Тенденция развития технических средств для обмолота корзинок подсолнечника (обзор)

В.Д. Шафоростов,
доктор технических наук
С.С. Макаров,
научный сотрудник

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17
Тел./факс: (861) 254-06-96
E-mail: vniimk@vniimk.ru

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

Ключевые слова: селекционные молотилки, обмолот, недомолот корзинок, травмирование, влажность семян.

В настоящее время имеющиеся средства механизации для обмолота корзинок подсолнечника зачастую не отвечают требованиям селекционеров по травмированию и не гарантируют полную очистку от остатков семян. Доступным в техническом отношении способом достижения этой цели является создание необходимых условий, обеспечивающих уменьшение прочности прикрепления семян к материнскому ложу непосредственно перед обмолотом. Тогда при обмолоте потребуются значительно меньшие усилия для выделения семян из корзинки, а следовательно, и более низкая интенсивность воздействия рабочих органов на обмолачиваемые семена. В процессе изучения конструкций молотильных устройств и способов обмолота были выявлены основные факторы оказывающие существенное влияние на процесс обмолота. На основании обзора авторских свидетельств (А.с.) и патентов установлено, что основным способом обмолота семян является удар с последующим вытиранием, осуществляемый посредством многорыльцового молотильного устройства, имеющего различные конструкции рабочих органов. Также установлено, что механические процессы в различных МСУ формализуются одинаковыми физическими законами,

но приоритетность и ранжирование доминирующих процессов для каждого из них различны. Анализируя материал обзора А.с. и патентов, можно сделать вывод, что новая молотилка должна выполнять следующие операции: сжатие, вибрацию, вытирание, удар.

UDC 633.854.78:631.361.2

Tends in development of technical means for sunflower heads threshing (review).

V.D. Shaforostov, doctor in engineering
S.S. Makarov, researcher

V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops

17 Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia

Tel./fax: (861) 254-06-96

E-mail: vniimk@vniimk.ru

Key words: breeding threshers, threshing, underthreshing of heads, injury, moisture of achenes.

Currently, the available means of mechanization for threshing sunflower heads often do not meet the requirements of breeders for injury and do not guarantee a complete cleaning of seed residues. A technically accessible way to achieve this goal is to create the necessary conditions to reduce the strength of attachment of seeds to the receptacle immediately before threshing. Then, when threshing, much less effort will be required to extract the seeds from the head, and, consequently, a lower intensity of the impact of the working bodies on the threshed seeds. In the process of studying the designs of threshing devices and threshing methods, the main factors that have a significant impact on the threshing process were identified. Based on a review by author's certificates and patents, we established that the main method of threshing seeds is a knock followed by wiping, carried out by means of a multi-roll threshing device having various designs of working bodies. Also we established that mechanical processes in different mechanical devices are formalized by the same physical laws, but the priority and ranking of the dominant processes for each of them are different. Analyzing the review material, author's certificates and patents, we can conclude that the new thresher must perform the following operations: compression, vibration, wiping, knock.

В селекционном процессе необходим обмолот отдельных корзинок подсолнечника, не допускающий смешивание семян и обеспечивающий их полный вымолот с минимальным травмированием.

В отделе механизации ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК проводится изучение процесса

обмолота корзинок подсолнечника с целью отработки способов и приемов воздействия на корзинки, гарантирующих снижение повреждений семян. Доступным в техническом отношении способом достижения этой цели является создание необходимых условий, обеспечивающих уменьшение прочности прикрепления семян к материнскому ложу непосредственно перед обмолотом. Тогда при обмолоте потребуются значительно меньшие усилия для выделения семян из корзинки, а следовательно, и более низкая интенсивность воздействия обмолачиваемых рабочих органов, в результате чего семена будут повреждаться меньше. Установлено, что прочность прикрепления семян к материнскому ложу может быть снижена путем сжатия корзинок по нормали к плодовой поверхности, причем у корзинок с меньшей влажностью семян это снижение более существенно [17]. Выявленные закономерности распределения прочности механической связи семян с корзинкой позволяют корректировать кинематические и технологические параметры молотильно-сепарирующих устройств в зависимости от сортовых особенностей и состояния обмолачиваемой массы.

Установлены характерные особенности механического воздействия на обмолачиваемый материал, обоснованы доминирующие принципы воздействия рабочих органов на обмолачиваемый материал. Выявлено, что конструктивные параметры молотильно-сепарирующих устройств наиболее полно отражают особенности уборочных машин, а также реализуемые в них принципы воздействия рабочих органов на обмолачиваемый материал.

В результате проведенного патентного поиска выявлено 129 патентов (авторских свидетельств и полезных моделей), которые по конструктивным признакам соответствуют тематике проводимых исследований. Принципиальные схемы

устройства рабочих органов представлены на рисунках 1–15.

Отобранные материалы были разделены на два крупных раздела:

- молотильно-сепарирующие многовальцовые устройства;
- способ обмолота и устройство для его осуществления.

К первой группе устройств относятся следующие технические решения.

Молотильное прямоточное устройство (рис. 1), содержащее два блока вращающихся вальцов, установленных один над другим на общей раме с постоянным зазором (А.с. 227005 СССР) [1]. Для увеличения производительности блоки вальцов закреплены на подвижных одна относительно другой полурамах.

Рисунок 1 – Молотильное прямоточное устройство по А.с. 227005 СССР

Молотильно-сепарирующее устройство (рис. 2), содержащее пару приемных вальцов и попарно установленных за ними граненых обмолачивающих вальцов, выполненных в виде кожуха с цапфами (А.с. 1055408 СССР) [2]. Граненые вальцы выполнены гофрированными, ребра графов расположены параллельно продольной его оси.

Рисунок 2 – Молотильно-сепарирующее устройство по А.с. 1055408 СССР

Молотильно-сепарирующее устройство (рис. 3), включающее попарно расположенные друг над другом вальцы. Причем верхние из них подпружинены и установлены в шахматном порядке (А.с. 634710 СССР) [3]. Для улучшения обмола вальцы верхнего ряда установлены со смещением в сторону противоположную направлению перемещения обмолачиваемой массы, а между нижними вальцами установлены наклонные пальцевые решетки.

Рисунок 3 – Молотильно-сепарирующее устройство по А.с. 634710 СССР

Молотильно-сепарирующее устройство (рис. 4), содержащее пару приемных валцов и попарно установленные за ним граненые обмолачивающие валцы (А.с. 735213 СССР) [4]. Снижение травмируемости зерна достигается тем, что обмолачивающие валцы установлены вертикально, причем за парой приемных валцов расположены две пары обмолачивающих валцов, соединенных в блок.

Рисунок 4 – Молотильно-сепарирующее устройство по А.с. 735213 СССР

Молотильно-сепарирующее устройство (рис. 5) включающее подающие вальцы и два ряда граненых обмолачивающих валцов, которые устанавливаются по эквивалентным зигзагообразным линиям (А.с. 898996 СССР) [5].

Рисунок 5 – Молотильно-сепарирующее устройство по А.с. 898996 СССР

Молотильно-сепарирующее устройство (рис. 6) содержит наклонный подающий транспортер, два приемных подпружиненных и обрезанных вальца и попарно установленные за ними обмолачивающие вальцы (Пат. 2194382 РФ) [6]. Последние выполнены в виде кожуха с цапфами и снабжены гибкими рабочими элементами, выполненными в виде охватывающей кожух эластичной обечайки с продольными полукруглыми выступами и впадинами. При этом впадина одного вальца расположена напротив выступа другого вальца. Все пары обмолачивающих валцов и приемные вальцы установлены с возможностью дискретного смещения.

Рисунок 6 – Молотильно-сепарирующее устройство по Пат. 2194382 РФ

Молотильно-сепарирующее устройство (рис. 7) включает пару приемных подпружиненных и обрезанных валцов и попарно установленные за ними обмолачивающие валцы (Пат. 2243645 РФ) [7]. Валцы в парах взаимно увязаны синхронизирующими передачами. Обмолачивающие валцы выполнены в виде

кожухов с цапфами и имеют гибкие рабочие элементы в виде лопасти с волнообразной кромкой. Кожух вальцов образован валом и С-образными кронштейнами. Между парами обмолачивающих вальцов установлена дополнительная пара приемных подпружиненных и обрезающих вальцов.

Рисунок 7 – Молотильно-сепарирующее устройство по Пат. 2243645 РФ

Устройство для обмолота подсолнечника (рис. 8) состоит из центрального верхнего барабана и двух нижних барабанов, имеющих меньший наружный диаметр и взаимодействующих с верхним независимо друг от друга (А.с. 301129 СССР) [8]. На верхнем барабане закреплены молотильные планки и дополнительные заостренные планки, при этом их высота несколько больше, чем высота основных планок.

Рисунок 8 – Устройство для обмолота подсолнечника по А.с. 301129 СССР

Устройство для обмолота подсолнечника (рис. 9) включает ротор с эластич-

ными бичами, деку, кожух с приемной горловиной, выбросным окном, семясборником и точкой для отвода обмолаченных семян (А.с. 882506 СССР) [9]. При этом кожух снабжен упором из эластичного материала, закрепленного консольно у одной из боковых стенок.

Рисунок 9 – Устройство для обмолота подсолнечника по А.с. 882506 СССР

Во вторую группу входят следующие технические решения.

В конструкции молотильно-сепарирующего устройства (Пат. 2009634 РФ) [10], содержащей молотильный аппарат и деку, решетчатая поверхность которой образована каркасом, поперечными и продольными планками, продольные планки выполнены волнообразными по форме и установлены с выступанием над поперечными планками, при этом амплитуда волнообразности продольных планок и величина выступания их над поперечными планками образованы увеличивающимся выступанием в направлении движения растительной массы (рис. 10).

Такая конструкция МСУ позволяет, во-первых, интенсифицировать процесс обмолота зерна. Это достигается тем, что под действием молотильного барабана растительная масса перемещается вдоль волнообразных планок, возрастает путь прохождения этой массы в зазоре между декой и молотильным барабаном, тем са-

мым увеличивается воздействие молотильного барабана на растительную массу.

Во-вторых, уменьшается травмирование зерна. Это объясняется тем, что на входе в МСУ амплитуда волнообразности продольных планок, а также величина их выступания над поперечными планками минимальна, что создает мягкий режим работы МСУ, при котором обмолачивается зерно. По мере увеличения амплитуды волнообразности продольных планок и величины выступания их над поперечными планками режим работы МСУ становится более жестким. При этом домолачивается зерно, имеющее более прочные связи с колосом.

В-третьих, интенсивность сепарации повышается вследствие того, что растительная масса совершает под воздействием планок колебательные движения между соседними волнообразными планками, т. е. хлебная масса перемещается как по касательной к молотильному барабану (от входа в зазор между декой и барабаном к выходу), так и в плоскости, перпендикулярной этому движению (т.е. поперек молотильного барабана), пока не встретится с волнообразными планками, после чего движется в противоположном направлении, совершая таким образом колебательные движения. Это интенсифицирует процесс сепарации зерна из растительной массы. Причем интенсивность сепарации от входа в зазор к выходу возрастает за счет увеличения величины выступания продольных планок над поперечными и за счет увеличения амплитуды волнообразности продольных планок.

Рисунок 10 – Молотильно-сепарирующее устройство по Пат. 2009634 РФ

Способ обмолота зерновых культур (Пат. 2351115 РФ) [11] состоит в сочетании ударного, вытирающего и очесывающего немоного воздействия на обмолачиваемую культуру. Обмолот осуществляют в обоих молотильных аппаратах при одинаковых скоростных режимах и молотильных зазорах с оказанием энергетического воздействия на обмолачиваемую культуру на двух уровнях интенсивности. Соотношение между количеством воздействий высокого и низкого уровня в первом молотильном аппарате $1 : 2-1 : 5$, во втором аппарате – $1 : 2-1 : 4$, а соотношение высокого и низкого уровня $1,5 : 1-2 : 1$. Молотильное устройство содержит два последовательно установленных барабана с прутково-планчатыми деками и отбойный битей. Барабаны снабжены зубвыми рабочими элементами и установленными на части элементов планками, которые частично перекрывают зубья по высоте. Соотношение количества рядов низких зубьев и общего количества рядов у первого барабана $1 : 3-1 : 6$, у второго барабана $1 : 3-1 : 5$. Зубья рабочих элементов расположены на барабанах по винтовым линиям противоположного направления так, что соседние следы зубьев частично перекрывают друг друга (рис. 11).

Рисунок 11 – Двухбарабанное молотильно-сепарирующее устройство по Пат. 2351115 РФ

Способ обмолота корзинок подсолнечника (А.с. 1470230 СССР) [12] состоит в том, что при подаче корзинок подсолнеч-

ника в молотильный аппарат их подвергают сжатию в направлении, перпендикулярном лицевой поверхности корзинки, с нагрузкой $(1,5-3,0) \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$. Обмолот на первом молотильном устройстве осуществляют за счет многократных изгибов корзинки по радиусу 75–100 мм с частотой 9–15 Гц (рис. 12).

Рисунок 12 – Устройство для обмолота подсолнечника по А.с. 1470230 СССР

Селекционная молотилка для подсолнечника (А.с. 232654 СССР) [13] включает ротор с эластичными бичами, кожух с приемной горловиной, окно для выбрасывания обмолоченных корзинок, заслонку с поворотным механизмом, а под молотильной камерой установлен питатель, предназначенный для подачи семян в очистительное устройство (рис. 13).

Рисунок 13 – Селекционная молотилка для подсолнечника по А.с. 232654 СССР

Молотильно-сепарирующее устройство для обмолота преимущественно корзинок подсолнечника (А.с. 1583029 СССР) [14] содержит рабочий орган в виде прямоугольной коробки с решетчатыми стенками. Коробка снабжена механизмом привода ее в колебательное движение. Привод коробки выполнен с возможностью регулирования частоты и амплитуды ее колебаний (рис. 14).

Рисунок 14 – Молотильно-сепарирующее устройство для обмолота преимущественно корзинок подсолнечника по А.с. 1583029 СССР

Молотилка для обмолота селекционного подсолнечника (А.с. 203362 СССР) [15] состоит из ротора с эластичными бичами, поворотного щитка, установленного у приемной горловины молотильной камеры, и управляемой заслонки для закрывания выгрузного окна, с помощью которых обеспечивается изменение силы воздействия бичей ротора на корзинки подсолнечника и времени воздействия или их пребывания в молотильной камере (рис. 15). В целях направления полета вымолоченных корзинок над выгрузным окном установлен желоб.

Рисунок 15 – Молотилка для обмолота селекционного подсолнечника по А.с. 203362 СССР

В процессе изучения конструкций молотильных устройств и способов обмолота были выявлены основные факторы оказывающие существенное влияние на процесс обмолота, которые представлены в таблице [16].

Таблица

Ранжирование доминирующих факторов воздействия рабочих органов на обмолачиваемый материал (Bogus, 2005 г.)

№ п/п	Тип МСУ	Фактор			
		1	2	3	4
1	Бильный	Удар	Вытирание	Сжатие продольное	Сжатие поперечное
2	Вытирающий с обмолачивающими вальцами	Удар	Вытирание	Вибрация	Очес
3	Барабан с гранеными вальцами	Удар	Вибрация	Вытирание	Сжатие
4	Двухрядные вальцы с выпуклыми гранями	Удар	Очес	Вытирание	Сжатие продольное
5	Вальцовый двухрядный (8-гранный)	Удар	Очес	Вытирание	Вибрация
6	Вальцовый двухрядный (3 ^х -гранный)	Удар	Вибрация	Вытирание	Сжатие продольное

Установлено, что основным способом обмолота семян является удар с последующим вытиранием, осуществляемый

посредством многовальцового молотильного устройства, имеющего различные конструкции рабочих органов [17].

Также установлено, что механические процессы в различных МСУ формализуются одинаковыми физическими законами, но приоритетность и ранжирование доминирующих процессов для каждого из них различны (таблица).

Рассмотрены принципы исследования и моделирования систем, из которых для системы «молотильно-сепарирующее устройство» применен закон необходимого разнообразия, сформулированный У. Эшби и утверждающий, что ограничение разнообразия в поведении управляемого объекта достигается только за счет увеличения разнообразия органа управления. Другими словами, эффективное управление в сложных системах неосуществимо с помощью простых средств [16; 17].

С другой стороны, модель является средством «упрощения» объекта при его изучении, так как позволяет сохранить существенные характеристики реального объекта, абстрагируясь от побочных факторов.

Установлено, что деформирование корзинок облегчает процесс обмолота и уменьшает травмирование семян. Возможен способ вибрационного обмолота корзинок. Необходимо иметь зазор между корзинкой и поверхностью. Деформационно-инерционный способ обмолота обеспечивает дифференцированное выделение наиболее полноценных семян с минимальным повреждением. Вальцовый аппарат осуществляет деформационно-инерционный способ обмолота и обеспечивает стабильное протекание процесса при наличии бичей на вальцах (высота бичей 6–8 мм). Рекомендуемая влажность семян при обмолоте вальцовым аппаратом 15–20 %. При этом достигаются результаты: полнота обмолота 87 %, видимые повреждения 0,1 %, микроповреждения 25 %.

При работе все МСУ, выступая как объекты управления, подвержены внеш-

ним воздействиям, которые обусловлены многочисленными и разнообразными факторами, требующими постоянного контроля и корректировки системы управления. Такими факторами являются влажность, физико-механические и сортовые свойства обмолачиваемой культуры.

Анализируя материал обзора А.с. и патентов, можно сделать вывод, что новая молотилка должна выполнять следующие операции: сжатие, вибрацию, вытирание, удар.

Список литературы

1. А.с. 227005 СССР, МПК А01f. Молотильное прямоточное устройство / Е.А. Кочкин, В.Е. Даметкин, В.Н. Плешаков. – № 1208986/30-15; заявл. 02.1.1968; опубл. 16.IX.1968. Бюл. № 29.
2. А.с. 1055408 СССР, А01F 12/18. Молотильно-сепарирующее устройство / А.М. Салдаев. – № 3442530/30-15; заявл. 21.05.82; опубл. 23.11.83. Бюл. № 43.
3. А.с. 634710 СССР, М. Кл.² А01F 11/02. Молотильно-сепарирующее устройство / А.И. Мизенин. – № 2496404/30-15; заявл. 25.04.77; опубл. 30.11.78, Бюл. № 44.
4. А.с. 735213 СССР, М. Кл.² А01F 12/18. Молотильно-сепарирующее устройство / А.М. Салдаев. – № 2607795/30-15; заявл. 17.04.78; опубл. 25.05.80, Бюл. № 19.
5. А.с. 898996 СССР, М. Кл.³ А01F 12/18. Молотильно-сепарирующее устройство / А.К. Кузьменко. – № 2842425/30-15; заявл. 26.11.79; опубл. 23.01.82. Бюл. № 3.
6. Патент № 2194382 RU, А01F11/04, А01F12/18. Молотильно-сепарирующее устройство / В.И. Пындак, А.А. Епифанов. – № 2001109554/13; заявл. 19.04.2001; опубл. 20.12.2002.
7. Патент № 2243645 RU, МПК А01F11/04, А01F12/18. Молотильно-сепарирующее устройство / С.Б. Адьяев, Э.Б. Дедова, А.М. Салдаев [и др.]. – № 2003125503/12; заявл. 18.08.2003; опубл. 10.01.2005. Бюл. № 1.
8. А.с. 301129 СССР, МПК А01f 11/00. Устройство для обмолота подсолнечника / А.Н. Соломин, В.А. Нефедьев, А.Р. Распов [и др.]. – № 1421380/30-15; заявл. 06.IV.1970; опубл. 21. IV.1971. Бюл. № 14.
9. А.с. 882506 СССР, М. Кл.³ А01F 11/00. Устройство для обмолота подсолнечника / В.Г. Тихонов, М.И. Полняков, И.А. Губин [и др.]. – № 2756136/30-15; заявл. 20.04.79; опубл. 23. 11.81. Бюл. № 43.
10. Патент № 2009634 RU, А01F12/24. Молотильно-сепарирующее устройство / В.И. Земляков, И.М. Гулая, Ф.И. Салеев [и др.]. – № 4942303/15; заявл. 04.06.1991; опубл. 30.03.1994.
11. Патент № 2351115 RU, МПК А01F12/18. Способ обмолота зерновых культур двухбарабанным молотильно-сепарирующим устройством и устройство для его осуществления / М.И. Липовский, А.Н. Перекопский, М.М. Кузовников. – № 2007130907/12; заявл. 13.08.2007; 10.04.2009. Бюл. № 10.
12. А.с. 1470230 СССР, А01D 91/00, А01F12/18. Способ обмолота корзинок подсолнечника / А.И. Бортников, Н.В. Ефимкин, В.Г. Матюша, В.Д. Шафоростов. – № 4306233/30-15; заявл. 20.07.87; опубл. 07. 04.89. Бюл. № 13.
13. А.с. 232654 СССР, МПК А01f. Селекционная молотилка для подсолнечника / Н.Н. Ульрих, Г.З. Файбушевич, Г.И. Боронихин, А.И. Гундаев. – № 1194020/30-15; заявл. 23.X.1967; опубл. 11. IV.1968. Бюл. № 1 за 1969 г.
14. А.с. 1583029 СССР, А01F 11/00. Молотильно-сепарирующее устройство для обмолота преимущественно корзинок подсолнечника / Н.В. Ефимкин. – № 4415002/30-15; заявл. 26.04.88; опубл. 07.08.90. Бюл. № 29.
15. А.с. 203362 СССР, МПК А01f. Молотилка для обмолота селекционного подсолнечника / Г.З. Файбушевич, Н.Н. Ульрих, Г.И. Боронихин. – № 1026694/30-15; заявл. 03.IX.1965; опубл. 28. IX.1967. Бюл. № 20.
16. Богус Ш.Н. Анализ и синтез молотильно-сепарирующих устройств рисо-зерноуборочных комбайнов: Автореф. дис... д-ра тех. наук. – Краснодар, 2005. – С. 41.
17. 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. 227005 SSSR, MPK A01f. Molotil'noe pryamotochnoe ustroystvo / E.A. Kochkin, V.E. Dametkin, V.N. Pleshakov. – № 1208986/30-15; zayavl. 02.1.1968; opubl. 16.IX.1968. Byul. № 29.
2. A.s. 1055408 SSSR, A01F 12/18. Molotil'no-separiruyushchee ustroystvo / A.M. Saldaev. – № 3442530/30-15; zayavl. 21.05.82; opubl. 23.11.83. Byul. № 43.
3. A.s. 634710 SSSR, M. Kl.2 A01F 11/02. Molotil'no-separiruyushchee ustroystvo / A.I. Mizenin. – № 2496404/30-15; zayavl. 25.04.77; opubl. 30.11.78, Byul. № 44.
4. A.s. 735213 SSSR, M. Kl.2 A01F 12/18. Molotil'no-separiruyushchee ustroystvo / A.M. Saldaev. – № 2607795/30-15; zayavl. 17.04.78; opubl. 25.05.80, Byul. № 19.
5. A.s. 898996 SSSR, M. Kl.3 A01F 12/18. Molotil'no-separiruyushchee ustroystvo / A.K. Kuz'menko. – № 2842425/30-15; zayavl. 26.11.79; opubl. 23.01.82. Byul. № 3.
6. Patent № 2194382 RU, A01F11/04, A01F12/18. Molotil'no-separiruyushchee ustroystvo / V.I. Pyndak, A.A. Epifanov. – № 2001109554/13; zayavl. 19.04.2001; opubl. 20.12.2002.
7. Patent № 2243645 RU, MPK A01F11/04, A01F12/18. Molotil'no-separiruyushchee ustroystvo / S.B. Ad'yaev, E.B. Dedova, A.M. Saldaev [i dr.]. – № 2003125503/12; zayavl. 18.08.2003; opubl. 10.01.2005. Byul. № 1.
8. A.s. 301129 SSSR, MPK A01f 11/00. Ustroystvo dlya obmolota podsolnechnika / A.N. Solomin, V.A. Nefed'ev, A.R. Raspopov [i dr.]. – № 1421380/30-15; zayavl. 06.IV.1970; opubl. 21. IV.1971. Byul. № 14.
9. A.s. 882506 SSSR, M. Kl.3 A01F 11/00. Ustroystvo dlya obmolota podsolnechnika / V.G. Tikhonov, M.I. Polnyakov, I.A. Gubin [i dr.]. – № 2756136/30-15; zayavl. 20.04.79; opubl. 23. 11.81. Byul. № 43.
10. Patent № 2009634 RU, A01F12/24. Molotil'no-separiruyushchee ustroystvo / V.I. Zemlyakov, I.M. Gulaya, F.I. Saleev [i dr.]. – № 4942303/15; zayavl. 04.06.1991; opubl. 30.03.1994.
11. Patent № 2351115 RU, MPK A01F12/18. Sposob obmolota zernovykh kul'tur dvukhbarabannym molotil'no-separiruyushchim ustroystvom i ustroystvo dlya ego osushchestvleniya / M.I. Lipovskiy, A.N. Perekopskiy, M.M. Kuzovnikov. – № 2007130907/12; zayavl. 13.08.2007; 10.04.2009. Byul. № 10.
12. A.s. 1470230 SSSR, A01D 91/00, A01F12/18. Sposob obmolota korzinok podsolnechnika / A.I. Bortnikov, N.V. Efimkin, V.G. Matyusha, V.D. Shaforostov. – № 4306233/30-15; zayavl. 20.07.87; opubl. 07. 04.89. Byul. № 13.
13. A.s. 232654 SSSR, MPK A01f. Seleksionnaya molotilka dlya podsolnechnika / N.N. Ul'rikh, G.Z. Faybushevich, G.I. Boronikhin, A.I. Gundaev. – № 1194020/30-15; zayavl. 23.X.1967; opubl. 11. IV.1968. Byul. № 1 za 1969 g.
14. A.s. 1583029 SSSR, A01F 11/00. Molotil'no-separiruyushchee ustroystvo dlya obmolota preimushchestvenno korzinok podsolnechnika / N.V. Efimkin. – № 4415002/30-15; zayavl. 26.04.88; opubl. 07.08.90. Byul. № 29.
15. A.s. 203362 SSSR, MPK A01f. Molotilka dlya obmolota seleksionnogo podsolnechnika / G.Z. Faybushevich, N.N. Ul'rikh, G.I. Boronikhin. – № 1026694/30-15; zayavl. 03.IX.1965; opubl. 28. IX.1967. Byul. № 20.
16. Bogus Sh.N. Analiz i sintez molotil'no-separiruyushchikh ustroystv risozernoubo-rochnykh kombaynov: Avtoref. dis... d-ra tekhn. nauk. – Krasnodar, 2005. – S. 41.
17. Efimkin N.V. Issledovanie protsessa obmolota korzinok podsolnechnika val'tsovim molotil'nym apparatom // Mekhanizatsiya proizvodstva maslichnykh kul'tur: sb. VNII maslichnykh kul'tur. – Krasnodar, 1990. – S. 23–30.

Получено: 11.09.2019 Принято: 11.11.2019
Received: 11.09.2019 Accepted: 11.11.2019