

**А.И. Бурьянов**, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник;  
**М.А. Бурьянов**, кандидат технических наук, старший научный сотрудник;  
**И.В. Червяков**, младший научный сотрудник;  
**В.В. Ковтунов**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник;  
*ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»  
(347740, г. Зерноград, Научный городок, 3; email: vniizk30@mail.ru)*

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ УБОРКИ СОРГО

В последние годы все более широко применяют технологию уборки зерновых культур комбайновым очесом. Для ее реализации зерноуборочные комбайны оборудуют очесывающими жатками. Вследствие резкого снижения содержания стеблей в очесанной зерновой массе нагрузка на молотильное устройство снижается на 75-80%. Это обеспечивает повышение производительности зерноуборочного комбайна в 1,5-1,7 раза.

Из-за незначительной доли площадей в севооборотах сельскохозяйственных предприятий, занимаемых под сорго, внедрению технологии его уборки очесом уделяется относительно малое внимание. В то же время при уборке сорго традиционным обмолотом стебли растений подвергаются сжатию и перетиранию. В результате влага, содержащаяся в них, попадает на зерно, впитывается и резко увеличивает его влажность. При уборке очесом стебли практически не деформируются, что позволяет получить зерно с такой же влажностью, что и до очеса. Поэтому в данной работе рассматривается возможность адаптации технических средств для культуры сорго, которые были разработаны преимущественно для уборки очесом зерновых колосовых культур.

В результате проведенных исследований установлено, что доля незерновой части после очёса растений сорго зернового сорта Зерноградское 53 составила 17,3% , что сравнимо со структурой очесанной зерновой массы зерновых колосовых культур и в 1,77 раза меньше чем при очесе сорго сахарного. Так же сильно отличаются данные о величине потерь зерна, полученные по результатам испытаний сравниваемых сортов. Так, потери зерна при очесе сорго сахарного даже в лабораторных условиях составили 7,6%, что в 2,64 раза выше, чем при очесе сорго сорта Зерноградское 53. Таким образом, сорт сорго зернового Зерноградское 53 и сорта, близкие по морфологии, можно убирать по технологии комбайновым очесом с использованием серийно выпускаемых в настоящее время очесывающих жаток. Для уборки очесом использованного образца сорго сахарного

и сходных по морфологическим признакам сортов, выпускаемые в настоящее время очесывающие жатки не приспособлены и потребуют их глубокой модернизации.

*Ключевые слова:* сорго, очес, жатка, конструктивные особенности, влажность, зерно.

**A.I. Buryanov**, Doctor of Technical Sciences, professor, main research officer;

**M.A. Buryanov**, Candidate of Technical Sciences, senior research officer;

**I.V. Chervyakov**, junior research officer;

**V.V. Kovtunov**, Candidate of Agricultural Sciences, leading research officer,

*FSBSI Agricultural Research Center "Donskoy"*

*(347740, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; email: vniizk30@mail.ru)*

## **IMPROVEMENT OF HARVESTING TECHNOLOGY OF SORGHUM**

The last years have seen a wide application of grain crop stripping technology. All harvesting combines are now equipped with stripper heads. Due to the decrease of number of stems in the stripped grain mass the load on the threshing unit also decreases on 75-80%. It increases productivity of grain harvester in 1.5-1.7 times. Because of a small share of the lands under sorghum, participating in crop rotations, the implementation of sorghum harvesting by stripping technology is paid little attention. At the same time when sorghum is harvested by the traditional method of threshing, plant stems are compressed and rubbed. As a result moisture of the stems falls on grain, it is absorbed by grain and it increases grain humidity. The stripping harvesting does not deform the stems that allow harvesting grain with the same moisture as before stripping. Thus the article considers the possibility to adapt harvesting stripping technology for sorghum, though it has been predominantly designed for grain crops. The experiments showed that the share of non-grain part after stripping of the grain sorghum variety 'Zernogradskoe 53' was 17.3%, that was similar to the stripped grain mass of grain crops and in 1.77 times less than after stripping of sweet sorghum. The data about losses of grain obtained during the study greatly vary. The grain losses after stripping of sweet sorghum were 7.6%, that was in 2.64 times more than after stripping of grain sorghum variety 'Zernogradskoe 53'. Thus, the grain sorghum variety 'Zernogradskoe 53' and other varieties of the similar morphology can be harvested with crop stripping technology, using constantly manufactured stripper headers. But the present stripper headers are not suitable for harvesting of sweet sorghum and other varieties of similar morphology and they require large modernization.

*Keywords:* sorghum, stripping, harvester, construction features, humidity, grain.

**Введение.** В последние годы все более широко применяют технологию уборки зерновых культур комбайновым очесом. Для ее реализации зерноуборочные комбайны оборудуют очесывающими жатками, с помощью которых, воздействуя на убираемые растения быстровращающимися очесывающими барабанами, снабженными

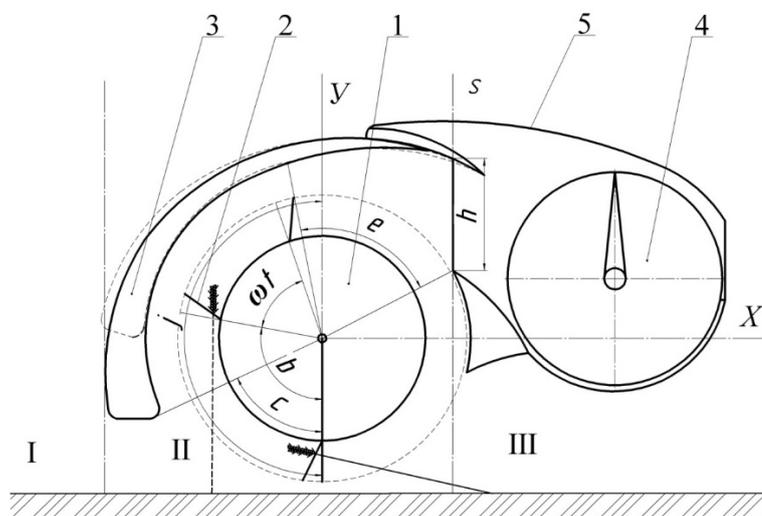
очесывающими зубьями, разрушают полностью или частично соцветия (колосья или метелки), иногда отрывают их. Полученные при очесе компоненты зерновой массы, за счет энергии, сообщенной им при контакте с зубьями барабана, и воздушного потока, формируемого вращающимся барабаном, перемещаются в ложе шнека жатки. Вследствие резкого снижения содержания стеблей в полученной массе зерна после очёса нагрузка на молотильное устройство снижается на 75-80%. Это обеспечивает повышение производительности зерноуборочного комбайна в 1,5-1,7 раза. Так как пиковая потребность в зерноуборочных комбайнах определяется величиной объемов производства зерновых колосовых культур, то для ее снижения, разрабатываемые очесывающие устройства в первую очередь адаптировали к их специфическим свойствам и характеристикам, которые существенно отличаются от таких культур как сорго.

Из-за различий, а также относительно небольшой доли площадей в севооборотах сельскохозяйственных предприятий, занимаемых под сорго, внедрению технологии его уборки очесом уделялось относительно малое внимание. В то же время при уборке сорго традиционным обмолотом стебли растений подвергаются сжатию и перетиранию. В результате влага, содержащаяся в них, попадает на зерно, впитывается и резко увеличивает его влажность. При уборке очесом стебли практически не деформируются, что позволяет получить зерно такой же влажностью, что и до очеса.

Проблеме уборки сорго очесом посвящено небольшое количество работ. Достаточно значительные исследования в этой области представлены в работах А.К. Скворцова и Д.В. Скрипкина [1,2]. Однако в них рассмотрены вопросы теории инерционного очеса, реализовать который можно лишь при широкорядном посеве возделываемых культур. Поэтому в данной работе рассматривается возможность адаптации технических средств для культуры сорго, которые были разработаны преимущественно для уборки очесом зерновых колосовых культур.

**Материалы и методы.** Для понимания проблем адаптации очесывающих устройств к характеристикам растений сорго рассмотрим основные конструктивные особенности и специфику процесса очеса, реализуемого однобарабанной очесывающей жаткой. На рисунке 1 показана зона, ограниченная углом  $\beta$ , в пределах которого может осуществляться очес убираемой культуры. Длина дуги, ограниченная этим углом, зависит от радиуса барабана  $r$  и в значительной мере определяет возможность очеса растений различной высоты, выросших рядом. У всех типов жаток, кроме выпускаемых фирмой «Шелборн», очесывающие зубья 2 длиной 80-120мм снабжены параллельно расположенными кромками, образующими очесывающую щель шириной 8мм. Однобарабанные жатки снабжены обтекателем 3, который смонтирован с возможностью

поворота относительно центра барабана. Диаметр очесывающего барабана у большинства жаток 540-650 мм. Как отмечалось выше, такие параметры очесывающих устройств разработаны в соответствии с характеристиками возделываемых зерновых колосовых культур. При нарушении режимов работы очесывающих устройств возникают потери, зоны образования которых показаны на рисунке 1.



*I* - зона потерь при взаимодействии колоса растения с наружной поверхностью обтекателя; *II* - зона потерь выбрасыванием вперед по ходу жатки; *III* - зона потерь проходом через зазор между барабаном и ложем шнека; *b* - угол очеса;  $\omega t$  - угол поворота зуба с зерновкой; *e* - угол движения зерновки по транспортирующему каналу; *h* - ширина канала в сечении *S*;

*1* – барабан очесывающий, *2* – очесывающий зуб, *3* – обтекатель, *4* – шнек, *5* – крыша жатки.

Рис. 1. Зоны потерь и взаимодействия очесываемого растения и продуктов очеса с рабочими органами очесывающей жатки

Растения сорго характеризуются более длинным жестким стеблем и значительно большего диаметра, чем зерновые колосовые культуры. В производственных условиях длина стебля отдельных сортов сорго и его толщина могут варьировать в достаточно широком диапазоне даже на одном поле. Заметно отличаются характеристики и их соцветий. Для изучения возможности очеса растений сорго однобарабанной очесывающей жаткой были взяты сорт сорго зернового Зерноградское 53 селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» (ФГБНУ ВНИИЗК им И.Г. Калиненко) и образец сорго сахарного. До проведения эксперимента замеры длины стеблей и их диаметр в расчетной зоне контакта с очесывающими зубьями. У сорта Зерноградское 53 отклонения по длине стебля не превышали 200 мм, а толщина варьировала в пределах 4-8 мм. У образца сорго сахарного отклонения по длине стебля достигали 600 мм, а толщина варьировала

в пределах 8-16 мм. Следует отметить, что замеры растений проводили их отбором из срезанных и сформированных на поле снопов. Влажность зерна обоих сортов определяли до очеса, выделяя зерна из метелок вручную и после очеса отбирая пробы из очесанного вороха. Очес растений осуществляли на лабораторной установке, отличающейся от серийной жатки шириной захвата, которая составляла 180 мм. При этом установка зафиксирована на неподвижной раме (рис. 2), а перемещаются растения, закрепленные на бегущем поле (рис. 3).

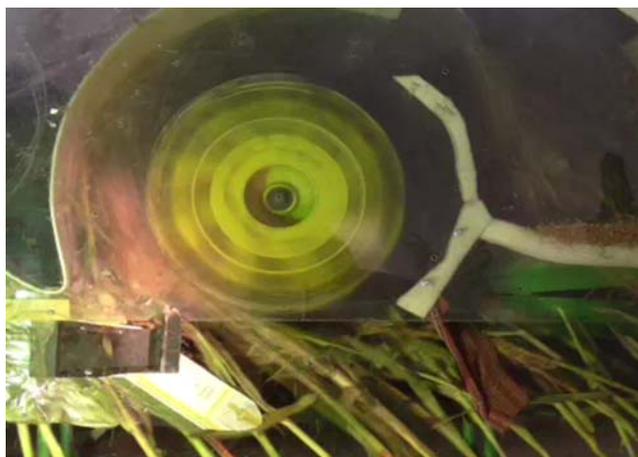


Рис. 2. Очес растений сорго на лабораторной установке, имитирующей работу однобарабанной жатки

Опыты по очесу проводили в трехкратной повторности по каждому сорту на базе ФГБНУ «АНЦ «Донской» (ФГБНУ СКНИИМЭСХ) в 2016 г.

**Результаты.** На рисунке 3 показано бегущее поле с растениями образца сорго сахарного после их очеса. Из снимка видно, что растения весьма существенно отличаются по высоте и по толщине стебля. Последнее стало определяющим по степени влияния на качество очеса. Так как толщина значительной части стеблей оказалась больше ширины очесывающей щели, то часть метелок была скорее отрезана, чем оторвана режущими кромками конической части зубьев.



Рис. 3. Бегущее поле с растениями сорго сахарного после их очеса

Отдельные метелки и их фрагменты были оторваны при их контакте с очесывающими зубьями в нижней части барабана, близкой к его вертикальной оси, вследствие чего потеряны (зона потерь II, рисунок 1.) Причина потерь этого типа – значительная разница по высоте растений. При очесе растений сорта сорго зернового Зерноградское 53 качество очеса было гораздо выше (рисунок 4). Объясняется это тем, что растения этого сорта, хотя и существенно отличаются по ряду характеристик от растений зерновых колосовых культур, но такие их характеристики как толщина стебля, выровненность по высоте, обеспечивают создание условий, необходимых для нормального протекания процесса очеса однобарабанной жаткой.



Рис. 4. Продукт, полученный после очеса сорго сорта Зерноградское 53:

а) неочищенное зерно; б) чистое зерно

Как видно на рисунке 4 а, доля стеблей и листьев в неочищенном зерне после очёса незначительная. В нем отсутствуют крупные части стеблей, визуальнo видно малое содержание фрагментов листьев. Это подтверждается и данными, полученными после взвешивания вороха и его компонентов испытываемых сортов и приведенными в таблице

Содержание компонентов в очесанном ворохе сравниваемых сортов сорго

№ п/п	Наименование показателя	Значение показателя по сортам сорго	
		Зерноградское 53	Сорго сахарное
1	Очесанный ворох, г	2600	4080
2	Зерно очищенное, г	2150	2830
3	Незерновая часть урожая, г	450	1250
4	Доля незерновой части, %	17,3	30,64
5	Потери зерна, г/%	62/2,88	215/ 7,6

6	Влажность зерна до очеса, %	16,0	16,3
7	Влажность зерна после очеса, %	16,0	16,7

Как видно из приведенных в таблице данных, влажность зерна у сорго сорта Зерноградское 53 осталась неизменной, а у образца сорго сахарного увеличилась на 0,4%. Объясняется это тем, что стебли растений сорго зернового сорта Зерноградское 53 более тонкие, поэтому при очесе практически не разрушались. Толщина стеблей образца сорго сахарного более 9 мм, что превышает ширину очесывающей щели, поэтому они разрушались или травмировались прочесом с образованием глубоких борозд вдоль стебля. В результате проведенных опытов установлено, что при уборке сорго очесом влажность его зерна практически не изменяется.

Доля незерновой части после очёса растений сорго зернового сорта Зерноградское 53 составила 17,3% , что сравнимо со структурой очесанной зерновой массы зерновых колосовых культур и в 1,77 раза меньше чем при очесе сорго сахарного. Столь же разительно отличаются данные о величине потерь зерна, полученные по результатам испытаний сравниваемых сортов. Так, потери зерна при очесе сорго сахарного даже в лабораторных условиях составили 7,6%, что в 2,64 раза выше, чем при очесе сорго сорта Зерноградское 53. Следует отметить, что потери зерна в зоне I, которые возникают при контакте колосьев зерновых колосовых культур с обтекателем, в данных опытах отсутствовали.

### **Выводы.**

Как видно из полученных результатов исследований, уборка очесом сорго зернового сорта Зерноградское 53 и других сортов с аналогичными по морфологии растениями может осуществляться жатками, разработанными и выпускаемыми в настоящее время для уборки зерновых колосовых культур без их глубокой модернизации.

Для уборки очесом использованного образца сорго сахарного и сортов с близкими морфологическими признаками выпускаемые в настоящее время очесывающие жатки не приспособлены и потребуют их глубокой модернизации.

В результате проведенных исследований установлено, что при уборке сорго по предлагаемой технологии влажность зерна практически не изменяется, что позволяет значительно снизить затраты средств на его сушку, применение которой остается актуальным при скашивании и обмолоте по традиционной технологии.

### **Литература**

1. Скворцов, А.К. Основы теории инерционно-очесного обмолота / А.К. Скворцов // Основы достижения устойчивого развития сельского хозяйства: Материалы

международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию образования Волгоградской ГСХА» (Инженерные науки). – Волгоград, 2004. – С. 38-39.

2. Скрипкин, Д.В. Совершенствование молотильно-сепарирующего устройства и технологии обмолота зерновых колосовых культур на корню: Автореферат диссертации кандидата технических наук: ВГСХА. – Волгоград. – 2005. – С. 23.

#### **Literature**

1. Skvortsov, A.K. The basis of the theory about grain crop stripping technology / A.K. Skvortsov // Basics of achieving sustainable development of agriculture. 'Materials of the international scientific and practical conference dedicated to the 60th anniversary of the formation of the Volgograd State Agricultural Academy' (Engineering Sciences). – Volgograd, 2004. – PP. 38-39.

2. Skripkin,, D.V. The improvement of threshing-separating device and threshing technology of grain crops on stems: thesis on Candidate of Technical Science: VSAA. – Volgograd. – 2005. – P. 23.