

УДК 631.354.026

DOI:

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ДРОБЛЕНИЯ МАСЛОСЕМЯН ПРИ ОБМОЛОТЕ ПОДСОЛНЕЧНИКА ОТ ПОДАЧИ КОРЗИНОК В МОЛОТИЛЬНУЮ КАМЕРУ И ШИРИНЫ КАНАВКИ БИЧА ИЗ ПОЛИУРЕТАНА

А.С. Старцев, А.А. Куньшин, Е.С. Нестеров

Саратовский государственный аграрный университет имени И. Вавилова
410012, Саратов, Российская Федерация

Аннотация. В соответствии с агротехническими требованиями к уборке подсолнечника повреждение маслосемян молотильным аппаратом не должно превышать 3 %. Известно, что конструкции молотильно-сепарирующих систем как отечественных, так и зарубежных комбайнов ориентированы на обмолот злаковых культур. Использование серийных стальных бичей молотильного аппарата часто приводит к увеличению содержания поврежденных маслосемян подсолнечника. В соответствии с данными экспертно-аналитического центра агробизнеса доля посевных площадей под подсолнечник в России за период за 2007–2017 гг. колебалась от 3,26 до 8,47 %, что в среднем составляет 7,07 % от общей площади посева зерновых культур. В статье приводится техническое решение, обеспечивающее снижение повреждений маслосемян при обмолоте корзинок подсолнечника молотильным аппаратом зерноуборочного комбайна с использованием бичей из полиуретана и с увеличением ширины канавки между рифами. В работе была представлена методика экспериментальной проверки предлагаемых бичей с обоснованием следующих факторов: ширины канавки бича b_k , подачи корзинок в молотильную камеру q , числа оборотов молотильного барабана n_B . Результаты проведенных экспериментов представлены в виде зависимости содержания поврежденных маслосемян D от подачи корзинок q , ширины канавки бича из полиуретана b_k при фиксированном значении числа оборотов молотильного барабана $n_B=200 \text{ мин}^{-1}$. Также дан анализ представленной экспериментальной зависимости. Установлено значение величины ширины канавки $b_k=10 \text{ мм}$ и подачи $q=8 \text{ кг/с}$, при которых достигается минимальное повреждение маслосемян при обмолоте $D=0,2 \text{ %}$. Дан анализ приведенной зависимости.

Ключевые слова: маслосемена подсолнечника, молотильный барабан, экспериментальная зависимость, повреждение, дробление, ширина канавки.

Введение. Одним из критериев оценки работы зерноуборочного комбайна при уборке подсолнечника является процент содержания в бункерном ворохе дробленых и облущенных маслосемян. В соответствии с агротехническими требованиями при уборке подсолнечника содержание поврежденных (дробленых и облущенных) маслосемян не должно превышать 3 % [1].

При оценке работы молотильно-сепарирующей системы следует учитывать, что под дроблеными или битыми маслосеменами подразумевают те, повреждение которых составляет менее 50 % оболочки, под травмируемыми или частично поврежденными – более 50 % оболочки. Эти категории маслосемян при калибровании относятся к сходу. Облущенные маслосемена – есть семена подсолнечника, оставшиеся полностью без оболочки. Их относят к основной культуре.

Однако анализ результатов испытаний адаптеров, жаток и приспособлений к зерноуборочным комбайнам при уборке подсолнечника свидетельствует о том, что процент дробления маслосемян колеблется в пределах 0,14 ... 8,28 %. Минимальной величины повреждения маслосемян удалось достичь при использовании жатки НАШ-1273-04, агрегируемой с комбайном КЗС-1218 «ПалессеGS 12» (0,14 %). Максимальное значение (10,42 %) – при уборке подсолнечника адаптером ППП-12, комбайном с аксиально-роторной системой обмолота «Торум 740» РСМ-181. При этом облущивание маслосемян составило 3,56 %, дробление – 6,86 %.

Материалы и методы исследований. Исследования работы молотильно-сепарирующих систем показали, что причинами дробления, облущивания и микротравмирования маслосемян являются:

1. Материал бича. Бич изготавливают из бичевой стали. С учетом того, что твердость зерновки пшеницы и семянки существенно отличаются, то бич, изготовленный из стали, способствует микротравмированию маслосемян [4].

2. Ширина канавок между рифами бича. В среднем величина канавки составляет 5 мм, поскольку она в большей степени ориентирована на геометрические параметры зерновок злаковых культур, чем на маслосемена подсолнечника [4].

3. Число оборотов молотильного барабана. Устраняется регулировками молотильно-сепарирующего устройства. При обмолоте подсолнечника вставляют минимальные обороты: 225–300 мин^{-1} .

4. Зазор между крайней точкой бича молотильного барабана и плоскостью поверхности деки. Максимальное опускание деки приводит к созданию максимального зазора как на входе корзинок в молотильную камеру, так и на выходе из нее. Зазор между планками подбарабанья и крайней точкой бича молотильного барабана на входе должен составлять 45–50 мм, на первой планке основного подбарабанья – 38 мм, на выходе – 27–28 мм для СК-5 «Нива». Для комбайнов «ДОН» -1500 и его модификаций на входе – 40–45 мм, и на выходе – 25–27 мм.

Техническим решением по снижению дробления маслосемян может являться конструкция бича молотильного барабана, изготовленного из материала с упругими свойствами, с увеличенной шириной канавки [3].

Для проведения экспериментальных исследований были использованы 2 вида полиуретана:

1. Твердостью по шкале Шора 65 единиц (желтый полиуретан).
2. Твердостью по шкале Шора 80 единиц (красный полиуретан).

При проведении исследований были изготовлены образцы для замены ими стальных серийных бичей (рис. 1).

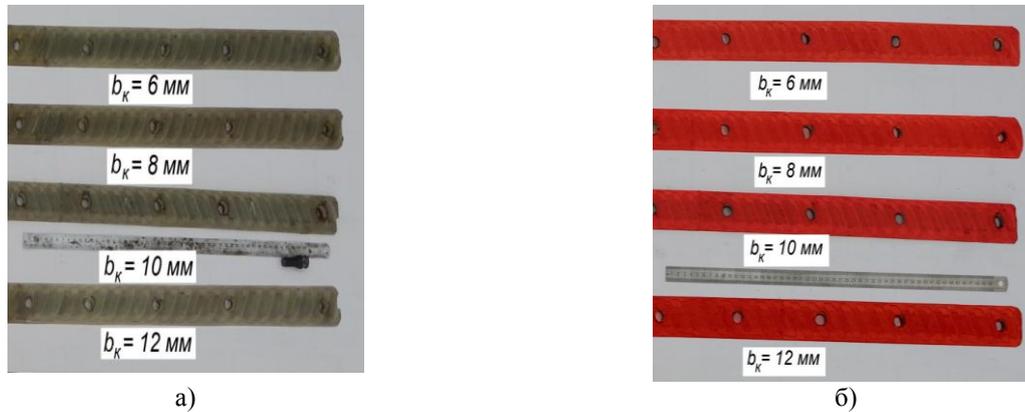


Рис. 1. Образцы бичей из полиуретана: а) твердостью по шкале Шора 65 ед. (желтый цвет); б) твердостью по шкале Шора 80 ед. (красный цвет)

Критерием оценки работы молотильно-сепарирующего устройства зерноуборочного комбайна при обмолоте корзинок подсолнечника являлось содержание поврежденных маслосемян D в бункерном ворохе.

Факторы оптимизации выбираем исходя из их влияния на критерий. Руководствуясь результатами первичного эксперимента, мы определили, что наибольшее влияние на величину D оказывает ширина канавки b_k , исходя из чего были назначены четыре уровня варьирования ее ширины: $b_k = 6; 8; 10$ и 12 мм [3].

Теоретически было обосновано, что ширина канавки, ориентированная геометрически на размер маслосемян способна снизить величину их дробления [4]. За минимальное значение были приняты 6 мм.

Вторичными факторами являются подача корзинок в молотильную камеру ($q = 4; 6; 8$ и 10 кг/с).

Следуя предпосылкам, что повреждение D при минимальной подаче будет достигать своего минимума по причине максимального контакта маслосемян с бичами, можно предположить, что с ее увеличением дробление будет снижаться пропорциональное величине. При увеличении подачи корзинки под воздействием ударов бичей преобразуются в единую обмолочиваемую массу и менее подвержены травмированию.

Число оборотов молотильного барабана примем за n_6 . Исходя из условий обмолота подсолнечника молотильным барабаном со стальными бичами можно предположить, что в случае замены бичей при минимальном значении n_6 возможен недомолот. Поэтому в ходе проведения эксперимента планировалось увеличение оборотов для достижения рационального значения травмируемых маслосемян ($n_6 = 200; 300; 400$ и 500 мин⁻¹ с шагом варьирования 100 мин⁻¹).

Экспериментальные образцы бичей монтировались на молотильный барабан комбайна ACROS 530 путем замены бичей из бичевой стали (рис.2).



Рис. 2. Молотильный барабан ACROS 530 с экспериментальными бичами из полиуретана: а) твердостью по шкале Шора 65 единиц; б) твердостью по шкале Шора 80 единиц

Результаты исследования и их обсуждение. Содержание поврежденных маслосемян в ворохе определяли в процентном отношении к общей массе вороха, прошедшего через решетку подбарабannya на транспортерную доску. При проведении исследований было замечено истирание рифов бичей, изготовленных

из полиуретана твердостью по шкале Шора 65 единиц, после уборки 100-110 га. У образцов бичей, изготовленных из полиуретана твердостью 80 единиц, износ установлен не был.

Уравнения экспериментальной зависимости (рис. 3) содержания поврежденных маслосемян D в ворохе подсолнечника от подачи корзинок в молотильную камеру q и ширины канавки бича b_k из полиуретана твердостью 80 единиц выглядят следующим образом:

при числе оборотов молотильного барабана $n_6=200 \text{ мин}^{-1}$;

при ширине канавки $b_k=6 \text{ мм}$;

$$y = 0,0688x^2 - 1,2975x + 6,745, \quad (1)$$

при ширине канавки $b_k=8 \text{ мм}$;

$$y = 0,075x^2 - 1,32x + 6,19, \quad (2)$$

при ширине канавки $b_k=10 \text{ мм}$;

$$y = 0,0625x^2 - 1,085x + 4,97, \quad (3)$$

при ширине канавки $b_k=12 \text{ мм}$;

$$y = 0,0625x^2 - 1,205x + 6,26, \quad (4)$$

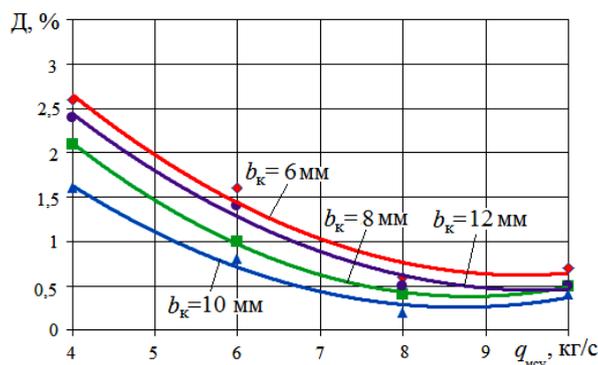


Рис.3. Экспериментальная зависимость содержания травмируемых маслосемян D , % в ворохе подсолнечника сорта «Саратовский 20» от подачи корзинок в молотильную камеру q , кг/с и ширины канавки b_k (полиуретан твердостью 80 ед. по Шору)

Анализ экспериментальной зависимости (см. рис.3) показывает, что при увеличении подачи корзинок в молотильную камеру $q_{МСУ}$ от 4 до 8 кг/с содержание поврежденных маслосемян D снижается с 2,6 до 0,6 % при $b_k=6$ мм и фиксированном числе оборотов молотильного барабана $n_6=200 \text{ мин}^{-1}$. Это объясняется тем, что с увеличением q за счет уплотнения обмолачиваемой массы происходит снижение ударного ускорения маслосемян $a_{уд}$. С увеличением подачи корзинок в молотильную камеру до 6 кг/с содержание поврежденных маслосемян снижается до величины 1,6 %. И при увеличении подачи до 10 кг/с наблюдается незначительное повышение величины $D = 0,7$ %. Это можно объяснить повреждением маслосемян за счет усиления сжатия обмолачиваемой массы между бичом и прутковой решеткой подбарабана [2].

С увеличением числа оборотов молотильного барабана n_6 при установленных значениях подачи q и ширины канавки b_k наблюдается повышение повреждения маслосемян с 1,6 до 1,8 % при фиксированном значении $b_k=10$ мм и подаче $q = 4$ кг/с.

Выводы. Наименьшее значение повреждения маслосемян $D=0,2$ % достигается при ширине канавки бича $b_k=10$ мм, подаче = 8 кг/с и числе оборотов $n_6=200 \text{ мин}^{-1}$. Это объясняется тем, что при меньшем значении ширины канавки происходит повреждение маслосемян рифами вследствие того, что часть маслосемян не помещается в канавку. При ширине канавки более 10 мм происходит выпадение маслосемян из канавки и повреждение их рифами или прутковой решеткой подбарабана.

Литература

1. Константинов, М. М. Оценка уровня потери зерна за порционной жаткой, оснащённой устройством для образования стерневых кулис / М. М. Константинов, И. Н. Глушков // Известия ОГАУ. –2016. – № 3 (59). – С. 86-89.
2. Математическое выражение для определения ударного ускорения маслосемян при обмолоте корзинок подсолнечника / А.С. Старцев [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 4. – С. 98-100.
3. Старцев, А. С. Возможности использования полиуретана и капролона в качестве материала бичей молотильного барабана зерноуборочного комбайна / А. С. Старцев, А. А. Куньшин, В. А. Ананьев // Вклад ученых в повышение эффективности агропромышленного комплекса России: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 28-летию создания Ассоциации «Аграрное образование и наука». – Саратов: ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ», 2018. – С. 72-79.
4. Старцев, А. С. Системный анализ зерноуборочного комбайна на уборке подсолнечника / А. С. Старцев // Аграрный научный журнал. – 2018.– № 12. – С. 78-80.

Сведения об авторах

1. **Старцев Александр Сергеевич**, кандидат технических наук, доцент, Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова, 410012, Российская Федерация, Саратов, Театральная пл., 1; e-mail: ahilles974@mail.ru, тел. 8(927)159-50-63;

2. **Куньшин Александр Андреевич**, аспирант, Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова, 410012, Российская Федерация, Саратов, Театральная пл., 1; e-mail: grw74kaa@mail.ru тел. 8(917)328-59-02;

3. **Нестеров Евгений Сергеевич**, кандидат технических наук, доцент, Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова, 410012, Российская Федерация, Саратов, Театральная пл., 1; e-mail: nesterov21@mail.ru тел. 8(927)159-50-63.

EXPERIMENTAL DEPENDENCE OF CRUSHING OF OIL SEEDS WHILE THROOMING A SUNFLOWER FROM SUBMITTING BASKETS TO A MOLOTILES CHAMBER AND WIDTH OF A POLYURETHANE BEAM WAX

A.S. Startsev, A.A. Kunschinn, E.S. Nesterov

*Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov
410012, Russian Federation, Saratov*

Abstract: *In accordance with the agrotechnical requirements for the harvesting of sunflower, damage to oilseeds by the threshing machine should not exceed 3%. It is known that the designs of threshing and separating systems of both domestic and foreign combines are focused on threshing of cereals. The use of serial steel scourges of the threshing apparatus often leads to an increase in the content of damaged sunflower oilseeds. In accordance with the data of the agribusiness expert analysis center, the share of sunflower acreage in Russia for the period 2007–2017. ranged from 3.26 to 8.47%, which averages 7.07% of the total area sown to grain crops. The article provides a technical solution to reduce damage to oilseeds when thrashing sunflower baskets with a threshing machine of a combine harvester using polyurethane whips and with an increase in the width of the groove between the reefs. The paper presented a method of experimental verification of the proposed scourges with the rationale for the following factors: the width of the groove of the scourge b_k , the supply of baskets to the threshing chamber q , the number of revolutions of the threshing drum nB . The results of the experiments are presented as a dependence of the content of damaged oilseeds D on the feed of the baskets q , the width of the groove of the blade from polyurethane b_k at a fixed value of the number of revolutions of the threshing drum $nB = 200 \text{ min} - 1$. An analysis of the presented experimental dependence is also given. The value of the width of the groove $b_k = 10 \text{ mm}$ and feed $q = 8 \text{ kg/s}$, at which minimum oilseed damage is achieved with a threshing $D = 0.2\%$, is established. An analysis of the above dependence is given.*

Keywords: sunflower oilseeds, threshing drum, experimental dependence, damage, crushing, groove width.

Literatura

1. Konstantinov, M. M. Ocenka urovnya poteri zerna za porcionnoj zhatkoj, osnashchyonnoj ustrojstvom dlya obrazovaniya sternevyh kulis / M. M. Konstantinov, I. N. Glushkov // *Izvestiya OGAU*. – 2016. – № 3 (59). – S. 86-89.

2. Matematicheskoe vyrazhenie dlya opredeleniya udarnogo uskoreniya maslosemyan pri obmolote korzinok podsolnechnika / A.S. Starcev [i dr.] // *Agrarnyj nauchnyj zhurnal*. – 2019. – № 4. – S. 98-100.

3. Starcev, A. S. Vozmozhnosti ispol'zovaniya poliuretana i kaprolona v kachestve materiala bichej molotil'nogo barabana zernouborochnogo kombajna / A. S. Starcev, A. A. Kun'shin, V. A. Anan'ev // *Vklad uchenyh v povyshenie effektivnosti agropromyshlennogo kompleksa Rossii: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashchennoj 28-letiyu sozdaniya Associacii «Agrarnoe obrazovanie i nauka»*. – Saratov: FGBOU VO «Saratovskij GAU», 2018. – S. 72-79.

4. Starcev, A. S. Sistemnyj analiz zernouborochnogo kombajna na uborke podsolnechnika / A. S. Starcev // *Agrarnyj nauchnyj zhurnal*. – 2018. – № 12. – S. 78-80.

Information about authors

1. **Startsev Alexander Sergeevich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, 410012, Russian Federation, Saratov, 1, Teatralnaya Square, e-mail: ahilles974@mail.ru, tel: 8 (927) 159-50-63;

2. **Kunshinn Alexander Andreevich**, graduate student, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, 410012, Russian Federation, Saratov, 1, Teatralnaya Square, e-mail: grw74kaa@mail.ru; tel: 8 (917) 328-59-02;

3. **Nesterov Evgeny Sergeevich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Saratov State Agricultural named after N.I. Vavilov, 410012, Russian Federation, Saratov, 1, Teatralnaya Square, e-mail: nesterov21@mail.ru, tel: 8 (927) 159-50-63.