

## ЗАВИСИМОСТЬ СТЕПЕНИ ДРОБЛЕНИЯ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ ОТ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ОЧЕСЫВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Владимир Юрьевич Савин

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана,  
Калужский филиал

Одним из перспективных вариантов совершенствования процесса уборки зерновых культур является использование технологии очеса растений на корню, важнейшим преимуществом которой является увеличение доли зерна в убранном ворохе. На базе Калужского филиала МГТУ имени Н.Э. Баумана разработано и изготовлено очесывающее устройство прицепного типа с одним очесывающим барабаном, оснащенным гребенками, изготовленными из легированной стали. Ширина захвата устройства составляет 1,5 м. Использование компактного недорогого прицепного очесывающего устройства дает предпосылки для решения проблемы дефицита зерноуборочной техники, главным образом в небольших хозяйствах. Для оценки качественных параметров уборки пшеницы в Калужской области в 2017 г. были проведены экспериментальные исследования на уборке озимой пшеницы сорта Московская 39, в ходе которых скорость движения агрегата поддерживалась в пределах 1,0–1,5 м/с, очесывающий барабан устанавливался на высоте 0,22 м, частота вращения очесывающего барабана была 450, 700, 1100 мин<sup>-1</sup>. Выявлено, что при частоте вращения барабана, равной 700 мин<sup>-1</sup>, доля дробленого зерна составляет 0,75%. Уменьшение частоты вращения очесывающего барабана до 450 мин<sup>-1</sup> дает незначительное уменьшение этого показателя – до 0,7%. При увеличении частоты вращения барабана до 1100 мин<sup>-1</sup> доля дробленого зерна значительно увеличивается и составляет 2,56%. Исследования показали, что в диапазоне частот вращения 450–700 мин<sup>-1</sup> процент дробленого зерна практически не изменяется. Предложено при последующей доработке вороха выделять свободное зерно без обмолота, при этом основной объем зерна не будет подвергаться дополнительному травмированию.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: уборка зерновых, прицепное очесывающее устройство, очесывающий барабан, очесывающая гребенка, дробление зерна.

## THE DEPENDENCE OF THE DEGREE OF DAMAGING OF WHEAT GRAIN ON THE ROTATIONAL VELOCITY OF ROTARY-COMB DRESSER

Vladimir Yu. Savin

Bauman Moscow State Technical University, Kaluga Branch

One of the promising options for improving the process of grain crops harvesting is the use of combing standing plants technology, the most important advantage of which is an increase in share of grain in trashed heap. Staff members of Kaluga Branch, Bauman Moscow State Technical University designed and manufactured a trailing combing device with one rotary-comb dresser equipped with combs made of alloy steel. Operating width of the device is 1.5 m. The use of a compact low-cost trailing combing device provides the prerequisites for solving the problem of shortage of grain harvesting equipment, mainly in small farms. To assess the qualitative parameters of wheat harvesting in Kaluga Oblast in 2017, experimental studies were conducted on harvesting Moskovskaya 39 winter wheat variety. During the experimental studies, the speed of movement of the unit was maintained within 1.0–1.5 m/s, the combing device was installed at a height of 0.22 m, the rotational velocity of the combing device was 450, 700, 1100 rpm. It was defined that when the rotational velocity of the comb dresser was equal to 700 rpm, the fraction of damaged grain was 0.75%. A decrease in rotational velocity of the combing device to 450 rpm resulted in a slight decrease in the parameter under study up to 0.7%. An increase in rotational velocity of the combing device up to 1100 rpm resulted in a sensible increase in the fraction of damaged grain: in this case it was equal to 2.56%. Studies have shown that in the range of rotation velocity of 450–700 rpm the parameter values of the damaged grain

fraction remained practically unchanged. It is offered at the subsequent completion of a heap to allocate free grain without threshing, thus the main volume of grain will not be exposed to additional damaging.

KEYWORDS: grain crops harvesting, trailing combing device, rotary-comb dresser, stripper fingers, crushing of grain.

### **В**ведение

Одним из перспективных вариантов развития процесса уборки зерновых культур является использование технологии очеса растений на корню. Реализация данной технологии может производиться по двум направлениям. В соответствии с первым направлением в традиционных зерноуборочных комбайнах обычная жатка заменяется на жатку очесывающего типа. Второе направление предусматривает создание компактного прицепного очесывающего устройства.

Важнейшим преимуществом технологии уборки зерновых культур методом очеса является увеличение доли зерна в убранном ворохе [2, 7]. Так, при традиционной уборке зерновых соотношение массы зерна и соломы в зерновой массе, поступающей в молотильный аппарат комбайна, составляет  $1 : 1 - 1 : 1,5$ . В результате испытаний экспериментального прицепного очесывающего устройства получено соотношение массы зерна и соломы от  $1 : 0,59$  до  $1 : 0,81$  [7].

Использование компактного недорогого прицепного очесывающего устройства дает предпосылки для решения проблемы дефицита зерноуборочной техники, главным образом в небольших хозяйствах.

На базе Калужского филиала МГТУ имени Н.Э. Баумана разработано и изготовлено очесывающее устройство прицепного типа с одним очесывающим барабаном, который оснащен гребенками, изготовленными из легированной стали. Ширина захвата устройства составила 1,5 м (рис. 1).



Рис. 1. Экспериментальное прицепное очесывающее устройство

Для оценки качественных параметров уборки зерновых культур в 2017 г. в Калужской области были проведены экспериментальные исследования предложенного очесывающего устройства. Одной из основных задач испытаний явилось определение значений дробления зерна на разных режимах работы устройства, так как процент дробленого зерна является одним из важнейших качественных показателей уборки зерновых культур. Дробление семенного зерна не должно превышать 1%, продовольственного – 2% [5, 6, 10].

Исследования зерна на дробимость показывают, что разрушение начинается при скорости соударения зерна с рабочим органом 17,7–25 м/с [3, 8, 9]. При этом необходимо отметить, что прочность зерна зависит от формы, размеров, веса, влажности, стекловидности и других физико-механических свойств.

На основе обзора результатов исследований известных очесывающих устройств по уровню дробления зерна можно отметить следующее. Специалистами КубНИИТиМ проводились испытания зерноуборочного комбайна СК-5М «Нива» с очесывающим хедером SR-4200 фирмы «Shelbourne-Reynolds» [4]. На уборке озимой пшеницы сорта Спартанка при урожайности 6,63 т/га, высоте растений 70,4 см, полеглости до 10,1% дробление зерна составило 1,46%. В данном случае дробление зерна складывалось из дробления при очесе и дробления при воздействии рабочих органов комбайна [1].

### **Методика эксперимента**

Для определения значений дробления зерна на различных режимах работы очесывающего устройства были проведены экспериментальные исследования на уборке озимой пшеницы сорта Московская 39. Высота растений пшеницы составила 0,91 м, полеглость достигала 11%, влажность зерна – 15,8%, урожайность – 2,4 т/га.

Для отбора проб очесанного вороха был изготовлен и установлен на выгрузной трубопровод очесывающего устройства специальный сборник вороха, исключаящий просыпание и представляющий собой емкость из брезента.

На протяжении экспериментальных исследований скорость движения агрегата поддерживалась в пределах 1,0–1,5 м/с, очесывающий барабан устанавливался на высоте 0,22 м.

Для расчета степени дробления зерна при определенной частоте вращения очесывающего барабана брали 150–200 г зернового вороха, полученного в результате соответствующего опыта, и очищали зерно от соломистых частиц и сорных примесей. Затем из полученной зерновой массы брали пробу в количестве 200–300 зерен, сортировали на целое и поврежденное зерно и рассчитывали процент дробления. Для большей достоверности пробы брали по три раза. Дробленые частицы переводили в целые зерна.

Пробы зерна отбирали при различной частоте вращения очесывающего барабана экспериментального устройства: 450, 700 и 1100 мин<sup>-1</sup>.

### **Результаты и их обсуждение**

С учетом указанных выше факторов в результате экспериментального исследования получена зависимость дробления зерна от частоты вращения очесывающего барабана (рис. 2).

На рисунке представлена полученная графическая зависимость дробления пшеницы от частоты вращения барабана. Из графика видно, что частоте вращения барабана  $n = 700$  мин<sup>-1</sup> соответствует дробление зерна 0,75%. Увеличение частоты вращения барабана дает значительное увеличение дробления зерна. С уменьшением частоты вращения очесывающего барабана до 450 мин<sup>-1</sup> отмечается незначительное уменьшение дробления – до 0,7%.

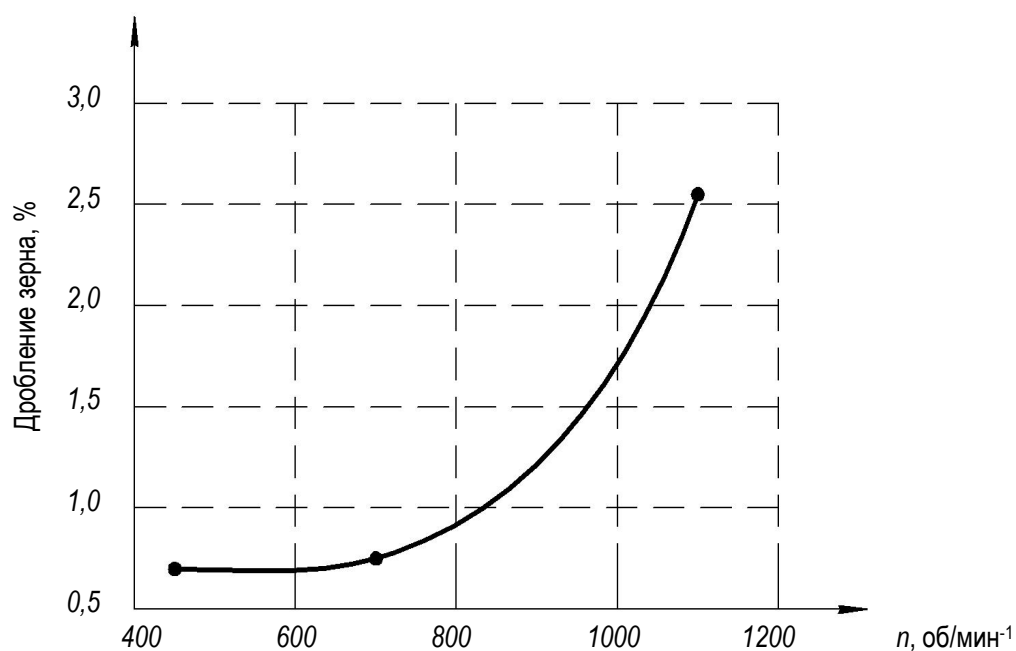


Рис. 2. Зависимость дробления зерна от частоты вращения очесывающего барабана

Анализируя полученную графическую зависимость (рис. 2), можно сделать следующие выводы:

- до частоты вращения  $700 \text{ мин}^{-1}$  доля дробленого зерна практически не изменяется и составляет  $0,7\text{--}0,75\%$ ;

- в диапазоне частот вращения очесывающего барабана  $700\text{--}1100 \text{ мин}^{-1}$  происходит резкое увеличение процента дробления очесанного зерна.

При этом по результатам исследований возникает следующий вопрос: происходит ли плавное повышение процента дробленого зерна или существует четкое граничное значение частоты вращения очесывающего барабана, при котором резко повышается дробление? Для ответа на возникающий вопрос необходимо в последующих исследованиях получить значения доли дробленого зерна именно в промежутке частот вращения очесывающего барабана  $700\text{--}1100 \text{ мин}^{-1}$ .

В целом результаты эксперимента согласуются с представленными выше результатами исследования зерна на дробимость. Скорость соударения зерна с гребенкой  $V$  равна  $V = 2\pi nR$ , где  $R$  – радиус очесывающего барабана по центру зоны очеса на гребенках, м.

При частоте вращения очесывающего барабана  $n = 700 \text{ мин}^{-1}$  и радиусе очесывающего барабана по центру зоны очеса на гребенках  $R = 0,26 \text{ м}$  скорость составляет  $V = 18,9 \text{ м/с}$ .

Следует отметить, что полученная зерносоломистая масса требует дальнейшего дообмолота и очистки. При этом высокий процент содержания свободного зерна в очесанной хлебной массе [7] дает предпосылки для варианта выделения свободного зерна в стационарных условиях без обмолота. При этом основной объем зерна не будет подвергаться дополнительному травмированию, что неизбежно при обмолоте.

### Выводы

На основании экспериментальных исследований очесывающего устройства для уборки зерновых культур получена зависимость дробления зерна от частоты вращения очесывающего барабана.

В диапазоне частот вращения  $450\text{--}700 \text{ мин}^{-1}$  доля дробления зерна практически не изменяется и составляет  $0,7\text{--}0,75\%$ .

В диапазоне частот вращения очесывающего барабана 700–1100 мин<sup>-1</sup> происходит резкое увеличение доли дробленого очесанного зерна.

Для определения граничной частоты, при которой дробление резко возрастает, предложено произвести серию экспериментов в диапазоне частот вращения очесывающего барабана 700–1100 мин<sup>-1</sup>.

---

### Библиографический список

1. Ахматов А.А. Травмирование зерна шнековыми питающими устройствами / А.А. Ахматов, В.И. Орбинский, В.Н. Солнцев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2015. – № 4 (47). – С. 98–101.
2. Жалнин Э.В. Уборка с очесом на корню: за и против / Э.В. Жалнин // Сельский механизатор. – 2013. – № 8. – С. 10–12.
3. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных параметров и режимов работы / Н.И. Кленин, В.А. Сакун. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Колос, 1980. – 671 с.
4. Ковлягин Ф.В. Уборка зерновых культур методом очеса / Ф.В. Ковлягин, Г.Г. Маслов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1991. – № 8. – С. 5–6.
5. Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства ; под ред. А.П. Тарасенко. – Москва : КолосС, 2006. – 552 с.
6. Механизация растениеводства ; под ред. В.Н. Солнцева. – Москва : ИНФРА-М, 2018. – 383 с.
7. Савин В.Ю. Определение состава очесанного вороха при уборке пшеницы с использованием прицепного очесывающего устройства / В.Ю. Савин // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4 (51). – С. 96–99.
8. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины ; под ред. Г.Е. Листопада. – Москва : Агропромиздат, 1986. – 688 с.
9. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин : учебник для вузов сельскохозяйственного машиностроения ; под ред. Е.С. Босого. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1978. – 568 с.
10. Уборка урожая комбайнами «Дон» / М.К. Комарова (сост.). – Москва : Росагропромиздат, 1989. – 220 с.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

#### Принадлежность к организации

Владимир Юрьевич Савин – кандидат технических наук, доцент кафедры гидромашин и гидропневмоавтоматики ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана», Калужский филиал, Российская Федерация, г. Калуга, тел. 8(4842) 77-45-02, e-mail: savin.study@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию 16.08.2018

Дата принятия к печати 11.09.2018

### AUTHOR CREDENTIALS

#### Affiliations

Vladimir Yu. Savin – Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Hydraulic Machines and Pneumatic Automation, Bauman Moscow State Technical University, Kaluga Branch, Russian Federation, Kaluga, tel. 8(4842) 77-45-02, e-mail: savin.study@yandex.ru.

Received August 16, 2018

Accepted September 11, 2018