффективность, производительность и снизить затраты. На основании нашего изобретения (патент № 120837) модернизирован чизельный комбинированный агрегат для глубокого рыхления почвы с одновременным внесением минеральных удобрений, дополнительным крошением и выравниванием, учитывая классификацию чизельных орудий, и разработана энергосберегающая технология обработки почвы глубокорыхлителем.

2. Глубокорыхлитель, содержащий раму, рыхлители, долото лапы, закрепленное под углом $15-25^\circ$ к горизонту и вынесенное вперед относительно осевой линии стойки лапы, плоскорезы и прикатчики-выравниватели, установленные на задней стенке рамы и состоящие из двух соосно расположенных барабанов, снабженных зубьями, которые размещены в 5-9 рядов на поверхности барабанов по винтовой линии и имеют различную длину (в интервале 5-9 см), при этом зазор между зубьями первого и второго барабанов не превышает 1,5 см, и зубья первого барабана имеют зазор до 1 см между их концами и цилиндрической поверхностью второго барабана, причем первый барабан установлен с зазором между почвой и его цилиндрической поверхностью до 5 см, стойка лапы снабжена вертикальным плоским рассекателем почвы, закрепленным по её центру и касающимся в нижней своей части долота, а ряды зубьев на обоих барабанах имеют противоположное направление.

3. Получены зависимости необходимой мощности двигателя N_e трактора для предлагаемого агрегата от рабочей скорости движения v_p , а также от его ширины захвата B_p при оптимальном значении коэффициента использования тягового усилия на вспашке 0,9.

Список литературы

1. Кондратов А. Ф. и др. Современные технологии и средства механизации обработки почвы, посева, посадки, внесения удобрений и защиты растений. Под общ. ред. засл. деятеля науки РФ, проф., д-ра техн. наук А. Д. Логина. – Новосибирск, 2001.

2. Совершенствование систем земледелия в различных агроландшафтах. Краснодарского края. – Краснодар, 2004.
3. Применение чизельной обработки почвы. Рекомендации. – М.:ВО «Агропромиздат», 1988. – 11 с.
4. Патент РФ № 120837 Глубокорыхлитель навесной / Г. Г. Маслов, М. Н. Дьяченко, Н. А. Черный / Зарег. 10.10.2012 г.
5. Маслов Г. Г. Машинные технологии в полеводстве. – Краснодар: КубГАУ, 2008.
6. Стандарт организации. Испытания с.-х. техники. Машины и орудия для глубокой обработки почвы. Методы оценки функциональных показателей. – СТО АИСТ 10. 4.1. – 2004, утвержден Исполнительным директором Ассоциации испытателей с.-х. техники и технологий В. М. Прониным 15.07.2010 г., введен в действие с 15.04.2011 г.
7. Петунин А. Ф. Движение клина в почве / А. Ф. Петунин, В. Н. Ефремова. // Сб. «Ресурсосберегающие технологии и установки», КубГАУ, Краснодар, 2009. – С. 39-40.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1984. – 226 с.
9. Маслов Г. Г., Дьяченко М. Н., Юдин М. О., Черный Н. А. Совершенствование техники и агроприемов обработки почвы под подсолнечник / Труды КубГАУ, № 7 (43), 2013.

References

1. Kondratov A. F. i dr. Sovremennye tehnologii i sredstva mehanizacii obrabotki pochvy, poseva, posadki, vnesenija udobrenij i zashhity rastenij. Pod obshh. red. zasl. dejatel'ja nauki RF, prof., d-ra tehn. nauk A. D. Logina. – Novosibirsk, 2001.
2. Sovershenstvovanie sistem zemledelija v razlichnyh agrolandshaftah. Krasnodarskogo kraja. – Krasnodar, 2004.
3. Primenenie chizel'noj obrabotki pochvy. Rekomendacii. – М.:ВО «Агропромиздат», 1988. – 11 с.
4. Patent RF № 120837 Glubokoryhlitel' navesnoj / G. G. Maslov, M. N. D'jachenko, N. A. Chernyj / Zareg. 10.10.2012 g.
5. Maslov G. G. Mashinnye tehnologii v polevodstve. – Krasnodar: KubGAU, 2008.
6. Standart organizacii. Ispytanija s.-h. tehniki. Mashiny i orudija dlja glubokoj obrabotki pochvy. Metody ocenki funkcional'nyh pokazatelej. – SТО АИСТ 10. 4.1. – 2004, utverzhden Ispolnitel'ny'm direktorom Associacii ispytatelej s.-h. tehniki i tehnologij V. M. Proninym 15.07.2010 g., vveden v dejstvie s 15.04.2011 g.
7. Petunin A. F. Dvizhenie klina v pochve / A. F. Petunin, V. N. Efremova. // Sb. «Resursosberegajushhie tehnologii i ustanovki», KubGAU, Krasnodar, 2009. – S. 39-40.
8. Dosphehov B. A. Metodika polevogo opyta. – М.: Агропромиздат, 1984. – 226 с.
9. Maslov G. G., D'jachenko M. N., Judin M. O., Chernyj N. A. Sovershenstvovanie teh-niki i agropriemov obrabotki pochvy pod podsolnechnik / Trudy KubGAU, № 7 (43), 2013.