

УДК 631.31

Усовершенствование конструкции чизельного плуга**Improvement of construction of a chisel plow****В. В. ЩИРОВ¹, инж.****В. И. ХИЖНЯК¹, канд. техн. наук****А. Ю. НЕСМИЯН¹, канд. техн. наук****Е. И. ХЛЫСТОВ², инж.****А. П. БОБРЯШОВ², инж.**

¹ Азово-Черноморский инженерный институт
Донского государственного аграрного
университета, Зерноград, Россия,
nesmiyan.andrei@yandex.ru

² Северо-Кавказская государственная зональная
машиноиспытательная станция, Зерноград,
Россия, mis1@mail.ru

V. V. SHCHIROV¹, Engineer**V. I. KHIZHNYAK¹, PhD in Engineering****A. Yu. NESMIYAN¹, PhD in Engineering****E. I. KHLYSTOV², Engineer****A. P. BOBRYASHOV², Engineer**

¹ Azov-Black Sea Engineering Institute
of Don State Agrarian University,
Zernograd, Russia,
nesmiyan.andrei@yandex.ru

² North Caucasus Machine-Testing Station,
Zernograd, Russia,
mis1@mail.ru

Чизельные плуги — разнообразная группа почвообрабатывающих орудий, среди которых широкое распространение получили конструкции с рабочими органами типа paraplow, расположенными на раме по стреловидной схеме. Такая компоновка имеет ряд преимуществ, однако способствует уменьшению степени крошения почвы, повышению энергоемкости процесса рыхления, снижению сохранности стерни. С целью повышения эффективности процесса безотвальной обработки почвы предложено располагать рабочие органы чизельного плуга на раме орудия попарно как в поперечном, так и в продольном направлении. Чизельный плуг-рыхлитель с предложенной компоновкой рабочих органов прошел испытания на Северо-Кавказской машиноиспытательной станции, по результатам которых был рекомендован к внедрению. При этом для оценки эффективности разработки результаты испытаний усовершенствованного рыхлителя сравнивались со среднестатистическими показателями работы классических чизельных и лемешных плугов. Сравнительный анализ данных показал, что поперечно-парное расположение рабочих органов обеспечило повышение степени крошения почвы на 17—21 %. Благодаря этому формируется оптимальный водо-воздушный режим почвы и нарушается ее контакт с корнями сорных растений, что провоцирует гибель части корнеотпрысковых сорняков. Более рациональное использование подводимой от трактора энергии и продольно-попарное расположение стоек рабочих органов позволили снизить удельный расход топлива на 20—27 % в сравнении с орудиями-аналогами, сократить количество открываемых борозд, повысить сохранность стерни, снизить гребнистость поверхности поля более чем в 2 раза.

Ключевые слова: безотвальная обработка почвы; конструкция плугов-глубокорыхлителей; результаты испытаний; повышение степени крошения почвы; снижение удельного расхода топлива; сокращение количества открываемых борозд.

The chisel plows represent a diverse group of tillers, which includes widespread constructions with working organs of a paraplow type mounted on a frame according to the arrow-shaped diagram. This arrangement has several advantages, but it also leads to the decrease of soil crumbling degree, increase of energy intensity of its loosening, decrease of stubble field safety. The study suggests to mount the working organs of chisel plow on a tool frame in pairs both in transversal and longitudinal directions in order to improve the efficiency of subsurface tillage. A chisel plow-ripper with the proposed arrangement of working organs has been tested in the North Caucasus Machine-Testing Station and recommended for implementation. With the view of efficiency assessment, the test results of the improved ripper were compared with the average performance of classical share and chisel plows. Comparative analysis showed that transversal pair arrangement of working organs provides the increase of soil crumbling degree by 17—21 %. Thereby an optimal air-and-water regime for soil is formed, its contact with the roots of weeds is broken, which consequently provokes the ravage of offset weeds. More efficient use of energy supplied from tractor and the longitudinal pair arrangement of posts of working organs allow to decrease the specific fuel consumption by 20—27 % in comparison with the analogs, to reduce the number of open furrows, to increase the stubble field safety, to reduce the unevenness of field surface more than twice.

Keywords: subsurface tillage; chisel plows construction; test results; increase of soil crumbling degree; decrease in specific fuel consumption; reduction of open furrows number.

Введение

Чизельные плуги (плуги-глубокорыхлители, чизели, рыхлители) — разнообразная группа почвообрабатывающих орудий, выпускаемых как в нашей стране (ОАО "Новопокровскферммаш", ОАО "Светлоградагромаш",

ООО "БДМ Агро", ЗАО ПТФК "Технотрон", ЗАО "Апшеронский завод "Лессельмаш", ОАО "Крестьянский дом", ОАО "Новатор", ЗАО "РТП "Зерноградское", ООО "ТАГСМА" и др.), так и за рубежом (Kongskilde, Швеция; Rabe, Франция; Maschio Gaspardo, Италия; UNIA

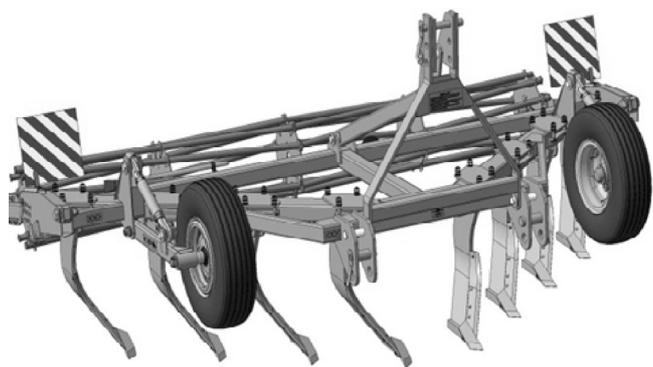


Рис. 1. Комбинированный чизель ПРБ-4 с классической стреловидной компоновкой рабочих органов (ОАО "ВЭМЗ" / ООО "Югжелдормаш")

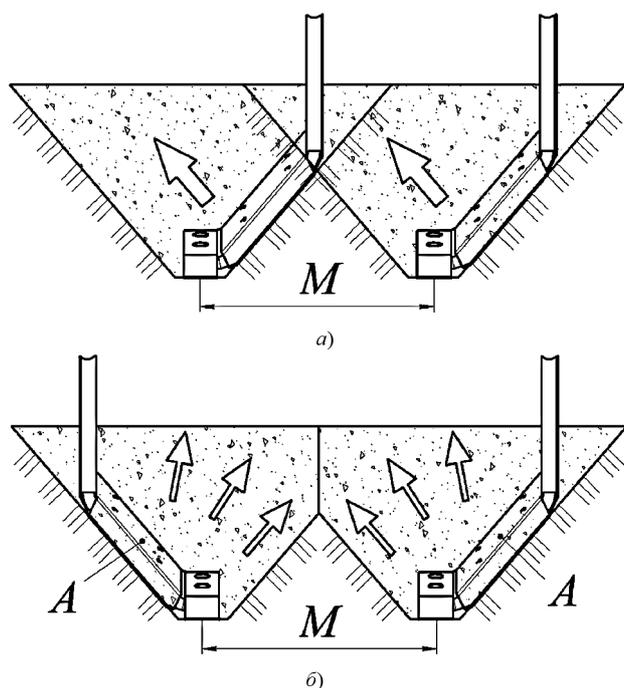


Рис. 2. Классическая стреловидная (а) и предложенная (б) схемы расположения рабочих органов чизельного плуга

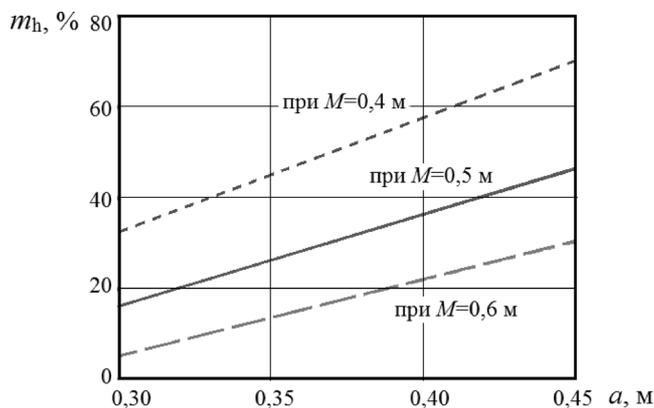


Рис. 3. Графики изменения относительного приращения подъема почвенного пласта за счет парного совместного расположения рабочих органов чизельного плуга

гоур и др.). Они могут значительно различаться по конструкционным схемам и технологическим параметрам.

При обработке почвы на глубину более 40 см долота рабочих органов работают в условиях заблокированного резания, что существенно увеличивает энергоёмкость процесса и снижает общую производительность агрегата, особенно при рыхлении тяжелых почв [1]. В связи с этим среди отечественных чизельных плугов широкое распространение получили орудия с рабочими органами типа рагарлов, предназначенные для обработки почвы на глубину до 45 см. Причем на сегодняшний день классическим можно считать их стреловидное расположение на раме (рис. 1), что несколько увеличивает металлоёмкость орудия, но при этом снижает энергоёмкость операции.

Однако такая компоновка рабочих органов способствует образованию зоны рыхления почвенного пласта, односторонней относительно стойки (рис. 2, а), за счет чего подведенная энергия затрачивается не только на вертикальное подрывание пласта, но и на горизонтальное смещение. Это приводит к уменьшению воздействия на почву и, как следствие, к снижению интенсивности рыхления.

Цель исследования

Цель представленного исследования — разработка и обоснование усовершенствованной конструкции чизельных плугов-глубокорыхлителей, позволяющей повысить качество обработки почвы в сравнении с орудиями-аналогами.

Материалы и методы

Эффективность рыхления обрабатываемого пласта почвы может быть повышена за счет парного расположения рабочих органов правого и левогогиба в одной поперечной плоскости таким образом, чтобы их рабочие поверхности А (рис. 2, б) были обращены друг к другу [2].

На рис. 3 представлена теоретическая зависимость относительного приращения m_h подъема пласта от глубины обработки почвы a , m , за счет парного совместного расположения рабочих органов чизельного плуга. Зависимость получена с предположением, что объем вытесненной рабочим органом почвы прямо пропорционален площади его лобовой проекции.

Из данных рис. 3 видно, что парное расположение рабочих органов способствует повышению подрывания обрабатываемого пласта почвы, величина приращения m_h которого пропорциональна глубине a обработки и обратно пропорциональна фронтальному шагу M расстановки рабочих органов [2].

Помимо более интенсивного рыхления пласта предложенная схема чизельного плуга способствует повышению эффективности использования получаемой от трактора энергии. Традиционно КПД чизеля определяют по аналогии с КПД отвального плуга с использованием рациональной формулы В. П. Горячкина [1]. При этом не учитывается, что часть возделываемого пласта при проходе смежных рабочих органов обрабатывается повторно (площадь $F_{\text{п}}$ на рис. 4) [3].

Зависимости коэффициентов η_1 , учитывающих повторность обработки части пласта чизельными плугами

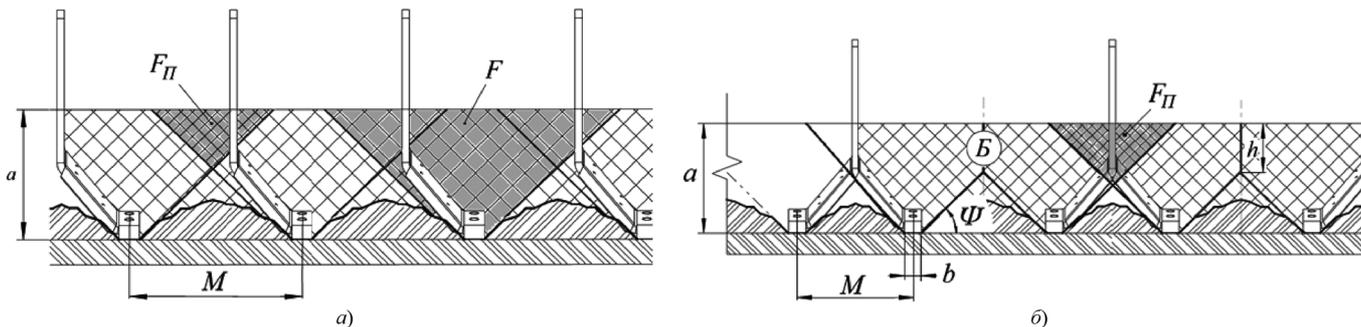


Рис. 4. Схемы обработки почвенного пласта рабочими органами классического (а) и усовершенствованного (б) чизельных плугов

с классической стреловидной и предложенной парной расстановками рабочих органов, от глубины обработки почвы a представлены на рис. 5.

Данные рис. 5 несколько упрощены, тем не менее они позволяют заключить, что применение поперечных пар рабочих органов чизельного плуга способствует существенному повышению КПД его технологического процесса, причем с увеличением глубины обработки почвы эффективность применения орудия усовершенствованной конструкции возрастает.

Кроме того, более рациональное использование энергии при глубоком безотвальном рыхлении почвы может быть достигнуто за счет размещения рабочих органов на раме орудия попарно не только в поперечном, но и в продольном направлении таким образом, чтобы их стойки последовательно располагались в одной продольно-вертикальной плоскости (рис. 6). Благодаря этому задний рабочий орган будет двигаться по открытой борозде, что способствует снижению затрат энергии на разрушение верхнего задерненного слоя почвы и сокращению количества открываемых борозд. Это позволит повысить сохранность стерни, снизить потери почвенной влаги через борозды и обеспечить более выровненную поверхность поля.

Чизельный плуг-глубокорыхлитель с предложенной компоновкой рабочих органов (рис. 7) спроектирован в Азово-Черноморском инженерном институте Донского ГАУ (г. Зерноград) и изготовлен ООО "ТАГСМА" (г. Таганрог).

Предложенная конструкция рыхлителя защищена патентом на изобретение [4]. Оригинальность и перспективность орудия подтверждены медалями престижных международных выставок "Золотая осень—2015" (г. Москва) и "Интерагромаш—2015" (г. Ростов-на-Дону).

Опытный образец плуга-глубокорыхлителя прошел испытания на Северо-Кавказской МИС, по результатам которых был рекомендован к внедрению [5].

Результаты и их обсуждение

В таблице представлены отдельные показатели работы предложенного рыхлителя РВН-3 и усредненные показатели работы других орудий для основной обработки почвы, также полученные на основании данных протоколов МИС [6].

Из данных таблицы видно, что даже при максимальной глубине обработки почвы (45 см) предложенный рыхлитель РВН-3 обеспечивает высокую производительность пахотного агрегата. При этом удельный рас-

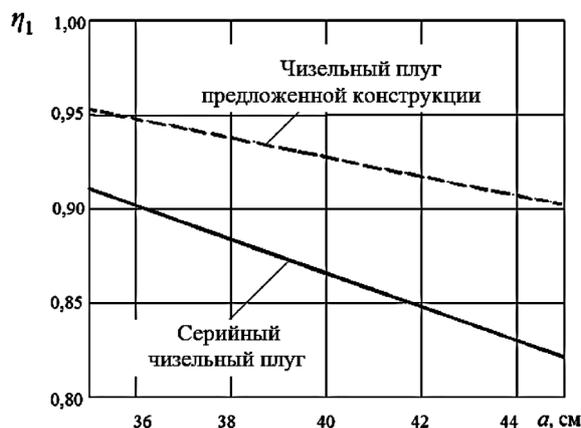


Рис. 5. Зависимости коэффициентов, учитывающих повторность обработки части почвенного пласта рабочими органами классического и усовершенствованного чизель, от глубины обработки

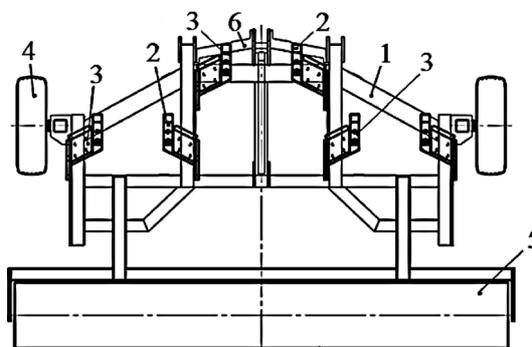


Рис. 6. Схема усовершенствованного чизельного плуга:

1 — рама; 2 — левосторонний рабочий орган; 3 — правосторонний рабочий орган; 4 — опорное колесо; 5 — каток; 6 — навесное устройство

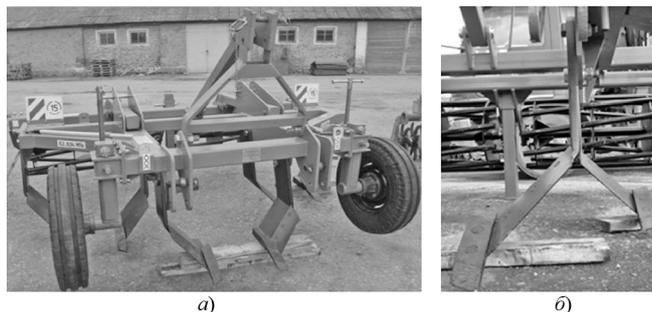


Рис. 7. Чизельный плуг РВН-3 предложенной схемы (ООО "ТАГСМА", г. Таганрог)

Показатели работы сравниваемых орудий для основной обработки почвы

Показатели	Рабочая скорость V_p , км/ч	Ширина захвата B_p , м	Глубина обработки a_{cp} , см	Крошение почвы, %	Гребнистость поверхности поля, см	Производительность за час основного времени W_o , га/ч	Удельный расход топлива $q_{уд}$, кг/га	Удельная масса $m_{уд}$, кг/м
Средние для используемых лемешных плугов	8,1	2,2	23,7	80,7	4,6	1,75	15,9	714,1
Средние для используемых глубоких рыхлителей	7,2	3,6	36,9	76,3	5,1	2,5	17,3	482,9
Рыхлитель РВН-3	8,1	3,1	45	98	1,9	2,51	12,6	461,3

ход топлива на 3,6–4,7 кг/га меньше, чем у аналогов. Качество обработки почвы рыхлителем РВН-3 превосходит показатели работы аналогов: крошение почвы выше на 17–21 %, а гребнистость поверхности поля ниже на 2,7–3,2 см.

Выводы

В целом можно заключить, что предложенная конструкция рыхлителя обладает следующими преимуществами.

1. Под воздействием поперечных пар рабочих органов почвенный пласт крошится и деформируется интенсивнее примерно на 21 % по сравнению с орудиями-аналогами и примерно на 17 % — с лемешными плугами. Интенсивное крошение почвы способствует формированию оптимального водо-воздушного режима: складываются условия для накопления влаги, проницаемости почвы воздухом и ее насыщения азотом. Кроме того, интенсификация рыхления почвы способствует нарушению ее контакта с корнями сорных растений, что провоцирует гибель корнеотпрысковых сорняков.

2. Уменьшение количества повторно обрабатываемых участков, а также движение заднего рабочего органа из продольной пары по открытой борозде позволяют снизить непроизводительные потери энергии, благодаря чему удельный расход топлива снижается на 20–27 % в сравнении с аналогичным усредненным показателем для классических чизельных и лемешных плугов.

3. Парное продольное расположение рабочих органов позволяет снизить количество открываемых борозд, что способствует повышению сохранности стерни, снижению гребнистости и комковатости поверхности поля (в 2,4–2,7 раз по сравнению с аналогами), сокращению потерь влаги через открытые борозды. Увеличение фронтального расстояния между рядами стоек рабочих органов способствует уменьшению вероятности их забивания почвой и растительными остатками.

Литература и источники

1. Труфанов В. В. Тяговое сопротивление орудий чизельного типа // Теория и расчет почвообрабатывающих машин: Сб. науч. тр. ВИМ. М., 1989. Т. 120. С. 60.
 2. Хижняк В. И., Несмиян А. Ю., Щиров В. В. и др. Совершенствование безотвальной обработки почвы чизельным

плугом-глубококорыхлителем // Тракторы и сельхозмашины. 2013, № 11. С. 14–16.

3. Несмиян А. Ю., Хижняк В. И., Щиров В. В. Повышение эффективности глубокой обработки почвы при возделывании пропашных культур // Инновационные пути развития АПК: задачи и перспективы. Сб. науч. тр. АЧГАА. Зерноград, 2012. С. 245–249.

4. Щиров В. В., Таранов М. А., Щиров В. Н. и др. Почвообрабатывающее орудие: Патент РФ № 2431953, 2010.

5. Протокол № 11-42-14 (1010042) приемочных испытаний плуга-глубококорыхлителя РВН-3 от 16 декабря 2014 г. Зерноград: Северо-Кавказская МИС, 2014. 50 с.

6. База протоколов результатов испытаний сельскохозяйственной техники // Государственный испытательный центр [Электронный ресурс]. URL: <http://sistemamis.ru/protocols> (дата обращения 01.10.2013).

References

1. Trufanov V. V. Traction resistance of chisel-type tools. *Teoriya i raschet pochvoobrabatyvayushchikh mashin. Sb. nauch. tr. VIM* [Theory and design of tillage machines. Proc. of All-Russian Research Institute of Agricultural Mechanization]. Moscow, 1989, vol. 120, p. 60 (in Russ.).
 2. Khizhnyak V. I., Nesmiyan A. Yu., Shchirov V. V., Khlystov E. I., Bobryashov A. P. Improvement of subsurface tillage with combined chisel plough and subsoil cultivator. *Traktory i sel'khozmashiny*, 2013, no. 11, pp. 14–16 (in Russ.).
 3. Nesmiyan A. Yu., Khizhnyak V. I., Shchirov V. V. Improving the efficiency of deep tillage in the cultivation of row crops. *Innovatsionnye puti razvitiya APK: zadachi i perspektivy. Sb. nauch. tr. AChGAA* [Innovative development trends of agroindustrial complex: problems and prospects. Proc. of Azov-Black Sea State Agroengineering Academy]. Zernograd, 2012, pp. 245–249 (in Russ.).
 4. Shchirov V. V., Taranov M. A., Shchirov V. N., Khizhnyak V. I., Nesmiyan A. Yu. *Pochvoobrabatyvayushchee orudie* [Tillage implement]. Patent RF, no. 2431953, 2010.
 5. *Protokol № 11-42-14 (1010042) priemochnykh ispytaniy pluga-glubokorykhlitelya RVN-3 ot 16 dekabrya 2014 g.* [Record № 11-42-14 (1010042) of acceptance tests of the RVN-3 subsoil plough. December 16, 2014]. Zernograd: North Caucasus Machine-Testing Station, 2014, 50 p.
 6. Base of records of agricultural machinery test results. *Gosudarstvennyy ispytatel'nyy tsentr* [State testing center]. URL: <http://sistemamis.ru/protocols> (accessed 01.10.2013).