

**АЛДОШИН НИКОЛАЙ ВАСИЛЬЕВИЧ**, докт. техн. наук

E-mail: cxm.msau@yandex.ru

**МОСЯКОВ МАКСИМ АЛЕКСАНДРОВИЧ**, аспирант

E-mail: Maks.Mosyakov@yandex.ru

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550,  
ул. Тимирязевская, 49, Москва, Российская Федерация

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ОЧЕСЫВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ УБОРКИ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР

Акцентируется внимание на одной из основных целей возделывания зернобобовых культур – получении высокобелкового пищевого, кормового или технического сырья. Представлен люпин белый, как культура, введенная в государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории РФ. Рассмотрена нетрадиционная технология уборки зернобобовой культуры методом очеса, которая позволяет уменьшить энергозатраты, снизить травмирование и потери семян. Определено, что источником повреждения в очесывающих устройствах в основном является очесывающий барабан, вращающийся с высокой частотой, взаимодействующий непосредственно с семенами убираемой культуры. Их геометрические параметры оказывают первостепенное влияние на качественные показатели уборочных работ. Конструктивные особенности существующих рабочих органов не в полной мере позволяют обеспечить минимальные потери и повреждения при уборке белого люпина. Выполнен патентно-технический анализ существующих очесывающих рабочих органов для уборки крупносемянных культур, зарегистрированных в патентной базе Федерального Института Промышленной Собственности (Роспатент) ФГУ и патентной базе «Espacenet». Проанализировав конструкции очесывающих гребенок для крупносемянных культур, был предложен комбинированный рабочий орган, позволяющий снизить травмирование зерна белого люпина. Использование данного органа совместно с гребенками для уборки крупносемянных культур, установленных на барабане очесывающей жатки для уборки белого люпина, позволяет снизить травмирование и потери семян.

**Ключевые слова:** очесывающее устройство, белый люпин, уборка, зерноуборочный комбайн, технология уборки.

**Введение.** Бобовые культуры относятся к семейству крупносемянных однолетних растений: горох, фасоль, соя, чечевица, чина, арахис, кормовые бобы, вика посевная, нут, люпин и др. Они являются важными сельскохозяйственными культурами, наделенными высокими пищевыми и кормовыми качествами, способными повышать плодородие почвы.

В мировом земледелии данные культуры занимают около 13...14% от всех посевных площадей, общее производство составляет 1,1 млн т. В нашей стране этот процент колеблется около 3,8% и составляет 2307 тыс. т. Россия входит в 10 стран по показателям производства данных культур [1].

В 2016 году в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории РФ, была включена культура под № 11 – люпин белый. Посевные площади данной культуры увеличиваются, это связано с острой стоящей проблемой производства растительного белка.

Возделывают данную культуру в различных природно-климатических зонах, что определяет колебания урожайности, высоты и состояние стеблестоя, засоренности и влажности растений. Погодные условия также изменчивы и не всегда благоприятны [2]. Все это делает процесс уборки сложным и очень ответственным технологическим комплексом работ. Одним из определяющих факторов ее успешного завершения, является выбор способа ее проведения.

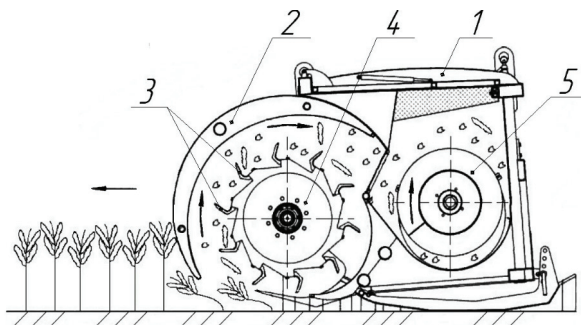
Зачастую сельхозпроизводители отказываются от возделывания зернобобовых культур из-за их осложненного морфологическими особенностями строения растений и длительного вегетационного периода, что повышает материальные и энергетические затраты процесса уборки [3].

**Цель исследований** – повышение качественных показателей работы очесывающих устройств при уборке белого люпина, путем совершенствования их конструкции.

**Материал и методы.** Анализ научно-технических исследований, представленных в различных

литературных источниках по технологическому процессу уборки растений очесом на корню, позволяет определить приставки или жатки к зерноуборочному комбайну для уборки бобовых культур [4].

Уборка с применением технологии очеса растений на корню относится к нетрадиционным способам уборки урожая [5]. В нее входит приставка или жатка к зерноуборочному комбайну, позволяющая производить отрыв или очес стручков зернобобовых культур с помощью рабочего органа, – очесывающей гребенки, соединённой с барабаном, перемещающимся снизу-вверх или сверху-вниз, тем самым, захватывая убираемую массу. Образующаяся таким образом масса поступает к шнеку, который перемещает ее к середине жатки и подает в наклонную камеру зерноуборочного комбайна (рис. 1) [6].



**Рис. 1. Технологическая схема работы очесывающей жатки:**

- 1 – очесывающая жатка; 2 – обтекатель;  
3 – очесывающая гребенка;  
4 – очесывающий барабан; 5 – шнек

При движении по полю комбайна с навешанной очесывающей жаткой 1 происходит взаимодействие растений с обтекателем 2, последний наклоняет их вперед. Рабочий орган в виде гребенки 3, закрепленный на барабане 4 продольными рядами, перемещаясь снизу-вверх вместе с барабаном 4, внедряется в растительную массу, захватывая ее. После взаимодействия гребенки 3 с растениями образуется на 80% состоящая из свободных семян масса. Далее она поступает к шнеку 5, который перемещает ее к середине жатки и подает в наклонную камеру зерноуборочного комбайна [7].

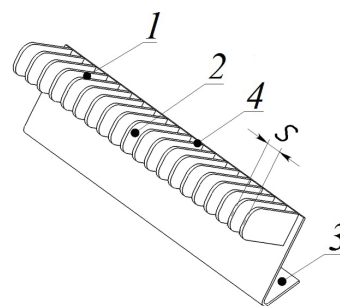
Все очесывающие аппараты для уборки растений основаны на принципе отрыва от стеблей или раскрытия стручка и транспортировке семян далее в комбайн. Они обеспечивают уборку растений в меньшей степени зависимую от спелости и влажности, однако, значительно повреждают семена убираемого растения [8].

**Результаты и обсуждение.** Анализируя работы О.В. Моисеенко, П.А. Шабанова, М.М. Мороза, В.И. Пахомова, А.И. Бурьянова, А.А. Миренкова, М.А. Бурьянова, В.А. Шаршунова и других ученых

по технологии очеса, можно определить, что наибольшие потери и повреждения зерна появляются после взаимодействия очесывающей гребенки с растениями [9].

Геометрические параметры рабочих органов очесывающей жатки оказывают первостепенное влияние на качественные показатели уборочных работ [10]. Анализируя существующие конструкции рабочих органов, очесывающих жаток, было установлено, что наиболее распространенным вариантом является барабан с жестко закреплёнными рабочими органами в виде очесывающих гребенок.

Конструктивные особенности существующих рабочих органов не в полной мере позволяют обеспечить минимальные потери и повреждения при уборке белого люпина. Поэтому были предложены гребенки, выполненные в виде комбинированного рабочего органа с зубьями в виде планок, закрепленных перпендикулярно рабочей поверхности пластин с межосевым расстоянием «s», препятствующему свободному прохождению очесываемой культуры между рабочими кромками планок (рис. 2).



**Рис. 2. Комбинированный рабочий орган:**

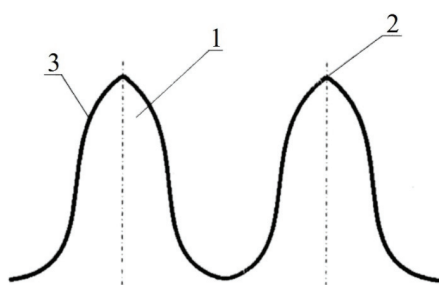
- 1 – комбинированный рабочий орган;  
2 – планки; 3 – пластина;  
4 – рабочие кромки очесывающих планок

Рабочий орган, перемещаясь снизу-вверх вместе с барабаном, захватывает убираемую массу, направляя ее в раствор между очесывающими планками. При этом равномерно распределяя стебли растений в межосевом расстоянии «s», тем самым ограничивая свободу их перемещения в поперечном направлении. Продукт очеса получает кинематическую энергию движения, а очесывающие планки придают необходимое направление движения. При взаимодействии рабочих кромок с очесывающим продуктом происходит раскрытие стручка и осыпание семян, тем самым выполняя процесс уборки белого люпина. Межосевое расстояние «s» между смежными очесывающими планками не превышает размер поперечного сечения стручка, что препятствует свободному прохождению растения через рабочие кромки.

Так при уборке белого люпина комбинированными очесывающими рабочими органами поврежде-

дение семян снижается, но обеспечить полный их сбор невозможно. Поэтому вместе с ними необходимо использовать очесывающие гребенки для уборки крупносемянных культур (патент на полезную модель № 172995) [11].

Гребенки очесывающего устройства для уборки крупносемянных культур имеют фигурные зубья 1. Верхняя часть рабочей кромки зуба 3 от вершины 2 имеет переменный радиус кривизны, направленный к центру его полости. Причем на середине высоты зуба, имеется точка перегиба, и переменный радиус кривизны меняет направление, после чего он направлен внутрь полости межзубового пространства (рис. 3).



**Рис. 3. Форма зубьев очесывающей гребенки для уборки крупносемянных культур: 1 – фигурные зубья; 2 – вершина зуба; 3 – кромка зуба**

Съемные гребенки очесывающего устройства, закрепленные на барабане продольными рядами, содержащие пластину с изогнутым профилем по длине рабочей поверхности, на которой выполнены прорезы, образующие зубья, перемещаясь снизу-вверх вместе с барабаном, захватывают очесываемую массу. Направляя ее в раствор между фигурными зубьями по криволинейной рабочей кромке, тем самым, выполняя процесс очеса семян.

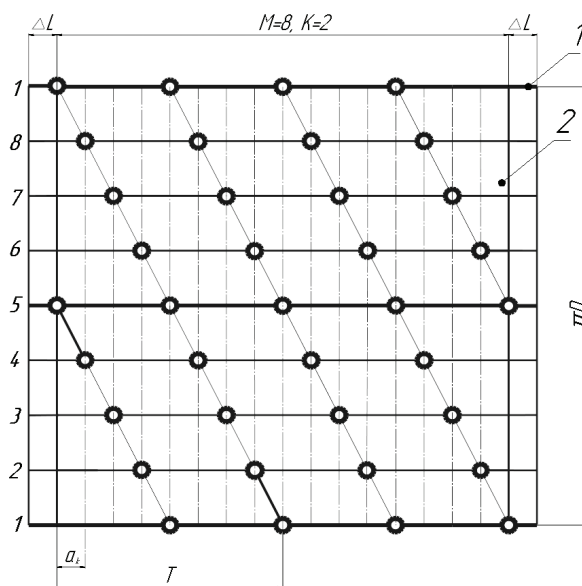
От вершины криволинейная рабочая кромка зуба имеет переменный радиус, благодаря этому растение с наименьшим трением целенаправленно поступает в щель между смежными зубьями, что в последующем обеспечивает режим очеса. При этом не происходит выпадения свободного зерна на поверхность поля в виде потерь.

Предложенное очесывающее оборудование для уборки крупносемянных культур позволяет избежать повышенных потерь свободным зерном за комбайном.

Расстановка рабочих органов очесывающей жатки тоже оказывает влияние на качественные показатели уборочных работ. Предложенная полезная модель № 164619 [12] состоит из очесывающего барабана 1 с расположенными на нем в качестве рабочих органов очесывающими гребенками 2, размещенных с осевым смещением в смежных рядах на величину « $a_k$ », которое обеспечивает размещение гребенок по спирали с равным шагом « $T$ »

на протяжении всей длины окружности барабана (рис. 4).

Стебли растений захватываются гребенками 1 вращающегося барабана 2 и протягиваются сквозь щель между зубьями и тем самым освобождаются от семян. Предлагаемый барабан очесывающей жатки для уборки белого люпина, на котором в качестве рабочих органов используются очесывающие гребенки, расположенные с осевым смещением в смежных рядах, обеспечивающее их размещение по спирали на протяжении всей длины окружности очесывающего барабана, позволяет уменьшить потери при уборке белого люпина.



**Рис. 4. Развертка барабана очесывающей жатки, для уборки белого люпина: 1 – очесывающая гребенка; 2 – очесывающий барабан**

### Выводы

Представленные в статье конструктивные решения по очесывающим устройствам, используемым при уборке белого люпина, позволяют повысить качественные показатели их работы и дают возможность снизить потери и травмирование семян.

### Библиографический список

1. АГРОХОЛДИНГ СОЮЗ: Зернобобовые культуры (растения), урожайность зернобобовых, зерно зернобобовых. [Электронный ресурс]. URL: [http://agrogold.ru/zernobobovyye\\_kultury\\_rasteniya\\_u](http://agrogold.ru/zernobobovyye_kultury_rasteniya_u) (дата обращения 26.01.2018)
2. Ahmet INCE, Sait M.SAY, Orhan KARA, Emin BILGILI Comparing of Different Harvesting Systems in Wheat Harvesting Tarm Makinalan Bilimi Dergisi

Journal of Agricultural Machinery Science 2011, 7(11), 89-93.

3. Мосяков М.А. Анализ способов уборки белого люпина // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России: Матер. Всероссийской науч.-практ. конф. 23-24 марта 2017. Пенза: РИО ПГСХА, 2017. Т. II. С. 24-26.

4. Мосяков М.А. Классификация очесывающих жаток и перспективы их применения на уборке зернобобовых культур // Проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса России: Матер. Всероссийской заочной научно-практической конференции 19 апреля 2017. Благовещенск: Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2017. Т. 4. С. 63-66.

5. J. Yuan and Y. Lan Development of an Improved Cereal Stripping Harvester. Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal. Manuscript PM 07009. Vol. IX. September, 2007.

6. Алдошин Н.В., Золотов А.А., Цыгуткин А.С., Лылин Н.А. Уборка бинарных посевов зерновых культур // Вестник ФГОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина». 2016. № 3 (73). С. 11-17.

7. Shelbourne Reynolds Engineering Ltd. Shelbourne Cereal Special Stripper Header. Available at <http://www.shelbourne.com/> 5. Patent SU959669 Apparatus for thrashing standing agricultural crops. 1982.

8. Алдошин Н.В., Лылин Н.А., Мосяков М.А. Жатка «Озон» на уборке белого люпина // Современные тенденции развития технологий и технических средств в сельском хозяйстве: Матер. Международной науч.-метод. конф. 10 января 2017. Т. II. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. С. 102-109.

9. Мосяков М.А. Применение очесывающей жатки «озон» на уборке белого люпина // Вклад молодых ученых в аграрную науку: Матер. Междунар. научно-практ. конф. 18-19 апреля 2017. Кинель: ФГБОУ ВО Самарский ГСХА, 2017. С. 165-168.

10. Жалнин Э.В., Табашников А.Т. и др. Сравнительная оценка очесывающих адаптеров различных конструкций. М.: НТБ ВИМ. Выпуск 83. С. 21.

11. Очесывающее устройство для крупносемянных культур: Патент РФ № 172995, МПК А01D41/08 / Н.В. Алдошин, А.А. Золотов, Н.А. Лылин, А.И. Панов, А.А. Манохина, М.А. Мосяков, Д.Н. Алдошин, А.М. Воронов. Оpubл. 03.08.2017. Бюл. № 22.

12. Очесывающий барабан: Патент РФ № 164619, МПК А01D41/08 / В.М. Лукомец, Н.В. Алдошин, А.А. Золотов, А.С. Цыгуткин, М.А. Мосяков, Н.А. Лылин, Н.А. Аладьев, А.М. Воронов. Оpubл. 10.09.2016. Бюл. № 25.

Статья поступила 29.01.2018

## IMPROVING THE DESIGN OF A COMBING DEVICE FOR HARVESTING LEGUMINOUS CROPS

**NIKOLAI V. ALDOSHIN, DSc (Eng)**

E-mail: cxm.msau@yandex.ru

**MAKSIM A. MOSYAKOV, postgraduate student**

E-mail: Maks.Mosyakov@yandex.ru

Russian Timiryazev State Agrarian University; 127550, Timiryazevskaya Str., 49, Moscow, Russian Federation

The paper focuses on one of the main goals of the cultivation of leguminous crops – obtaining high-protein food, feed or technical raw materials. The Lupine albus is represented as a crop included into the State Register of selection achievements permitted for use on the territory of the Russian Federation. The authors consider an unconventional technology for harvesting leguminous crops using the combing method, which will reduce energy costs, damage rate and seed loss. It has been determined that the main source of damage in combing devices is a combing drum rotating at a high speed and interacting directly with the seeds of crops being harvested. Their geometric parameters exert a paramount influence on the harvesting quality. The design features of the existing work tools do not fully ensure the minimum possible loss and damage when harvesting Lupine albus. The authors have made a patent-technical analysis of the existing combing working elements for harvesting large-seed crops registered in the Patent database of the Federal Institute of Industrial Property (Rospatent) and the “Espacenet” Patent base. After analyzing the designs of combing devices for large-seed crops, the authors have proposed a combined working unit, which allows reducing the damage of Lupine albus grain. When mounted on the drum of the combing head for harvesting Lupine albus together with combs for harvesting large-seed crops, this unit allows reducing damage and loss of seeds.

**Key words:** combing device, Lupine albus, harvesting, combine harvester, harvesting technology.



## References

1. AGROK HOLDING SOYUZ: Zernobobovyey kul'tury (rasteniya), urozhaynost' zernobobovykh, ry-nok zernobobovykh [AGROHOLDING SOYUZ: Le-guminous crops, the productivity of leguminous crops, the market of leguminous crops]. URL: [http://agrogold.ru/zernobobovyey\\_kultury\\_rasteniya\\_u](http://agrogold.ru/zernobobovyey_kultury_rasteniya_u) (Access date 26.01.2018) (in Rus.)
2. Ahmet INCE, Sait M.SAY, Orhan KARA, Emin BILGILI Comparing of Different Harvesting Systems in Wheat Harvesting Tarm Makinalan Bilimi Dergisi Journal of Agricultural Machinery Science 2011, 7(11), 89-93.
3. Mosyakov M.A. Analiz sposobov uborki be-logo lyupina [Analyzing the methods of white lupin harvesting]. *Innovatsionnyye idei molodykh issledovateley dlya agropromyshlennogo kompleksa Rossii: Mater. Vserossiyskoy nauch.-prakt. konf. 23-24 marta 2017*. Penza: RIO PGSKhA, 2017. Vol. II. Pp. 24-26. (in Rus.)
4. Mosyakov M.A. Klassifikatsiya ochesyvayushchikh zhatok i perspektivy ikh primeneniya na uborke zernobobovykh kul'tur [Classification of combing headers and prospects for their use in harvesting leguminous crops]. *Problemy i perspektivy razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossii: Mater. Vserossiyskoy zaochnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii 19 aprelya 2017*. Blagoveshchensk: Izd-vo Dal'nevostochnogo GAU, 2017. Vol. 4. Pp. 63-66. (in Rus.)
5. J. Yuan and Y. Lan Development of an Improved Cereal Stripping Harvester. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*. Manuscript PM 07009. Vol. IX. September, 2007.
6. Aldoshin N.V., Zolotov A.A., Tsygutkin A.S., Lylin N.A. Uborka binarnykh posevov zernovykh kul'tur [Harvesting of binary grain crops]. *Vestnik of Moscow Goryachkin Agroengineering University*. 2016. No. 3 (73). Pp. 11-17. (in Rus.)
7. Shelbourne Reynolds Engineering Ltd. Shelbourne Cereal Special Stripper Header. Available at <http://www.shelbourne.com/5>. Patent SU959669 Apparatus for thrashing standing agricultural crops. 1982.
8. Aldoshin N.V., Lylin N.A., Mosyakov M.A. Zhatka "Ozon" na uborke belogo lyupina [Using "Ozon" header for white lupine harvesting]. *Sovremennyye tendentsii razvitiya tekhnologii i tekhnicheskikh sredstv v sel'skom khozyaystve: Mater. Mezhdunarodnoy nauch.-metod. konf. 10 yanvarya 2017*. Vol. II. Voronezh: FGBOU VO Voronezhskiy GAU, 2017. Pp. 102-109. (in Rus.)
9. Mosyakov M.A. Primneniye ochesyvayushchey zhatki "Ozon" na uborke belogo lyupina [Using "Ozon" combing header for white lupine harvesting]. *Vklad molodykh uchenykh v agrarnuyu nauku: Mater. Mezhdunar. nauchno-prakt. konf. 18-19 aprelya 2017*. Kinel': FGBOU VO Samara GSKhA, 2017. Pp. 165-168. (in Rus.)
10. Zhalnin E.V., Tabashnikov A.T. et al. Sravnitel'naya otsenka ochesyvayushchikh adapterov razlichnykh konstruksiy [Comparative evaluation of combing adapters of various designs]. *Moscow. NTB VIM*. Issue 83. P. 21. (in Rus.)
11. Aldoshin N.V., Zolotov A.A., Lylin N.A., Pano A.I., Manokhina A.A., Mosyakov M.A., Aldoshin D.N., Voronov A.M. Ochesyvayushcheye ustroystvo dlya krupnosemyannykh kul'tur [Combing device for large-seed crops]: Patent RF No. 172995, MPK A01D41/08. Published on 03.08.2017. Bul. No. 22. (in Rus.)
12. Lukomets V.M., Aldoshin N.V., Zolotov A.A., Tsygutkin A.S., Mosyakov M.A., Lylin N.A., Alad'yev N.A., Voronov A.M. Ochesyvayushchiy baraban [Combing drum]: Patent RF No. 164619, MPK A01D41/08. Published on 10.09.2016. Bul. No. 25. (in Rus.)

The paper was received on January 29, 2018