

Вестник БарГУ

Ежеквартальный научно-практический журнал

Издаётся с марта 2013 года
Выходит 2 раза в год

№ 1 (9), июнь, 2021

Серия «Технические науки»

Учредитель: учреждение образования
«Барановичский государственный университет».

Адрес редакции:
ул. Войкова, 21, 225404 г. Барановичи.
Телефон: +375 (163) 64 34 77.
E-mail: vestnik@barsu.by .

Подписные индексы: 00993 — для индивидуальных
подписчиков; 009932 — для организаций.
Свидетельство о регистрации средств массовой
информации № 1533 от 30.07.2012, выданное
Министерством информации Республики Беларусь.

В соответствии с приказом Высшей аттестационной
комиссии Республики Беларусь от 21 января 2015 г.
№ 16 научно-практический журнал «Вестник БарГУ»
серия «Технические науки» включён в Перечень
научных изданий Республики Беларусь для опублико-
вания результатов диссертационных исследований
по техническим наукам.

Научно-практический журнал «Вестник БарГУ»
включен в РИНЦ (Российский индекс научного
цитирования), лицензионный договор № 06-01/2016.

Выходит на русском и английском языках.
Распространяется на территории
Республики Беларусь.

Исполняющий обязанности заведующего
редакционно-издательской группой Н. Н. Колодко
Технический редактор Л. Н. Щербук
Компьютерная вёрстка С. М. Глушак
Корректор Н. Н. Колодко

Подписано в печать 31.05.2021. Формат 60 × 84 1/8.
Бумага ксероксная. Печать цифровая.
Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 10,75. Уч.-изд. л. 6,60.
Тираж 100 экз. Заказ . Цена свободная.

Полиграфическое исполнение: Гродненское
областное унитарное полиграфическое предприятие
«Слонимская типография». Свидетельство
о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/203 от 07.03.2014, № 2 от 25.02.2014.
Адрес: ул. Хлюпина, 16, 231800 г. Слоним,
Гродненская обл.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Кочурко В. И. (*гл. ред. журн.*), доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
академик Белорусской инженерной академии, академик Международной
академии технического образования, академик Международной академии наук
педагогического образования, академик Академии экономических наук Украины,
ректор учреждения образования «Барановичский государственный университет»
(Барановичи, Республика Беларусь).

Климук В. В. (*зам. гл. ред. журн.*), кандидат экономических наук, доцент,
проректор по научной работе учреждения образования «Барановичский
государственный университет» (Барановичи, Республика Беларусь).

Алифанов А. В. (*гл. ред. сер.*), лауреат Государственной премии Республики
Беларусь в области науки и техники, доктор технических наук, профессор
(Барановичи, Республика Беларусь); Горбач Ю. Е. (*отв. секретарь сер.*)
(Барановичи, Республика Беларусь).

Леон О. В. (*ред. текстов на англ. яз.*), кандидат филологических наук
(Барановичи, Республика Беларусь).

Богданович И. А. (*отв. за направление «Машиностроение и машиноведение»*),
кандидат технических наук, доцент (Барановичи, Республика Беларусь);
Дубень И. В. (*отв. за направление «Процессы и машины агроинженерных
систем»*), кандидат технических наук (Барановичи, Республика Беларусь).

Анискович Г. И., кандидат технических наук, доцент (Минск, Республика
Беларусь); Белый А. В., член-корреспондент Национальной академии наук
Беларуси, доктор технических наук, профессор (Минск, Республика Бела-
русь); Гавриленя А. К., кандидат технических наук, доцент (Барановичи,
Республика Беларусь); Девойно О. Г., доктор технических наук, профессор
(Минск, Республика Беларусь); Дремук В. А., кандидат технических наук
(Барановичи, Республика Беларусь); Ивашко В. С., доктор технических наук,
профессор (Минск, Республика Беларусь); Калугин Ю. К., кандидат
технических наук, доцент (Гродно, Республика Беларусь); Карташевич А. Н.,
доктор технических наук, профессор (Горки, Республика Беларусь);
Клочков А. В., доктор технических наук, профессор (Горки, Республика
Беларусь); Клубович В. В., доктор технических наук, академик
Национальной академии наук Беларуси, профессор (Минск, Республика
Беларусь); Сиваченко Л. А., доктор технических наук, профессор (Могилев,
Республика Беларусь); Томило В. А., доктор технических наук, профессор
(Минск, Республика Беларусь); Шелег В. К., член-корреспондент
Национальной академии наук Беларуси, доктор технических наук,
профессор (Минск, Республика Беларусь).

BarSU Herald

A quarterly scientific and practical journal

Published since March 2013
It is published 2 times a year

1 (9), March, 2021

Engineering Series

Promoter: educational institution "Baranovichy State University".

Editorial address:
21 Voykova Str., 225404 Baranovichy.
Phone: +375 (163) 45 46 28.
E-mail: vestnik@barsu.by .

Subscription indices: 00993 — for individual subscribers;
009932 — for companies.
The certificate of the registration of mass media № 1533
of 30.07.2012 issued by the Ministry of Information
of Belarus.

In compliance with the order of the Higher Attestation
Commission of the Republic of Belarus from January 21,
2015 № 16 the scientific and practical journal "BarSU
Herald. Engineering Series" is included into the List of
scientific publications of the Republic of Belarus for
publishing the results of theses research on engineering
sciences (mechanical engineering and machines,
processes and machines of agroengineering systems).

Scientific-and-practical journal "BarSU Herald"
is included into RSCI (Russian Science Citation Index),
license agreement № 06-01/2016.

Issued in Russian and English. The journal is distributed
on the territory of the Republic of Belarus.

Interim managing editor N. N. Kolodko
Technical editor L. N. Scherbuk
Desktop Publishing S. M. Glushak
Proofreader N. N. Kolodko

Signed print 31.05.2021. Format 60 × 84 1/8. Paper xerox.
Digital printing. Headset Times. Conv. pr. s. l. 10,75.
Acc.-pub. s. l. 6,60. Circulation of 100 copies.
Order Free price.

Printing performance: Grodno Regional Printing Unitary
Enterprise "Slonim printing establishment". The state
registration certificate of the publisher, manufacturer and
publications distributor № 1/203 of 07.03.2014, № 2
of 25.02.2014. Address: 16 Hlyupin St., 231800 Slonim,
Grodno region.

EDITORIAL BOARD

Kochurko V. I. (*Editor-in-Chief*), Doctor of Agriculture, Professor, Member of the Belarusian Academy of Engineering, Member of the International Academy of Technical Education, Member of the International Academy of Pedagogical Education, Member of the Academy of Economic Sciences of Ukraine, Distinguished educator of the Republic of Belarus (Baranovichy, the Republic of Belarus).

Klimuk V. V. (*Deputy Editor-in-Chief*), Ph. D. in Economic Sciences, Associate Professor, (Baranovichy, the Republic of Belarus).

Alifanov A. V. (*Executive Editor of the Issue*), State-Prize Winner of the Republic of Belarus in Science and Technology, Doctor of Technical Sciences, Professor (Baranovichy, the Republic of Belarus).

Leon O. V., Ph. D in Philological Science (Baranovichy, the Republic of Belarus).

Bogdanovich I. A. (*in charge of the heading "Machine Building and Engineering Science"*), Ph. D of Technical Science, Associate Professor (Baranovichy, the Republic of Belarus); Duben I. V. (*in charge of the heading "Processes and Machines of Agro-engineering Systems"*), Ph. D. in Technical Sciences (Baranovichy, the Republic of Belarus).

Aniskovich G. I., Ph. D. in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Belarusian State Agrarian Technical University (Minsk, the Republic of Belarus); Bely A. V., A. M. of the National Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor (Minsk, the Republic of Belarus); Gavrilena A. K., Ph. D. in Technical Sciences, Associate Professor (Baranovichy, the Republic of Belarus); Devoyno O. G., Doctor of Technical Sciences, Professor (Minsk, the Republic of Belarus); Dremuk V. A., Ph. D. in Technical Sciences, Associate Professor (Baranovichy, the Republic of Belarus); Ivashko V. S., Doctor of Technical Sciences, Professor (Minsk, the Republic of Belarus); Kalugin Y. K., Ph. D. in Technical Sciences, Associate Professor (Grodno, the Republic of Belarus); Kartashevich A. N., Doctor of Technical Sciences, Professor (Gorki, the Republic of Belarus); Klochkov A. V., Doctor of Technical Sciences, Professor (Gorki, the Republic of Belarus); Klubovich V. V., Doctor of Technical Sciences, Academician of the National Academy of Sciences of Belarus, Professor (Minsk, the Republic of Belarus); Sivachenko L. A., Doctor of Technical Sciences, Professor (Mogilev, the Republic of Belarus); Tomilo V. A., Doctor of Technical Sciences, Professor (Minsk, the Republic of Belarus); Sheleh V. K., A. M. of the National Academy of Sciences of Belarus, Doctor of Technical Sciences, Professor (Minsk, the Republic of Belarus).

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

- Дударев В. А., Михальков А. Д., Михальков В. С., Сиваченко Л. А.** Исследование работы вертикальной вибрационной мельницы для измельчения строительных материалов
- Клочков А. В., Емельяненко А. А., Федосов К. С.** Параметры индукции при объемном расположении магнитов
- Милукова А. М., Матяс А. Н., Лях А. А., Горчанин А. И., Толкачева О. А., Хан Цзинь.** Исследование физико-механических свойств титанового сплава после магнитно-импульсной обработки
- Попок Н. Н., Портянко С. А., Тихон Е. М., Анисимов В. С.** Моделирование и регулирование стружкообразования и потоков смазочно-охлаждающей технологической среды при фрезеровании
- Потапов В. А., Сиваченко Л. А., Дремук В. А.** Исследование влияния режимов работы цепного агрегата на показатели процесса измельчения мела в технологии производства извести
- Романчук И. А., Голубев В. С., Веера И. И.** Особенности формирования упрочняющих покрытий при комплексной лазерной и плазменно-порошковой наплавке

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

- Бурдейко В. А., Ловкис В. Б.** Расчет щеток машины для сбора колорадского жука
- Зяц П. В., Казакевич П. П.** Результаты экспериментальных исследований машины для сбора колорадского жука
- Пивоварчик А. А., Гавриленя А. К., Заболотный О. Д.** Исследование вязкостно-температурных показателей полусинтетических моторных масел, используемых в бензиновых двигателях механических транспортных средств
- Пивоварчик А. А., Гавриленя А. К., Заболотный О. Д.** Исследование эксплуатационных показателей полусинтетических моторных масел марки SAE 10W40, используемых в бензиновых двигателях

MACHINE BUILDING AND ENGINEERING SCIENCE

- 4 Dudarev V. A., Mikhalkov A. D., Mikhalkov V. S., Sivachenko L. A.** Investigation of the operation of a vertical vibration mill for grinding building materials
- 10 Klochkov A. V., Emelianenko A. A., Fedosov K. S.** Induction parameters by the three-dimensional arrangement of magnets
- 18 Milyukova A. M., Matyas A. N., Liakh A. A., Gorchanin A. I., Tolkacheva O. A., Han Jin.** Improvement of physical and mechanical properties of titanium alloy by magnetic-pulse treatment
- 27 Popok N. N., Partsianka S. A., Tikhon E. M., Anisimov V. S.** Modeling and regulation of chip formation and flows of the lubricating and cooling process medium during milling
- 37 Potapov V. A., Sivachenko L. A., Dremuk V. A.** Research of the influence of the operating modes of the chain unit on the indicators of the process of grinding chalk in the technology of lime production
- 44 Romanchuk I. A., Golubev V. S., Vegera I. I.** Features of forming of consolidating coverages at complex laser and plasma-powder surfacing

PROCESSES AND MACHINES OF AGROENGINEERING SYSTEMS

- 53 Burdejko V. A., Lovkis V. B.** Calculation of the brushes of the colorado beetle harvesting machine
- 59 Zayats P. V., Kazakevich P. P.** Results of experimental studies colorado beetle harvesting machines
- 70 Pivovarchik A. A., Gavrilenia A. K., Zabolotny O. D.** Study of viscosity-temperature indices of semi-synthetic engine oils used in gasoline engines of power-driven vehicles
- 77 Pivovarchik A. A., Gavrilenia A. K., Zabolotny O. D.** Performance study of semi-synthetic SAE 10W40 engine oils used in gasoline engines

УДК 631.3

В. А. Бурдейко¹, В. Б. Ловкис²

¹Учреждение образования «Барановичский государственный университет»,
Министерство образования Республики Беларусь, ул. Войкова, 21, 225404 Барановичи,
Республика Беларусь, +375 (29) 562 74 05, V_A_Victor@mail.ru

²Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, пр-т Независимости, 99,
220023 Минск, Республика Беларусь, +375 (17) 373 06 72 dekanat_amf@bsatu.by

РАСЧЕТ ЩЕТОК МАШИНЫ ДЛЯ СБОРА КОЛОРАДСКОГО ЖУКА

Целью настоящей работы является усовершенствование конструкции машины для сбора колорадского жука. При проектировании данной машины необходимо рационально выполнить компоновку ее составных частей. Правильная установка рабочих органов влияет одновременно на производительность и качество работы машины. Наиболее эффективными рабочими органами явились конические и прямолинейные щетки, гофрированные боковины и отбойник. Так как коническая щетка имеет наиболее сложную конструкцию по сравнению с другими рабочими органами, необходимо произвести расчет ее параметров.

Приведена методика расчета щетки машины для сбора колорадского жука. Представлены формулы для определения шага и количества ворсинок в целях получения оптимальной конструкции щетки. Разработана номограмма для расчета параметров конических щеток.

Ключевые слова: возделывание экологически чистого картофеля; колорадский жук; машина; конструкция; рабочий орган; щетка; ворсинки; расчет.

Рис. 2. Библиогр.: 11 назв.

V. A. Burdejko¹, V. B. Lovkis²

¹Baranovichi State University, Ministry of Education of the Republic of Belarus,
21 Voikov Str., 225404 Baranovichi, the Republic of Belarus, +375 (29) 562 74 05, V_A_Victor@mail.ru
²Belarusian State Agrarian Technical University, Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Belarus,
99 Independence Ave., 220023 Minsk, the Republic of Belarus, +375 (17) 373 06 72, dekanat_amf@bsatu.by

CALCULATION OF THE BRUSHES OF THE COLORADO BEETLE HARVESTING MACHINE

The purpose of this work is to improve the design of the machine for collecting the Colorado potato beetle. When designing this machine, it is necessary to rationally perform the layout of its components. The correct installation of the working bodies affects both the productivity and the quality of the machine. The most effective working bodies were conical and rectilinear brushes, corrugated sidewalls and a bump. Since the conical brush has the most complex design in comparison with other working bodies, it is necessary to calculate its parameters. The method of calculating the brush of the machine for collecting the Colorado beetle is given. Formulas for determining the pitch and number of villi in order to obtain an optimal brush design are presented. A nomogram for calculating the parameters of conical brushes has been developed.

Key words: cultivation of organic potatoes; Colorado potato beetle; machine; construction; working body; brush; villi; calculation.

Fig. 2. Ref.: 11 titles.

Введение. Зеленая экономика уже давно стала центральной темой в глобальной повестке дня производства сельскохозяйственных продуктов. Беларусь не отстает от мирового тренда: 9 ноября 2018 года был подписан Закон Республики Беларусь № 144-З «О производстве и обращении органической продукции» [1]. В главе 1 «Общие положения» (ст. 4) говорится, что «объектами отношений в области производства и обращения органической продукции являются: семена; процессы производства и обращение органической продукции».

На сегодня в нашей стране для технического обеспечения инновационных технологий производства картофеля имеются современные машины, установки и оборудование производства Республики Беларусь. По-прежнему при выращивании картофеля остро стоит проблема уничтожения колорадского жука, особенно в тех случаях, когда необходим экологически чистый картофель.

Колорадский жук — опасный вредитель всех пасленовых культур: картофеля, томатов, баклажанов и перца. В настоящее время в мире разработаны и применяются различные методы и средства для сбора и уничтожения колорадского жука. При выращивании экологически чистого картофеля для сбора и уничтожения колорадского жука возможно применение агротехнических, биологических, технических, физических и химических методов и средств.

Для сбора колорадского жука с посадок картофеля авторами из Беларуси, ближнего и дальнего зарубежья изобретены и сконструированы машины с различными рабочими органами. Многие из них имеют ряд существенных недостатков, таких как сложность конструкции, значительное энергопотребление, повышенная металлоемкость и невысокое качество работы [2—6].

При конструировании машины для сбора колорадского жука необходимо рационально выполнить расстановку ее составных частей. Правильное крепление рабочих органов влияет одновременно на производительность и качество работы машины. Наиболее эффективными рабочими органами явились конические и прямолинейные щетки. Коническая щетка имеет наиболее сложную конструкцию по сравнению с другими рабочими органами, поэтому следует произвести расчет ее параметров [7—9].

Материалы и методы исследования. В качестве методов исследования выступают основные положения системного анализа, физического и математического моделирования, теоретической механики, теории планирования эксперимента.

Результаты исследования и их обсуждение. *Расчет параметров щетки машины для сбора колорадского жука.* Для расчета параметров конических щеток обратимся к расчетной схеме (рисунок 1), где показан ротор (коническая щетка), который перемещается поступательно со скоростью машины V и вращается с угловой скоростью ω .

Поместим начало подвижной системы координат в центр ротора в начальный момент $t = 0$, а ось Y направим в сторону поступательного движения машины. По периметру каждой конической щетки расположены ворсинки щеток с шагом B . Средняя линейная щетка сгребает колорадских жуков с картофельной ботвы площади $aa'b'b$, а соседняя — с площади $cc'd'd$ и т. д.

Для качественного выполнения технологического процесса линейными щетками необходимо, чтобы между этими площадями не оставалось промежутков. Достигается это при определенном соотношении поступательной и вращательной скоростей щеток, их среднего диаметра $D = 2R$, числа щеток z и шага расположения ворсинок B , установленных на каждой щетке, входящей в комплект конической щетки (ротора).

Для выполнения этого условия траектория конца средней щетки (точка a) должна касаться траектории начала второй щетки (точка d), т. е. максимальные ординаты этих траекторий должны быть равны между собой: $Y_{a\max} = Y_{d\max}$.

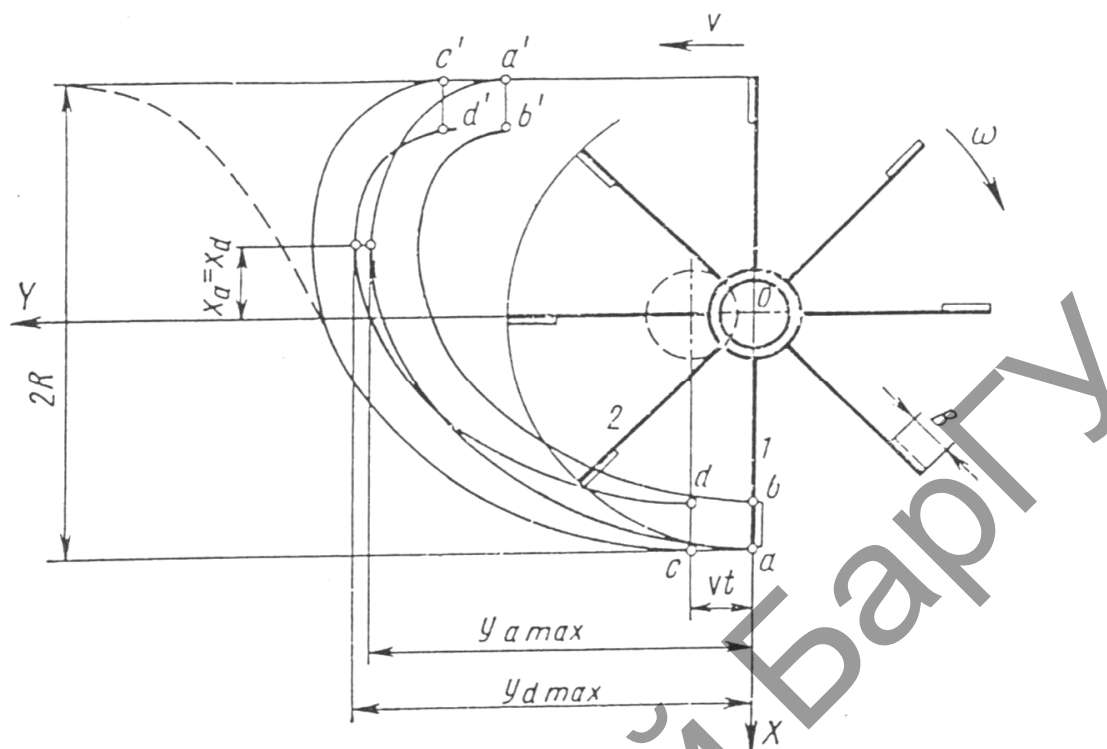


Рисунок 1. — Расчетная схема конических щеток

Введем обозначения

$$V / (\omega R) = \lambda \text{ и } (R - B) / R = k,$$

где V — поступательная скорость машины;

R — радиус ротора;

B — шаг расположения ворсинок [10].

Получим условие касания траекторий в следующем виде:

$$2\pi\lambda/z = \sqrt{1-\lambda^2} - \sqrt{k^2-\lambda^2} - \arccos\left(\frac{1}{K}\lambda^2 + \sqrt{1-\lambda^2} \cdot \sqrt{k^2-\lambda^2}\right), \quad (1)$$

где z — число щеток на машине.

Поскольку из уравнения нельзя получить зависимость ширины захвата щетки от других параметров в явном виде, оно было решено численными методами. Результат решения представлен в виде номограммы (рисунок 2). На графиках, построенных для ротора единичного радиуса R , заштрихованная линия ограничивает область существования решений уравнения.

При проектировании конических щеток в качестве рабочих органов машины для сбора колорадского жука расчеты их параметров и параметров их рабочих элементов необходимо выполнять по формуле (1). Количество прямолинейных щеток, установленных на ротор (называемый «коническая щетка»), определяется по номограмме для расчета параметров конических щеток. Количество щеток, устанавливаемых на ротор, должно быть четным, а их расположение — симметрично противоположащим. Перед установкой щеток производится их взвешивание в целях балансировки ротора.

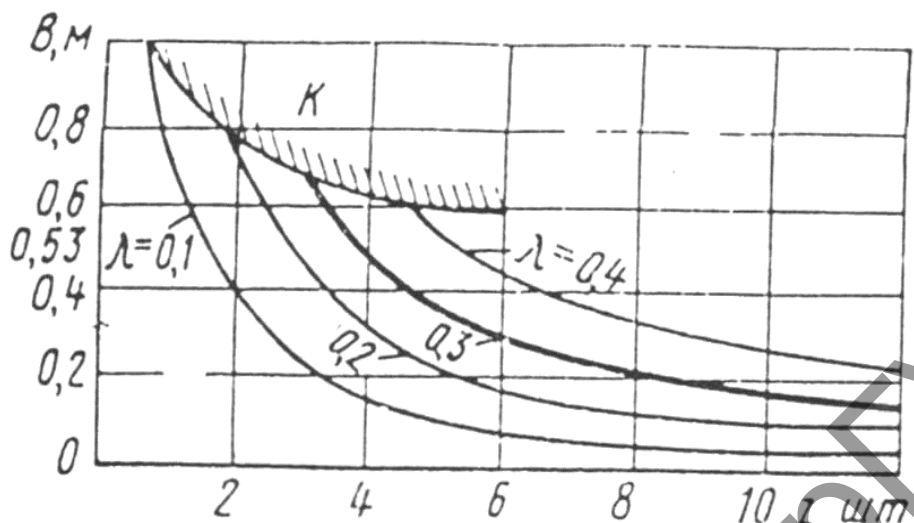


Рисунок 2. — Номограмма для расчета параметров конических щеток [10]

Расчет количества ворсинок щетки. Цилиндрические щетки, удаляя особи и личинки колорадского жука, направляют их в большинстве непосредственно в желоб. Для повышения качества работы щетки необходимо подобрать ее оптимальные параметры. Конструкции этих щеток различаются расположением ворса на каркасе. В щетках первого вида ворс размещен равномерно; щетки второго вида собраны из отдельных метелок, обычно в количестве шести-восьми штук.

Количество ворсинок $i_{в.ц}$ (шт.), которое необходимо разместить на цилиндрической щетке, рассчитывается по формуле

$$i_{в.ц} = L2\pi K_p / (d\beta K_k),$$

где L — ширина рабочей полосы щетки, см;

K_p — коэффициент, учитывающий равномерность размещения ворса на сердечнике, $K = 2 \dots 2,5$;

d — диаметр ворсинки, см;

β — угол, определяющий часть ворса, находящегося в контакте с картофельной ботвой, рад;

K_k — кинематический коэффициент, равный $1,5 \dots 2$ [12].

При использовании ворса из стальной проволоки $d = 0,04 \dots 0,06$ см, а из капронового моноволокна — $d = 0,22 \dots 0,24$ см.

Экспериментальные исследования движения ворсинок при работе показывают, что $\beta = 2,6\beta_1$, где $\beta_1 = \arccos(r - \Delta L / r)$, где r — радиус щетки, см; ΔL — деформация ворса, зависящая от твердости и густоты картофельной ботвы, $\Delta L = 1,5 \dots 2,5$ см.

Кинематический коэффициент $K_k = v_{ш} / v_m$, где $v_{ш}$ — окружная скорость периферийных концов ворса щетки, м / с; v_m — рабочая скорость машины при работе, м / с.

Коэффициент K_k — переменная величина, зависящая от износа ворса. Поэтому у новых щеток $K_k = 2$, у изношенных щеток $K_k = 1,1 \dots 1,2$.

Цилиндрические щетки второго вида работают на повышенных скоростях, в связи с чем $K_k = 4 \dots 5$.

Определение количества ворса для щеток этой конструкции имеет особенности. Такая щетка состоит из отдельных метелок. Поэтому необходимо соблюдение следующего граничного условия: путь, который проходит щетка при контакте с картофельной ботвой, должен быть больше расстояния, на которое переместится машина за период времени между контактами расположенных рядом метелок с ботвой.

Это условие приближенно имеет следующий вид:

$$r(\sin \beta_1 + \sin 0,6\beta_1) + v_m, 2,6\beta / \omega > \beta_c / \omega,$$

где ω — угловая скорость щетки, рад / с;

β_c — угол между метелками, рад [11].

Для обеспечения высококачественного вычесывания путем перекрытия метелками рабочей полосы рекомендуется $\beta_c \approx \beta$. Для определения количества ворса используется формула

$$i_{в.ц} = LK_{pi} / d, \quad (2)$$

где i — число метелок;

$K_p = 4 \dots 6$ [11].

Заключение. При проектировании щеток в качестве рабочих органов машины для сбора колорадского жука расчеты как их параметров, так и параметров их рабочих элементов необходимо выполнять по вышеприведенным формулам. Расчет количества ворса выполняется по формуле (2).

Список цитируемых источников

1. О производстве и обращении органической продукции [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь, 9 нояб. 2018 г., № 144-З : принят Палатой представителей 2 окт. 2018 г. : одобр. Советом Респ. 24 окт. 2018 г. // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. — 17.11.2018. — 2/2582.
2. Тележка для сбора колорадского жука [Электронный ресурс] : пат. U20070400 Респ. Беларусь : МПК А01М5/00 / В. К. Пестис, Э. В. Заяц, С. Н. Ладутько, П. П. Казакевич, П. В. Заяц ; заявитель и патентообладатель Гродн. гос. аграр. ун-т // База патентов Беларуси. — Режим доступа: <http://bypatents.com/>. — Дата доступа: 10.09.2020.
3. Устройство механического сбора вредных насекомых, их личинок или семян [Электронный ресурс] : пат. РФ 2390127 : МПК А01М5/04 / В. А. Парамошко // Руконт. — Режим доступа: <http://rucont.ru/>. — Дата доступа: 10.09.2020.
4. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин / Е. С. Босой [и др.] ; под ред. Е. С. Босого. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Машиностроение, 1997. — 568 с. : ил.
5. Заяц, П. В. Комбинированный агрегат для получения экологически чистого картофеля / П. В. Заяц, Э. В. Заяц // Сельское хозяйство — проблемы и перспективы : сб. науч. тр. : в 4 т. / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь ; Гродн. гос. аграр. ун-т / под ред. В. К. Пестиса. — Т. 1 : Сельскохозяйственные науки (агрономия). — С. 185—191.
6. Устройство для сбора колорадского жука [Электронный ресурс] : пат. РФ № 2202883 : МПК 7 А01М5/04 / Н. В. Бышов, И. Б. Тришкин, В. Д. Липин, В. В. Важинский, В. П. Топилин, Т. В. Липина / заявитель и патентообладатель Ряз. гос. агротехнол. ун-т им. П. А. Костычева // Информ. портал рос. изобретателей. — Режим доступа: <http://bankpatentov.ru/>. — Дата доступа: 10.09.2020.
7. Бурдейко, В. А. Результаты предварительных испытаний новых рабочих органов машины для сбора колорадского жука / В. А. Бурдейко, И. В. Дубень // Техника и технологии : инновации и качество : материалы V Междунар. науч.-практ. конф., 20 дек. 2018 г., Барановичи, Респ. Беларусь / редкол.: В. В. Климук (гл. ред.), Ю. Е. Горбач (отв. ред.) [и др.]. — Барановичи : БарГУ, 2018.
8. Бурдейко В. А. Машина и рабочие органы для сбора колорадского жука / В. А. Бурдейко, И. В. Дубень // Вестн.к БарГУ. Сер. «Технические науки». — 2018. — Вып. 6. — С. 87—95.

9. Бурдейко, В. А. Перспективные рабочие органы машин для сбора колорадского жука / В. А. Бурдейко // Техника и технологии: инновации и качество : материалы III Междунар. науч.-практ. конф., 18 дек. 2015 г., Барановичи, Респ. Беларусь. — Барановичи : БарГУ, 2015. — С. 7—8.

10. Бурдейко, В. А. Расчет параметров конических щеток машины для сбора колорадского жука / В. А. Бурдейко // Техника и технологии: инновации и качество : материалы VI Междунар. науч.-практ. конф., 20 дек. 2019 г., Барановичи, Респ. Беларусь / редкол.: В. В. Климук (гл. ред.), Ю. Е. Горбач (отв. ред.) [и др.]. — Барановичи : БарГУ, 2020.

11. Шестопалов, К. К. Взаимодействие ворса со смётотом и расчёт параметров цилиндрической щётки / К. К. Шестопалов, С. В. Штефан ; Моск. автомоб.-дорож. гос. техн. ун-т (МАДИ). — М. : МАДИ, 2010. — 16 с. : ил.

Поступила в редакцию 02.04.2021.