

7. Mun, F. Khaoticheskie kolebaniia. Vvodnyi kurs dlia nauchnykh rabotnikov i inzhenerov: per. s angl. / F. Mun. – Moskva: Mir, 1990. – 312 s.

8. Panovko, Ia.G. Vvedenie v teoriuu mekhanicheskikh kolebaniy / Ia. G. Panovko. – Moskva: Nauka, 1991. – 256 s.

9. Panovko, Ia. G. Vvedenie v teoriuu mekhanicheskogo udara / Ia. G. Panovko. – Moskva: Nauka, 1977. – 224 s.

10. Patent RF No. 2746586. Molotkovaia drobilka / Fedorenko I.Ia., Bospoldenov R.V. – Opubl. 16.04.2021. Biul. No. 11.



УДК 631.362.33

DOI: 10.53083/1996-4277-2022-210-4-107-112

**Н.И. Стрикунов, С.В. Леканов,
С.С. Щербakov, М.Е. Микитюк
N.I. Strikunov, S.V. Lekanov,
S.S. Shcherbakov, M.E. Mikityuk**

К ОБОСНОВАНИЮ ПАРАМЕТРОВ ПЛАСТИНЧАТОГО БАРАБАНА ЦЕНТРОБЕЖНО-РЕШЕТНОГО СЕПАРАТОРА

SUBSTANTIATION OF THE PARAMETERS OF PLATE-TYPE DRUM OF CENTRIFUGAL SIEVE SEPARATOR

Ключевые слова: зерновой материал, длинные примеси, мелкие примеси, центробежно-решетный сепаратор, цилиндрическое подсевное решето, цилиндрическое зерновое решето, пластинчатый барабан, короткая фракция, длинная фракция.

Преимущества центробежно-решетных сепараторов перед другими сепарирующими решетными рабочими органами заключаются в высокой удельной производительности (в 2,5-3 раза выше, чем плоского решета), в отсутствии знакопеременных сил, что обеспечивает высокую надежность работы этих машин. Важнейшее преимущество сепаратора и его отличительная особенность (по сравнению с другими решетными сепараторами) – совмещение двух технологических операций разделения (по ширине и длине частиц) в одном рабочем органе. Это обеспечивается применением цилиндрических решет с круглыми отверстиями и ориентацией частиц в активном слое. Для интенсификации процесса сепарации необходимо в более широких интервалах применять центробежные силы, а для повышения производительности решет с круглыми отверстиями обеспечить полную загрузку решета по всей его поверхности. Совместная работа цилиндрического решета и пластинчатого барабана позволяет обеспечить скольжение зернового материала по рабочей поверхности решета, осуществлять быстрый подвод частиц

мелкой фракции на место прошедших в отверстия решета и отвод сходовой фракции.

Keywords: grain material, long impurities, small impurities, centrifugal sieve separator, cylindrical seeding sieve, cylindrical grain sieve, plate-type drum, short fraction, long fraction.

The advantages of centrifugal sieve separators over other separating sieve working tools consist of high specific productivity (2.5...3 times higher than that of a flat sieve), the absence of alternating forces; that ensures high reliability of the machines. The most important advantage of the separator and its distinctive feature (compared to other screen separators) is the combination of two technological separation operations (by the width and length of the particles) in one working tool. This is ensured by the use of cylindrical sieves with round holes and the orientation of the particles in the active layer. To intensify the separation process, it is necessary to apply centrifugal forces in wider intervals, and to increase the productivity of sieves with round holes, ensure that the sieve is fully loaded over its entire surface. The joint operation of the cylindrical sieve and plate-type drum makes it possible to ensure the sliding of the grain material on the working surface of the sieve, to carry out a quick supply of particles of a fine fraction to the place that passed into the sieve holes and removal of the tail fraction.

Стрикунов Николай Иванович, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: strikunov555@mail.ru.

Strikunov Nikolay Ivanovich, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: strikunov555@mail.ru.

Леканов Сергей Валерьевич, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет имени И.И. Ползунова», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: serrg333@mail.ru.

Щербakov Сергей Сергеевич, аспирант, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: serch1995.ru@mail.ru.

Микитюк Максим Евгеньевич, аспирант, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: Rb25neo@mail.ru.

Lekanov Sergey Valerevich, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Altai State Technical University named after I.I. Polzunov, Barnaul, Russian Federation, e-mail: serrg333@mail.ru.

Shcherbakov Sergey Sergeevich, post-graduate student, Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: serch1995.ru@mail.ru.

Mikityuk Maksim Evgenevich, post-graduate student, Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: Rb25neo@mail.ru.

Введение

В технологиях послеуборочной обработки зерна всё большее распространение находят центробежные сепараторы как с горизонтальной, так и вертикальной осями вращения [1-3, 9]. Перспективным направлением исследований в настоящее время является центробежно-решётное сепарирование. Наибольший интерес представляет способ разделения зернового материала по длине с направленной ориентацией частиц в активном слое. Способ сепарации основан на непрерывном скольжении зернового материала по рабочей поверхности цилиндрического решета с круглыми отверстиями. При обеспечении полной загрузки решета этот способ позволяет получить высокую удельную производительность, даёт возможность настройки на оптимальный режим сепарации и активно управлять процессом. Ранее проведённые исследования [4] решет с круговым поступательным движением и с прямолинейными колебаниями показали, что при непрерывном скольжении зернового материала по решету интенсивность сепарации выше, чем при движении зерна с переменной скоростью и с остановками.

Центробежно-решётный сепаратор имеет свои особенности в работе. Он может работать на очистке зерна от мелких примесей в режиме подсевного решета и от длинных и крупных примесей в режиме овсюгоотборника.

Основная часть

Сепаратор состоит из цилиндрического решета, внутри которого соосно размещён пластинчатый барабан. Решето и барабан вращаются в одном направлении, но с разными скоростями, при этом их отношение составляет $\frac{\omega_s}{\omega_p} = 0,5$ [5, 6].

В кольцевом слое зернового материала, расположенного между кромками пластин барабана и решетом, происходит относительное проскальзывание элементарных слоёв зерна и перемещение их по поверхности решета. Скольжение относительно поверхности решета даёт возможность зёрнам короткой фракции проходить через отверстия решета. На рисунке 1 показан процесс прохода мелких примесей через отверстия подсевного решета.

Процесс выделения мелких частиц происходит так же, как и на плоских решетах с круглыми отверстиями, только значительно интенсивнее, так как силы инерции, обуславливающие западание частиц в отверстия, значительно больше сил веса (они являются основным фактором западания и просеивания частиц на плоских решетах).

Прохождение зерна через отверстия решета из условия его относительного перемещения не раскрывает полностью сущности процесса сепарации, поскольку для выделения проходовой фракции, кроме того, чтобы частице не перескочить через отверстие, необходимо ещё занять по отношению к нему определенное положение. Иначе говоря, необходимо быть сориентированной относительно отверстия.

Согласно исследованиям Г.Д. Терскова [7] и вышесказанного для выделения мелких примесей целесообразно применять решета с круглыми

отверстиями, когда отношение $\frac{a}{i} < 0,5$ (малые), а при работе зернового решета в режиме овсюгоотборника необходимо использовать решето с диаметром отверстий, когда отношение $0,5 < \frac{a}{i} < 1$ (среднее), поэтому роль пластинчатого барабана в организации процесса очистки зерна от мелких (коротких) и длинных примесей, помимо правильного подбора решет, является достаточно весомой.

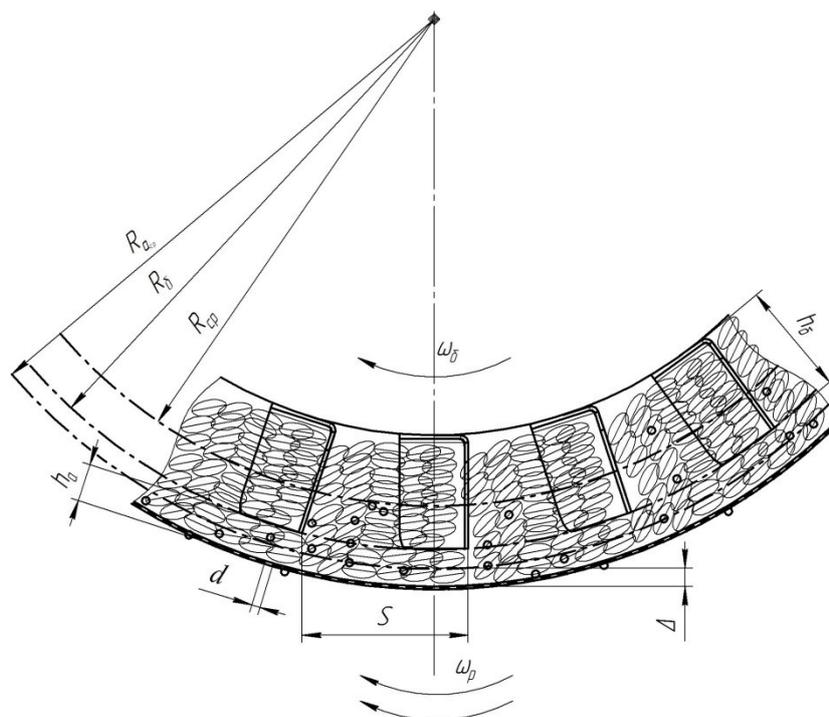


Рис. 1. Схема к определению параметров пластинчатого барабана

Для обоснования конструктивно-кинематических параметров пластинчатого барабана с радиальным размещением пластин необходимо установить зависимость безразмерного показателя от этих параметров [8].

$$Z = \frac{P}{m\omega_p^2 R} \quad (1)$$

Действующую на частицу радиальную силу P выразим через радиальное давление

$$P = \frac{p}{n_1} \quad (2)$$

где p – отнесённое к единице площади решета радиальное давление зерновой смеси на контактирующий с решетом элементарный слой, H/M^2 ;

n_1 – число частиц зерновой смеси, располагающихся в первом элементарном слое, на единицу площади решета.

$$Z = \frac{P}{m\omega_p^2 R} = \frac{P}{m_1 \omega_1^2 R'} \quad (3)$$

Тогда где $m_1 = m \cdot n_1$ – масса элементарного слоя на единицу площади решета, $кг/M^2$.

Радиальное давление P зернового материала на контактирующий с решетом элементарный слой складывается из двух составляющих. Первая из них обусловлена действием на кольцевой слой центробежных сил, вторая – сил веса. Радиальное давление зерновой смеси, обусловленное действием центробежных сил, представим в виде суммы

$$P = P_{акт} + P_{б}, \quad (4)$$

где $P_{акт}$ – радиальное давление на контактирующий слой, создаваемое зерновой смесью, находящейся в активном слое;

$P_{б}$ – радиальное давление, создаваемое зерновой смесью, находящейся между пластинами барабана.

В соответствии с определенным давлением безразмерный параметр Z также разложим на составляющие

$$Z = Z_{акт} + Z_{б} = \frac{P_{акт}}{m_1 \omega_{ср}^2 R} + \frac{P_{б}}{m_1 \omega_{ср}^2 R} \quad (5)$$

Допустим, что зерновая смесь во втором и последующих элементарных слоях активного слоя вращается со средней угловой скоростью $\omega_{ср} = 0,5(\omega_p + \omega_b)$, тогда получим:

$$P_{акт} = (n_a - 1)m_1 \omega_{ср}^2 R_{а ср}, \quad (6)$$

где $n_a = \frac{h_a}{\Delta}$;

Δ – толщина элементарного слоя;

h_a – толщина активного слоя;

$R_{а ср}$ – средний радиус вращения зерновой смеси в активном слое.

Безразмерный показатель для активного слоя

$$Z_{акт} = \left(\frac{n_a - 1}{4}\right) \left(1 + \frac{\omega_b}{\omega_p}\right)^2 \frac{R_{а ср}}{R} \quad (7)$$

Аналогично радиальное давление между пластинами барабана

$$P_{б} = \omega_b^2 m_b R_{б ср} \mu, \quad (8)$$

где μ – коэффициент, учитывающий «зависание» зерновой смеси между пластинами барабана, называемый коэффициентом трансформации силового давления.

Используя формулы (5) и (8), получим

$$Z_{\delta} = n_{\delta} \frac{\omega_{\delta}^2 R_{\delta \text{ ср}}}{\omega_p^2 R} \mu, \quad (9)$$

где $n_{\delta} = \frac{m_{\delta}}{m_1}$.

При радиальном расположении пластин ($\beta_1 = 0$) коэффициент трансформации силового давления принимает значение $\mu = 1$. Для снижения чрезмерного давления пластин на

зерно коэффициент μ должен быть меньше единицы.

Для установления значений основных параметров пластинчатого барабана определим безразмерный показатель $Z = Z_{\text{акт}} + Z_{\delta}$, найдем его численное значение и построим график зависимости от коэффициента μ (рис. 2):

$$Z = \left(\frac{n_a - 1}{4}\right) \left(1 + \frac{\omega_{\delta}}{\omega_p}\right)^2 \frac{R_{a \text{ ср}}}{R} + n_{\delta} \frac{\omega_{\delta}^2 R_{\delta \text{ ср}}}{\omega_p^2 R} \mu, \quad (10)$$

где $R_{a \text{ ср}} = R - \frac{h_a}{2}$; $R_{\delta \text{ ср}} = R_p - h_a - \frac{h_a}{2}$;
 $n_a = \frac{h_a}{\Delta}$; $n_{\delta} = \frac{h_{\delta}}{\Delta}$.

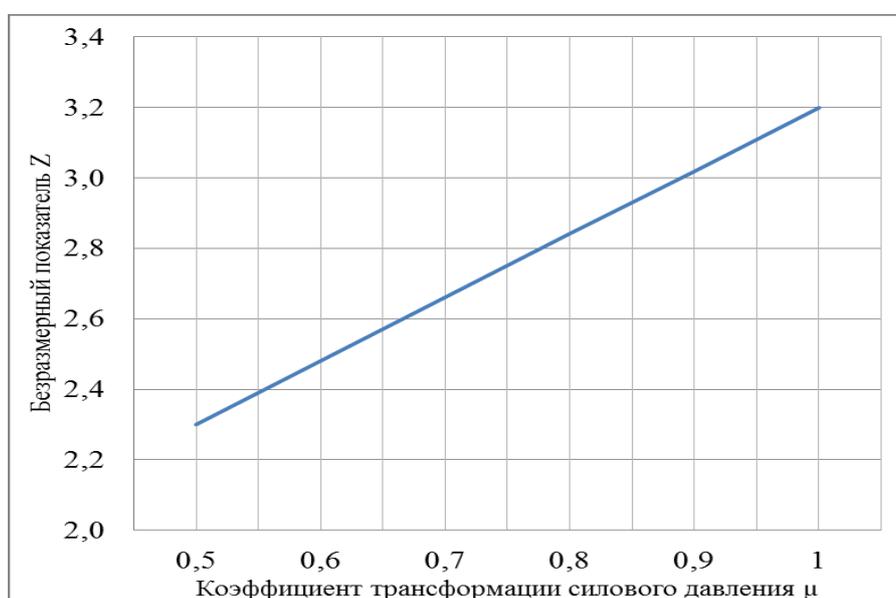


Рис. 2. График зависимости безразмерной величины Z от коэффициента трансформации силового давления μ

Проведенные подсчеты показывают, что при $\omega_{\delta} < \omega_p$, $h_a = 9-12$ мм, $\Delta = 3$ мм и $\mu = 1$ работоспособность центробежно-решетного сепаратора будет обеспечена ($Z \geq 3$) в достаточно широком интервале изменения величины отношения угловых скоростей $\frac{\omega_{\delta}}{\omega_p}$, если общую толщину кольцевого слоя $h_{\text{сл}} = h_a + h_{\delta}$ принять равной 35-40 мм, при этих значениях толщина слоя $n_a = 3-4$ и $n_{\delta} = 8$, а шаг расстановки пластин $S = 40$ мм.

Заключение

Проведённое обоснование основных параметров пластинчатого барабана подтвердило целесообразность его применения в центробежно-решётном сепараторе.

Разработанный способ сепарирования с использованием поля центробежных сил и самоориентации зерен в активном слое является перспективным научным направлением в области послеуборочной обработки зерна.

Можно предположить, что полученные значения параметров пластинчатого барабана помогут существенно интенсифицировать процесс сепарации зерна по длине на цилиндрических решетках с круглыми отверстиями (и продолговатыми) при ориентации зёрен в активном слое.

Совмещение подсевного и зернового блоков центробежно-решётной сепарации существенно может расширить функциональные возможности зерноочистительной машины, а в сочетании с воздушной сепарацией в кольцевом пневмосепарирующем канале эти возможности существенно возрастают.

Библиографический список

1. Тарасов, Б. Т. Обоснование технологической схемы центробежно-решетного сепаратора / Б. Т. Тарасов, Н. И. Стрикунов. – Текст: непосредственный // Совершенствование технологических процессов и машин при уборке зерновых культур в Западной Сибири: сборник научных трудов / АСХИ. – Барнаул, 1987. – С. 34-48.

2. Галкин, В. Д. Технологии, машины и агрегаты послеуборочной обработки зерна и подготовки семян / В. Д. Галкин, А. Д. Галкин; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова». – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2021. – 234 с. – Текст: непосредственный.

3. Патент России № 2753865 С1 МПК В07В 1/26 (2006.01), В07В 9/00 (2006.01). Центробежно-решетный сепаратор / Стрикунов Н. И., Леканов С. В., Щербakov С. С., Микитюк М. Е. – № 2020144068; заявл. 29.12.2020; опубл.: 24.08.2021, Бюл. № 24. – Текст: непосредственный.

4. Гортинский, В. В. Сравнение эффективности просеивания при горизонтальных круговых и прямолинейных колебаниях плоских горизонтальных сит / В. В. Гортинский, И. Г. Благовещенский. – Текст: непосредственный // Труды ВНИИЗ. – Москва, 1977. – С. 47-61.

5. Хижников, А. А. Центробежно-решетный ворохоочиститель / А. А. Хижников, Н. И. Стрикунов, С. В. Леканов. – Текст: непосредственный // Сельский механизатор: научно-популярный производственный журнал. – 2011. – № 4. – С. 6.

6. Стрикунов, Н. И. Обоснование основных параметров пластинчатого барабана центробежно-решетного сепаратора / Н. И. Стрикунов, С. В. Леканов, С. А. Черкашин. – Текст: непосредственный // Вестник Восточно-Сибирского государственного технологического университета. – 2017. – № 2 (65). – С. 47-51.

7. Терсков, Г. Д. О влиянии основных факторов на пропускную способность решет с круглыми отверстиями / Г. Д. Терсков. – Текст: непосредственный // Труды / ЧИМЭСХ. – 1958. – Вып. 6. – С. 33-94.

8. Тарасов, Б. Т. Исследование процесса сепарации зерна по длине вертикальными цилиндрическими решетками при ориентации зёрен в

активном слое: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Тарасов Борис Трофимович. – Барнаул, 1970. – 164 с. – Текст: непосредственный.

9. Drincha, V., Tsench, Yu. (2020). Fundamentals and Prospects for the Technologies Development for Post-Harvest Grain Processing and Seed Preparation. *Agricultural Machinery and Technologies*. 14. 17-25. DOI: 10.22314/2073-7599-2020-14-4-17-25.

References

1. Tarasov B.T. Obosnovanie tekhnologicheskoi skhemy tsentrobezhno-reshetnogo separatora / B.T. Tarasov, N.I. Strikunov // Sovershenstvovanie tekhnologicheskikh protsessov i mashin pri uborke zernovykh kultur v Zapadnoi Sibiri: sb. nauch. tr. / Alt. s.-kh. in-t. – Barnaul, 1987. – S. 34-48.

2. Galkin V.D. Tekhnologii, mashiny i agregaty posleuborochnoi obrabotki zerna i podgotovki semian / V.D. Galkin, A.D. Galkin. – Perm: IPTs «Prokrostie», 2021. – 234 s.

3. Patent Rossii No. 2753865 S1 MPK B07B 1/26 (2006.01), V07V 9/00 (2006.01). Tsentrobezhno-reshetnyi separator / Strikunov N.I., Lekanov S.V., Shcherbakov S.S, Mikitiuk M.E. 2020144068; zaiavl. 29.12.2020; opubl.: 24.08.2021, Biul. No. 24.

4. Gortinskii, V.V. Sravnenie effektivnosti proseivaniia pri gorizontalnykh krugovykh i priamolineinykh kolebaniiax ploskikh gorizontalnykh sit / V.V. Gortinskii, I.G. Blagoveshchenskii // Trudy VNIIZ. – Moskva, 1977. – S. 47-61.

5. Khizhnikov A.A. Tsentrobezhno-reshetnyi vorokhoochistitel / A.A. Khizhnikov, N.I. Strikunov, S.V. Lekanov // Selskii mekhanizator: nauch.-popul. proizv. zhurn. – 2011. – No. 4. – S. 6.

6. Strikunov N.I. Obosnovanie osnovnykh parametrov plastinchatogo barabana tsentrobezhno-reshetnogo separatora / N.I. Strikunov, S.V. Lekanov, S.A. Cherkashin // Vestnik VSGUTU. – 2017. – No. 2 (65). – S. 47-51.

7. Terskov G.D. O vliianii osnovnykh faktorov na propusknuiu sposobnost reshet s kruglymi otverstiiami // Tr. ChIMESKh. – 1958. – Vyp. 6. – S. 33-94.

8. Tarasov B.T. Issledovanie protsessa separatsii zerna po dline vertikalnymi tsilindricheskimi reshetami pri orientatsii zeren v aktivnom sloe: dissertatsiia na soiskanie uchenoi stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk / B.T. Tarasov. – Barnaul, 1970. – 164 s.

9. Drincha, V., Tsench, Yu. (2020). Fundamentals and Prospects for the Technologies Development for Post-Harvest Grain Processing and Seed

Preparation. *Agricultural Machinery and Technologies*. 14. 17-25. DOI: 10.22314/2073-7599-2020-14-4-17-25.



УДК 631.173
DOI: 10.53083/1996-4277-2022-210-4-112-119

С.Ю. Журавлев
S.Yu. Zhuravlev

ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ФИРМЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ЗА РУБЕЖОМ

ORGANIZATIONAL FORMS OF AUTHORIZED MAINTENANCE AND REPAIR OF AGRICULTURAL MACHINERY ABROAD

Ключевые слова: организация, технический сервис, сельскохозяйственная техника, завод-производитель, дилерская сеть, дилер, исполнитель услуг, потребитель услуг.

Приведены результаты анализа существующих в настоящее время форм организации технического сервиса (ТС) сельскохозяйственной техники, эксплуатируемой предприятиями АПК развитых стран Америки, Европы и Азии. Объектом исследований являются распространенные в развитых странах формы организации ТС машин, используемых в производстве продукции АПК. В качестве материалов исследований используются научные данные и результаты производственного опыта в применении различных форм осуществления ТС (статьи, другие научные и прочие работы, содержащие сведения о формах осуществления мероприятий по поддержанию в работоспособном состоянии сельскохозяйственной техники, которая производится ведущими мировыми заводами-изготовителями и используется сельхозтоваропроизводителями Америки, Европы и Азии). Анализ состояния сферы технического сервиса машин в агропромышленном комплексе стран дальнего зарубежья показал, что наиболее перспективным для этого сектора направлением является создание сети дилерских предприятий технического сервиса сельскохозяйственной техники. Именно такая форма реализации услуг технического сервиса является наиболее приспособленной к современным условиям функционирования экономики и будет способствовать

повышению работоспособности техники предприятий АПК.

Keywords: organization, maintenance and repair, agricultural machinery, manufacturer, dealer network, dealer, service provider, service consumer.

This paper presents the results of the analysis of the current organizational forms of maintenance and repair of agricultural machinery operated by agro-industrial enterprises of developed countries of America, Europe and Asia. The research targets are common organizational forms of maintenance and repair of agricultural machinery used in agricultural production in developed countries. Scientific data and production experience are used as research materials in the application of various forms of maintenance and repair implementation (articles, scientific and other works containing information on the implementation of measures to maintain the working condition of agricultural machinery produced by leading world manufacturers and used by agricultural producers in America, Europe and Asia). The analysis of the state of maintenance and repair of agricultural machinery abroad shows that the most promising direction for this sector is the creation of dealer networks of maintenance and repair. It is this form of implementation of maintenance and repair that is most adapted to the modern conditions of the economy and will contribute to improving the operability of agricultural machinery.

Журавлев Сергей Юрьевич, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, г. Красноярск, Российская Федерация, e-mail: sergeig1961@mail.ru.

Zhuravlev Sergey Yurevich, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk, Russian Federation, e-mail: sergeig1961@mail.ru.

Введение

В США, странах Европы и многих других права потребителей сельскохозяйственной техники

достаточно эффективно защищаются не только законами жесткой конкуренции между фирмами-производителями и их дилерами, но и государ-