

МОЛОТИЛЬНО-СЕПАРИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

THRESHING AND SEPARATING DEVICE

М.О. СОБОЛЕВ¹
Б.Ф. ТАРАСЕНКО¹, д.т.н.
Л.Ф. МЕЧКАЛО¹
С.А. ВОЙНАШ²
В.А. СОКОЛОВА³, к.т.н.

¹ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина», Краснодар, Россия, b.tarasenko@inbox.ru

² ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет», Новосибирск, Россия, sergey_voi@mail.ru

³ ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова», Санкт-Петербург, Россия, sokolova_vika@inbox.ru

M.O. SOBOLEV¹
B.F. TARASENKO¹, Dsc in Engineering
L.F. MECHKALO¹
S.A. VOYNASH²
V.A. SOKOLOVA³, PhD in Engineering

¹ Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia, b.tarasenko@inbox.ru

² Novosibirsk State Agricultural University, Novosibirsk, Russia, sergey_voi@mail.ru

³ Saint-Petersburg State Forestry University, Saint-Petersburg, Russia, sokolova_vika@inbox.ru

В статье представлены краткий анализ технологии уборки зерновых культур и технических средств, из которого следует, что односекционные молотильно-сепарирующие деки конструктивно выглядят следующим образом. «Гнезда» для их установки в комбайне закреплены на боковых щеках, которые в свою очередь жестко связаны с поперечными планками, установленными между собой с равным интервалом по всей длине деки, а поперечные планки внутренней стороной расположены на цилиндрической поверхности с определенным углом охвата барабана. При этом для увеличения жесткости поперечных планок и всей деки в целом ниже поверхности яруса прутков поперечные планки связаны между собой ребрами прямоугольной формы, изогнутыми по концентрической окружности большего радиуса, чем радиус рабочей поверхности сепарирующей решетки. Все деки устанавливаются на комбайне относительно внешнего диаметра бичей барабана не по концентрической окружности, а со смещением. Поэтому принципиальными недостатками однобарабанных односекционных дек являются достаточно высокие уровни недомолота, потери свободного зерна грубом ворохе через соломотряс и особенно дробление. В связи с чем возникает необходимость совершенствования дек, а также необходимость модернизации молотильно-сепарирующего устройства с улучшением работы воздушно-решетной очистки.

На основании поисковых исследований предложена защищенная патентом РФ односекционная молотильная дека. Дека состоит, как минимум, из трех зон; в первой зоне – вымолота и сепарации – сепарирующая решетка выполнена двухъярусной с изменяемым расстоянием между ярусами путем вариативной установки под основным ярусом съемных прутков решетки, расположенных на поперечных планках с шагом t на больших, чем у основного яруса радиусах, проходящих посередине шага прутков основного верхнего яруса с интервалами от 0,75 до 1,25 t , во второй зоне – сепарации и обмолота – сепарирующая решетка протяженностью от 5 до 12 интервалов между поперечными планками выполнена одноярусной, но шаг между прутками решетки, расположенными на продолжении яруса первой зоны на поперечных планках зоны, составляет не менее 1,5 t шага прутков первой зоны, в третьей зоне – домолота и сепарации – протяженностью не более 6 интервалов между поперечными планками; одноярусная решетка является продолжением верхнего яруса первой зоны с шагом прутков от 0,5 до 1,5 t шага первой зоны. Данное решение имеет практическую значимость и перспективы для внедрения путем установки таких устройств на самоходных зерноуборочных комбайнах.

Ключевые слова: технология обмолота, зерноуборочный комбайн, молотильно-сепарирующее устройство, дека, планки, щека деки, подбарабанье, стрясная доска, промышленный образец.

Для цитирования: Соболев М.О., Тарасенко Б.Ф., Мечкало Л.Ф., Войнаш С.А., Соколова В.А. Молотильно-сепарирующее устройство // Тракторы и сельхозмашины. 2021. № 2. С. 61–67. DOI: 10.31992/0321-4443-2021-2-61-67.

The article presents a brief analysis of the technology of harvesting grain crops and technical means, from which it follows that one-section threshing-separating decks structurally look as follows. The “sockets” for their installation in the combine are fixed on the side cheeks, which, in turn, are rigidly connected to the transverse strips, installed between them at a uniform interval along the entire length of the deck, and the transverse strips with their inner side are located on a cylindrical surface with a certain drum wrap angle. At the same time, to increase the rigidity of the transverse strips and the entire deck as a whole, below the surface of the bar tier, the transverse strips are interconnected by rectangular ribs curved along a concentric circle of a larger radius than the radius of the working surface of the separating grid. All decks are installed on the combine with respect to the outer diameter of the drum beaters, not along a concentric circle, but with an offset. Therefore, the principal disadvantages of single-drum single-section decks are the high levels of under-threshing, loss of free grain in the coarse heap through straw walkers, and especially crushing. In this connection, there is a need for its improvement, as well as the need to modernize the threshing-separating device with an improvement in the operation of the air-sieve cleaning. On the basis of prospecting studies, a single-section threshing deck protected by the RF patent was proposed. The deck consists of at least three zones. In the first zone of threshing and separation the separating grid is made two-tier, with a variable distance

between the tiers by means of a variant installation under the main tier of removable bars of the grid, located on the transverse slats with a step t larger on radii than those of the main tier, passing in the middle of the step bars of the main upper tier with intervals from $0,75$ to $1,25t$. In the second zone of separation and threshing the separating grid with a length of 5 to 12 intervals between the transverse strips is single-tier, but the step between the grid bars located on the continuation of the tier of the first zone on the transverse strips of the zone is at least $1,5t$ of the step. In the third zone of final threshing and separation with a length of no more than 6 intervals between the transverse slats, a single-tier grating is a continuation of the upper tier of the first zone with a bar pitch from $0,5$ to $1,5t$ of the first zone pitch. This solution has practical significance and perspective for implementation by installing them on self-propelled grain harvesters.

Keywords: threshing technology, combine harvester, threshing and separating device, deck, grid bars, deck cheek, concave, shaker pan, production prototype.

Cite as: Sobolev M.O., Tarasenko B.F., Mechkalov L.F., Voynash S.A., Sokolova V.A. Threshing and separating device. *Traktory i sel'khoz mashiny*. 2021. No 2, pp. 61–67 (in Russ.). DOI: 10.31992/0321-4443-2021-2-61-67.

Введение

Пропускная способность существующих зерноуборочных комбайнов ограничивается производительностью молотильно-сепарирующего устройства, а также эффективностью работы воздушно-решетной очистки и соломотряса.

Так, по данным машинно-испытательных станций, до 20 % всего рабочего времени зерноуборочные комбайны простаивают по технологическим причинам, связанным с поломками рабочих органов [1]. Снижение потерь зерна при уборочных работах играет важнейшую роль в решении продовольственной программы страны. Основным уборочным агрегатом (70 % парка) является однобарабанный зерноуборочный комбайн. 30 % приходится на машины других типов для работы в экстремальных положительных или отрицательных условиях. При уборке хлебов наибольшую долю составляют потери за молотилкой комбайна. В соответствии с агротребованиями эти потери при оптимальных условиях не должны превышать 1,5 %. Однако, реально они значительно выше и достигают 12 % и более, что эквивалентно миллионам тонн утраченного продукта. Главным агрегатом молотилки является молотильный аппарат, формирующий условия работы конечных сепараторов – соломотряса и очистки. Именно от успешной работы молотильного аппарата зависит нормальное функционирование последних и комбайна в целом. За время существования создано и испытано большое число типов молотильных аппаратов. Однако в конечном итоге наибольшее распространение получил агрегат с бильным барабаном и прутково-планчатый подбарабаньем, который принято называть классическим. Этому молотильному аппарату более двухсот лет, но и современная конструкция мало чем отличается от своего раннего предшественника. Сегодня актуальное требование снижения потерь вступило в противоречие с возможностями

основного рабочего органа зернокомбайна. Попытки решить проблему за счет увеличения габаритов исчерпали себя. Нужны другие подходы к решению проблемы.

Цель и задачи исследований

Целью исследований являлось совершенствование технологии и конструкции молотильно-сепарирующего устройства, снижения потерь и сокращения срока уборки.

Для решения проблемы и поставленной цели решались следующие задачи исследований.

1. На основании анализа технических средств предложить модернизированную схему молотильно-сепарирующего устройства для самоходных зерноуборочных комбайнов (ЗУК).
2. Изготовить промышленный образец и провести испытания.

Краткий анализ технологий и технических средств

Для реализации первой задачи исследований осуществим краткий анализ научной литературы. Предлагаемое техническое средство относится к области комбайностроения, а именно к молотильно-сепарирующим устройствам, в частности к молотильным односекционным декам (далее – деки).

Наибольшее распространение на практике получили самоходные ЗУК однобарабанного типа с односекционными молотильными деками (подбарабаньем).

Согласно исследованиям [1–8] основным преимуществом ЗУК этого типа является то, что по соотношению цена – польза они являются наиболее эффективными и конструктивно самыми простыми.

Все известные односекционные молотильно-сепарирующие деки конструктивно выглядят следующим образом: «Гнезда для их установки в комбайне закреплены на боковых щеках, которые в свою очередь жестко связаны с поперечными планками, установлен-

ными между собой с равномерным интервалом по всей длине деки (см. [8, с. 49–53]; [5, с. 47–53]).»

Поперечные планки внутренней стороной расположены на цилиндрической поверхности с определенным углом охвата барабана.

Угол охвата барабана односекционной декой находится в пределах от 110 до 140 градусов, количество поперечных планок из известных на практике дек колеблется от 13 до 21 шт.

В верхней части поперечных планок с равномерным шагом по всей ширине деки просверлены отверстия, в которые вставлены по всей длине деки от первой до последней планки в один ярус прутки, образующие сепарирующую решетку.

Для увеличения жесткости поперечных планок и всей деки в целом ниже поверхности яруса прутков поперечные планки связаны между собой ребрами прямоугольной формы, изогнутыми по концентрической окружности большего радиуса, чем радиус рабочей поверхности сепарирующей решетки.

Все деки устанавливаются на комбайне относительно внешнего диаметра бичей барабана не по концентрической окружности, а со смещением, при этом на входе задается регулируемый зазор в 5–8 раз больший, чем на выходе из деки; например (см. [8]), на входе 18 мм, а на выходе 2 мм. Это условие является обязательным для осуществления процесса молотбы, обеспечивающего достижения требований, описанных в работе [8].

Принципиальными недостатками однобарабанных односекционных дек являются достаточно высокие уровни недомолота, потери свободного зерна в грубом ворохе через соломотряс и особенно дробление, по сравнению с двухбарабанными и роторными моделями комбайнов.

Как показывают исследования [9], во время обмолота в зазоре между бичами барабана и планками молотильной деки с момента входа стеблевой массы и до ее выхода на каждом сегменте деки происходят разные, свойственные каждой зоне процессы, вызванные непрерывным структурно-массовым изменением стеблевой массы. Так, например, в первой фазе в начале деки определяющим является удар, при котором вымолачивается более 70 % зерна и происходит начальное деформирование и соответственно изменение структуры обмолачиваемого материала.

В середине деки существенным фактором является протирание и сепарация зерна через деку. В последней зоне в конце деки с умень-

шением зазора до минимума происходит ужесточение режима воздействия на стеблевую массу, обеспечивающее домолот и сепарацию оставшегося зерна.

Конструктивное исполнение деки с одноярусной равномерно расставленной по всей площади деки сепарирующей решеткой не в состоянии адекватно реагировать на зональное изменение параметров технологического процесса, что ухудшает качественные процессы обмолота и снижает производительность комбайна. Например, как показывают исследования [9], начальная фаза обмолота является наиболее существенной, обеспечивающей основной вымолот зерна из колоса, в этой же части наблюдается основной сход зерна через деку.

Выбитое из колоса зерно, разогнанное ударом бича, пролетает через сепарирующую решетку двумя основными путями: одна часть, соударяясь напрямую или по касательной о прутки решетки, освобождается от пленок и колосковых чешуек и поэтому ввиду высокого удельного веса легко проскальзывает через вибрируемый зерновой ворох, ложится на дно стрясной доски и далее кратчайшим путем через решето попадает в зерновой шнек.

Другая часть зерна пролетает между прутками одноярусной сепарирующей решетки, недостаточно очистившись от пленки и колосковых чешуек, поэтому эта часть задерживается в зерновом ворохе на стрясной доске и далее на решетках, что затрудняет его сход и ограничивает пропускную способность комбайна на очистке.

Далее, проходя по деке, слой стеблевой массы непрерывно сжимается, и растет разница в скоростях движения между верхним и нижним слоем стеблевой массы; свободное зерно, захваченное бичами барабана и увлекаемое верхним слоем, начинает частично двигаться по касательной к барабану и не в состоянии пройти вниз через уплотняемый слой стеблевой массы из-за относительно плотной для этой зоны сепарирующей решетки. Кроме того, на среднем участке деки происходит интенсивное крошение стеблевой массы, что приводит к избыточному насыщению зернового вороха незерновой частью (половой, сбойной, обрушенными стеблями и т.п.).

На последних интервалах деки количество сбойной резко возрастает, существующая сепарирующая решетка с единым шагом прутков по всей длине деки начинает обладать по отношению к вороху избыточной скважностью, при которой, кроме полезного схода чистого зерна, вниз на стрясную доску попадает очень

много сбоины с увеличенным количеством обломков стеблей. Эти обломки по массе близки к массе зерна, что ухудшает его выделение из вороха на ветрорешетной очистке.

Материалы и методы

Техническим решением модернизации будет создание конструкции деки, максимально адаптированной к зональным изменениям технологического процесса в подбарабанье, которая обеспечивает повышение производительности ЗУК с одновременным повышением качества обмолота.

Указанная решение показано в виде схемы деки максимально адаптированной к зональным изменениям (рис.).

Представленное техническое решение защищено патентом № 2714247 [10].

На рисунке использованы следующие обозначения:

- t – шаг прутков решетки верхнего яруса;
- R – радиус верхнего яруса прутков;
- $R1$ – радиус нижнего яруса прутков;
- S – глубина залегания прутков верхнего яруса;
- h – шаг между ярусами;
- C – интервал между поперечными планками деки;
- d – диаметр прутков решетки;
- 1 – установочное гнездо деки;
- 2 – щека деки;
- 3 – поперечная планка деки;
- 4 – пруток решетки верхнего яруса;
- 5 – пруток решетки нижнего яруса;
- 6 – ребро деки.

Вся поверхность деки с равномерно расположенными поперечными планками с интервалом C функционально разбита на три зоны:

- зона 1 – зона вымолота и сепарации;
- зона 2 – зона сепарации и обмолота;
- зона 3 – зона домолота и сепарации.

Протяженность каждой зоны определяется видом культуры, состоянием культуры и зональными особенностями.

Первая зона – вымолота и сепарации – протяженностью не менее трех интервалов C между поперечными планками на глубине залегания S на поперечной планке содержит верхний основной ярус прутков диаметром d , вставленных в отверстия поперечных планок по радиусу R с шагом между прутками t по всей ширине деки.

Ниже верхнего основного яруса прутков на больших, чем у основного яруса, радиусах $R1$, проходящих по середине шага t прутков верхнего яруса 4 с вариантными интервала-

ми h от $0,75t$ до $1,25t$ между осями отверстий верхнего яруса и между собой, расположены три ряда отверстий по всей длине поперечных планок зоны для вариантной установки прутков 5 второго яруса.

Такая конфигурация двухъярусной сепарирующей решетки обеспечивает получение на выходе из деки максимального количества очищенного и отшлифованного зерна, не требующего усиленной сепарации на ветрорешетной очистке.

Во второй зоне сепарации и обмолота протяженностью до 12 интервалов преобладающим фактором является процесс сепарации при активном основополагающем воздействии бичей барабана. Этот процесс гарантируется тем, что шаг прутков основного яруса решетки в вариантном исполнении на том же радиусе R составляет не менее $1,5t$ прутков основного яруса первой зоны, например $2t$, как на рис. 6.

За счет увеличенной скважности решетки снижается плотность стеблевой массы, в результате чего облегчается сепарация свободного зерна в этой зоне.

Одним из свойственных недостатков, присущих барабанным молотильно-сепарирующим устройствам, является то, что плотность поступающей массы неравномерна по ширине деки. Практика показывает, что интенсивному износу бичи барабана и планки деки подвергаются по середине, а по краям, в среднем от 5 до 10 см, на бичах барабана и планках деки значимого износа практически не наблюдается.

С позиции требований к качеству обмолота на этих участках по краям при увеличенном шаге прутков решетки второй зоны есть опасность проваливания недомолоченных колосков через решетку.

Во избежание этого во второй зоне по краям от щек не более чем по десять прутков решетки на протяжении всей зоны, как вариант, являются продолжением прутков первой зоны с тем же шагом t и в том же ярусе радиуса R , например, по 5 прутков как на рис. 6.

В третьей зоне домолота и сепарации протяженностью не менее трех интервалов C между поперечными планками шаг в ярусе между прутками решетки, соосном с ярусами первой и второй зоны, составляет от $0,5t$ до $1,5t$ шага первой зоны. Это позволит сдерживать обвальную сбоины на ветрорешетную очистку.

Принципиально важным является для любой деки выдержать заданные молотильные зазоры, задаваемые поперечными планками.

На практике обычно все поперечные планки вырезаны из листовой стали толщи-

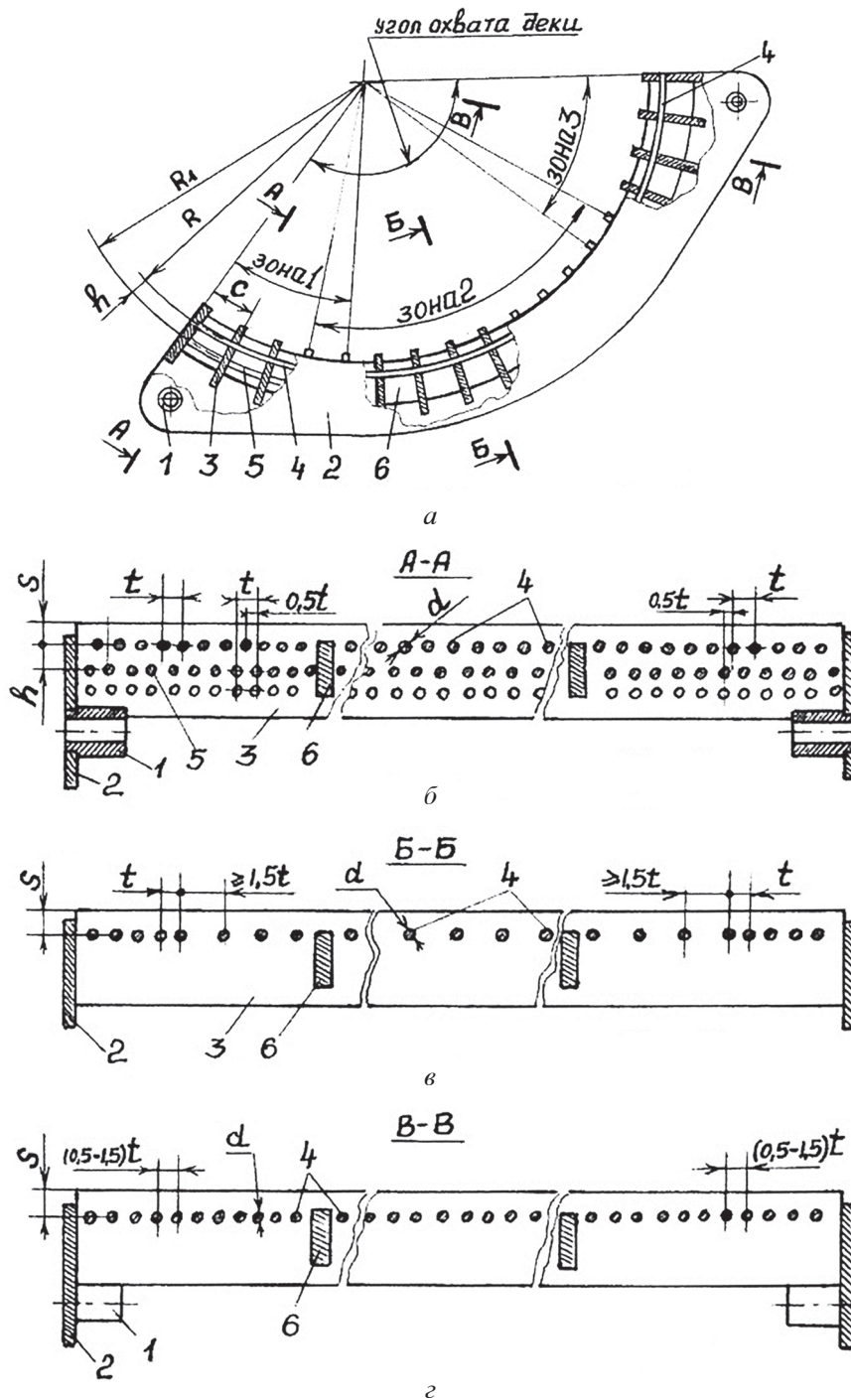


Рис. Схема деки, максимально адаптированной к зональным изменениям:

a – на общем виде сбоку показано вариантное исполнение деки с относительно возможным расположением зон; *б* – в сечении А–А показано вариантное расположение прутков двухъярусной сепарирующей решетки в первой зоне – вымолота и сепарации; *в* – в сечении Б–Б показано вариантное расположение прутков сепарирующей решетки во второй зоне – сепарации и обмола; *г* – в сечении В–В показано вариантное расположение прутков решетки в третьей зоне – домолота и сепарации

Fig. Deck layout maximally adapted to zonal changes:

a – a general side view shows a variant of the deck with a relatively possible arrangement of zones; *b* – section A–A shows a variant arrangement of the rods of a two-tier separating grid in the first zone – threshing and separation; *c* – section B–B shows a variant arrangement of the rods of the separating grid in the second zone – separation and threshing; *d* – section B–B shows a variant arrangement of the grating bars in the third zone – final threshing and separation

ной 6–8 мм. Такие планки достаточно упруги и из-за малой ширины быстро протираются, особенно по центру.

Изготовление всех планок из толстого материала нецелесообразно прежде всего из-за резкого снижения скважности деки и увеличения ее массы.

Для гарантированного обеспечения заданных молотильных зазоров достаточно того, чтобы, как минимум, три поперечные планки: первая, одна из средних и задняя – были усиленными, желателен термообработанными или наплавленными твердосплавным материалом. Вариантным решением может быть наличие двухъярусной решетки во второй зоне протяженностью до половины второй зоны, что обеспечило бы дополнительную доочистку зерна, не влияя на плотность стеблевой массы. Все деки являются съемными, так как для различных культур – от мелкосемянных до крупносемянных – нужны свои, адаптированные к ним деки; масса таких дек достигает 180 кг и более, и заменить деку – довольно не простая и достаточно тяжелая операция.

В свете предложенного технического решения целесообразно зонированную деку сделать со съемными или легко съемными каскадами, при этом каркас деки должен быть жестким, а ее щеки связаны упомянутыми ранее усиленными тремя-четырьмя поперечными планками. Между планками могут вставляться каскады с вариантным набором по шагу, диаметру, ярусности прутков, адаптированных под конкретные условия уборки. Такое решение предопределяет вариантное, технологически легко осуществимое исполнение решеток в каскадах не только по диаметру, шагу и ярусности решетки, но и по углу входа и выхода из каждой зоны, по глубине залегания прутков и т.п.

Результаты и обсуждение

Испытания в сезоне уборки 2019 г. убедительно показали, что даже на опытном экземпляре деки производительность комбайна по сравнению с серийной декой увеличилась более чем на 25 % при лучшем качестве зерна в бункере.

Так, при подготовке ЗУК к сезонной работе 2020 г., было оборудовано 15 машин модернизированной декой, прошли наблюдения в рядовой эксплуатации не только на комбайне «Дон», но и на комбайне «Акрос». На все образцы получены положительные отзывы (куль-

туры: ячмень, пшеница, соя, подсолнечник, кукуруза). Контроль производился оперативно в процессе работы и через 3–4 недели по контролю всходов.

Производительность ЗУК «Дон-1500» по зерну составляет 11,5 т/час. После переоборудования серийной деки на модернизированную производительность комбайна увеличилась до 14,7 т/час. Отдельными опытами были получены результаты производительности до 18 т/час, при допустимом уровне потерь, но с повышенным дроблением. Анализ причин позволил внести в деку соответствующие конструктивные изменения.

В Краснодарском крае зарегистрировано около 4000 барабанных комбайнов семейства Ростсельмаш. Если каждую эту машину оборудовать модернизированным подбарабаньем, то мы получим:

- 1) сокращение срока уборки, как минимум, на 15–20 %;
- 2) повышение качественных характеристик зерна (дробление, микроповреждения, сорность);
- 3) увеличение валового сбора зерна за счет уменьшения естественных биологических потерь до 4 %;
- 4) снижение расхода топлива до 3 %;
- 5) или снижение численности парка барабанных ЗУК Ростсельмаш на 800 шт., при тех же сроках уборки.

Данная дека выпускается путем модернизации серийной. Идет подготовка технологической оснастки для серийного производства. Планируется осуществить выпуск серийной модернизированной деки в первом квартале 2021 года.

Финансирование разработки осуществляется предприятием «ИП Соболев М.О.». Стоимость ремонта с модернизацией серийной деки составляет от 28 000 до 33 000 руб. Прогнозируемая стоимость новой – 43 000 руб.

Заключение

Поставленные задачи выполнены:

- 1) проведен краткий анализ технологий и технических средств;
- 2) на основании анализа для решения проблемы разработана защищенная патентом РФ модернизированная конструкция деки, обеспечивающая сокращение срока уборки, как минимум, на 15–20 %;
- 3) предварительные хозяйственные испытания показали, что производительность комбайна по сравнению с серийной декой увеличилась более чем на 25 %;

4) имеется снижение естественных биологических потерь до 4 % и снижение расхода топлива до 3 %;

5) осуществляется подготовка технологической оснастки для серийного производства, а также планируется начать выпуск серийной модернизированной деки в первом квартале 2021 г.

Литература

1. Романенко В.Н. Повышение эффективности работы воздушно-решетной очистки зерноуборочного комбайна: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01; [Место защиты: Рос. гос. аграр. заоч. ун-т]. Москва, 2010. 19 с.
2. Янко А.М., Тарасенко Б.Ф., Вельчо С.Ф. СКНИИЖ. Молотильное устройство: а.с. СССР № 1021406, МПК А01F 12/28. Оpubл. 07.06.1983.
3. Тарасенко Б.Ф., Медовник А.Н., Богатырев Н.И. и др. Кубанский государственный аграрный университет. Зерновой конвейер комбайна: патент РФ № 2277770, МПК А01F 12/46, А01F 12/60. Оpubл. 20.06.2006. Бюл. № 17.
4. Тарасенко Б.Ф., А.А. Самсонов, В.М. Прошак, ФГОУ ВПО Кубанский государственный аграрный университет. Устройство для уборки сельскохозяйственных культур: патент РФ № 2363137, МПК А01D 41/02, А01D 41/00. Оpubл. 10.08.2009. Бюл. № 22.
5. Тарасенко Б.Ф., Медовник А.Н., Карпенко В.Д. и др., ФГОУ ВПО Кубанский государственный аграрный университет. Устройство для уборки полеглого гороха прямым комбайнированием: патент РФ № 2376745, МПК А01D 45/24. Оpubл. 27.12.2009. Бюл. № 36.
6. Труфляк Е.В., Трубилин Е.И. Современные зерноуборочные комбайны: учебное пособие. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2017. 320 с.
7. Морозов А.Ф. Зерноуборочные комбайны. М.: Агропромиздат, 1991. 207 с.
8. Песков Ю.А., Мещеряков И.К., Ярмашев Ю.Н. и др. Зерноуборочные комбайны «ДОН». М.: Агропромиздат, 1986. 333 с.
9. Кленин Н.И., Лачуга Ю.Ф. Ударное воздействие на хлебную массу в процессе обмолота // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства». 1970. № 12. С. 40–41.
10. Ярмашев Ю.Н., Мечкало Л.Ф., Хасанов Р.Р., Соболев М.О. Патентообладатель Мечкало Л.Ф. Односекционная молотильная дека: патент РФ № 2714247, МПК А01F 12/24, А01F 12/00. Оpubл. 13.02.2020. Бюл. № 5.

References

1. Romanenko V.N. Povysheniye effektivnosti raboty vozduшноreshetnoy ochistki zernouborochnogo kombayna: avtoreferat dis. ... kandidata tekhnicheskikh nauk [Improving the efficiency of the air-sieve cleaning of the combine harvester: Abstract to Dissertation for Degree of PhD in Engineering]: 05.20.01; [Mesto zashchity: Ros. gos. agrar. zaoch. un-t]. Moscow, 2010. 19 p.
2. A.S. SSSR No 1021406, MPK A01F 12/28. Molotil'noye ustroystvo [Threshing device]. A.M. Yanko, B.F. Tarasenko, S.F. Vel'cho. SKNIIZH. Opubl.: 07.06.1983.
3. Patent RF No 2277770, MPK A01F 12/46, A01F 12/60. Zernovoy konveyer kombayna [Combine grain conveyor]. B.F. Tarasenko, A.N. Medovnik, N.I. Bogatyrev i dr. Kubanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet. Opubl.: 20.06.2006. Byul. No 17.
4. Patent RF No 2363137, MPK A01D 41/02, A01D 41/00. Ustroystvo dlya uborki sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [Harvesting device for agricultural crops]. B.F. Tarasenko, A.A. Samsonov, V.M. Proshchak. FGOU VPO Kubanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet. Opubl.: 10.08.2009. Byul. No 22.
5. Patent RF No 2376745, MPK A01D 45/24. Ustroystvo dlya uborki poleglogo gorokha pryamym kombaynirovaniyem [Device for harvesting lodged peas by direct combining]. B.F. Tarasenko, A.N. Medovnik, V.D. Karpenko i dr. FGOU VPO Kubanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet. Opubl.: 27.12.2009. Byul. No 36.
6. Truflyak YE.V., Trubilin YE.I. Sovremennyye zernouborochnyye kombayny [Modern combine harvesters]: uchebnoye posobiye. 2-e izd., ster. Sankt-Peterburg: Lan' Publ., 2017. 320 p.
7. Morozov A.F. Zernouborochnyye kombayny [Combine harvesters]. Moscow: Agropromizdat Publ., 1991. 207 p.
8. Peskov YU.A., Meshcheryakov I.K., Yarmashev YU.N. i dr. Zernouborochnyye kombayny «DON» [Don combine harvesters]. Moscow: Agropromizdat Publ., 1986. 333 p.
9. Klenin N.I., Lachuga YU.F. Impact on the grain mass in the process of threshing. Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sotsialisticheskogo sel'skogo khozyaystva», 1970, No 12, pp. 40–41 (In Russ.).
10. Patent RF. No 2714247, MPK A01F 12/24, A01F 12/00. Odnosektsionnaya molotil'naya deka [Single section threshing deck]. YU.N. Yarmashev, L.F. Mechkalo, R.R. Khasanov, M.O. Sobolev. Patentobladatel' Mechkalo L.F. Opubl.: 13.02.2020. Byul. No 5.