УДК 62-1/-9:631.312

ПЕРСПЕКТИВНАЯ КОНСТРУКЦИЯ КОМБИНИРОВАННОГО ПЛУГА ДЛЯ НАРЕЗКИ ПОСАДОЧНЫХ БОРОЗД И СОЗДАНИЯ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ПОЛОС

Лысыч М.Н., Шабанов М.Л., Никулин С.Н.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», Воронеж, e-mail: miklynea@yandex.ru

В статье рассматриваются конструкции почвообрабатывающих орудий, используемых для основной подготовки почвы при лесовосстановлении и прокладке противопожарных полос. Рассмотрен весь спектр орудий, применяемых на этих операциях, и дана их классификация. Описаны конструкции и назначение представителей каждого класса. Проведен их критический анализ. На основе анализа предложена перспективная конструкция комбинированного противопожарного плуга, способного эффективно работать на прокладке противопожарных и посадочных борозд в условиях лесных почв. Для детального исследования конструкции орудия создана 3D-модель с использованием САПР SolidWorks. Также для изучения технологических возможностей был воссоздан участок вырубки с различными препятствиями. По результатам исследований установлено, что суммарная ширина захвата плуга составляет 0,98 м, общая ширина минерализованной полосы – 1,64 м, высота свободно преодолеваемых препятствий от уровня почвы – 16 см.

Ключевые слова: плуг, противопожарные полосы, посадочные борозды, обзор, анализ, САПР, 3D-моделирование

PERSPECTIVE DESIGN OF A COMBINED PLOUGH FOR CUTTING PLANTING FURROWS AND THE CREATION OF FIREBREAKS

Lysych M.N., Shabanov M.L., Nikulin S.N.

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, e-mail: miklynea@yandex.ru

The article discusses the design of tillers used for primary soil preparation in reforestation and laying firebreaks. Considered the whole range of instruments used in these operations and their classification is given. The construction described and designation of representatives of each class. Conducted critical analysis. On the basis of the analysis proposed a promising design of a combined fire-plow is able to work effectively for creation the firebreaks and planting furrows in the conditions of forest soils. For a detailed study design tools created 3D-model using CAD software SolidWorks. Also, for the study of technological capabilities has been recreated cutting area with various obstacles. By results of researches it is established that the overall width of the plow is of 0,98 m, the total width of the mineralized strips – 1,64 m, height freely overcome obstacles from the level of the soil – 16 cm.

Keywords: plow, firebreaks, planting furrow, review, analysis, CAD, 3D-modeling

В лесном хозяйстве для основной обработки почвы и создания минерализованных противопожарных полос используется различная почвообрабатывающая техника. Выделим основные ее виды (рис. 1) и дадим по каждому краткое описание.

Сельскохозяйственные многокорпусные плуги, в особенности дисковые, оснащенные предохранительными механизмами, могут успешно использоваться для создания противопожарных минерализованных полос (рис. 2, *а*). Это объясняется их достаточно высокой проходимостью [1, 2].

Лесохозяйственные многокорпусные дисковые плуги (рис. 2, *б*) могут применяться как для создания противопожарных минерализованных полос, так и основной подготовки почвы в условиях вырубок, в частности, нераскорчеванных. Подобные орудия широко распространены за рубежом [4]. Они, как правило, имеют значительную ширину захвата (1,5…2 м) и образуют ровный профиль обработанной полосы, что далеко не всегда приемлемо при лесовосстановлении. Главным фактором, ограничивающим внедрение многокорпусных плугов, оснащенных индивидуальными предохранительными механизмами, является необходимость применения энергонасыщенных тяговых средств тягового класса не менее 3...5 т.с.

Лемешные двухотвальные плуги (рис. 3, *а*) широко используются в нашей стране для выполнения операций нарезки посадочных борозд и создания противопожарных полос. Они имеют простую конструкцию и обладают приемлемыми качественными показателями. Основной их недостаток – невысокая проходимость при работе в условиях вырубок и под пологом леса. Это связанно с тем, что лемешный корпус может заякореваться за различные препятствия, находящиеся в почве и на ее поверхности. Для устранения подобного негативного явления все лесные плуги оснащаются черенковыми, пластинчатыми

или дисковыми ножами, устанавливаемыми перед носком лемеха. Это позволяет увеличить их проходимость и снизить забиваемость растительными остатками. Еще одно негативное явление – это заваливание почвенного пласта обратно в борозду. Для предотвращения этого процесса устанавливают дополнительные подрезающие ножи, дооборачивающие, сдвигающие и придавливающие рабочие органы [2].

Другой распространенный тип плугов – это дисковые лесные плуги (рис. 3, *б*). Они обладают лучшей проходимостью за счет того, что диски могут перекатываться через препятствия, при этом обеспечивается интенсивное резание растительных остатков без сгруживания и забивания. Также к положительным качествам дисковых плугов следует отнести более рациональный силовой баланс в вертикальной составляющей тягового сопротивления, что исключает необходимость установки дополнительных приспособлений, ограничивающих глубину обработки. Недостатком является неполный оборот почвенного пласта, что требует установки дополнительных отвальных поверхностей. Также при симметричном расположении дисков образуется центральная необработанная полоса, что требует продольного смещения рабочих органов для обеспечения перекрытия или установки в центральной зоне лемешного рабочего органа [2].

Рис. 1. Обзор орудий для основной обработки почвы и создания противопожарных полос

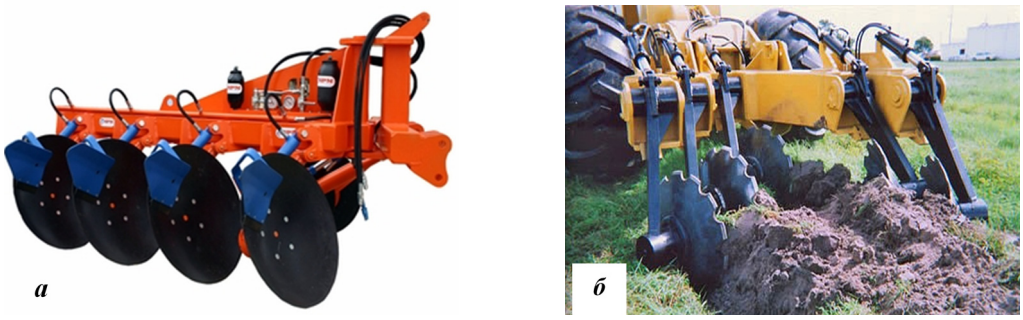


Рис. 2. Многокорпусные дисковые плуги: а – сельскохозяйственный; б – лесохозяйственный

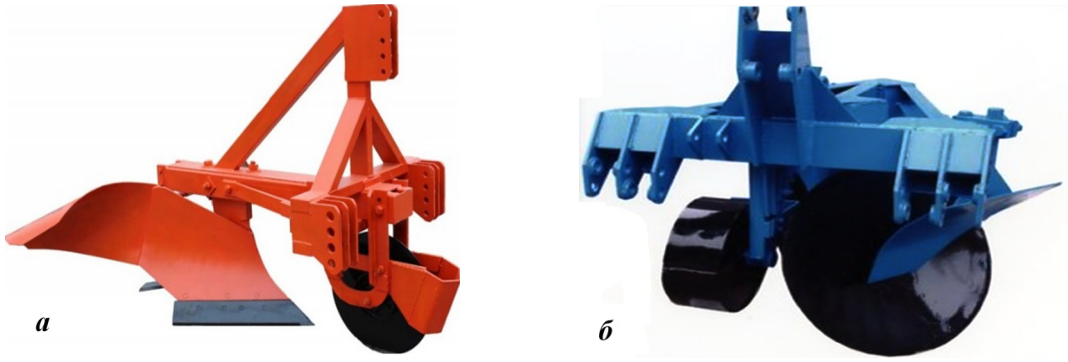


Рис. 3. Лесные плуги: а – лемешный двухотвальный; б – дисковый

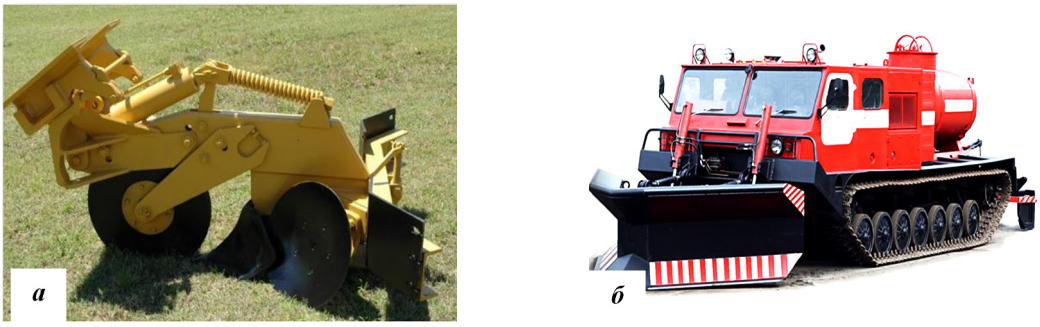


Рис. 4. Лесной комбинированный плуг (а) и клинбульдозерный отвал (б)

В зарубежной практике кроме лемешных двухотвальных плугов широкое распространение нашли комбинированные орудия, состоящие из дискового ножа, установленного за ним двухотвального лемешного рабочего органа с малой шириной захвата, двух (четырех или шести) дисковых рабочих органов, установленных вразвал, и лемешных отвалов, осуществляющих сдвиг и дооборот почвенного пласта (рис. 4, *а*). Подобные конструкции обеспечивают высокие качественные показатели и хорошую проходимость в лесных условиях [4].

Клинбульдозерные отвалы (рис. 4, *б*) и схожие с ними по конструкции расчищающие клинья используются как для создания минерализованных противопожарных полос, так и для полосной расчистки вырубок с одновременной обработкой почвы [2]. Использование подобных орудий наиболее оправдано при создании минерализованных противопожарных полос, так как они имеют значительную ширину захвата и осуществляют интенсивный сдвиг лесной подстилки и плодородного слоя почвы в стороны.

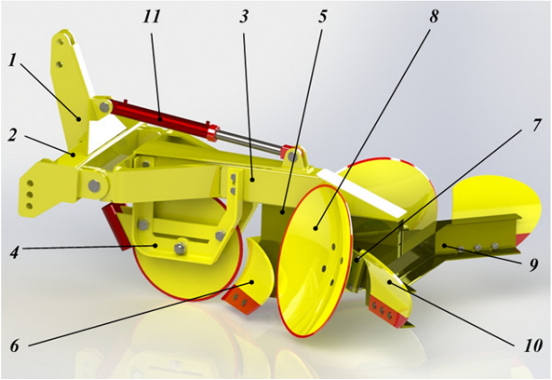


Рис. 5. Лесной плуг

С целью повышения эффективности процесса нарезки посадочных борозд и создания противопожарных полос нами предлагается конструкция навесного лесного плуга, обладающая высокими качественными показателями и проходимостью при работе в условиях леса и нераскорчеванных вырубок. Данное конструктивное решение призвано объединить в себе достоинства дисковых и лемешных рабочих органов.

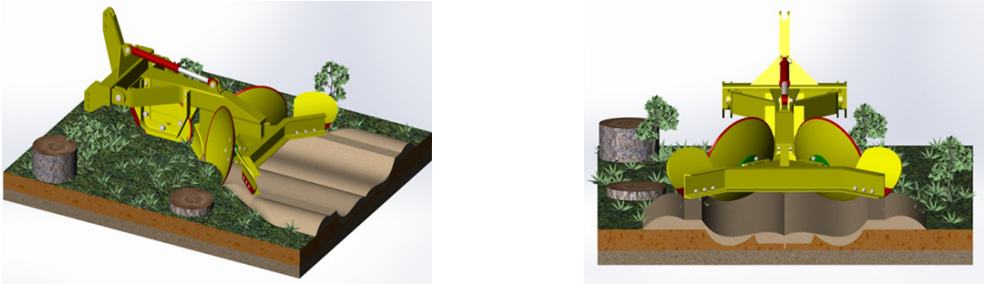
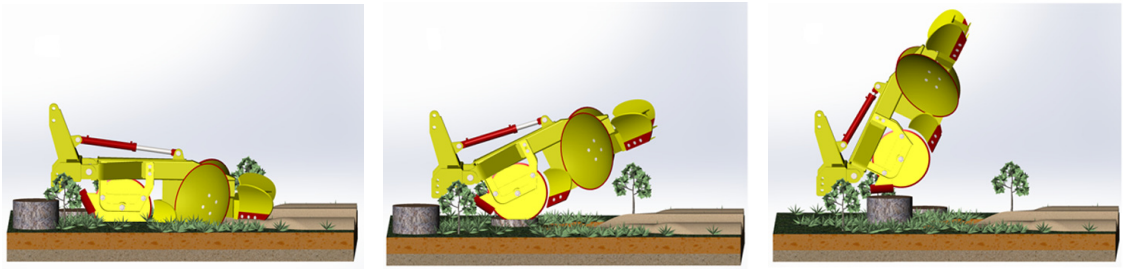


Рис. 6. Изучение технологического процесса нарезки двухотвальных борозд



а) *б)* *в)*

Рис. 7. Процесс работы лесного плуга: а – на участке без препятствий; б – на участке с препятствием малой высоты; в – на участке с препятствием значительной высоты и при маневрировании агрегата

На рис. 5 представлен общий вид предлагаемого плуга.

Плуг состоит из сцепного устройства 1, рамы, включающей основной поперечный брус 2 и продольный подвижный брус 3, на котором располагаются дисковый нож 4, стойка 5 крепления лемешного двухотвального рабочего органа 6, кронштейн 7 крепления дисковых рабочих органов 8 и кронштейн 9 дооборачивающих отвалов 10. Продольная рама шарнирно соединена с поперечной и удерживается в требуемом положении при помощи гидроцилиндра 11.

Следующей стадией исследования было моделирование процесса работы плуга с исследованием профиля обрабатываемой борозды. Для этого был воссоздан участок вырубки (рис. 6) [3, 5].

По результатам анализа поперечного профиля удалось установить, как форму дна борозды (суммарная ширина захвата составила 0,98 м) так и профиль отваленной почвы (общая ширина минерализованной полосы 1,64 м).

Плуг работает следующим образом. За счет навески трактора он опускается в рабочее положение, и начинается движение (рис. 7, *а*). Во время рабочего хода агрегата и при необходимости быстрого выглубления рабочих органов при сложных разворотах и необходимости переезда через препятствия используется гидроцилиндр плуга 11, который осуществляет подъем продольной рамы (рис. 7, *в*).

Также, при условии наличия пневмо-гидроаккумулятора, плугом могут преодолеваться препятствия малой высоты (рис. 7, *б*) без участия оператора, за счет использования гидроцилиндра как нагрузочной пружины и демпфера.

Применение плуга подобной конструкции позволит повысить качество выполнения технологических операций нарезки борозд и создания противопожарных полос, увеличить производительность и надежность.

Полученные в результате моделирования данные подтверждают эффективность использования САПР при проектировании почвообрабатывающих орудий. Предлагаемый подход позволяет быстро провести наглядные виртуальные иссле-

дования с достаточно высокой степенью достоверности, что значительно снижает вероятность допущения ошибок, которые в противном случае могли бы проявиться только на стадии изготовления и испытания, опытных образцов.

Список литературы

1. Бартенев И.М. Значение основной обработки почвы в развитии растений древесно-кустарниковых пород [Текст] / И.М. Бартенев // Лесотехнический журнал. – 2015. – Т. 5, № 2 (18). – С. 149–158.

2. Гончаров П.Э. Машины и механизмы лесного и лесопаркового хозяйства [Текст] : учеб пособие / П.Э. Гончаров, И.М. Бартенев, Драпалюк М.В.; Воронеж. гос. лесотехн. академия. – Воронеж, 2014. – 328 с.

3. Лысыч М.Н. Моделирование работы почвообрабатывающих орудий в условиях вырубок [Текст] / М.Н. Лысыч, М.Л. Шабанов, И.В. Левищев // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – Воронеж, 2014. – № 2, ч. 2 (7–2). – С. 327–332.

4. Лысыч М.Н. Современные орудия для нарезки посадочных борозд и создания противопожарных полос [Текст] / М.Н. Лысыч, М.Л. Шабанов, С.Н. Никулин // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции. – Воронеж, 2015. – № 9, ч. 2 (20–2). – С. 55–59.

5. Лысыч М.Н. Моделирование работы пожарного лесного плуга в составе МТА [Текст] / М.Н. Лысыч, М.Л. Шабанов, М.А. Никулин // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции. – Воронеж, 2015. – № 5, ч. 1 (16–1). – С. 236–240.