

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 631.316.6

<https://doi.org/10.26897/2687-1149-2024-2-42-48>

Машина для вычесывания сорняков: эффективность обработки посевов бахчевых

В.А. Цепляев

Волгоградский государственный аграрный университет; г. Волгоград, Россия
can_volgau@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0000-9554-1894>

Аннотация. Выращивание бахчевых культур – это трудоемкий процесс, в котором основные затраты приходится на обработку посевов от сорняков и уборку продукции. До наступления порога вредоносности сорняков требуется трех- или четырехкратная обработка междурядий культиваторами, что способствует уплотнению почвы. Уменьшить число обработок можно рыхлением междурядий до 0,1...0,12 м устройством, способным воздействовать на корневую систему сорняка. Установлено, что на процесс вычесывания сорняков влияет передаточное отношение между роторами вычесывающего устройства. С целью определения оптимального значения передаточного отношения на технологический процесс проведены исследования в лабораторных и полевых условиях. В почвенном канале при варьировании передаточного отношения от 1,0 до 4,0 и глубине обработки 0,05 и 0,1 м определяли отрезок пути, на котором скобы взаимодействуют с почвой. В полевых условиях при передаточном отношении 1,0...4,5 с интервалом 0,5 измеряли длину корней сорняков, удаляемых из почвы, при глубине обработки 0,05 и 0,1 м. В результате исследований установлено, что оптимальная длина следов отрезков передних (0,35 м) и задних (0,08 м) скоб наблюдалась при передаточном отношении, равном 4,0. Наибольшая длина корней сорняков, извлеченных на поверхность за счет работы лезвия скобы (0,26...0,32 м), отмечена при передаточном отношении 4,0 и глубине 0,1 м. Сделан вывод о том, что эффективность обработки почвы зависит от передаточного отношения между передним и задним роторами и от глубины обработки. Наибольшая эффективность для вычесывания корней сорняков получена при передаточном отношении между роторами вычесывающего устройства, равном 4,0.

Ключевые слова: выращивание бахчевых культур, машина для вычесывания сорняков, эффективность обработки посевов бахчевых, эффективность обработки почвы, передаточное отношение, корень сорняка, кинематический параметр

Для цитирования: Цепляев В.А. Машина для вычесывания сорняков: эффективность обработки посевов бахчевых // Агроинженерия. 2024. Т. 26, № 2. С. 42-48. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2024-2-42-48>

ORIGINAL PAPER

Weed extractor: the efficiency of melons and gourds cultivation

V.A. Tseplyaev

Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia
can_volgau@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0000-9554-1894>

Abstract. The cultivation of melons and gourds is a rather laborious process and the main costs fall on the treatment of crops from weeds and harvesting. Before the weed damage threshold is reached, three or four row spacing treatments with cultivators are required, which ensures soil compaction. The number of treatments can be reduced by loosening the row spacing 0.1 to 0.12 m with a device capable of affecting the root system of weeds. It is established that weeding out is affected by the gear ratio between the weed extractor rotors. In order to determine the optimal value of the gear ratio on the technological process, the author conducted laboratory and field studies. The distance, on which the root diggers interact with the soil, was determined in the soil channel when varying the gear ratio from 1.0 to 4.0 and the depth of cultivation of 0.05 and 0.1 m. In field conditions, the author measured the length of weed roots removed from the soil at a working depth of 0.05 and 0.1 m, at the gear ratio of 1.0 to 4.5, and with a pitch of 0.5. As a result of research, the author observed the optimum length of traces of the front sections of the digger equaling 0.35 m and that of rear ones equaling 0.08 m at a gear ratio of 4.0. The greatest length of weed roots extracted to the surface with the digger blade of 0.26 to 0.32 m was observed at a gear ratio of 4.0 and a depth of 0.1 m.

It is concluded that the efficiency of tillage depends on the gear ratio between front and rear rotors and the depth of tillage. The highest weeding-out efficiency was observed at a gear ratio between the weed extractor rotors of 4.0.

Keywords: cultivation of melons and gourds, weed extractor (weeding-out machine), efficiency of the cultivation of melons and gourds, efficiency of soil cultivation, gear ratio, weed root, kinematic parameter

For citation: Tseplyaev V.A. Weed extractor: the efficiency of melons and gourds cultivation. *Agricultural Engineering (Moscow)*. 2024;26(2):42-48. (In Russ.). <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2024-2-42-48>

Введение

Засоренность посевов существенно снижает динамику всходов культурных растений и оказывает отрицательное воздействие на последующее развитие бахчевых [1, 2]. Участки бахчевых, где сорняки не уничтожены до фазы шатрика, подлежат списанию [2], поэтому выращивание бахчевых культур в условиях своевременной обработки посевов от сорняков является залогом получения стабильных урожаев [3]. За сезон возделывания бахчевых культур проводится до 3...4 обработок, что увеличивает затраты, ухудшает состояние почвы ввиду уплотнения, снижает влагообеспеченность [4, 5]. В связи с этим поиск способов снижения количества обработок сельскохозяйственных культур осуществляется по состоянию почвы. При возделывании кукурузы и подсолнечника рабочие органы машины заглубляют на 0,12...0,14 м, рядки обрабатываются гербицидами [4, 6, 7]. Часто для снижения числа проходов применяют комбинированные агрегаты или машины, воздействующие на корневую систему сорняка [8-10].

Анализ научных статей, патентов на изобретения, научно-технологических отчетов по возделыванию бахчевых культур [5, 11] позволил решить задачу по снижению числа обработок и создать машину, оснащенную рабочими органами активного типа, способными вычесывать корневую систему сорняков за счет разности окружных скоростей скоб роторов машины [8, 12].

Цель исследований: экспериментальное определение оптимального соотношения окружных скоростей скоб роторов машины для вычесывания, при котором достигается наилучший эффект.

Материалы и методы

Рабочий процесс предлагаемой машины [8] обеспечивается разностью окружных скоростей фигурных лезвий рабочих скоб. Эта разница достигается цепной передачей, включающей цепь и две звездочки, причем передняя звездочка, закрепленная к ступице переднего ротора, имеет большее число зубьев, а задняя звездочка – меньшее число. Цепь охватывает звездочки, создавая общий контур. Лезвия передних скоб повернуты влево (навстречу движению машины), а лезвия задних – вправо относительно осей. Каждое лезвие снабжено фигурным

вырезом (рис. 1). Пружина обеспечивает сбрасывание сорняка с выреза скобы при ее выходе из почвы. Поскольку обе звездочки роторов охвачены одной цепью, то при взаимодействии с почвой передняя, поворачиваясь по часовой стрелке, заглубляется в почву, но ее окружная скорость скобы меньше, чем поступательная (машины), а траекторией движения является укороченная циклоида. Задняя скоба за счет меньшего числа зубьев на ее роторе движется по удлиненной циклоиде [11, 12]. Относительно окружной скорости ее скобы определен кинематический параметр $\lambda = 2,2...2,3$ [11, 13]. Технологическая операция

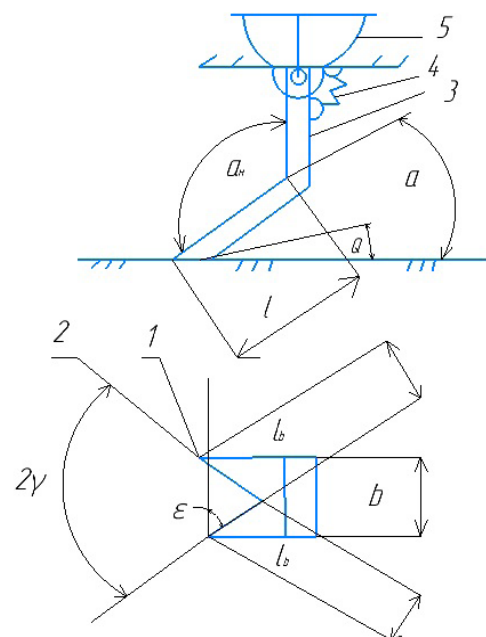


Рис. 1. Схема скобы ротора:

- 1 – передняя кромка лезвия; 2 – вырез лезвия скобы;
- 3 – шарнирная скоба; 4 – пружина; 5 – кольцо;
- b – ширина ножа; α – угол установки ножа к горизонту;
- ϵ – угол между лезвием ножа и прямой, перпендикулярной к направлению движения;
- 2γ – угол раствора лезвий;
- α_n – угол между осью луча и концом ножа ротора

Fig. 1. Diagram of the rotor digger:

- 1 – leading edge of the blade; 2 – cutout of the digger blade;
- 3 – hinged bracket; 4 – spring; 5 – ring; b – width of the blade;
- α – blade setting angle relative to the horizon;
- ϵ – angle between the blade and the straight line perpendicular to the direction of motion;
- 2γ – angle of blade mouth;
- α_n – angle between the axis of the beam and the rotor blade

вычесывания сорняков передними и задними роторами представлена на рисунке 2.

На первой позиции передняя скоба захватывает сорняк (т. A_1) и перемещает его вперед (по ходу движения машины). Во втором положении задняя скоба подхватывает сорняк и смещает его в обратную сторону от движения машины. Необходимо учитывать, что центры роторов перемещаются в новое положение.

В положениях 3 и 4 показаны завершающие этапы вычесывания сорняка по мере движения машины. Кроме того, на позиции 4 представлено сбрасывание сорняка задней скобой за счет выпрямления пружины.

Судя по процессу работы машины основным фактором, влияющим на процесс вычесывания сорняков, будет передаточное отношение между роторами, то есть отношение числа зубьев звездочек.

Исследования влияния передаточного отношения на технологический процесс проведены в лабораторных и полевых условиях. Лабораторные исследования проводились в почвенном канале Волгоградского ГАУ [14].

Опыты в полевых условиях проводили в УНПЦ «Горная Поляна» (рис. 3). В качестве контроля измеряли длину корня сорняка при различном передаточном отношении (рис. 4). Выбран участок длиной 15 м с высокой степенью засоренности (до 50 шт/м²). Из всего видового состава сорняков превалировал осот розовый (до 90%). Ширина участка рассчитывалась из условия восьмикратного прохода агрегата с передаточным числом i = от 1,0 до 4,5 с интервалом 0,5.

Обработка результатов экспериментальных данных производилась по методике Г.В. Веденяпина¹.

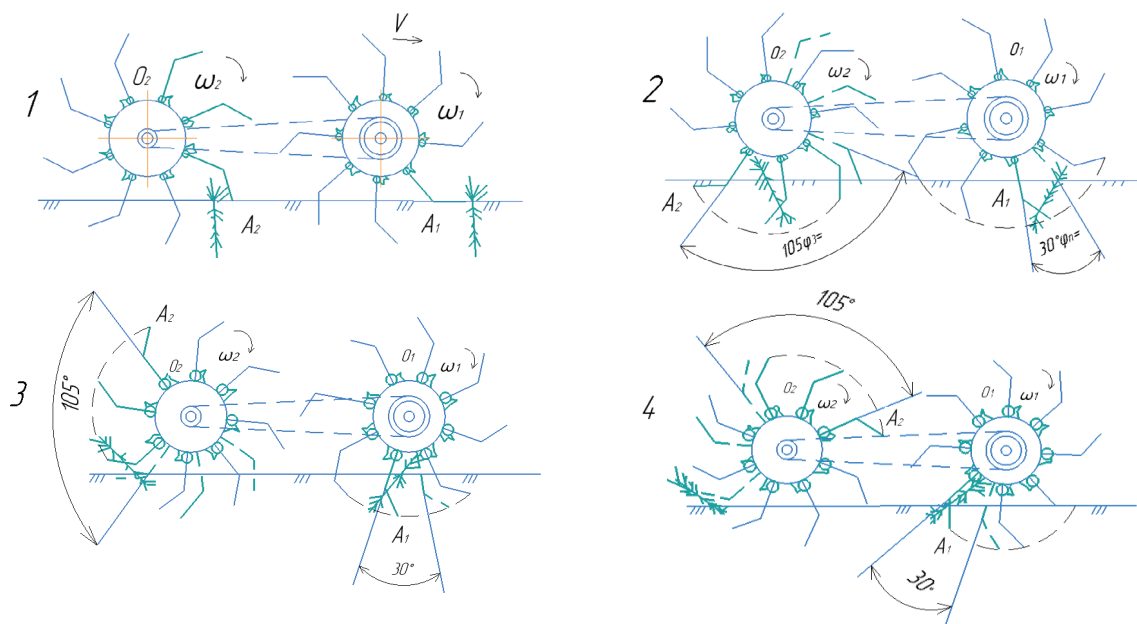


Рис. 2. Схема технологии вычесывания сорняков скобами роторов
Fig. 2. Schematic diagram of the technology of weeding-out with rotor brackets



Рис. 3. Общий вид опытной установки при проведении исследований
Fig. 3. General view of the pilot plant for conducting research



Рис. 4. Сорняк с корневой системой, поднятый на поверхность скобой
Fig. 4. Weed with a root system raised to the surface by a digger

¹ Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных. М.: Колос, 1973. 199 с.

Результаты и их обсуждение

Исследования влияния передаточного отношения на технологический процесс осуществлялись на установке, включающей в себя универсальный привод 1 и секцию роторного вычесывателя, представляющего собой грядиль 2, на которой закреплены передний 3 и задний 4 роторы со скобами, звездочки 5 и 6 с разным числом зубьев, коробку перемены передач (КПП) 7 с цепным контуром 8. Поверхность почвы копировалась опорным колесом. Универсальный привод перемещался по опорам 12 тяговым звеном 13 за счет электрической лебедки, закрепленной на поперечной балке в конце почвенного канала, которая на рисунке 5 не показана.

Цель опыта заключалась в определении отрезка пути, на котором скобы взаимодействовали с почвой. Глубина установки скоб соответствовала 0,1 м.

В процессе опытов на переднем и заднем роторах фиксировалась скорость окружных скоростей скобы. Частота вращения роторов (передаточное отношение) изменялось с помощью КПП. Предварительно почва засыпалась порошкообразным мелом, что позволяло установить следы от прохода скоб и измерить длину каждого участка (рис. 6 а, б).

По результатам исследований построены графики зависимости длины отрезков следов от взаимодействия скоб передних и задних роторов на почву (рис. 7) и длины извлеченной части корня сорняка от соотношения скорости и глубины обработки скобы (рис. 8).

Согласно графикам рисунка 7 при глубине обработки 0,05 и 0,1 м с увеличением передаточного отношения i длина следа от передней скобы возрастает. При соотношении скорости $i = 1,5$ при глубине обработки $a = 0,05$ м длина следа составляет $l_c = 0,08$ м,

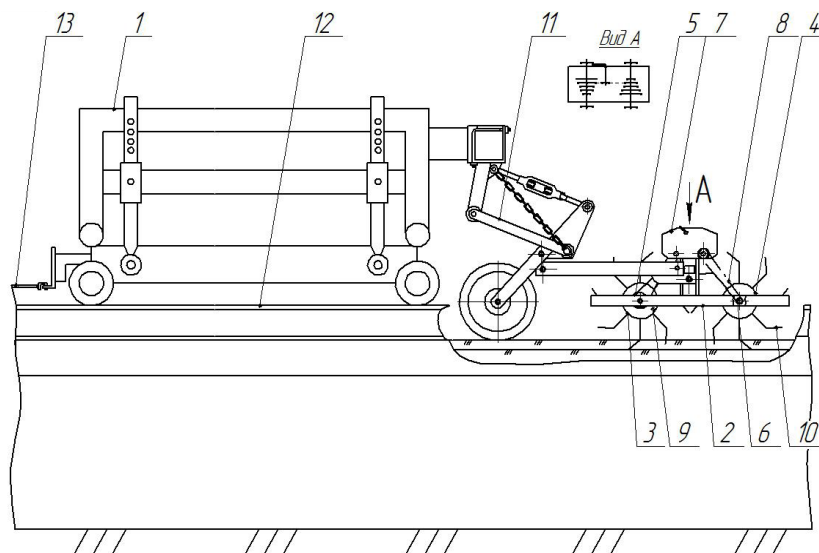


Рис. 5. Схема установки для испытаний в почвенном канале:

1 – универсальный привод; 2 – грядиль; 3, 4 – роторы со скобами; 5, 6 – звездочки цепной передачи; 7 – КПП; 8 – цепь; 9 – барабан; 10 – скоба; 11 – четырехзвенник; 12 – опора привода; 13 – тяговое звено

Fig. 5. Diagram of the installation mounted for testing in a soil channel:

1 – universal drive; 2 – wheel; 3, 4 – rotors with diggers; 5, 6 – chain transmission sprockets; 7 – gearbox; 8 – chain; 9 – drum; 10 – digger; 11 – four-bar linkage; 12 – drive support; 13 – traction link



а



б

Рис. 6. Лезвие скобы при взаимодействии с почвой (а) и след на поверхности почвы после обработки (б)

Fig. 6. Blade digger interacting with the soil (а) and its trace on the soil surface after the interaction

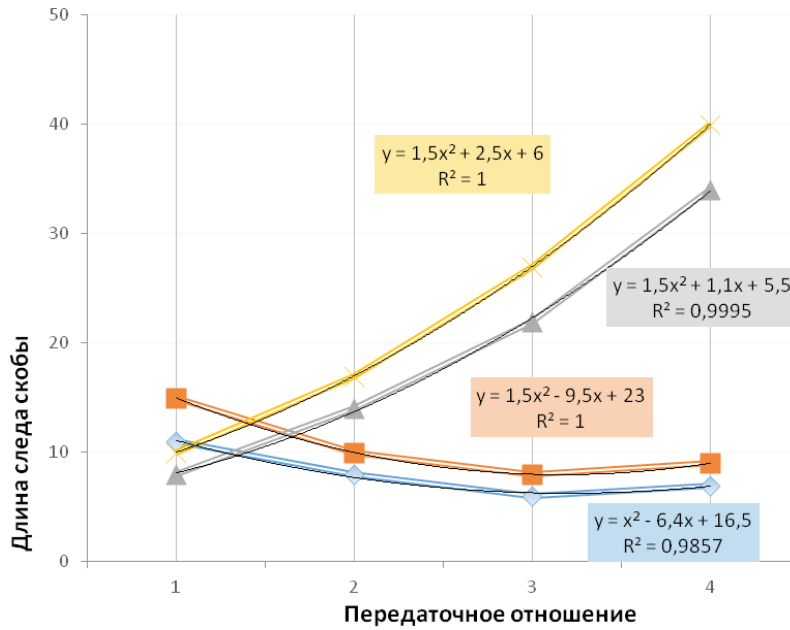


Рис. 7. Изменение длины следа скoby от передаточного отношения и глубины рыхления α :

◇-◇ – задняя скoba при $\alpha = 0,05$ м; □-□ – задняя скoba при $\alpha = 0,1$ м;
 Δ-Δ – передняя скoba при $\alpha = 0,05$ м; ×-× – передняя скoba при $\alpha = 0,1$ м

Fig. 7. Change in the length of the digger track from the gear ratio and the depth of loosening:

◇-◇ – back digger at $\alpha = 0.05$ m; □-□ – back digger at $\alpha = 0.1$ m;
 Δ-Δ – front digger at $\alpha = 0.05$ m; ×-× – front digger at $\alpha = 0.1$ m

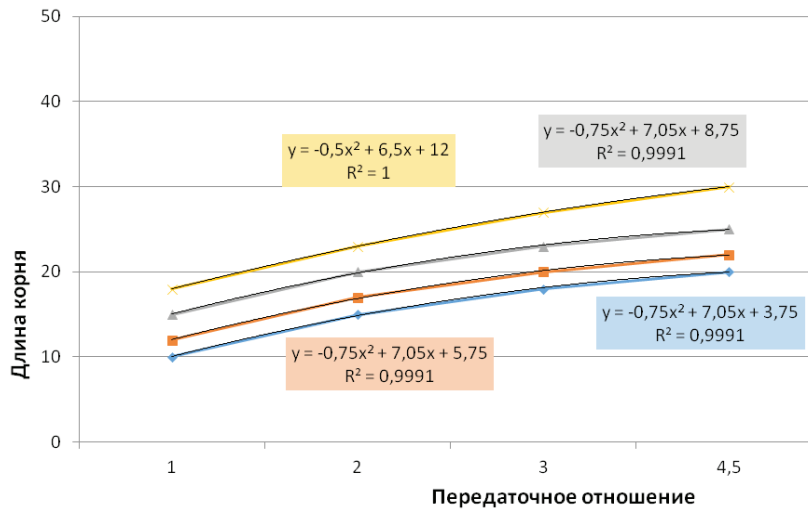


Рис. 8. Зависимость длины извлеченного корня от соотношения скорости и глубины рыхления α :

◇-◇ – задняя скoba при $\alpha = 0,05$ м; □-□ – задняя скoba при $\alpha = 0,1$ м;
 Δ-Δ – передняя скoba при $\alpha = 0,05$ м; ×-× – передняя скoba при $\alpha = 0,1$ м

Fig. 8. Dependence of the length of an extracted root on the ratio between the speed and treatment depth α :

◇-◇ – back digger at $\alpha = 0.05$ m; □-□ – back digger at $\alpha = 0.1$ m;
 Δ-Δ – front digger at $\alpha = 0.05$ m; ×-× – front digger at $\alpha = 0.1$ m

если же $a = 0,1$ м, то $l_c = 0,11$ м. Наибольшее значение l_c достигает при $i = 4,0$ (если $a = 0,05$ м, то $l_c = 0,34$ м, но при $a = 0,1$ м $l_c = 0,4$ м). Повышение передаточного отношения до 4,5 приводит к остановке роторов, что объясняется получением точки экстремума усилий передних и задних скob. При этом разность усилий между ними меньше, чем реакция сопротивления на каждой скobe.

Длина следов от задних скob будет изменяться в обратной зависимости, поскольку чем больше передаточное число « i », тем с большей скоростью вращается задний ротор, соответственно отрезок почвы, обрабатываемый одним ножом, будет меньше. При передаточном отношении $i = 1,5$ длина следа при обработке на глубине 0,05 м равна $l_c = 0,1$ м, но при $a = 0,1$ м, $l_c = 0,12$ м увеличение передаточного

числа до 4,0 при $a = 0,05$ м приводит к возрастанию следа до 0,059 м, но на глубине 0,1 м $l_c = 0,087$ м. Далее увеличение « i » до 4,5 не вызывает увеличения отрезков почвы обработанных скобами, но их вращение становится неустойчивым, возникают явления кратковременной остановки задних роторов, пропусков рыхления почвы скобами.

Исходя из анализа полученных результатов по определению длины следов отрезков, обрабатываемых скобами, следует, что передние скобы при передаточном отношении $i = 3,7 \dots 4,0$ способны производить рыхление почвы одной скобой до 0,4 м, задние скобы – до 0,08 м. Следовательно, длина следа, обработанная одной передней скобой, равна 5 отрезкам, обработанным задней скобой. Этот вывод позволяет рассчитать кинематические параметры роторов, а также определить количество скоб.

При определении длины извлеченной корневой части сорняка из почвы влажностью 19,0% обнаружена закономерность: с увеличением передаточного отношения длина извлеченной части возрастает (рис. 8). При работе скоб на глубине 0,05 м с передаточным отношением $i = 1,5$ после прохода передних скоб длина корня составила 0,11 м, после задних скоб – 0,14 м; при глубине 0,1 м – соответственно 0,15 и 0,17 м. С увеличением передаточного отношения до предельного $i = 4,0$ и при заглаблении передней и задней скоб на 0,05 м длина извлеченной части корня составила, соответственно, 0,2 и 0,23 м, но на глубине 0,1 м этот показатель выше: 0,26 и 0,32 м. Отсюда следует вывод

Список источников

1. Быковский Ю.А., Колебошина Т.Г. Технология производства бахчевых // Картофель и овощи. 2016. № 10. С. 11-13. EDN: WTCYPH
2. Соколов А.С., Соколова Г.Ф. Изучение влияния кратности междурядных обработок на засоренность и урожайность дыни в Астраханской области // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 5 (163). С. 76-81. EDN: XUGFBB
3. Соколов А.С., Байрамбеков Ш.Б., Соколова Г.Ф. Влияние обработки почвы, удобрений, гербицидов на засоренность и урожайность овощных культур в севообороте // Успехи современного естествознания. 2018. № 8. С. 78-84. EDN: XZBNSX
4. Bairambekov S.B., Korneva O.G., Polyakova E.V., Gulyaeva G.V., Sokolov A.S. Agrotechnical and chemical methods of weed control in the vegetable crop rotation link. *Ecology, Environment and Conservation*. 2017;23(3):1684-1690
5. Matasov A.N., Tseplyaev A.N., Ulyanov M.V., Timoschenko V.V., Harlaschin A.V. Analytical determination of technological parameters in the work of a self-driving machine for soil loosening and weeds removing. The Challenge of Sustainability in Agricultural Systems. *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2021;206:1079-1085. https://doi.org/10.1007/978-3-030-72110-7_119
6. Ключков А.В. Механические и физические методы борьбы с сорняками // Наше сельское хозяйство. 2020. № 15 (239). С. 80-87. EDN: YPXXRG

о том, что наилучшая эффективность для вычесывания корня получена при $i = 4,0$.

Разность длины извлеченного корня между передними и задними скобами на глубине до 0,1 м, равная 0,06 м, объясняется тем, что передняя скоба вычесывает сорняк при воздействии в одной точке и корень извлекается с меньшей глубины, чем задней скобой, где лезвия скоб вызывают многократное воздействие.

Аппроксимация кривых, представленных на графиках, свидетельствует о том, что характер их изменений описан полиномом второй степени. Это подтверждает теоретически полученный результат кинематического параметра работы скоб, равного $\lambda = 2,2 \dots 2,3$.

Выводы

1. Разработанная машина для обработки посевов бахчевых культур от сорняков способна вычесывать корневую систему за счет разности окружных скоростей двух роторов, оснащенных специальными скобами. Передние скобы перемещаются по укороченной циклоиде, задние скобы – по удлиненной.

2. Эффективность обработки почвы зависит от передаточного отношения между передним и задним роторами и глубины обработки.

3. Наилучшие результаты получены при передаточном отношении $i = 4,0$ и глубине обработки до 0,1 м: максимальное значение длины следов отрезков передних скоб составило 0,35 м, задних – 0,08 м; длина корней сорняков, извлеченных на поверхность за счет работы лезвия скобы, составила 0,26...0,32 м.

References

1. Bykovskii Yu.A., Kobleboshina T.G. Technology of watermelon crops production. *Potato and Vegetables*. 2016;10:11-13. (In Russ.)
2. Sokolov A.S., Sokolova G.F. The study of the influence of inter-row tillage frequency on weed infestation and yielding capacity of melon in the Astrakhan region. *Vestnik Altayskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*. 2018;5(163):76-81. (In Russ.)
3. Sokolov A.S., Bairambekov Sh.B., Sokolova G.F. Influence of soil dressing, fertilizers, herbicides upon pollution and yields of vegetable cultures in sawing turnover. *Uspekhi Sovremennogo Estestvoznaniya*. 2018;8:78-84. (In Russ.)
4. Bairambekov S.B., Korneva O.G., Polyakova E.V., Gulyaeva G.V., Sokolov A.S. Agrotechnical and chemical methods of weed control in the vegetable crop rotation link. *Ecology, Environment and Conservation*. 2017;23(3):1684-1690
5. Matasov A.N., Tseplyaev A.N., Ulyanov M.V., Timoschenko V.V., Harlaschin A.V. Analytical determination of technological parameters in the work of a self-driving machine for soil loosening and weeds removing. *The Challenge of Sustainability in Agricultural Systems. Lecture Notes in Networks and Systems*. 2021;206:1079-1085. https://doi.org/10.1007/978-3-030-72110-7_119
6. Klochkov A.V. Mechanical and physical methods of weed control. *Nashe Selskoe Khozyaystvo*. 2020;15(239):80-87. (In Russ.)

7. Фетухин И.В., Черненко И.Е. Совершенствование химического метода борьбы с сорняками на подсолнечнике // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2020. № 157. С. 206-217. EDN: ZJUKKR

8. Чизельный инерционно-блочный извлекатель сорняков односекционный автоприводный: Патент на полезную модель RU217985 U1, 28.04.2023 / В.А. Цепляев, А.В. Харлашин, А.Н. Матасов, А.Н. Цепляев; заявка № 2023102646 от 06.02.2023. EDN: PGJPLJ

9. Murmu K., Thakur T. Design and development of combined conservation tillage machine with chisellers and clod pulverizing roller. *AMA, Mechanization of agriculture in Asia, Africa and Latin America*. 2019;50 (1):66-72.

10. Алдошин Н.В., Маматов Ф.М., Исмаилов И.И. Средства механизации для обработки почвы в бахчеводстве // Техника и оборудование для села. 2021. № 2 (284). С. 12-15. <https://doi.org/10.33267/2072-9642-2021-2-12-15>

11. Цепляев В.А. Теоретическое обоснование технологии ухода за посевами бахчевых // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 2. С. 314-320. EDN: HJVJEX

12. Ротационное почвообрабатывающее орудие для борьбы с сорняками: Патент на изобретение RU2545648 C1, 10.04.2015 / В.А. Цепляев, А.Н. Цепляев, А.Н. Матасов, А.В. Харлашин; заявка № 2014106035/13 от 18.02.2014. EDN: ALZWNW

13. Устройство для определения усилия вычесывания сорняков: Патент на изобретение RU2797919 C1, 13.06.2023 / В.А. Цепляев, А.В. Харлашин, А.Н. Матасов, А.А. Карсаков, А.Н. Цепляев; заявка № 2022133774 от 20.12.2022. EDN: MZAFXF

14. Почвенный канал для лабораторных исследований рабочих органов сельскохозяйственных почвообрабатывающих машин: Патент на изобретение RU2768072 C1, 23.03.2022 / В.А. Цепляев, А.Ф. Рогачев, А.А. Карсаков, Р.А. Косильников; заявка № 2021125256 от 25.08.2021. EDN: LGYTYV

Информация об авторе

Виталий Алексеевич Цепляев, канд. техн. наук, доцент, ректор; Волгоградский государственный аграрный университет; Российская Федерация, 400002, Волгоградская обл., г. Волгоград, пр-т Университетский, 26; volgau@volgau.com, can_volgau@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-9554-1894>

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов и несет ответственность за плагиат

Статья поступила 10.03.2024, после рецензирования и доработки 21.03.2024; принята к публикации 22.03.2024

7. Fetyukhin I.V., Chernenko I.E. Improving the chemical method of controlling weeds on sunflower. *Polythematic Online Scientific Journal of the Kuban State Agrarian University*. 2020;157:206-217. (In Russ.)

8. Tseplyaev V.A., Sharlakhin A.V., Matasov A.N., Tseplyaev A.N. Chisel inertial-block weed extractor single-section automatic. Patent for invention RU217985 U1, 28.04.2023. Application No. 2023102646 dated 06.02.2023. (In Russ.)

9. Murmu K., Thakur T. Design and development of combined conservation tillage machine with chisellers and clod pulverizing roller. *AMA, Mechanization of agriculture in Asia, Africa and Latin America*. 2019;50(1):66-72.

10. Aldoshin N.V., Mamatov F.M., Ismailov I.I. Mechanization means for tillage in melon growing. *Machinery and Equipment for Rural Area*. 2021;2(284):12-15. (In Russ.)

11. Tseplyaev V.A. Theoretical justification of the technology of care for melon crops. *Proceedings of Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education*. 2022;2:314-320. (In Russ.)

12. Tseplyaev V.A., Tseplyaev A.N., Matasov A.N., Sharlakhin A.V. Rotary tillage tool for weed control. Patent for invention RU2545648 C1, 04.10.2015. Application No. 2014106035/13 dated 02.18.2014. (In Russ.)

13. Tseplyaev V.A., Sharlakhin A.V., Matasov A.N., Karsakov A.A., Tseplyaev A.N. Device for determining the force of combing weeds. Patent for invention RU2797919 C1, 13.06.2023. Application No. 2022133774 dated 20.12.2022. (In Russ.)

14. Tseplyaev V.A., Rogachev A.V., Karsakov A.A., Kosulnikov R.A. Soil channel for laboratory research of working elements of agricultural tillage machines. Patent for invention RU2768072 C1, 23.03.2022. Application No. 2021125256 dated 25.08.2021. (In Russ.)

Author Information

Vitaly A. Tseplyaev, PhD (Eng), Associate Professor, Rector, Volgograd State Agrarian University; Russia, 400002, Volgograd region, Volgograd, Universitetskiy Ave., 26; volgau@volgau.com, can_volgau@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-9554-1894>

Conflict of interests

The author declares no conflict of interests regarding the publication of this article and is individually responsible for plagiarism

Received 10.03.2023; Revised 21.03.2024; Accepted 22.03.2024