

Технологии, машины и оборудование для АПК

УДК 631.361.2:633.853.52

DOI: 10.25230/2412-608X-2022-3-191-74-78

Селекционная молотилка для обмолота отдельных растений сои

Сергей Сергеевич Макаров
Георгий Викторович Кочуров

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК
Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17
Тел.: (861) 274-64-89
vniimk@vniimk.ru

Аннотация. В отделе механизации ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК (г. Краснодар) создана конструкция молотилки МРС-1, предназначенная для обмолота отдельных растений сои, первичной очистки семян на решетном сепараторе от плодовых створок и необрушенных бобов, отделения необрушенных бобов от плодовых створок воздухом в воздушном сепараторе и сбора семян каждого отдельно обмолачиваемого растения в выгрузной контейнер. По результатам лабораторных исследований молотилки МРС-1 получены данные о том, что при обмолоте бобов, совершаемом в два этапа, предварительный обмолот осуществляется резиновым вальцом с оптимальной частотой вращения в пределах 25–30 Гц в шелушителе первой ступени с подпружиненной декой и окончательным домолотом в шелушителе второй ступени путем протяжки бобов зубчатым транспортером подпружиненным зубчатым вальцом-шелушителем второй ступени, оптимальная частота вращения которого варьирует в пределах 18–21 Гц, вальца-шелушителя второй ступени – в пределах 23–25 Гц, а контроль домолота осуществляется вальцом-контролером, вращающимся в направлении вращения и с частотой вальца-шелушителя второй ступени с окружной скоростью ниже окружной скорости вальца-шелушителя второй ступени на 50 %. Созданная конструкция молотилки для отдельных растений сои осуществляет полный обмолот бобов с минимальным травмированием семян, не превышающим 1 %, который обеспечивает щадящий, обминающий принцип вскрытия бобов и сход семян в выгрузной контейнер без присутствия вегетативной массы растения.

Ключевые слова: селекционная молотилка, конструкция, травмирование, очесыватель, шелушитель.

Для цитирования: Макаров С.С., Кочуров Г.В. Селекционная молотилка для обмолота отдельных растений сои // Масличные культуры. 2022. Вып. 3 (191). С. 74–78.

UDC 631.361.2:633.853.52

Batch thresher for threshing individual soybean plants

S.S. Makarov, researcher
G.V. Kochurov, leading design engineer

V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops
17 Filatova str., Krasnodar, 350038 Russia
Tel.: (861) 274-64-89
vniimk@vniimk.ru

Abstract. The design of MRS-1 thresher was developed in the mechanization department of V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops (Krasnodar). It is designed for threshing individual soybean plants, primary cleaning of seeds on the screen separator from fruit hulls and unthreshed beans, separation of unthreshed beans from fruit hulls by air in the air separator and collection of seeds of each individually threshed plant in the unloading container. The results of the laboratory research on the MRS-1 thresher give evidence that at threshing of beans in two stages the pre-threshing is performed by a rubber roller with an optimal rotational speed ranging from 25-30 Hz in a first-stage dehuller with a spring-loaded deck and final threshing in a second-stage dehuller by passing the beans with a toothed conveyor belt through a second-stage dehuller with a spring-loaded toothed roller, the optimal rotational speed of the latter varies between 18-21 Hz and that of the second-stage dehuller roller – between 23-25 Hz, while control of the threshing process is performed by a control roller rotating in the rotational direction and at the frequency of the second-stage dehuller rolled with circumferential speed 50 % lower than that of the second-stage dehuller roller. The developed design of the thresher for the individual soybean plants enables complete threshing of beans with a minimum seed injury of no more than 1 %, which ensures a gentle, crumbling principle of opening the beans and the seeds are getting into the unloading container without the vegetative mass of a plant.

Key words: batch thresher, design, injury, combing machine, dehuller

Введение. В селекционном процессе необходимость обмолота индивидуальных растений возникает преимущественно на ранних этапах селекции (питомники опыления, гибридные питомники, питомники оценки потомств и т.п.). В этих питомниках обмолоту подвергаются индивидуальные растения. Семена с каждого из них обладают уникальными генетическими

свойствами и, соответственно, имеют селекционную ценность. В связи с этим при индивидуальном обмолоте желательно максимально полное, с минимальным травмированием и потерями, извлечение семян из плодов (бобов) при котором они гарантированно не будут смешиваться с семенами других растений при предыдущем или последующем обмолотах, без необходимости удаления после завершения обмолота измельчённых растительных остатков из рабочей области. Поэтому одним из важных этапов селекционного процесса является обмолот отдельных растений сои.

Известные молотилки для обмолота сухих растений [1; 2; 3; 4; 5; 6] основаны преимущественно на ударно-тёрочном принципе обмолота, аналогичном комбайновому обмолоту, предусматривающем ударное разрушение целостности плодов и отделение от них семян. Ударный механизм извлечения семян используется в молотилках барабанного типа с неподвижным решетчатым подбарабаньем (декой), в которых поступающее на обмолот растение затягивается в рабочую зону между вращающимся барабаном и неподвижной декой. В рабочей зоне происходит ударно-тёрочное разрушение плодов (бобов) при высоких угловых скоростях барабана со штифтами или выступами на его внешней поверхности. Общим конструктивным недостатком молотилок индивидуальных растений барабанно-тёрочного типа является сам принцип обмолота. Высокие угловые скорости барабана приводят к многократным ударам семян о поверхность самого барабана и элементов деки. В результате часть семян получает микро- и макротравмы оболочек и непосредственно расположенных под оболочкой поверхностных тканей семядолей и осевых органов зародышей – зародышевого корешка, что ведёт их к гибели. Ещё одним серьёзным недостатком барабанных молотилок является повышенный риск травмирования рук операторов, работающих на них. Поскольку обмолачиваемое растение помещается непосредственно в приёмную камеру только при вращающемся барабане, есть риск затягивания рук оператора в рабочую

зону молотилки, случайно зацепившихся за объект обмолота. Ещё одним недостатком молотилок барабанного типа является то, что в рабочую область барабана поступает и разрушается (обмолачивается) всё растение.

Установка и методы. Анализ конструкций разработанных ранее молотилок, а также проведенные в отделе механизации ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК (г. Краснодар) исследования позволили создать конструкцию молотилки МРС-1 (рис. 1 и 2), предназначенную для обмолота отдельных растений сои, первичной очистки семян на решётном сепараторе от плодовых створок и необрушенных бобов, отделения необрушенных бобов от плодовых створок воздухом в воздушном сепараторе и сбора семян каждого отдельно обмолаченного растения сои в выгрузной контейнер.

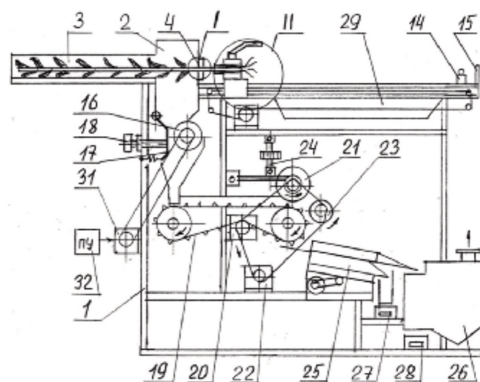
Молотилка МРС-1 (рис. 1а) состоит из рамы 1, комбинированного бункера 2 с верхней прямоугольной частью, жёлоба 3, очёсывающего устройства I (рис. 1б), трелёвочного устройства II (рис. 1в), датчиков 14 остановки каретки и возвращения её в исходное положение, концевого упора 15, обрезиненного вальца-шелушителя 16 первой ступени обмолота бобов, подпружиненной деки 17, регулятора 18 рабочего зазора первой ступени обмолота бобов, зубчатого транспортёра 19, привода 20 транспортёра, вальца-шелушителя 21 второй ступени обмолота бобов, привода 22 вальца-шелушителя второй ступени обмолота бобов, вальца-контролёра 23, регулятора 24 рабочего зазора второй ступени обмолота бобов, решётного очистительно-сепарирующего устройства 25, воздушной очистки 26, ёмкости 27 для сбора семян, ёмкости 28 для необмолаченных бобов, лотка 29 сбора стеблей, привода 30 трелёвочного устройства, привода 31 вальца-шелушителя первой ступени обмолота бобов, пульта 32 управления, ручного рычага 33 для оттягивания подвижной створки 6 от неподвижной 5 очёсывающего устройства I.

Оператор укладывает в жёлоб 3 растение сои таким образом, чтобы комель растения (прикорневая его часть) прошёл между створками 5 и 6 очёсывающего

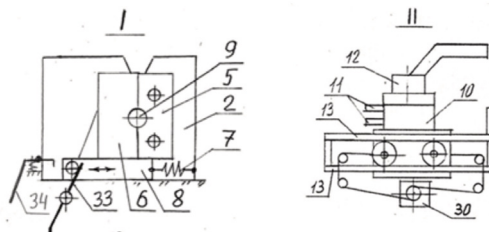
устройства I при оттягивании ручным рычагом 33 подвижной створки 6 от неподвижной 5 и попал в рабочее отверстие 9 очёсывателя, образованное полукруглыми вырезами на краях створок 5 и 6, которыми они соприкасаются друг с другом по вертикали в исходном состоянии, а конец комля попал в захват 11 стебля с ручным фиксатором 12, закреплённым на каретке 10 на одном уровне с рабочим отверстием 9. Оператор с помощью пульта 32 управления приводит в движение каретку 10 по направляющим 13 трелёвочного устройства II. С помощью захвата 11, в котором зафиксирован комель растения, оно протягивается через отверстие 9 между створками 5 и 6 очёсывателя, чем и обеспечивается обрыв бобов с растения, которые поступают в нижнюю часть бункера 2. После очёсывания последнего боба оператор с помощью пульта 32 управления останавливает каретку 10, с помощью ручного фиксатора 12 захвата освобождает очёсанное растение, укладывает его в лоток 29 сбора стеблей, а каретку опять-таки с пульта 12 управления возвращает в исходное положение вблизи очёсывателя. Так как растение имеет стебель, уменьшающийся по диаметру от комля к верхушечной части, то при протягивании его через очёсыватель с постоянным размером отверстия 9 между створками 5 и 6 не все бобы могут быть очёсаны с растения, т.е. вместе с тонким стеблем в отверстие 9 пройдут и бобы. Чтобы этого не происходило, в очёсывателе подвижная створка 6 подпружинена к неподвижной створке 5 с помощью пружины 8, обеспечивая в каждый момент размер отверстия 9 в соответствии с изменяющимся сечением стебля на выходе из очёсывателя.

Отделённые от растения бобы поступают в пространство между обрешеченным вальцом-шелушителем 16 первой ступени обмолота и подпружиненной декой 17, где в зазоре между ними происходит частичное шелушение бобов. Далее обрабатываемая масса поступает на делитель 18 вороха бобов и двумя потоками поступает на два зубчатых транспортёра 19 и подаётся каждым из последних в зазор между вальцом-шелушителем 21 второй ступени и транспортёром, где

происходит вторая ступень обмолота, обеспечивающая практически окончательное отшелушивание семян от створок. Отшелушивание единичных, оставшихся неотшелушенными бобов довершается в зазоре между транспортёром и вальцом-контролёром 23, диаметр которого меньше диаметра вальца 21, за счёт чего происходит изгиб и перелом неотшелушенных бобов и освобождение семян из них.



а



б

в

Рисунок 1 – Схема устройства селекционной молотилки для обмолота отдельных растений сои МРС-1: а – схема; б – очёсывающее устройство; в – трелёвочное устройство.

- 1 – каркас; 2 – бункер загрузочный; 3 – желоб; 4 – очёсывающее устройство; 5 – створка неподвижная; 6 – створка подвижная; 7 – пружина возврата; 8 – направляющая; 9 – рабочее отверстие; 10 – каретка; 11 – захваты; 12 – фиксатор; 13 – направляющие; 14 – датчик остановки; 15 – концевой упор; 16 – валец-шелушитель № 1; 17 – дека подпружиненная; 18 – регулятор зазора первой ступени; 19 – транспортёр зубчатый; 20 – привод транспортёра; 21 – валец-шелушитель № 2; 22 – привод вальца № 2; 23 – валец-контролёр; 24 – регулятор зазора второй ступени; 25 – очиститель семян; 26 – воздушный сепаратор; 27 – емкость сбора семян; 28 – емкость сбора необрушенных бобов; 29 – лоток для стеблей; 30 – привод каретки; 31 – привод вальца № 1; 32 – пульт управления; 33 – рычаг открытия очеса; 34 – фиксатор рычага

Далее масса пустых створок бобов и семян поступает по скатной поверхности на решётное очистительно-сепарирующее устройство 25, на котором створки и семена разделяются: створки по скатной поверхности поступают в ёмкость 30 для их сбора, а семена разделяются на две фракции и поступают на воздушную очистку 26, где очищаются от лёгких примесей и поступают в ёмкости для сбора семян.



Рисунок 2 – Общий вид селекционной молотилки для обмолота отдельных растений сои МРС-1

Техническая характеристика значений параметров селекционной молотилки для обмолота отдельных растений сои МРС-1 приведена в таблице.

Таблица

Технические характеристики значений параметров селекционной молотилки для обмолота отдельных растений сои

Наименование параметра	Значение параметра	
1	2	
Производительность при длине растения не более 90 см, (растений в минуту), шт.	5	
Наибольшая длина растения, м	1,4	
Наименьшая длина растения, м	0,6	
Наибольший диаметр стебля растения, мм	15	
Наименьший диаметр стебля растения, мм	6	
Частота вращения вальца 1-й ступени обмолота:	наименьшая, Гц;	28
	наибольшая, Гц	45
Частота вращения вальца 2-й ступени обмолота:	от, Гц;	20
	до, Гц	32
Установленная мощность электродвигателей приводов, кВт	3	

Продолжение таблицы		
1	2	
Напряжение питания трехфазное, В	380	
Габаритные размеры:		
	длина, мм;	3100
	ширина, мм;	850
	высота, мм	1300
Масса, кг	130	

Результаты лабораторных исследований рабочих органов молотилки МРС-1 представлены на рисунках 3, 4 и 5.

Содержание травмированных семян возрастает с увеличением частоты вращения резинового вальца-шелушителя № 1 (первой ступени) с подпружиненной деккой (рис. 3), при этом оптимальная частота вращения вальца-шелушителя варьирует в пределах 25–30 Гц.

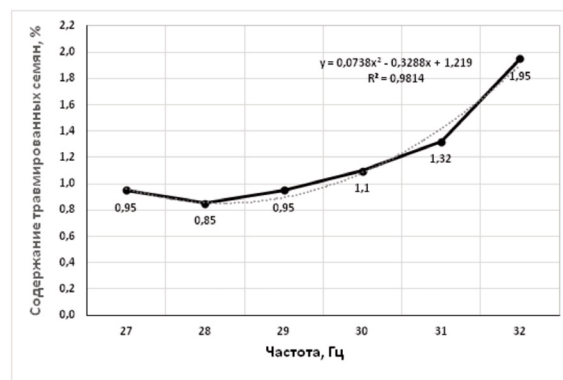


Рисунок 3 – График зависимости содержания травмированных семян от частоты вращения вальца-шелушителя № 1

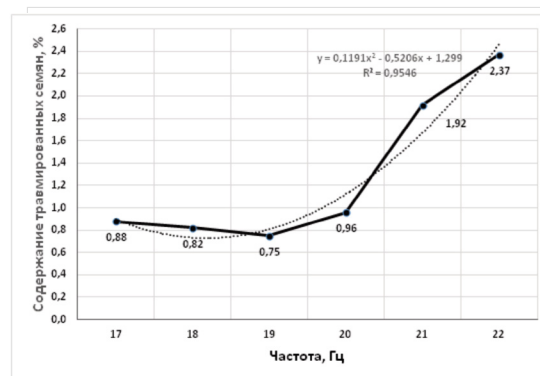


Рисунок 4 – График зависимости содержания травмированных семян от частоты вращения зубчатого транспортера

Содержание травмированных семян при окончательном домолоте в шелушителе второй ступени путем протяжки бобов зубчатым транспортером под

подпружиненным зубчатым вальцом-шелушителем № 2 увеличивается при нарастании частоты вращения зубчатого транспортера (рис. 4), при этом оптимальная частота вращения зубчатого транспортера варьирует в пределах 18–21 Гц.

Содержание травмированных семян увеличивается с увеличением частоты вращения вальца-шелушителя № 2 (второй ступени), при этом оптимальная частота вращения вальца-шелушителя № 2 варьирует в пределах 23–25 Гц (рис. 5).

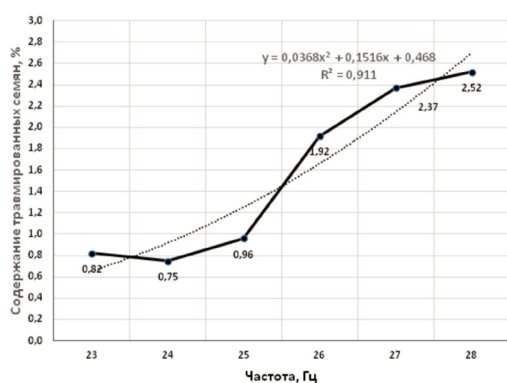


Рисунок 5 – График зависимости содержания травмированных семян от частоты вращения вальца-шелушителя № 2

Контроль домолота осуществляется вальцом-контролером, вращающимся в направлении вращения и с частотой вальца-шелушителя второй ступени с окружной скоростью ниже окружной скорости вальца-шелушителя второй ступени на 50 %.

Выводы. В ходе исследований, проведенных в отделе механизации, создана конструкция молотилки для отдельных растений сои, осуществляющая полный обмолот бобов с минимальным травмированием семян (менее 1 %), которая обеспечивает щадящий, обминающий принцип вскрытия бобов и выход семян без присутствия стеблевой массы растения.

Список литературы

1. А.с. 178213 СССР, МПК А01f 11/00. Машина для очистки зерна от трудноотделимых семян сорняков / Н.Р. Проскурин. – № 935893/30-15; заявл. 30.12.1964; опубл. 08.01.1966. Бюл. № 2.
2. А.с. 895344 СССР, МПК А01f 11/00. Устройство для обмолота бобовых культур / И.В. Канеев, Д.Г. Перунов, Э.В. Козырев [и др.]. – № 2974220/30-15; заявл. 18.08.80; опубл. 07.01.82. Бюл. № 1.

3. Патент № 2245013 RU, МПК А01F 11/04. Устройство для обмолота легкоповрежденных культур на примере нута (варианты) / С.Б. Адьяев, Э.Б. Дедова, А.М. Салдаев [и др.]. – № 2003130449/12; заявл. 14.10.2003; опубл. 27.05.2005. Бюл. № 15.

4. Шафоростов В.Д., Макаров С.С. Тенденция развития технических средств для обмолота корзинок подсолнечника (обзор) // Масличные культуры. – 2019. – Вып. 4 (180). – С. 170–178.

5. Богус Ш.Н. Анализ и синтез молотильно-сепарирующих устройств рисозерноуборочных комбайнов: автореф. дис... д-ра тех. наук / Шумаф Нухович Богус. – Краснодар, 2005. – С. 41.

6. Ефимкин Н.В. Исследование процесса обмолота корзинок подсолнечника вальцовым молотильным аппаратом // Механизация производства масличных культур: сб. ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 1990. – С. 23–30.

References

1. A.s. 178213 SSSR, MPK A01f 11/00. Mashina dlya ochistki zerna ot trudnootdelimy'x semyan sornyakov / N.R. Proskurin. – № 935893/30-15; yayavl. 30.12.1964; opubl. 08.01.1966. Byul. № 2.

2. A.s. 895344 SSSR, MPK A01f 11/00. Ustrojstvo dlya obmolota bobovy'x kul'tur / I.V. Kaneev, D.G. Perunov, E.V. Kozy'rev [i dr.]. – № 2974220/30-15; yayavl. 18.08.80; opubl. 07.01.82. Byul. № 1.

3. Patent № 2245013 RU, MPK A01F 11/04. Ustrojstvo dlya obmolo-ta legkopovrezhdenny'x kul'tur na primere nuta (varianty') / S.B. Ad'yaev, E'.B. Dedova, A.M. Saldaev [i dr.]. – № 2003130449/12; yayavl. 14.10.2003; opubl. 27.05.2005, Byul. № 15.

4. SHaforostov V.D., Makarov S.S. Tendenciya razvitiya tekhnicheskikh sredstv dlya obmolota korzinoк podsolnechnika (obzor) // Maslichnye kul'tury. – 2019. – Vyp. 4 (180). – S. 170–178.

5. Bogus Sh.N. Analiz i sintez molotilno-separiruyushchikh ustroystv riso-zernouborochnykh kombaynov: avtoref. dis... d-ra tekhn. nauk / Shumaf Nukhovich Bogus. – Krasnodar, 2005. – S. 41.

6. Efimkin N.V. Issledovaniye protsessа obmolota korzinoк podsolnechnika valtsovym molotilnym apparatom // Mekhanizatsiya proizvodstva maslichnykh kultur: sb. VNIИ maslichnykh kultur. – Krasnodar, 1990. – S. 23–30.

Сведения об авторах

С.С. Макаров, науч. сотр.

Г.В. Кочуров, вед. инженер-конструктор

Получено/Received

20.09.2022

Получено после рецензии/Manuscript peer-reviewed

26.09.2022

Получено после доработки/Manuscript revised

27.09.2022

Принято/Accepted

12.10.2022

Manuscript on-line

30.11.2022