

ОТКЛОНЯЕМАЯ ФРЕЗЕРНАЯ СЕКЦИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ПРИСТВОЛЬНЫХ ЗОНАХ МНОГОЛЕТНИХ НАСАЖДЕНИЙ

ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»

***Реферат.** Одной из важнейших операций в технологиях возделывания многолетних культур является обработка почвы. Качественные показатели во многом зависят от ряда функциональных параметров применяемых технических средств. Используемые в садах машины не полностью выполняют качественные показатели обработки почвы, особенно в приствольных зонах плодовых деревьев. Цель исследований – обосновать конструктивные параметры, разработать макетный образец и провести предварительные испытания фрезы садовой с выносной фрезерной секцией в производственных условиях. Теоретический анализ позволил установить, что предпочтительная защитная дистанция в междурядье сада должна быть не менее 0,20 м в каждую сторону, а в межствольном пространстве штамбов вдоль ряда – 0,38 м. Оптимальная ширина захвата выносной секции должна равняться 0,55 м. В результате проведённых исследований предложена и разработана оригинальная конструкция отклоняемой фрезерной секции фрезы садовой с автономной гидросистемой; в качестве рабочих органов применяются г-образные ножи с особой заточкой. Следящая система выносной секции оснащена сдвоенным выносным щупом, при воздействии на который секция отводится на расстояние, необходимое для защиты штамба дерева. Усилие на щупах оттарировано таким образом, чтобы не повреждать кору плодовых деревьев. Применение отклоняемой фрезерной секции садовой фрезы позволяет повысить точность и качественные показатели обработки в приствольных зонах садовых насаждений, плотность почвы при этом снижается в среднем на 24 %. Энергетическая оценка машины показала, что при отклонении фрезерной секции от штамба плодового дерева, энергоёмкость процесса обработки почвы уменьшается в среднем на 28 %. Применение фрезы садовой с отклоняемой фрезерной секцией позволяет повысить в 1,5 раза производительность труда по сравнению с серийной фрезой ФА-0,76.*

***Ключевые слова:** междурядья садовых насаждений, выносная секция фрезы садовой, межствольная зона.*

Введение

В приствольных зонах плодовых деревьев интенсивных и суперинтенсивных садов располагается до 90 % всей корневой системы. Сорные растения и некачественное выполнение технологических операций по обработке почвы могут в значительной степени влиять на недобор урожая, снижая его на 20–25 %. В то же время приствольные зоны являются наиболее трудными в обработке, требующими применения специализированных машин, особенно в интенсивных насаждениях [1, 2]. Для соблюдения основных технологических требований в многолетних плодовых насаждениях необходимо решение вопроса качественной обработки почвы в приствольных зонах. Обработка почвы гербицидными препаратами частично решает данную проблему, однако их использование не всегда возможно из-за высоких экологических требований и зачастую экономически не оправдано. Предлагаемый ассортимент химических средств борьбы с сорными растениями не в полной мере удовлетворяет жёстким требованиям содержания приствольных зон и межствольных полос садовых насаждений.

Для решения этой проблемы разработана отклоняемая фрезерная секция универсальной садовой фрезы для обработки приствольных полос с обводом стволов плодовых деревьев, которая выполняет обработку почвы в соответствии со всеми современными требованиями к данной технологической операции с качественным крошением почвы в межствольных полосах садовых насаждений [3].

Операция обработки почвы в приствольных зонах многолетних насаждений выполняется машинами, рабочие органы которых, приближаясь к стволу дерева, оставляют защитную зону. Используемые в хозяйствах специализированные машины зачастую не полностью выполняют требования к качеству выполнения технологического процесса обработки почвы в рядах многолетних насаждений, что ведёт к вынужденному упрощению агротехнологий и к недобору урожая плодовых культур.

Цель исследований – обосновать конструктивные параметры, разработать макетный образец и провести предварительные испытания фрезы садовой с выносной фрезерной секцией в производственных условиях.

Материалы и методы исследований

Теоретические исследования проведены с использованием положений математического анализа, аналитической геометрии и теоретической механики с учётом агротехнических, технологических, конструктивных и качественных требований, предъявляемых к процессу обработки почвы в межствольных зонах плодовых насаждений.

Специальная программа и методика лабораторно-экспериментальных исследований и предварительных испытаний разработана на основании СТО АИСТ 4.4-2010, ГОСТ Р 54784, ГОСТ Р 52777 и других государственных и отраслевых стандартов испытаний сельскохозяйственной техники [4–7].

Показатели влажности и плотности почвы определяли в слое почвы 0–15 см. Влажность почвы измеряли методом высушивания проб при 105 °С, показатели находились в пределах от 9,3 до 18,8 %. Измерение плотности почвы производили электромеханическим твердомером почвы ИП 271, в среднем её значение составило 1,42 г/см³.

Качество обработки почвы оценивали по равномерности глубины обработки, крошению и подрезанию сорняков. Глубину обработки почвы определяли щуп-линейкой с точностью до ±1 см. Крошение почвы по фракциям оценивали с помощью набора сменных сит исходя из процентного содержания почвенных агрегатов размером от 1 до 50 мм и более. Для этого в четырёх местах отбирали контрольные пробы через 1 ч после прохода машины. Размер учетной площадки для отбора пробы – 0,25 м² на глубину обработки. Количественную долю уничтоженных сорняков в процентах определяли по разнице количества сорняков до и после прохода машины.

Из энергетических показателей работы определяли отношение расхода топлива на единицу площади к мощности, расход топлива (кг/га) за время работы и мощность выносной секции (кВт). Оценка энергоёмкости обработки почвы выносной фрезерной секцией проведена с использованием тензометрического оборудования, состоящего из осциллографа АКПП-4115, ротационного динамографа, частоту вращения вала измеряли импульсными датчиками ВК-317. Аппаратуру размещали в кабине трактора, питание осуществляли от аккумулятора 6-СТ120 с использованием преобразователя напряжения на 1000 Вт. Определение тягового сопротивления отклоняемой секции фрезы в программу испытаний не входило.

Лабораторно-экспериментальные исследования и предварительные испытания проходили 12.05–10.09.2017 на опытных полях ФГБНУ «ФНАЦ ВИМ» (п. Майданово, Московская обл.), на участках с плодовыми насаждениями возрастом

три–пять лет и схемой посадки $5 \times 3,5$. Рельеф – ровный, микрорельеф – мелкогребнистый. Почвы дерново-подзолистые. Засорённость участка сорняками составляла 90–170 шт./м².

Результаты и их обсуждение

В процессе обработки почвы в междурядьях плодовых садов остаётся необработанная приштамбовая зона шириной 30–60 см, что связано с особыми условиями работы почвообрабатывающей машины в садах, где движение трактора в непосредственной близости в ряду деревьев невозможно из-за их кроны. Поэтому машины для обработки приствольных зон являются асимметричными относительно центра ряда и имеют механизм бокового смещения для ввода рабочих органов в линию ряда и обвода стволов деревьев в ряду плодовых насаждений [8, 9].

При боковом смещении совершается сложное движение, при котором выносная секция движется по дуге окружности (рисунок 1).

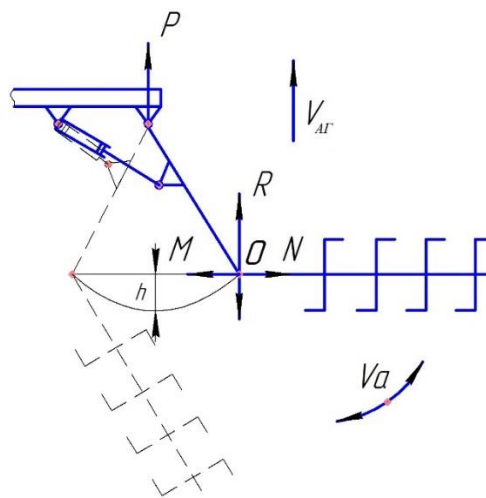


Рисунок 1 – Схема отклонения выносной фрезерной секции

Если тракторный агрегат движется со скоростью $V_{ар}$ и скорость отклонения выносной секции при этом V_a , точка O движется по некоторой траектории с дискретной скоростью V_p , которая постоянно меняется по величине и направлению (см. рисунок 1).

Точка O движется по кривой OO_4 с точкой излома (O_2), при этом эти траектории кривой имеют выгиб в сторону, направленную против движения агрегата. Изменение направления траектории возрастает на участке OO_1 и O_2O_3 , так как на участке OB проекция скорости V_a на ось Y направлена в сторону, противоположную движению машины. Подобным образом находим траекторию на участке O_2O_3 при движении точки O справа налево.

На участках O_1O_2 и O_3O_4 траекторию движения получаем за счёт сложения скорости движения агрегата и проекции скорости отклонения выносной секции на ось Y , так как скорость V_{ay} направлена по ходу движения агрегата.

На отклоняемую секцию в горизонтальной плоскости действуют: сила тяги P , сила реакции почвы, сила сопротивления F . В процессе отвода фрезерной секции от оси ряда действуют: отводящая сила гидроцилиндра M и реактивная осевая сила бокового резания N (рисунок 2).

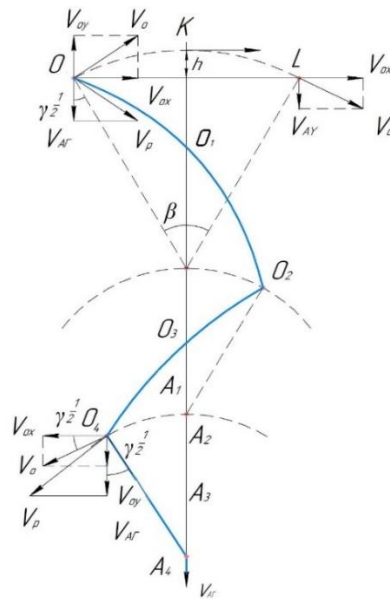


Рисунок 2 – Схема движения точек отклонения секции

Для нашего случая, движение отклоняемой фрезерной секции происходит по окружности радиусом r , поэтому в большей мере проявляется действие центробежной силы, направленной против хода агрегата.

При обходе ствола дерева фрезерным рабочим органом под действием силы тяги P и усилия отвода секции гидроцилиндром M точка фрезерной секции O движется по траектории в форме параллелограмма. Так как рассматриваемая точка жёстко связана с осью вращения и движется по дуге окружности одновременно двигаясь поступательно, при этом возникает центробежная сила, которая противодействует силе тяги P и характеризуется увеличенным тяговым сопротивлением, передающимся на весь агрегат.

В результате обхода ствола дерева фрезерная секция движется по траектории (рисунок 3), совершая при этом сложное движение:

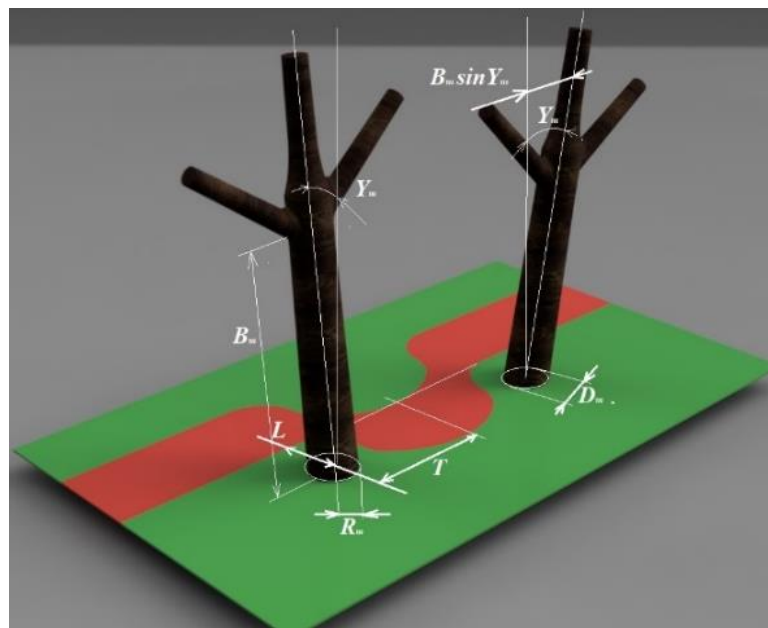


Рисунок 3 – Схема к определению защитной зоны садовых растений
 Примечание. R_u – радиус штамба дерева, D_u – диаметр штамба, B_u – высота штамба.

Относительное движение выносной секции получаем из уравнения 1:

$$\chi = L(1 - \cos\alpha t) \quad (1)$$

Поступательное движение выносной секции, характеризуется уравнением 2:

$$y = T \frac{\omega t}{\pi} = T \frac{\varphi}{\pi} \quad (2)$$

В данном случае площадь отклонения фрезерной секции рассчитывается по формуле 3:

$$S = \int_0^{\pi} L(1 - \cos\varphi) \frac{T}{\pi} d\varphi \quad (3)$$

Значение защитного расстояния от центральной оси ствола дерева до крайних точек фрезерных ножей перпендикулярных к линии ряда насаждений, зависит от угла наклона штамба в сторону междурядья и рассчитывается по формуле 4:

$$L = B_{ш} \sin Y_{ш} + R_{ш} \quad (4)$$

где $H_{ш}$ – высота штамба плодового дерева, м;

$\sin Y_{ш}$ – угол наклона центральной оси штамба, град;

$R_{ш}$ – радиус штамба плодового дерева, м.

Значения защитного расстояния от центральной оси ствола дерева до края фрезерных ножей,двигающихся по линии ряда садовых деревьев, в основном зависит от диаметра ствола (штамба) дерева в наиболее широком месте и в меньшей степени – от высоты штамба и угла его наклона вдоль линии ряда деревьев; определяется по формуле 5:

$$T = D_{ш} + 2H_{ш} \sin Y_{ш} \quad (5)$$

Из этого следует, что для обеспечения беспрепятственной работы машины и повреждения стволов и корневой системы плодовых насаждений, защитная зона при работе отклоняющейся фрезерной секции должна иметь следующие параметры: ортогонально ряду (от крайней точки рабочего органа до линии ряда) $L = 19,32$ см вдоль линии ряда $T = 38,43$ см. Для обеспечения защитной зоны при работе выносной фрезерной секции её ширина захвата не должна превышать 55 см.

В результате проведённых исследований обоснованы размерные характеристики конструкции отклоняемой фрезерной секции с приводом рабочих органов от независимой гидросистемы [10–12]. Отклоняемая фрезерная секция (рисунок 4) состоит из корпуса (1), гидравлического двигателя привода вала ножевого барабана (4), жёстко закреплённых рабочих органов в виде ножей, гидравлического распределителя системы отклонения секции, прикатывающего барабана и гидроцилиндров изменения положения секции в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Стальной кожух отклоняемой секции имеет защитные щитки для исключения разлёта мелких частиц почвы. Рабочий вал имеет набор дисков с жёстко прикреплёнными почвообрабатывающими ножами. Для исключения повреждения коры деревьев во время обхода штамбов, секция оснащена системой автоматического отклонения, которая состоит из сдвоенного щупа (9), подключённого к гидравлическому распределителю (3), который воздействует на гидроцилиндр (5), вызывая отклонение фрезерной секции от продольной оси ряда в междуствольном пространстве плодового сада.

Результаты проведённых исследований и испытаний показали, что при средней скорости движения агрегата 3,5 км/ч глубина обработки почвы составляла в среднем 8,7 см. Среднеквадратическое отклонение при этом составило 1,24 см,

коэффициент вариации – 13,9 %. При работе выносной секции защитные приштамбовые зоны деревьев не превышали рассчитанных значений, при этом необработанная площадь вокруг штамбов составила 0,28 м². Уничтожение сорных растений в зоне прохода выносной секции составило 98 %.



Рисунок 4 – Отклоняемая фрезерная секция

Примечание. 1. Кожух секции; 2. Гидравлические рукава высокого давления; 3. Гидравлический распределитель выносной секции с функцией регулировки чувствительности шупа; 4. Гидравлический мотор для привода ножевого барабана; 5. Гидроцилиндр поворота секции относительно в продольной оси ряда; 6. Гидроцилиндр подъема выносной секции; 7. Шарнирное крепление секции; 8. Гидроцилиндр для регулирования наклона секции в вертикальной плоскости; 9. Сдвоенный следящий шуп системы отклонения секции от штамба.

Крошение почвы по фракциям после обработки было следующим:

- количество крупной (более 50 мм) составило 12,4 %;
- средней (25–50 мм) – 13,6 %;
- мелкой (10–25 мм) – 46,8 %;
- мелкой (4–10 мм) – 17,3 %;
- мелкой (1,5–4 мм) – 8,7 %;
- содержание эрозионно опасных частиц не превышало 1,2 %.

В результате энергетической оценки работы выносной секции получен график зависимости мощности, затрачиваемой на обработку почвы в процессе отвода выносной секции от оси ряда (рисунок 5). Полученный график показал, что при обходе штамба плодового дерева энергозатраты на приводе рабочих органов уменьшаются на 28 %. Это объясняется изменением угла работы ножевого барабана из-за уменьшения ширины захвата выносной секции. Удельный расход топлива составил 15,22 кг/га. Производительность за час основного времени – 0,88 га/ч (например, производительность серийной фрезы ФА-0,76 – 0,259 га/ч).

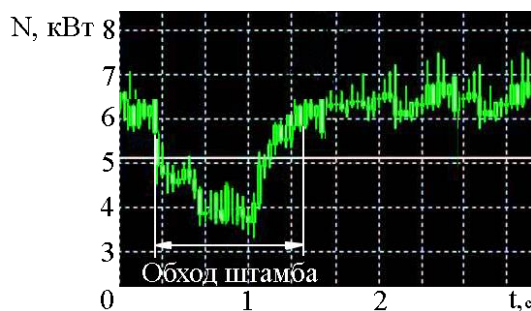


Рисунок 5 – Зависимость величины мощности N , расходуемой на операцию фрезерование почвы, от времени t

Результаты замеров показали (рисунок 6), что плотность почвы на обработанном участке варировала от 1,05 до 1,09 г/см³ при среднем значении 1,07 г/см³, а на необработанных участках – от 1,37 до 1,48 г/см³ при среднем значении 1,42 г/см³.

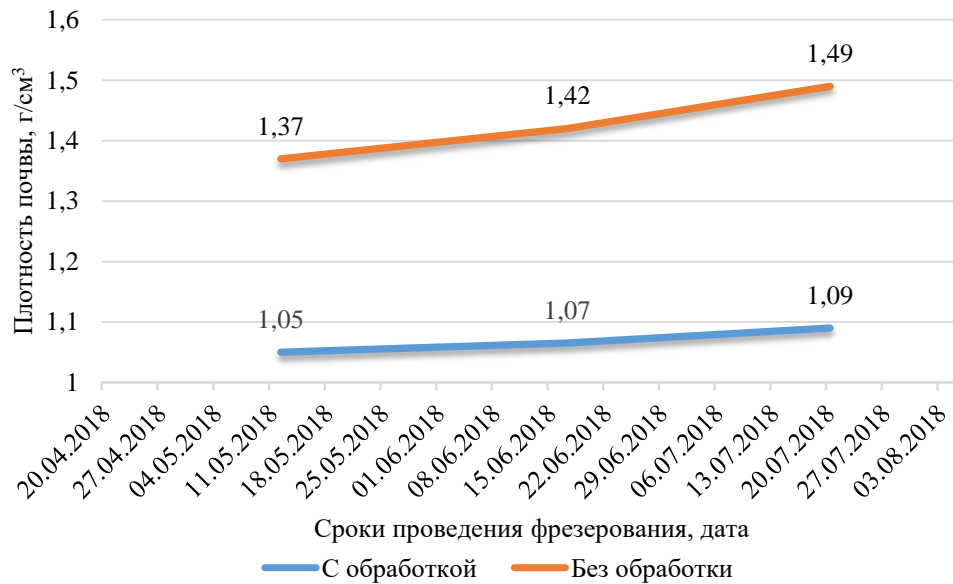


Рисунок 6 – График изменения плотности почвы

На рисунке 7 показан процесс работы фрезы с выносной фрезерной секцией.



Рисунок 7 – Макетный образец фрезы садовой с выносной фрезерной секцией в работе

Выводы

Проведённый теоретический анализ помог обосновать оптимальные размеры защитных зон, которые поперёк ряда должны быть не менее 0,20 м в каждую сторону, а у штамбов вдоль линии ряда – 0,38 м, поэтому для обеспечения данных защитных зон ширина захвата отклоняемой секции не должна составлять более 55 см.

При обработке почвы фрезерным культиватором плотность почвы в приствольных кругах снижается в среднем на 24 %, а энергоёмкость фрезерования в процессе обхода штамба дерева уменьшается на 28 %.

Работа выносной секции в полевых экспериментальных исследованиях

помогла обосновать полученные результаты теоретических выводов. Фактически, полученные показатели по площади защитной зоны, измельчению корней сорной растительности и фракционному составу почвы полностью соответствуют технологическим требованиям по операции обработки почвы в межствольном пространстве многолетних насаждений, а практическое применение фрезы садовой с дополнительной выносной секцией (фрезерной) повышает производительность в 1,5 раза по сравнению с серийной фрезой ФА-0,76 за счёт большей ширины захвата двух секций, а также более высокой скорости работы за счёт быстродействия гидравлической системы выносной секции.

Литература

1. Смирнов И. Г., Хорт Д. О., Филиппов Р. А. Нормативно-техническая база данных машин для современных технологий промышленного садоводства // Сборник докладов Международной научно-технической конференции «Система технологий и машин для инновационного развития АПК России», Ч. 1. М.: ВИМ, 2013. С. 202–205.
2. Смирнов И. Г., Хорт Д. О., Филиппов Р. А., Романюк Н. Н., Есипов С. В. Совершенствование технологии обработки межствольной зоны междурядий садовых насаждений выносной фрезерной секцией // Вестник рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. 2017. № 2 (34). С. 83–88.
3. Смирнов И. Г., Хорт Д. О., Филиппов Р. А. Техническое обеспечение работ по уходу за междурядьями в садах интенсивного типа // Материалы Международной научно-технической конференции «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве». Минск: НПЦ НАН Беларуси по вопросам механизации сельского хозяйства, 2014. С. 303–311.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Альянс, 2014. 351 с.
5. ГОСТ Р 54784–2011. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы оценки технических параметров. М.: Стандаринформ, 2012. 19 с.
6. СТО АИСТ 4.4–2010. Машины и орудия для обработки почвы в садах, виноградниках, хмельниках и ягодниках. Методы оценки функциональных показателей. М.: Росинформагротех, 2013. 37 с.
7. ГОСТ Р 52777–2007. Техника сельскохозяйственная. Методы энергетической оценки. М.: Стандаринформ, 2008. 6 с.
8. Шевкун В. А. Борона дисковая садовая для обработки почвы в рядах плодовых деревьев. Дисс. ... канд. с.-х. наук. М.: ГНУ ВСТИСП, 2008. 113 с.
9. Шевкун В. А. Определение защитной зоны в процессе обхода штамба плодовых деревьев дисковым рабочим органом // Садоводство и виноградарство. 2008. № 2. С. 23–24.
10. Филиппов Р. А. Повышение эффективности использования высококлиренсного фрезерного культиватора в садоводстве // Сборник докладов Международной научно-технической конференции «Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации государственной программы развития сельского хозяйства», Ч. 1. М.: ВИМ, 2015. С. 336–339.
11. Пат. 2544378 Российская Федерация, МПК А 01 В 39/16, А 01 В 33/02. Выносная секция фрезы садовой [Текст] / Измайлов А. Ю., Лобачевский Я. П., Смирнов И. Г., Хорт Д. О., Филиппов Р. А., Романюк Н. Н.; заявитель и патентообладатель – ГНУ ВИМ Россельхозакадемии. №2013153026/13, 29.11.2013.
12. Филиппов Р. А., Хорт Д. О. Фреза садовая универсальная ФСУ-2,5 // Сборник докладов Международной научно-практической конференции «Молодые ученые в решении актуальных проблем науки». Владикавказ, 2014. С. 42–43.

References

1. Smirnov I. G., Khort D. O., Filippov R. A. Normative and technical database of machines for modern technologies of industrial horticulture // Proceedings of the International Scientific and Technical conference “System of technologies and machines for the innovative development of agriculture of Russia”. Part 1. Moscow: Federal Scientific Agroengineering Center VIM, 2013. P. 202–205.
2. Smirnov I. G., Khort D. O., Filippov R. A., Romanyuk N. N., Esipov S. V. Improvement of technology for processing of the interstate zone of interdisciples of gardening plants with an extended milling section // Herald of Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev. 2017. No. 2 (34). P. 83–88.
3. Smirnov I. G., Khort D. O., Filippov R. A. Technical support of works on care of row spacing in gardens of intensive type // Proceedings of the International Scientific and Technical Conference “Scientific and technical progress in agricultural production”. Minsk, “Scientific-Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for agricultural mechanization” (RUE “SPC NAS of Belarus for agricultural mechanization”), 2014. P. 303–311.
4. Dospikhov B. A. Methods of field research. Moscow: Alyans, 2014. 351 p.

5. GOST 54784–2011. Testing of agricultural tractors and machines. Methods for estimation of technical parameters. Moscow: Standartinform, 2012. 19 p.
6. STO AIST 4.4-2010. Machines and tools for soil cultivation in orchards, vineyards, hop and berry fields. Methods of evaluation of functional indicators. Moscow: Rosinformagrotekh, 2013. 37 p.
7. GOST 52777–2007. Agricultural machinery. Methods of power estimation. Moscow: Standartinform, 2008. 6 p.
8. Shevkun V. A. The garden' disk harrows for soil cultivation in rows of fruit trees. Thesis ... Cand. Sc. (Agr.). Moscow: State Scientific Institution "All-Russian Horticultural Institute for Breeding, Agrotechnology and Nursery", 2008. 113 p.
9. Shevkun V. A. Determination of the protective zone during bypass of the trunk of fruit trees by disk working body // Horticulture and viticulture. 2008. No. 2. P. 23–24.
10. Filippov R. A. Improving the efficiency of the use high-performance milling cultivator in horticulture // Proceedings of the International Scientific and Technical Conference "Intelligent machinery and equipment for the implementation of the state program of agricultural development", Part I. Moscow: Federal Scientific Agroengineering Center VIM, 2015. P. 336–339.
11. Patent 2544378 Russian Federation, IPC A01B 39/16, A01B 33/02. Remote section of garden cutter [Text] / Izmailov A. Yu., Lobachevskiy Ya. P., Smirnov I. G., Khort D. O., Filippov R. A., Romanyuk N. N.; Applicant and patentee State Scientific Institution VIM. No. 2013153026/13. 29.11.2013.
12. Filippov R. A., Khort D. O. Garden cutter universal FSU-2,5 // Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Young scientists in solving urgent problems of science". Vladikavkaz: Vladikavkaz Scientific Center of RAS, 2013. P. 42–43.

UDC 634.75:631.358

Filippov R. A., Khort D. O., Smirnov I. G.

REMOTE MILLING UNIT FOR THE SOIL CULTIVATION IN THE NEAR-TREE-TRUNK ZONE OF FRUIT PLANTS

Summary. *One of the most important operations in the technology of growing fruit and berry crops is the process of tillage. Qualitative indicators largely depend on the number of functional indicators of the applied technical means. Machines that are used in the horticultural industry do not cultivate the soil very well, especially in the zone near the trunk of perennial plantings. The aim of this work was to prove the design and develop the remote milling unit for soil treatment in the zone near the tree trunks of fruit plantations. Theoretical analysis made it possible to establish that the safe distance across the row should be not less than 0.20 m in each direction, trunks along the line – 0.38 m; and to establish the optimal size of the remote milling unit equal to 0.55 m. The original design of the remote milling unit of the garden cutter with the drive of the working bodies from the autonomous hydraulic system was proposed and developed after conducting research; Г-shaped knives with a special sharpening were used as working bodies. The tracking system of the remote unit was equipped with probes exposing to which the section was pulled away to the required distance to protect the trunk of the fruit tree. The force on the probes was calibrated in such a manner that not to damage the bark of fruit trees. The use of a remote milling unit of the garden cutter improves the accuracy and quality of soil tillage in the inter-trunk zone between the rows of garden plantings; herewith, soil density in the near-tree-trunks zone is reduced averagely by 24 %. Energy assessment showed that when bypassing the trunk of the fruit tree, the energy intensity of the soil treatment process decreased, on average, by 28 %.*

Keywords: *inter-trunk zone, row spacing of garden plantations, remote milling unit of garden cutter.*

Филиппов Ростислав Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории машинных технологий для питомниководства ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»; 109428, Россия, г. Москва, 1-й Институтский проезд, 5; e-mail: vim_sad@mail.ru.

Хорт Дмитрий Олегович, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом машинных технологий в садоводстве ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»; 109428, Россия, г. Москва, 1-й Институтский проезд, 5; e-mail: vim_sad@mail.ru.

Смирнов Игорь Геннадьевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ученый секретарь, ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», 109428, Россия, г. Москва, 1-й Институтский проезд, 5; e-mail: vim@vim.ru.

Filippov Rostislav Aleksandrovich, Cand. Sc. (Agr.), leading researcher laboratory of machine technologies for nursery of FSBSI “Federal Scientific Agroengineering Center VIM”; 5, 1st Institutskiy proezd, Moscow, 109428, Russia; e-mail: vim-sad@mail.ru.

Khort Dmitriy Olegovich, Cand. Sc. (Agr.), head of the Department machine technology in horticulture of FSBSI “Federal Scientific Agroengineering Center VIM”; 5, 1st Institutskiy proezd, Moscow, 109428, Russia; e-mail: vim-sad@mail.ru.

Smirnov Igor Gennadevich, Cand. Sc. (Agr.), academic secretary, FSBSI “Federal Scientific Agroengineering Center VIM”; 5, 1st Institutskiy proezd, Moscow, 109428, Russia; e-mail: vim@vim.ru.

Дата поступления в редакцию – 07.10.2018.

Дата принятия к печати – 09.11.2018.