ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

PROCESSES AND MACHINERY OF AGRO-ENGINEERING SYSTEMS

УДК 631.354
ГРНТИ 68.29.23

Алдошин Н.В., д-р техн.наук, доцент;
Лылин Н.А., канд.техн.наук;
Мосяков М.А., аспирант,
Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва
E-mail: naldoshin@yandex.ru; lylin2015@yandex.ru

УБОРКА ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР МЕТОДОМ ОЧЁСА

Очесывающие жатки устойчиво работают в большом диапазоне влажности убираемых культур. Верхний предел влажности ограничивается только биологической зрелостью зерна, и поэтому очесывающие жатки хорошо убирают зерно и с 30-процентной влажностью. Нижний предел влажности ограничен равновесной влажностью хранения зерна, которая составляет 12-15%. Уборка зернобобовых культур методом очеса связана с большими потерями зерна. Модернизация конструкции гребенок очесывающего барабана жатки за счет увеличения расстояния между осями симметрии зубьев гребенки позволяет снизить потери на уборке белого люпина сорта Дега. Применение модернизированных очесывающих гребенок позволили изменить характер потерь зерна белого люпина в зависимости от подачи массы на каждую гребенку. Изменение конструкции очесывающих гребенок за счет увеличения раствора между зубьями позволило производить очес белого люпина более эффективно. Их применение может обеспечить снижение общих потерь зерна белого люпина от недоочеса и свободным зерном за жаткой до 5% и ниже. При этом выбирается рациональный кинематический режим работы очесывающей жатки, т.е. соотношение линейной скорости гребенки очесывающего барабана к поступательной скоростью комбайна. Выбор такого режима обеспечивает определенную подачу массы на каждую гребенку. Привод очесывающего барабана позволяет обеспечить три варианта угловых скоростей его вращения: 485, 580 и 662 мин$^{-1}$. Установлено, что существующие скорости привода очесывающего барабана обеспечивают хорошее качество работы комбайна на рабочей скорости до 6 км/ч. Для увеличения рабочих скоростей комбайна необходимо предусмотреть возможность увеличение скорости вращения очесывающего барабана жатки.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. БЕЛЫЙ ЛЮПИН, ОЧЕСЫВАЮЩАЯ ЖАТКА, ОЧЕСЫВАЮЩИЕ ГРЕБЕНКИ, ПОТЕРИ ЗЕРНА.

УДК 631.354

Aldoshin N.V., Dr Tech.Sci.;
Lylin N.A., Cand.Tech.Sci.;
Mosyakov M.A., Postgraduate,
Russian State Agricultural University – Moscow Agricultural Academy
named after K.A. Timiryzev, Moskva
E-mail: naldoshin@yandex.ru; lylin2015@yandex.ru

LEGUMES HARVESTING WITH COMBING (STRIPPING) METHOD

The combing (stripping) harvesters work steadily in a wide range of crops moisture. The upper limit of the moisture is confined only by biological maturity of the grain, and therefore

the combing harvesters gather grain well and also with 30% humidity. The lower limit of humidity is restricted by the equilibrium humidity of grain storage, which amounts to 12-15%. Legumes harvesting with combing method is connected with large losses of grain. Upgrading the combs of the stripping cylinder of the harvester by increasing the distance between the axes of symmetry of the comb teeth allows reducing losses during the harvesting of white lupine of Dega variety. Application of upgraded stripping combs made it possible to change the nature of losses of white lupine depending on the mass supply to each of the comb. The change in the design of the stripping combs due to the increase in the span between the teeth improved the effectiveness of combing of white lupin. Their use can reduce the overall losses of grain of white lupin caused by insufficient combing and free grain behind the harvester by 5% and lower. A that one can select rational kinematic mode of operation of the combing harvester i.e. the ratio between the linear speed of the stripping cylinder's comb and forward speed of the combine harvester. The selection of this mode provides a flow mass on each comb. The drive of the stripping cylinder can provide three variants of angular velocities of rotation 485, 580 and 662 min^{-1}. It was found out that existing speeds of stripping cylinder's drive provide high quality work at the operating speed up to 6 km/h. In order increase the operating speeds of the combine one must envisage the possibility of increasing the speed of rotation of the stripping cylinder of the harvester.

KEYWORDS: WHITE LUPINE, COMBING HARVESTER, STRIPPING COMBS, GRAIN LOSSES.

Постановка проблемы. В настоящее время на территории нашей страны все шире распространяются посевы белого люпина. Особенности данной культуры требуют обоснованных рекомендаций по выполнению различных видов механизированных работ и, в частности, уборки. Так, в настоящее время не проведено обоснование технологических параметров зерноуборочных комбайнов на уборке данной культуры. В связи с этим были проведены экспериментальные исследования процесса уборки белого люпина с использованием очесывающей жатки [1, 2].

Цель исследования. Оценить возможность использования и качество работы очесывающей жатки «Озон» на уборке белого люпина.

Анализ состояния вопроса. ОАО «Пензмаш» производит навесные очесывающие жатки типа "ОЗОН". Техническая характеристика жатки приведена в таблице 1.

Таблица 1

Техническая характеристика очёсывающей жатки «ОЗОН»

Тип жатки	навесной
Рабочая ширина захвата	5, 6, 7
Рабочая скорость, км/ч	до 12
Количество обслуживающего персонала, чел	1
Габаритные размеры длина ширина высота	 5,6 6,6 7,6
Масса, кг	1700; 1900; 2200
Подъем и опускание	гидравлическое
Управление	из кабины комбайна
Тип наклонной камеры	транспортёрный
Копирование рельефа	механическое в продольном и поперечном направлениях

Жатка «Озон» предназначена для уборки зерновых культур, а также семенников трав прямым комбайнированием путем очёса зерна и подачи очесывающей массы в комбайн.

Хлебная масса, убранная традиционной жаткой с единицы площади поля, в среднем состоит из одной массовой части зерна и полуторной массовой части соломы. Тогда как убранная хлебная масса очесывающей жаткой с той же единицы площади поля в среднем состоит из одной массовой части зерна и всего лишь четверти массовой части соломы. Таким образом, уменьшение поступающей в комбайн хлебной массы в 2 раза за счет уменьшения количества соломы в хлебном ворохе приводит к тому, что молотильный аппарат комбайна работает в недогруженном режиме, т.е. возникает резерв в пропускной способности молотильного аппарата. Это позволяет увеличивать скорость движения комбайна, что и реализовывается при использовании очесывающих жаток, позволяющих комбайну при уборке двигаться в 1,5-2 раза быстрее, чем со штатной жаткой [3, 4].

Очесывающие жатки устойчиво работают в большом диапазоне влажности убираемых культур. Верхний предел влажности ограничивается только биологической зрелостью зерна, и поэтому очесывающие жатки хорошо убирают зерно и с 30-процентной влажностью. Нижний предел влажности ограничен равновесной влажностью хранения зерна, которая составляет 12-15%. При более низкой влажности связь зерна с колосом ослабевает, и при механическом воздействии жатки на стеблестой могут происходить дополнительные потери зерна. Несмотря на это, благодаря более раннему началу уборки на 3-5 дней, общая продолжительность использования очесывающей жатки в уборочной кампании больше, чем у традиционных жаток [5, 6, 7, 11].

Здесь же следует отметить, что нельзя путать биологическую влажность растений с поверхностной влагой от дождя или росы. В этом случае связь корневой системы с почвой ослабевает, и при очесе часть растений может вырываться вместе с корнями. Поэтому после дождя почве дают просохнуть, но в любом случае уборку можно начинать на 2-3 часа раньше, чем обычной жаткой.

Принцип действия очеса предусматривает, что качественный обмолот растений (очесывание) происходит в открытом пространстве. В этом случае отделившиеся после очеса зерна (семена) не сталкиваются со стеблестоем и перемещаются в открытом пространстве в заданном направлении, при этом потери очесанных зерен минимальны. Такие условия очеса возможны только в том случае, когда соцветия растений компактны и расположены на конце верхней части стебля, т.е. в зоне, близкой к открытому пространству. Таким требованиям отвечают прежде всего колосовые и метелочные культуры, такие как пшеница, ячмень, рожь, овес, тритикале, рис, сорго, лен и многие другие подобные им культуры.

Если соцветия растений расположены вдоль всего стебля (бобовые культуры) или некомпактно (рапс), отделившиеся после очеса зерна из нижней части стебля при полете сталкиваются со стеблестоем и могут значительно отклоняться от заданного направления, что приведет к существенным потерям зерна [8, 9, 10].

Методика исследований. Сорт белого люпина Дега имеет расположение бобов преимущественно в одном верхнем ярусе, что позволяет принципиально использовать технологию очёса на его уборке [1 – 4]. Тем не менее, для уборки зернобобовых культур, имеющих достаточно большой размер бобов, очёсывающая жатка типа «Озон» в стандартном исполнении имеет слишком малый раствор между зубьями очёсывающих гребёнок барабана. В этом случае более крупные бобы белого люпина не умещаются в растворе между зубьями гребёнок, и процесс очёса протекает не эффективно. В связи с этим, для уборки посевов белого люпина были использованы наряду со стандартными также модернизированные гребёнки с большим раствором между зубьями [5, 6]. Различные варианты очёсывающих гребенок показаны на рисунке 1.

Рис.1. Очёсывающие гребенки жатки «ОЗОН»: слева – стандартные; справа – модернизированные с большим раствором между зубьями.

Гребенка очесывающего барабана совершает плоскопараллельное движение относительно поверхности земли складываемое из поступательной скорости комбайна и вращательного движения барабана. Каждая точка очесывающего барабана в этом случае перемещается по циклоиде. В связи с этим эффективность очеса будет зависеть от соотношения между поступательной скоростью комбайна и линейной скоростью гребенки очесывающего барабана, определяемой угловой скоростью вращения последнего и его геометрическими размерами, т.е. кинематического параметра λ.

λ равен, отношению линейной скорости гребенки очесывающего барабана к поступательной скорости комбайна. Привод очесывающего барабана позволяет обеспечить три варианта угловых скоростей его вращения: 485, 580 и 662 мин$^{-1}$.

Результаты и обсуждение. Согласно данным испытаний (рис. 2 – 5), эффективная работа очесывающей жатки на уборке белого люпина может быть осуществлена при следующих соотношениях рабочих скоростей комбайна и частоте вращения очесывающего барабана:

а) при частоте вращения очесывающего барабана 485 мин$^{-1}$ рабочая скорость комбайна должна быть $\leq$ 4,3 км/ч;

б) при частоте вращения очесывающего барабана 580 мин$^{-1}$ рабочая скорость комбайна должна быть $\leq$ 5,3 км/ч;

в) при частоте вращения очесывающего барабана 662 мин$^{-1}$ рабочая скорость комбайна должна быть $\leq$ 6,0 км/ч;

Данный факт ограничивает использование комбайнов на достаточно высоких рабочих скоростях, что потенциально возможно, так как по энергетическим возможностям это возможно и может быть преимуществом перед уборкой культур классическим способом с обмолотом всей соломисто-зерновой массы. В связи с этим целесообразно в конструкции жатки предусмотреть возможность дальнейшего увеличения скорости вращения очесывающего барабана.

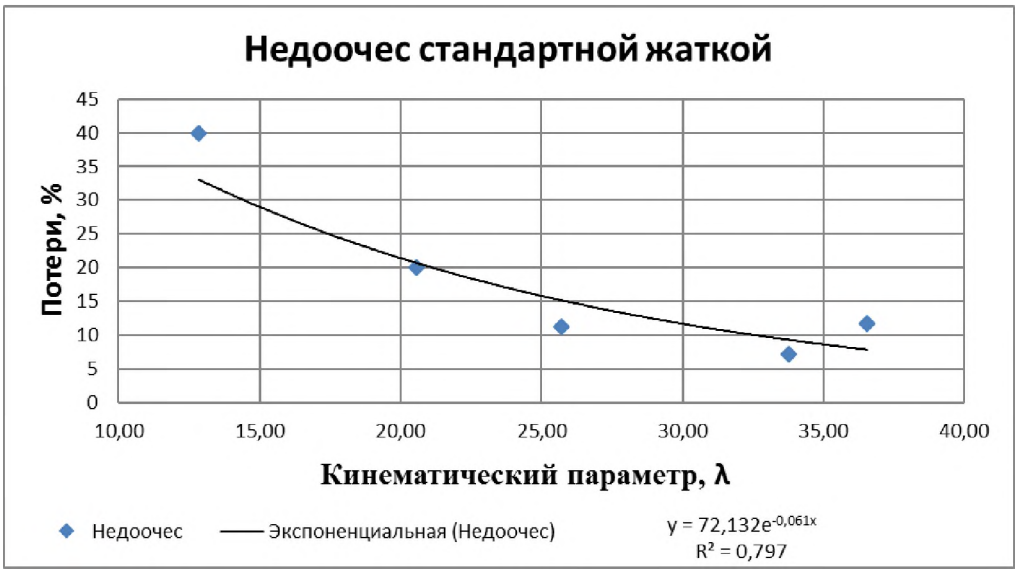

Рис.2. Зависимость потерь белого люпина недоочёсом от кинематического параметра при использовании гребенок очесывающего барабана стандартного исполнения

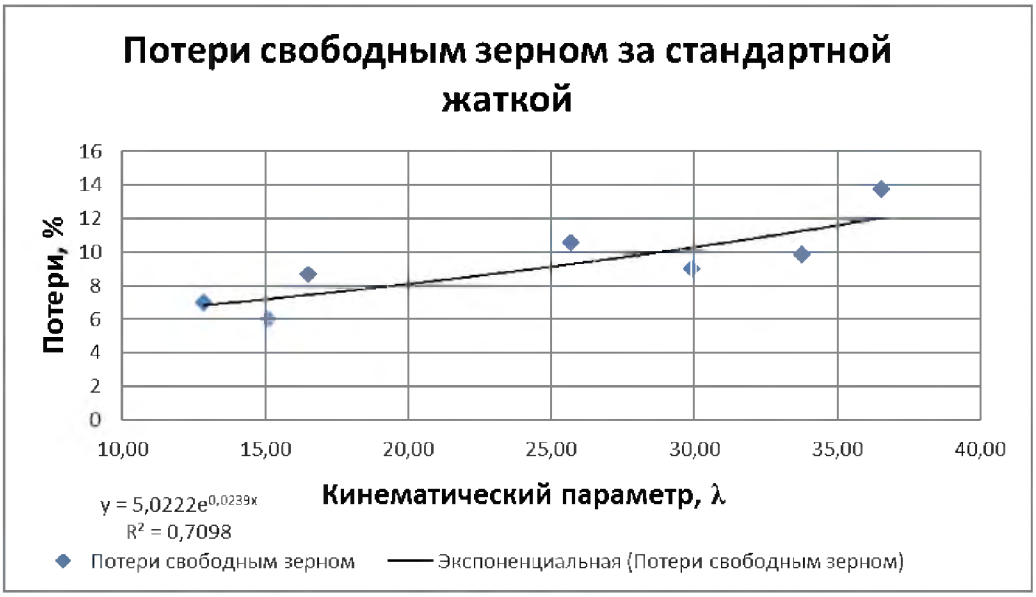

Рис.3 Зависимость потерь белого люпина свободным зерном от кинематического параметра при использовании гребенок очесывающего барабана стандартного исполнения

Из данных рисунка 2 следует, что сокращение потерь белого люпина за счет недоочеса сокращается по мере сокращения подачи массы растений на каждую гребенку, т.е. увеличения линейной скорости гребенок очесывающего барабана по отношению к поступательной скорости комбайна.

Согласно зависимости, представленной на рисунке 6, следует, что с уменьшением подачи массы на каждую гребенку потери свободным зерном увеличиваются. Это можно объяснить несоответствием конструкции стандартной очесывающей гребенки барабана уборки ими зернобобовых культур, в частности, белого люпина. Слишком малый раствор зубьев стандартной гребенки не позволяет проходить в пространство между зубьями достаточно крупным бобам белого люпина. В этом случае в большей степени происходит обивание бобов и как следствие, большие потери свободным зерном за жаткой. Так как увеличе-

ние кинематического параметра происходит в основном за счет увеличения скорости вращения очесывающего барабана по отношению к скорости комбайна, то «эффект» обивания бобов при этом усиливается, а потери свободным зерном растут.

Аналогично данным рисунка 2, результаты, представленные на рисунке 4, показывают, что сокращение потерь белого люпина за счет недоочеса модернизированной жаткой сокращается по мере сокращения подачи массы растений на каждую гребенку, т.е. увеличения линейной скорости гребенок очесывающего барабана по отношению к поступательной скорости комбайна.

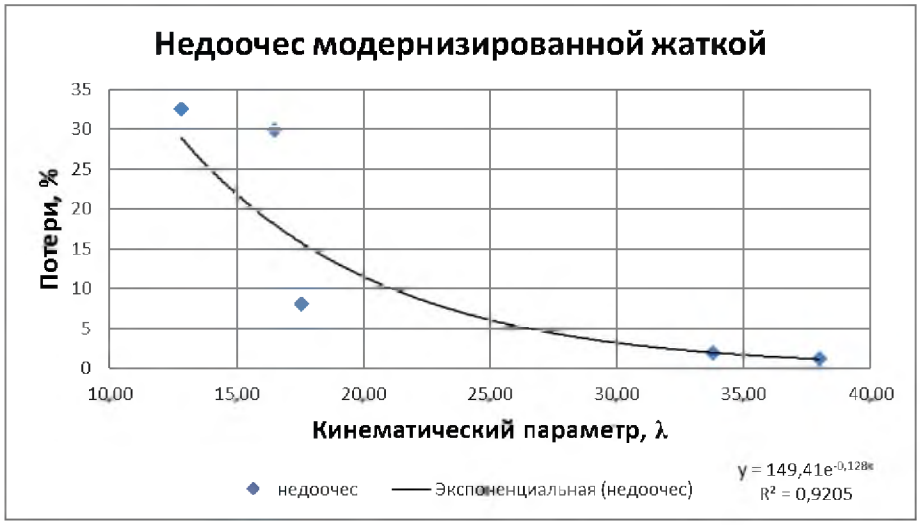

Рис.4. Зависимость потерь белого люпина недоочёсом от кинематического параметра при использовании модернизированных гребенок очесывающего барабана

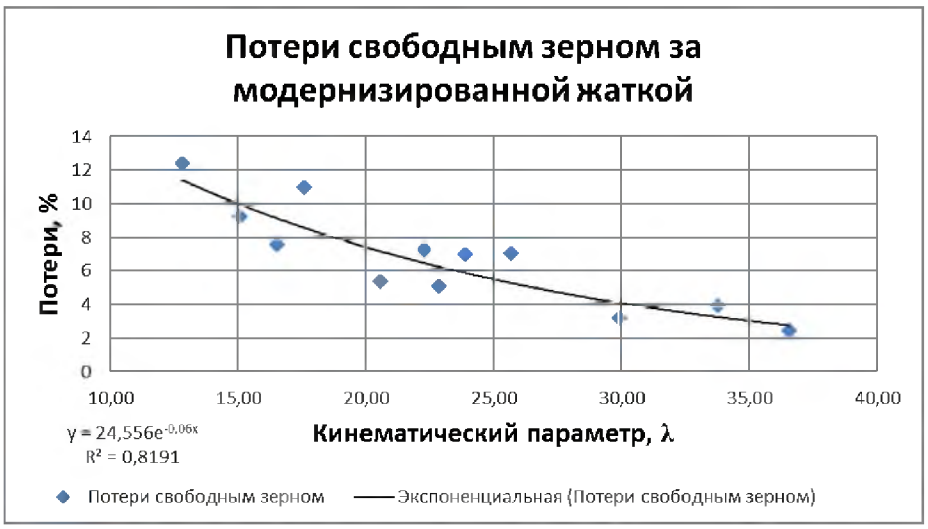

Рис. 5. Зависимость потерь белого люпина свободным зерном от кинематического параметра при использовании модернизированных гребенок очесывающего барабана

Зависимость, представленная на рисунке 8, показывает, что применение модернизированных очесывающих гребенок позволили изменить характер изменения потерь зерна белого люпина в зависимости от подачи массы на каждую гребенку (увеличения кинематического параметра). Изменение конструкции очесывающих гребенок за счет увеличения раствора между зубьями позволило производить очес белого люпина более эффективно.

Согласно данным рисунков 4 и 5 можно отметить, что применение модернизированных гребенок очесывающего барабана может обеспечить снижение об-

щих потерь зерна белого люпина от недоочеса и свободным зерном за жаткой до 5% и ниже. При этом рабочая скорость комбайна не должна превышать 4,0 км/ч при частоте вращения очесывающего барабана 662 мин$^{-1}$; 3,6 км/ч при 580 мин$^{-1}$; 3,0 км/ч при 485 мин$^{-1}$.

Выводы

1. Очесывающая жатка «Озон» производства ОАО «Пензмаш» г. Пенза может использоваться на уборке белого люпина сорта Дега. Для этого необходимо использовать модернизированные гребенки очесывающего барабана с увеличенным раствором между зубьями. При этом общие потери зерна белого люпина от недоочеса и свободным зерном за жаткой могут быть до 5% и ниже.

2. Существующие скорости вращения очесывающего барабана не позволяют производить уборку на скоростях комбайна более 6,0 км/ч. Для увеличения рабочих скоростей комбайна необходимо предусмотреть возможность увеличения скорости вращения очесывающего барабана жатки.

Список литературы

1. Алдошин, Н.В. Механизация уборки смешанных посевов зерновых культур методом очёса /Н.В. Алдошин // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры сельскохозяйственных машин агроинженерного факультета Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский ГАУ», 2015. – с. 192-198.- ISBN 978-5-7267-0834-8 (Ч. I)

2. Алдошин, Н.В. Уборка смешанных посевов зерновых культур методом очёса. / Н.В. Алдошин, А.А. Золотов, А.С. Цыгуткин, Н.А. Лылин, Малла Бахаа // Вестник ФГОУ ВПО Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина. - №1(71) /2016, с.7-13.

3. Алдошин, Н.В. Уборка бинарных посевов зерновых культур / Н.В. Алдошин [и др.] // Вестник ФГОУ ВПО Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина. - №3(73) /2016, с.11-17.

4. Aldoshin, N. Methods of harvesting of mixed crops. / N. Aldoshin. - Proceeding of 6th International Conference on Trends in Agricultural Engineering 2016 – Part 1. Czech University of Life Sciences Prague – Faculty of Engineering, p. 26-32.

5. Патент на полезную модель №164619 опубл. 10.09.2016. Бюл. №25. Очесывающий барабан. - / В.М. Лукомец, Н.В. Алдошин, А.А. Золотов, А.С. Цыгуткин, М.А. Мосяков, Н.А. Лылин, Н.А. Аладьев, А.М. Воронов /.

6. Алдошин, Н.В. Очесывающая жатка «Озон» на уборке смешанных посевов / Н.В. Алдошин //Основные направления развития техники и технологии в АПК: материалы и доклады VII Всероссийской научно-практической конференции. – Княгинино: НГИЭУ, 2016. – с. 130-135.

7. Алдошин, Н.В. Исследование технологических процессов в растениеводстве при помощи стохастических матриц / Н.В. Алдошин // Техника в сельском хозяйстве. - №3. – 2007. - с. 45-47.

8. Алдошин, Н.В. Стабильность технологических процессов в растениеводстве. / Н.В. Алдошин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2007. - №3. - с. 5-7.

9. Алдошин, Н.В. Анализ технологических процессов в растениеводстве. / Н.В. Алдошин // Техника в сельском хозяйстве. - №1. – 2008. - с. 34-36.

10. Алдошин, Н.В. Инженерно-техническое обеспечение качества механизированных работ: Монография. / Н.В. Алдошин, Р.Н. Дидманидзе. - М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2015. – 188 с. – ISBN 978-5-9675-1313-8.

11. Алдошин, Н.В. Выбор стратегий качественного выполнения механизированных работ. / Н.В. Алдошин, Р.Н. Дидманидзе // Международный технико-экономический журнал, – 2013. - №5. - с. 67-70. ISSN 1995-4646

Reference

1. Aldoshin, N.V. Mekhanizatsiya uborki smeshannykh posevov zernovykh kul'tur metodom ochesa (Mechanization of Mixed Cereals Harvesting with Combing (Stripping) Method), Innovatsionnye napravleniya razvitiya tekhnologii i tekhnicheskikh sredstv mekhanizatsii sel'skogo khozyaistva: materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 100-letiyu kafedry sel'skokhozyaistvennykh mashin agroinzhenernogo fakul'teta Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta imeni imperatora Petra I, Voronezh: FGBOU VO «Voronezhskii GAU», 2015, PP. 192-198, ISBN 978-5-7267-0834-8 (Ch. I)

2. Aldoshin, N.V. Uborka smeshannykh posevov zernovykh kul'tur metodom ochesa (Mixed Cereals Harvesting with Combing (Stripping) Method), N.V. Aldoshin, A.A. Zolotov, A.S. Tsygutkin, N.A. Lylin, Malla Bakhaa, *Vestnik FGOU,*. VPO Moskovskii gosudarstvennyi agroinzhenernyi universitet imeni V.P. Goryachkina, No1(71),2016, PP.7-13, ISSN 1728-7936.

3. Aldoshin, N.V. Uborka binarnykh posevov zernovykh kul'tur (Binary Cereals Harvesting), N.V. Aldoshin [i dr.], *Vestnik FGOU* VPO Moskovskii gosudarstvennyi agroinzhenernyi universitet imeni V.P. Goryachkina, No 3(73), 2016, PP.11-17,ISSN 1728-7936.

4. Aldoshin, N. Methods of harvesting of mixed crops / N. Aldoshin, Proceeding of 6th International Conference on Trends in Agricultural Engineering 2016, Part 1. Czech University of Life Sciences Prague – Faculty of Engineering, PP. 26-32, ISBN 978-80-213-2649-1.

5. Patent na poleznuyu model' №164619 opubl. 10.09.2016. Byul. №25. Ochesyvayushchii baraban (Useful Model Patent №164619 Published on 10.09.2016. Bulletin №25. Stripping Cylinder), V.M. Lukomets, N.V. Aldoshin, A.A. Zolotov, A.S. Tsygutkin, M.A. Mosyakov, N.A. Lylin, N.A. Alad'ev, A.M. Voronov.

6. Aldoshin, N.V. Ochesyvayushchaya zhatka «Ozon» na uborke smeshannykh posevov ("Ozone" Stripping Harvester Used in Mixed Crops Harvesting), Osnovnye napravleniya razvitiya tekhniki i tekhnologii v APK: materialy i doklady VII Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Knyaginino, NGIEU, 2016, PP. 130-135.

7. Aldoshin, N.V. Issledovanie tekhnologicheskikh protsessov v rastenievodstve pri pomoshchi stokhasticheskikh matrits (Investigation on Technological Processes in Crop Production with the Help of Stochastic Matrixes),

Tekhnika v sel'skom khozyaistve, No 3, 2007, PP. 45-47.

8. Aldoshin, N.V. Stabil'nost' tekhnologicheskikh protsessov v rastenievodstve (Stability of Technological Processes in Crop Production), *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaistva,* 2007, No 3, PP. 5-7.

9. Aldoshin, N.V. Analiz tekhnologicheskikh protsessov v rastenievodstve (Analysis of Technological Processes in Crop Production), *Tekhnika v sel'skom khozyaistve,* No 1, 2008, PP. 34-36.

10. Aldoshin, N.V., Didmanidze, R.N. Inzhenerno-tekhnicheskoe obespechenie kachestva mekhanizirovannykh rabot: Monografiya (Technical Support for High Quality of Mechanized Operations: Monograph), M., Izdatel'stvo RGAU-MSKhA, 2015, 188 p., ISBN 978-5-9675-1313-8.

11. Aldoshin, N.V., Didmanidze, R.N. Vybor strategii kachestvennogo vypolneniya mekhanizirovannykh rabot (Strategy Selection for High-Quality Performance of Mechanized Operations), *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2013, No 5, PP. 67-70, ISSN 1995-4646

УДК 631.363
ГРНТИ 68.85

Маркин Д.А., аспирант;
Доценко С.М., д-р техн. наук, профессор;
Вараксин С.В., канд. техн. наук, доцент;
Гончарук О.В., канд. техн. наук, доцент;
Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск
E-mail: armahem21@mail.ru

ОБОСНОВАНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ИЗМЕЛЬЧАЮЩЕ-ЭКСТРАКЦИОННОГО АППАРАТА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МАШИНЫ

Полноценное кормление - один из основных способов повышения продуктивности сельскохозяйственных животных и птицы, увеличения производства животноводческой продукции при одновременном снижении затрат на ее производство. Одним из способов полноценного кормления животных и птицы является введение в их рационы высокобелковых продуктов. Одним из таких продуктов является соевый белок. В данной статье представлены результаты по нахождению оптимальных параметров измельчающе-экстракционного аппарата (ИЭА) истирающего типа, для переработки соевых композиций (соево-зерновые, соево-морковные и т.д.) в кормовые продукты в