

МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 631.312.68

DOI: 10.34751/fnc-mich.2023.2.2.017

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ РОТОРНОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА ВЫКОПОЧНОГО ПЛУГА

Земляной А. А.¹, Дробышев И. А.², Мишин Б. С.³, Завражных А. А.⁴

¹ кандидат технических наук, н. с. ФГБНУ ФНЦ им. И. В. Мичурина, г. Мичуринск, РФ

²⁻³ кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, г. Мичуринск, РФ

⁴ кандидат технических наук, начальник инженерингового центра

«ИнТех», ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, г. Мичуринск, РФ

e-mail: 1zemlyanoy1@mail.ru

THE RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF THE ROTARY WORKING BODY OF THE DIGGING PLOW

Zemlyanoy A. A.¹, Drobyshev I. A.², Mishin B. S.³, Zavrazhnov A. A.⁴

¹ PhD of Engineering Sciences, research associate, FSBSI "FSC named after I. V. Michurin", Michurinsk, Russia

²⁻³ PhD of Engineering Sciences, docent, FSBEI of Higher Education

"Michurinsk State Agrarian University", Michurinsk, Russia

⁴ PhD of Engineering Sciences, docent, head of the "INTECH" Engineering Center, FSBEI

of Higher Education "Michurinsk State Agrarian University", Michurinsk, Russia

e-mail: 1zemlyanoy1@mail.ru

Аннотация: В России ежегодно увеличиваются площади промышленного садоводства. Поэтому потребность посадочного материала ежегодно возрастает. Для получения качественного посадочного материала необходимо обеспечить высокий уровень выполнения технологических операций на всех этапах производства. Одной из наиболее трудоемких технологических операций является выкопка посадочного материала. Поэтому проведение исследований по повышению качества и снижению энергетических затрат на выполнение технологической операции выкопки посадочного материала является актуальной задачей.

Результатом исследований является разработанный опытный образец машины для проведения экспериментальных исследований в полевых условиях. Получены экспериментальные данные по параметрам образуемой взрыхленной борозды.

Ключевые слова: посадочный материал, выкопчный плуг, тяговое сопротивление, тросовая тяга.

Abstract: In Russia the area of industrial gardening is increasing annually. Therefore, the need for planting material increases annually. To obtain high-quality planting material, it is necessary to ensure a high level of technological operations at all stages of production. One of the most time-consuming technological operations is the excavation of planting material. Therefore, conducting research to improve the quality and reduce energy costs for performing the technological operation of digging out planting material is an urgent task.

The results of the conducted research are the developed prototype of a machine for conducting experimental research in the field. Experimental data on the parameters of the loosened furrow are obtained.

Key words: planting material, digging plow, traction resistance, cable traction.

ВВЕДЕНИЕ

Выкопка саженцев — один из самых трудоемких процессов в питомниководстве. Основными требованиями этой операции являются эффективное рыхление подкопанного слоя почвы с саженцами с целью снижения тягового сопротивления выкопчного плуга во время работы и затрат физического труда на выборку саженцев и отделение почвы от корневой системы [4].

В процессе выкопки выполняются операции: рыхление почвы; извлечение посадочного материала из почвы; сбор, увязка и погрузка в транспортные средства для перевозки на место посадки или хранения. Выкопка саженцев производится в короткие сроки в осенне-зимний период в зависимости от региона. Срезы корней должны быть ровными, а длина корней составлять не менее 25 см. Не допускаются морщинистые, сломанные или расщепленные корни [3].

В процессе подрезания корней выкопчной скобой, производится одновременное рыхление почвы в прикорневой зоне, что позволяет обеспечить извлечения посадочного материала из почвы без повреждения корневой системы.

Выкопчный плуг ВПН-2 является базовой машиной для выкопки одно- и двухлетних саженцев и подвоев плодовых, ягодных кустарников и лесных культур, выращенных на хорошо окультуренных почвах [1]. Недостаток выкопчного плуга ВПН-2 состоит в том, что ассиметричное расположение выкопчного ножа при работе на средних и тяжелых почвах приводит к уходу машины с траектории движения, затрудняет выборку подкопанных растений. Кроме того, наличие ножа устойчивости увеличивает энергоемкость технологического процесса выкопки саженцев [2]. Все это в совокупности вынуждает использовать трактор повышенной мощности. Также учеными установлено, что значительная доля



Рисунок 1. Опытный образец машины для выкапывания саженцев



Рисунок 2. Роторный рабочий орган и узел изменения углов наклона



Рисунок 3. Навеска и угловой редуктор



Рисунок 4. Подшипниковая опора

энергетических затрат при эксплуатации расходуется на разрушение почвы стойкой выкопчного плуга. Для снижения тягового сопротивления предлагается производить разрушение почвенного пласта перед движением стойки роторным диском, что позволит снизить тяговое сопротивление и придаст устойчивость плугу [5].

МЕСТО, ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Место — экспериментальные насаждения ФГБНУ «ФНЦ им. И. В. Мичурина».

Объект исследования — выкопчный плуг с роторным рыхлителем.

Методика — экспериментальное исследование.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальные исследования проводились в полевых условиях в соответствии с действующими стандартами, существующими и разработанными методиками. Исследования опытного образца новой машины и её рабочих органов проведены по ГОСТ Р 53051-2008 Машины и орудия для выкопки и выборки сеянцев и саженцев в питомниках. Методы испытаний ГОСТ 26025-83 Машины и тракторы сельскохозяйственные и лесные. Методы измерения конструктивных параметров. Обработка результатов экспериментальных исследований проводилась методами математической статистики, при использовании вычислительной техники и программ

“MathCad”, “Microsoft Excel”, для определения параметров профиля борозды использовались программы САПР.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Опытный образец машины для выкапывания саженцев (рис. 1) содержит раму с навеской, роторный рабочий орган, установленный в подшипниковой опоре на раме посредством узла изменения углов наклона роторного рабочего органа (рис. 2), навесного устройства и привод (рис. 3), включающий угловой редуктор и два карданных вала, из которых один соединяет угловой редуктор с валом роторного рабочего органа через подшипниковую опору (рис. 4), а другой предназначен для подключения к ВОМ трактора.

Опытный образец выполнен с возможностью установки ротора под углом 0; 6; 12; 18; 24 градусов к направлению движения и наклона в вертикальной плоскости — 0; 5; 15; 20; 25 градусов. Частота вращения ротора составляет 300 об/мин, при частоте вращения ВОМ трактора 540 об/мин. Предусмотрена замена ротора с другим диаметром диска.

Ротор, установленный вертикально и параллельно направлению движения (рис 5), рыхлит узкую борозду по толщине диска на глубину до 40 см. В работе ротор необходимо принудительно удерживать на заданной глубине. В противном случае ротор периодически выглубляется, образуя неровное по глубине дно борозды. Взрыхлённая почва полностью остаётся в борозде.

Рыхлитель с наклоном ротора по вертикали (рис. 6) нарезает борозду под углом к горизонту. При этом почва,



вид сбоку



вид вдоль борозды

Рисунок 5. Рыхлитель с вертикальным ротором

вид со стороны диска



вид вдоль борозды

Рисунок 6. Рыхлитель с наклоном ротора по вертикали

вид сверху, борозда раскрыта для наглядности



вид спереди

Рисунок 7. Рыхлитель с ротором под углом к направлению движения

находящаяся выше ротора, образует козырёк над щелью от прохода ножей ротора. Большая часть этого козырька разрушается и проседает в борозду. В работе такой рыхлитель с наклоном ротора в 25 градусов образует борозду глубиной до 35 см и шириной в верхней части 15–18 см.

Рыхлитель (рис. 7) с ротором, установленным под углом к направлению движения, в работе образует эллипсовидную борозду. Такой ротор склонен к самозаглублению. При этом контур поперечного сечения взрыхлённой борозды симметричен относительно вертикали, проходящей через ось вращения ротора. Например, ротор с углом 25 градусов

рыхлит почву на глубину до 40 см и шириной в верхней части 34–36 см. Вся взрыхлённая почва остаётся в борозде.

Рыхлитель с наклоном ротора в двух плоскостях (рис. 8) подрезает почву, перемещает на своей поверхности пласт, который разрушается и проваливается сквозь отверстия в диске ротора. Практически вся почва остаётся в борозде. Размеры борозды при максимальном заглублении ротора диаметром 0,9 м, с углом отклонения от направления движения 24 градуса и от вертикали – 25 градусов составляют 35 см по глубине и 37–42 см по ширине в верхней части борозды. На фотографии рисунка 8 взрыхлённая



Рисунок 8. Рыхлитель с наклоном ротора в двух плоскостях

борозда за ротором раскрыта, т. е. для наглядности почва за ротором из борозды удалена.

Площадь поперечного сечения взрыхленной борозды определяли методом цифрового фотографирования профиля борозды с последующим масштабированием и созданием профиля в программе КОМПАС 3D. Алгоритм определения площади и формы взрыхленной борозды представлен в таблице 1.

По проведенным экспериментальным исследованиям роторного рыхлителя определили площадь

рыхления и габариты при установке ротора под разными углами. Полученные результаты говорят о том, что использование ротора для рыхления прикорневой зоны и зоны, в которой будет проходить стойка выкопчного плуга, позволят значительно снизить тяговое сопротивление за счет движения стойки выкопчного плуга по разрушенной почве, что позволит использовать менее энергонасыщенные агрегаты.

Гранулометрический состав почвы взрыхленной борозды определен ситовым методом. Были использованы четыре решета с диаметром отверстий: 1 мм, 10 мм, 25 мм и 50 мм. Гранулометрический состав почвы распределен по фракциям следующим образом: до 1 мм — 17%; 1–10 мм — 63%; 10–25 мм — 10%; 25–50 мм — 10%. Комочков почвы свыше 50 мм не наблюдалось.

ВЫВОДЫ

Проведенные предварительные исследования показывают, что рыхлитель с диаметром ротора 1,3–1,4 м, установленным под углом 20–24 градусов к направлению движения, наклоном в 25 градусов по вертикали и частотой вращения 50–100 об/мин, обеспечит образование взрыхленной борозды глубиной до 45 см и шириной до 50 см. Получение результатов позволяют убедиться в эффективности использования роторного рыхлителя как дополнительного устройства к выкопчному плугу при выборке саженцев.

Таблица 1 — Алгоритм определения площади и формы взрыхленной борозды

Шаг 1. Исходное состояние борозды



Взрыхленная борозда



Лунка для установки заслонки

Шаг 2. Установка и фиксация заслонки



Установка заслонки



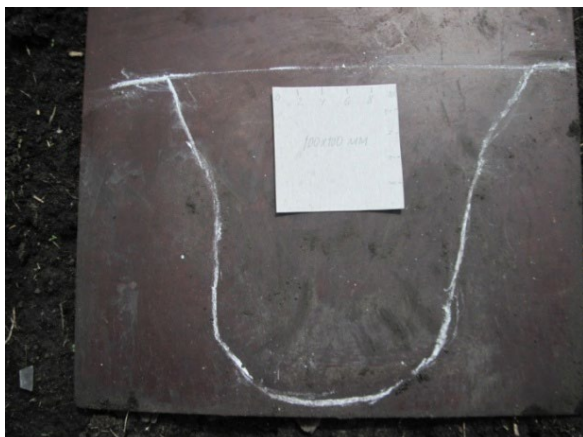
Фиксация заслонки

Шаг 3. Раскрытие профиля разрыленной борозды

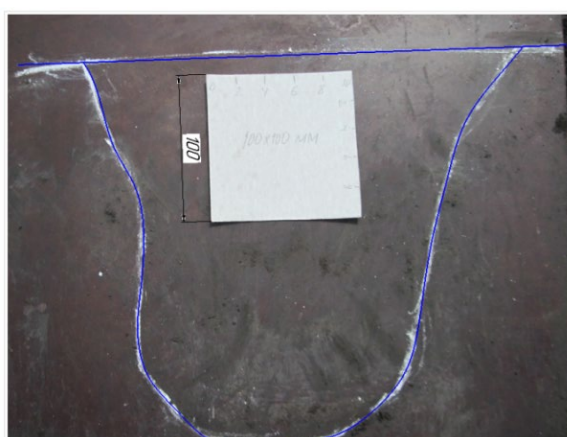
Вычерчивание профиля



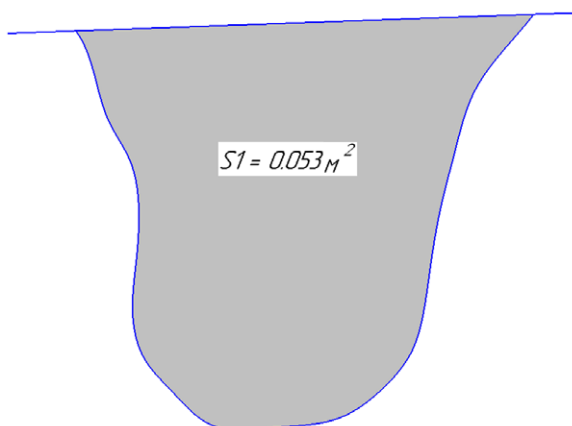
Вычерчивание борозды

Шаг 4. Обработка цифровой фотографии

Фотографирование профиля



Масштабирование профиля

Шаг 5. Определение площади выделенного профиля.**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Аниферов Ф. Е. Машины для садоводства / Ф. Е. Аниферов, Л. И. Ерошенко, И. З. Теплинский. — 2-е изд., перераб. и доп. — Л.: Агропромиздат. 1990. — 304 с.
2. Босой Е. С. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин: Учебник для вузов с.-х. машиностроения / Е. С. Босой [и др.]. — Изд. 2-е, перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1977. — 568 с.
3. Бросалин В. Г. Машина для весеннего раскрытия маточных растений / А. И. Завражнов, В. Ю. Ланцев, К. А. Манаенков, В. Г. Бросалин, А. А. Завражнов // Техника в сельском хозяйстве. — 2014. — №6. — С. 2–5.
4. Главацкий С. Г. Обоснование параметров комбинированного орудия для вибрационной подрезки и выкопки сеянцев в лесных питомниках: Автореф. дис. на соиск. учен. степ. к.т.н. / Сибирский государственный технологический университет. — Красноярск, 2004. — 24 с.
5. Патент на полезную модель №214358 U1 Российская Федерация, МПК A01D 13/00, A01D 31/00. машина для выкопки саженцев : №2022110825 : заявл. 20.04.2022 : опубл. 25.10.2022 / В. Г. Бросалин, А. А. Завражнов, А. А. Земляной ; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр имени И. В. Мичурина». — EDN DYPINW.