

СНИЖЕНИЕ ТРАВМИРОВАНИЯ СЕМЯН КОМБАЙНАМИ КЗС-9-1 «СЛАВУТИЧ»

Сергей Васильевич Пустовит, ассистент кафедры машиноиспользования, мобильной энергетики и сервиса технологических систем

Житомирский национальный агроэкологический университет, Украина

Владимир Иванович Оробинский, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры сельскохозяйственных машин

Алексей Иванович Подорванов, магистрант кафедры сельскохозяйственных машин

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Приведены результаты лабораторных исследований влияния конструкций домолачивающих устройств и очистки зерноуборочного комбайна на выход свободно обмолоченного зерна и необмолоченных колосьев в камеру колосового шнека, на уровень травмирования и потери зерна за очисткой.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: очистка зерноуборочного комбайна, домолачивающие устройства, дробление зерна, потери зерна.

The authors present the results of laboratory research on the design influence of threshing and separating devices of combine harvester on the input of free threshed grain and non threshed grain into the chamber of recycling auger, as well as on the level of grain damaging and losses of grain after separation.

KEY WORDS: combine harvester, separating device, threshing devices, grain grinding, grain losses.

Повреждение семян при уборке урожая ухудшает их посевные качества и, как следствие, снижает урожайность. Наибольшую опасность представляют микротравмированные семена, так как их нельзя выделить на зерноочистительных и сортировальных машинах. Уровень их травмирования при уборке зависит от совершенства конструкции уборочных машин, режима работы рабочих органов, способа уборки и физико-механических свойств зерна в момент обмолота. Одним из основных недостатков современных зерноуборочных комбайнов, влияющих на степень травмирования семян, является наличие в технологической схеме циркулирующей нагрузки. Многочисленными исследованиями [1, 2, 3, 4, 5 и др.] установлено, что 7-15% поданной в молотилку хлебной массы возвращается на повторный обмолот. Содержание зерна в циркулирующем потоке достигает 50 и более процентов. На комбайне КЗС-9-1 установлено автономное домолачивающее устройство для домолота колосового вороха. Подача мелко перемолоченного вороха на повторный обмолот в домолачивающее устройство приводит к увеличению степени повреждения зерна, а его подача на очистку - к дополнительной нагрузке на решета, что вызывает ухудшение сепарирующей способности решет, и увеличению циркулирующей нагрузки и потерь зерна за очисткой. Повысить эффективность обмолота зерновых культур и снизить повреждение зерна, подаваемого на повторный обмолот, можно за счет несложного переоборудования домолачивающего устройства.

Исследования по изучению степени травмирования семян различными конструкциями домолачивающих устройств проводили на лабораторной установке, используя для этой цели ворох озимой пшеницы «Полесская 90» при загрузке очистки 1, 2, 3, 4, 5 и 6 кг/с. Состав вороха представлен в таблице 1.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ. МЕХАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Таблица 1. Содержание компонентов в смеси вороха при различных подачах

Компоненты	Содержание компонентов в смеси вороха, кг, при подаче кг/с					
	1	2	3	4	5	6
Чистое зерно	12,0	24,0	36,0	48,0	60,0	72,0
Необмолоченные колосья	1,6	3,2	4,8	6,4	8,0	9,6
Полова	6,4	13,8	19,2	25,6	32,0	38,4

Содержание полова, необмолоченных колосьев и чистого зерна было выбрано соответствующим среднему значению по результатам многолетних исследований состава колосового вороха в полевых условиях.

Влажность зерна пшеницы составила 14,6%, полова - 8,5%. Приготовленную смесь вороха равномерно раскладывали на питающем транспортере лабораторной установки. Приготовленный таким образом ворох питающим транспортером подавали на транспортную доску грохота. Продолжительность опыта для достижения установившегося режима работы - 20 с. С этой целью транспортер длиной 5 м двигался со скоростью 0,142 м/с. Подачу массы регулировали изменением толщины вороха на питающем транспортере.

После каждой повторности определяли массу вороха, подаваемого на повторный обмолот, очищали и взвешивали зерно, попавшее в зерносорбник, в домолочивающее устройство, а также сошедшее вместе с половой с очистки. По полученным данным определяли в процентах количество зерна, подаваемого в домолочивающее устройство, и потери его очисткой.

Потери зерна от невытряса определяли следующим образом. Всю полову, сошедшую с очистки, просеивали на решете, зерно очищали от мелких примесей на воздушной колонке «Петкус». Массу зерна взвешивали на электронных весах ПУ-1 с точностью до 0,02 г. По полученным данным рассчитывали процент потерь зерна.

Потери зерна от недомолота находили путем домолочивания вручную всех колосьев, сошедших с очистки. Очищенное сначала на решете, а затем на воздушной колонке «Петкус» зерно взвешивали и по полученным данным определяли процент потерь зерна.

Выход необмолоченного зерна из домолочивающего устройства определяли следующим образом. Необмолоченные колосья, вышедшие из домолочивающего устройства, домолочивали вручную. Смесь очищали на решете, а затем на воздушной колонке «Петкус» зерно взвешивали и по полученным данным определяли выход зерна необмолоченным колосом в процентах от поданного на очистку.

Домолот необмолоченных колосьев транспортирующими органами (колосовым шнеком и скребковым транспортером) рассчитывали как разницу между поданным на очистку и вышедшим из домолочивающего устройства (со снятыми молотками).

В качестве объектов исследования были взяты следующие варианты домолочивающих устройств комбайнов:

- 1) домолочивающее устройство, устанавливаемое на комбайне КЗС-9-1 «Славутич»;
- 2) домолочивающее устройство, устанавливаемое на комбайне «Дон»;
- 3) домолочивающее устройство со снятыми молотками;
- 4) домолочивающее устройство комбайна КЗС-9-1 «Славутич» с установленным разделительным решетом.

Режимы работы основных рабочих элементов установки приведены в таблице 2.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ. МЕХАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Таблица 2. Режимы работы рабочих органов очистки

Показатели	Значение показателей
Частота вращения, мин ⁻¹ :	
вала контрпривода	680
вала привода транспортной доски	265
вентилятора	725
Открытие жалюзи, мм:	
верхнего решета	14
нижнего решета	9
удлинителя	16
Положение	Среднее
Частота вращения колебательного вала очистки, мин ⁻¹	260
Частота вращения вала домолачивающего устройства, мин ⁻¹	900
Размер решета домолачивающего устройства, мм	270 x 800
Открытие жалюзи решета домолачивающего устройства	
а	6
б	12
в	18

Исследованиями установлено, что с увеличением загрузки очистки с 1 до 6 кг/с выход колосового вороха на повторный обмолот увеличивается с 0,12 до 0,74 кг/с (рис. 1).

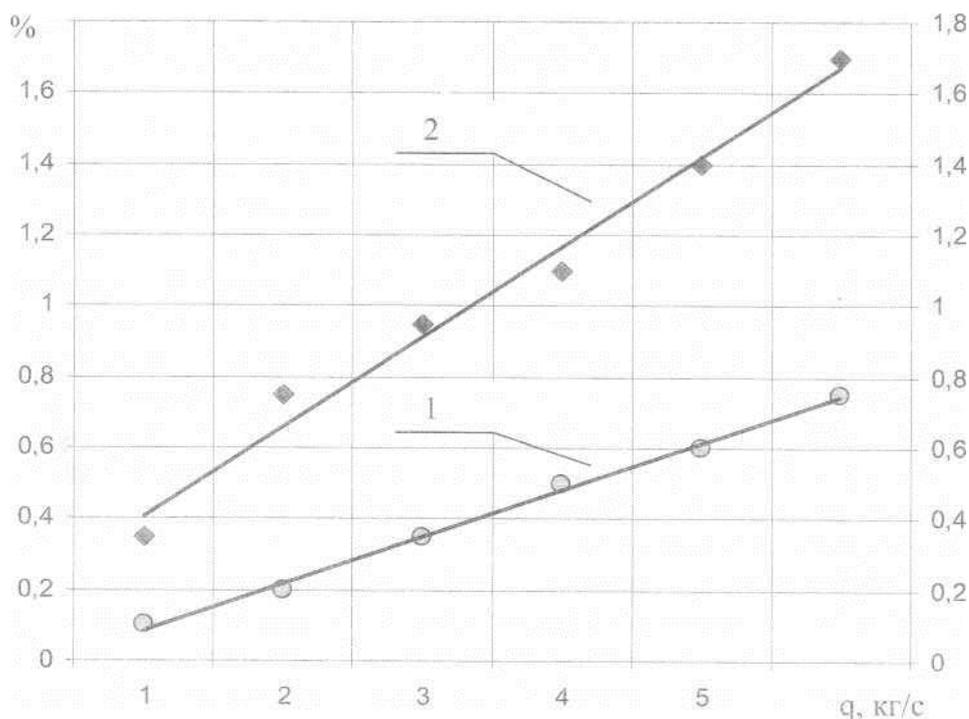


Рис. 1. Влияние загрузки очистки на выход вороха в колосовой шнек:

1 - выход вороха озимой пшеницы Полесская 90 в домолачивающее устройство в зависимости от загрузки очистки; 2 - выход необмолоченного зерна озимой пшеницы Полесская 90 в домолачивающее устройство в процентах от общей загрузки очистки

Из графика видно, что загрузка домолачивающего устройства возрастает пропорционально загрузке очистки. Пропорциональность загрузки домолачивающего устройства объясняется тем, что с увеличением подачи вороха на очистку увеличивается толщина вороха, подаваемого на верхнее решето и удлинитель, ухудшается вероятность прохождения зерновок через толстый слой вороха, что, в свою очередь, приводит к ухудшению сепари-

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ. МЕХАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

рующей способности очистки комбайна, увеличению схода его компонентов с удлинителя верхнего решета в камеру колосового шнека. Известно, что соотношение компонентов в ворохе, поступающем в камеру колосового шнека, подаваемого на повторный обмолот, зависит от физико-механических свойств зерновой массы в момент уборки и режимов работы ветро-решетной очистки зерноуборочного комбайна. В процессе исследований установлено, что с увеличением загрузки очистки от 1 до 6 кг/с выход необмолоченного зерна в виде колосьев в колосовой шнек возрастает с 0,35 до 1,72% от общей загрузки очистки (рис. 2).

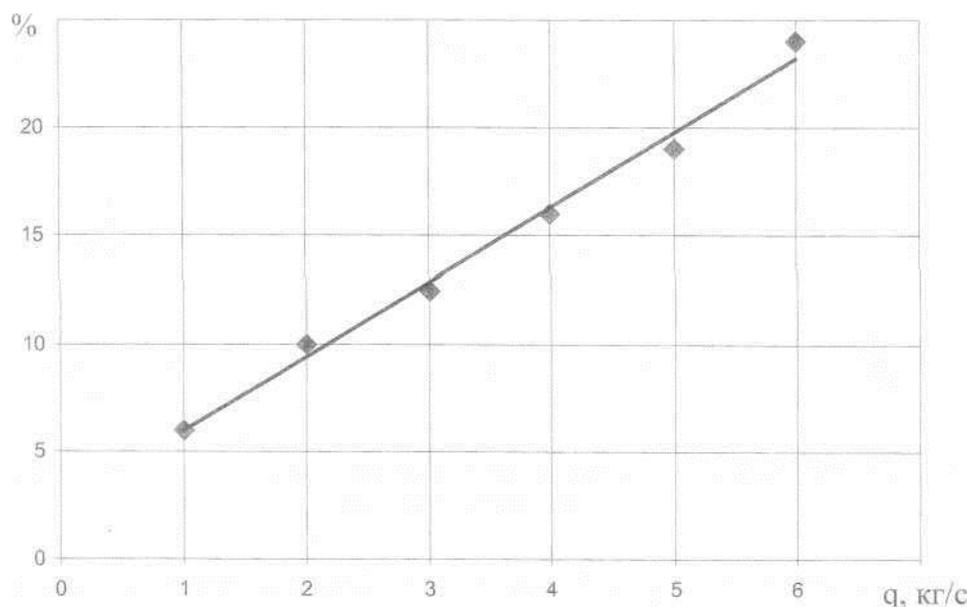


Рис. 2. Выход свободного зерна озимой пшеницы «Полесская 90» в колосовой шнек в процентах от поданного на очистку

Увеличение выноса колосьев в камеру колосового шнека обусловлено увеличением слоя вороха на удлинителе верхнего решета и ухудшением его сепарирующей способности. Поскольку зерновой ворох в своем составе содержит большое количество свободно обмолоченного зерна, то наряду с поступлением необмолоченного зерна в камеру колосового шнека оно поступает за счет выноса его из межрешетного пространства под воздействием воздушного потока, ударных нагрузок жалюзей решет на отдельные зерновки и схода с решет.

Анализ результатов исследований, представленных на рисунке 2, показывает, что с увеличением загрузки очистки выход свободного зерна в процентах от поданного возрастает.

С увеличением подачи вороха на очистку с 1,0 до 6,0 кг/с выход его составил соответственно от 6,2 до 21,9%.

Возрастание выхода свободного зерна в камеру колосового шнека объясняется тем, что с увеличением загрузки очистки ухудшается ее сепарирующая способность, зерновой ворох, содержащий большое количество свободно обмолоченного зерна, сходит с решет и удлинителя верхнего решета в колосовой шнек. Содержание свободно обмолоченного зерна в колосовом ворохе с увеличением загрузки очистки также увеличивается. Анализ результатов исследований, представленных на рисунке 3, показывает, что с увеличением загрузки очистки от 1,0 до 6 кг/с количество свободно обмолоченного зерна в колосовом ворохе возрастает с 18,1 до 84,7%.

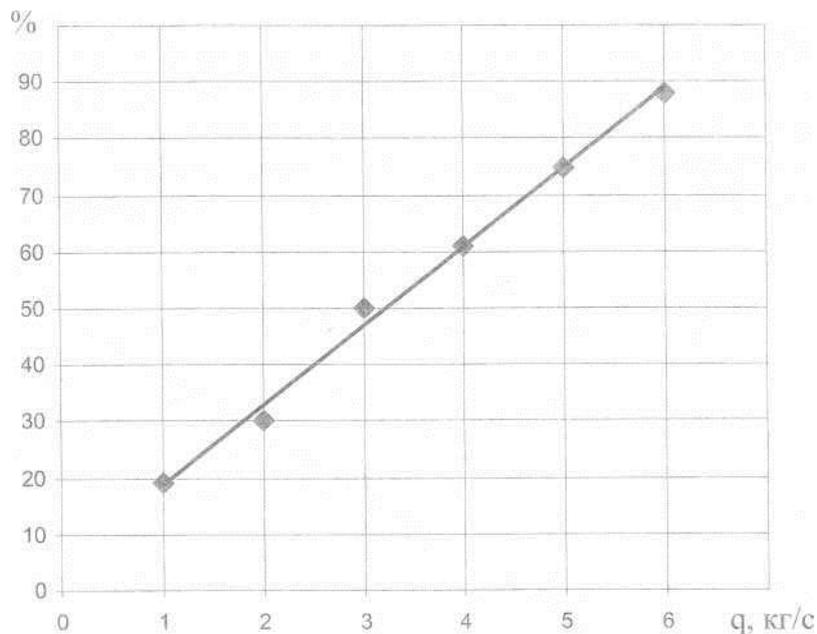
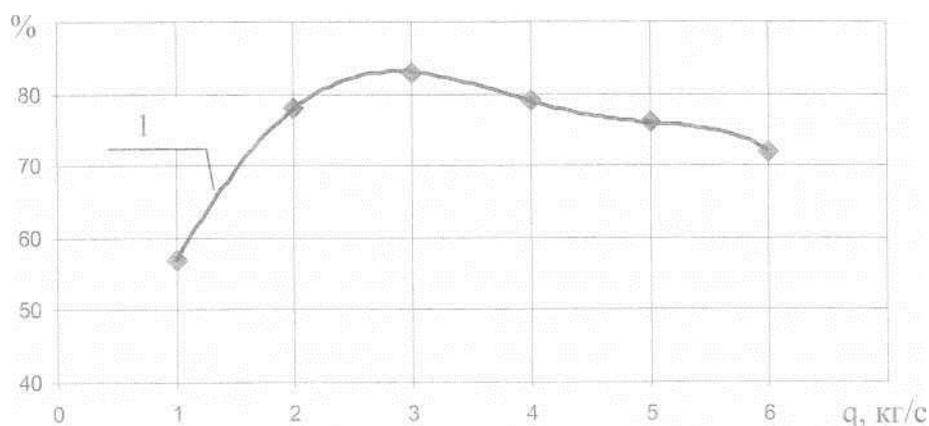


Рис. 3. Содержание свободно обмолоченного зерна озимой пшеницы «Полесская 90» в колосовом ворохе

Подача вороха на повторный обмолот с большим содержанием свободно обмолоченного зерна приведет к повышению уровня его травмирования, снижению посевных и товарных качеств семян. Следует отметить, что данные результаты получены практически в идеальных условиях, когда очистка установлена строго горизонтально, отсутствуют ее колебания, вызванные движением комбайна по неровным поверхностям полей, а исследуемый ворох, подаваемый на очистку, имеет низкую влажность его компонентов.

В полевых условиях в домолачивающее устройство попадает значительно больше свободного зерна, что подтверждается результатами многих исследований. Наряду со свободным зерном в домолачивающее устройство попадают и необмолоченные колосья.

Нами изучался выход необмолоченного зерна из домолачивающего устройства. Результаты исследований представлены на рис. 4. В этих исследованиях использовалось домолачивающее устройство комбайна КЗС-9-1 «Славутич» в заводском исполнении со снятыми рабочими органами и установленным разделительным решетом.



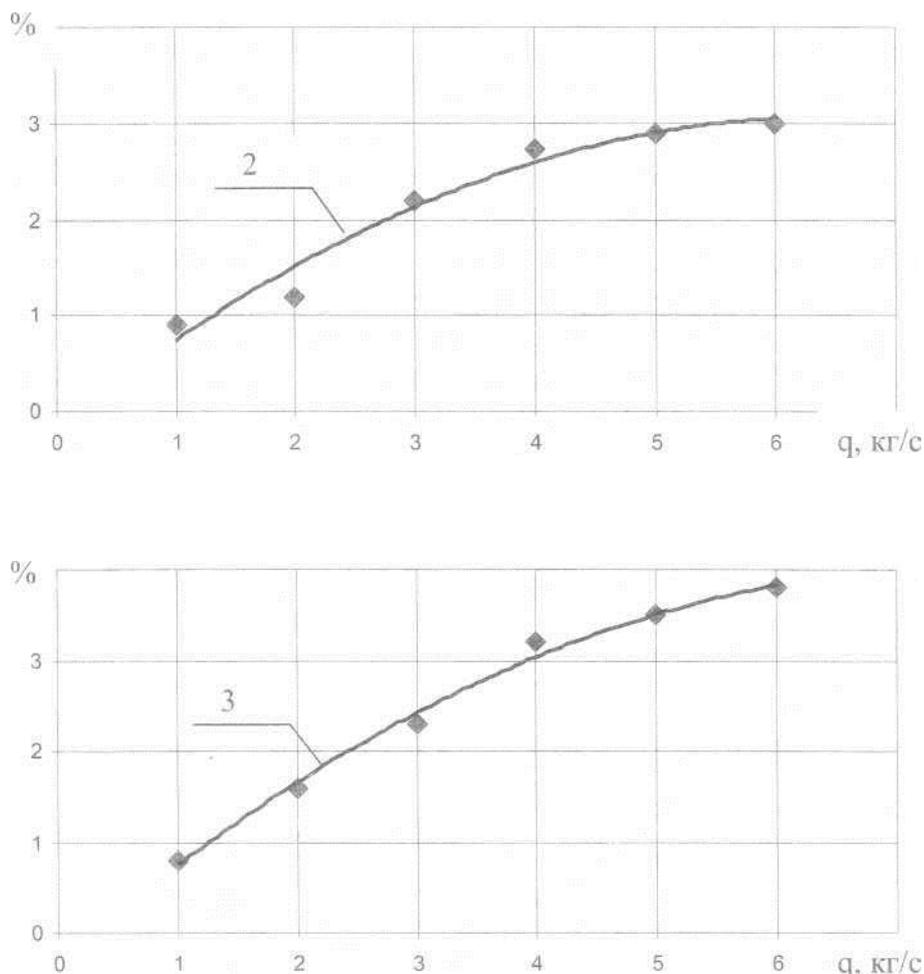


Рис. 4. Выход необмолоченного зерна из домолачивающего устройства комбайна КЗС-9-1 «Славутич» в процентах от поданного на очистку:

- 1 - со снятыми рабочими органами;
- 2 - заводской вариант;
- 3 - с установленным разделительным решетом

При исследовании домолачивающего устройства комбайна КЗС-9-1 «Славутич» со снятыми рабочими органами все недомолоченные колосья проходят через его корпус на выход. Количество необмолоченного зерна (в процентах от поданного) изменяется при этом в пределах от 57,8 до 81,3 (рис. 4).

Снижение выхода необмолоченного зерна из домолачивающего устройства объясняется частичным обмолотом колосьев транспортирующими органами и за счет вращения вала домолачивающего устройства при подаче вороха свыше 3 кг/с. Приведенные данные характеризуют выход необмолоченного зерна в камеру колосового шнека, так как в данном случае обмолота колосового вороха нет.

В заводском исполнении домолачивающего устройства комбайна КЗС-9-1 весь колосовой ворох, выносимый и сошедший с решет очистки и удлинителя верхнего решета, подается в камеру домолачивающего устройства, подвергается ударным нагрузкам, протаскиванию и перетиранию в зазоре между рабочей поверхностью рабочих органов и деки, в результате чего необмолоченные колосья обмолачиваются и весь ворох выбрасывается снова на очистку зерноуборочного комбайна.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ. МЕХАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Анализ результатов исследований, приведенных на рисунке 4, показывает, что с увеличением загрузки очистки с 1,0 до 6,0 кг/с выход необмолоченного зерна после домолачивающего устройства от поданного на очистку зерноуборочного комбайна возрастает с 0,78 до 2,96%. Установленное разделительное решето перед домолачивающим устройством выделяет из подаваемого вороха свободно обмолоченное зерно и мелкие примеси, а необмолоченные колосья и крупные примеси идут сходом на повторный обмолот.

Исследованиями установлено (рис. 4), что выход необмолоченного зерна после домолачивающего устройства изменяется в зависимости от загрузки очистки с 0,65 до 3,61%. Сопоставляя полученные данные, видим, что наибольший выход необмолоченных колосьев наблюдается в варианте со снятыми рабочими органами с домолачивающего устройства, а второй и третий варианты по полноте домолота практически равноценны, так как необмолоченные колосья на разделительном решете практически не выделяются.

С увеличением загрузки очистки с 1,0 до 6,0 кг/с сход необмолоченного зерна с нее снижается от 42,2 до 18,7%, а затем возрастает при 6,0 кг/с и достигает 26,8% от поданного на очистку необмолоченного зерна (рис. 5).

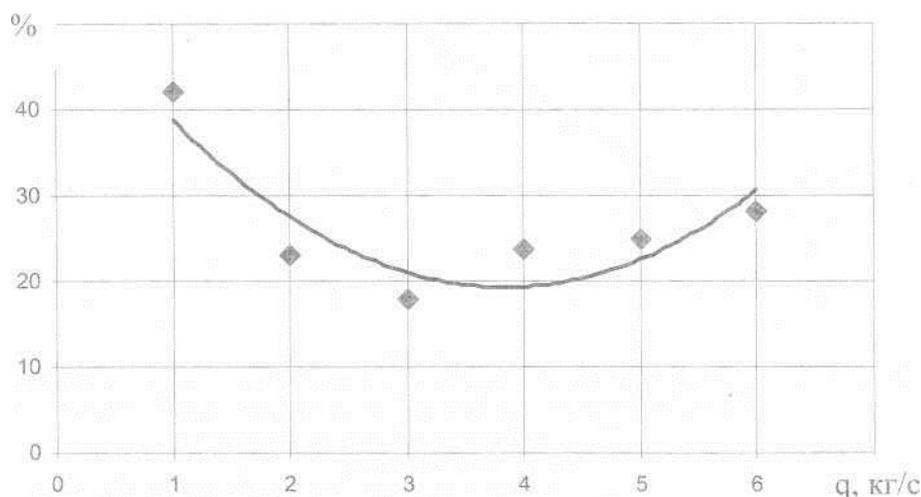


Рис. 5. Сход необмолоченного зерна озимой пшеницы «Полесская 90» с очистки в процентах от поданного

Возрастание потерь зерна необмолоченным колосом при подаче свыше 3,0 кг/с обусловлено ухудшением сепарации на верхнем решете и удлинителе верхнего решета очистки зерноуборочного комбайна.

Потери свободного зерна с увеличением загрузки очистки с 1,0 до 6,0 кг/с возрастают с 0,36 до 1,72%. Возрастание схода свободного зерна с очистки с увеличением загрузки объясняется ухудшением ее сепарирующей способности. Известно, что степень повреждения семян зависит от количества циклов их нагружения или ударов. Полученные результаты экспериментальных исследований домолачивающих устройств представлены на рисунке 6.

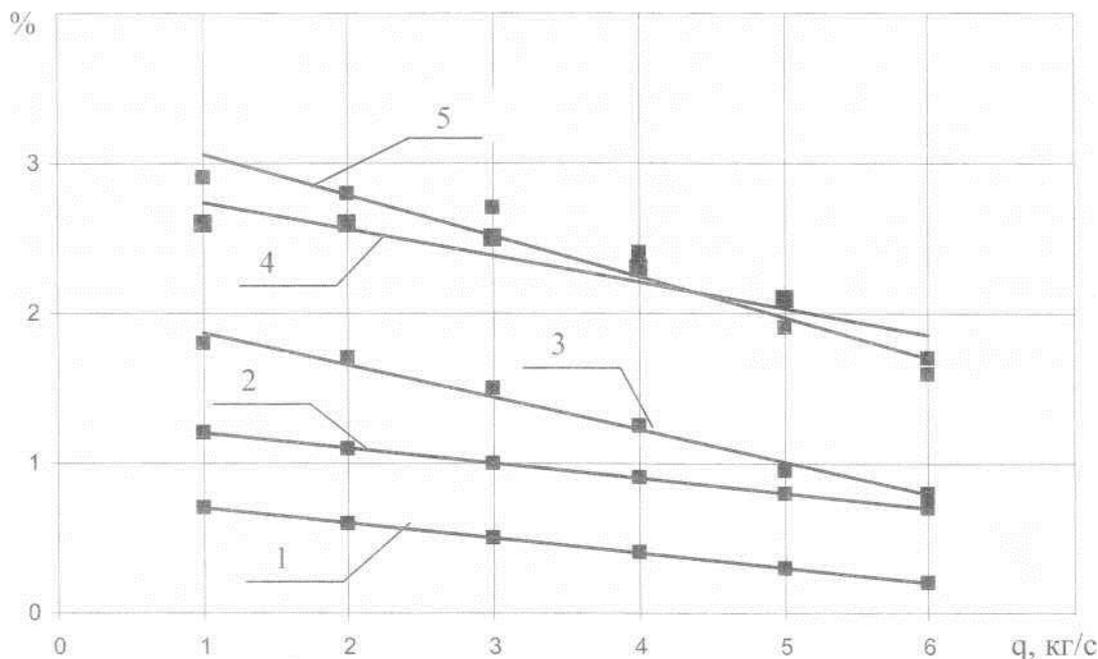


Рис. 6. Влияние загрузки очистки на дробление зерна пшеницы:

- 1 - очистка;
- 2 - очистка + домолачивающее устройство с установленным разделительным решетом;
- 3 - очистка + домолачивающее устройство КЗС-9-1 со снятыми рабочими органами;
- 4 - очистка + домолачивающее устройство (заводской вариант КСЗ-9-1);
- 5 - очистка + домолачивающее устройство (заводской вариант Дон-1500Б)

Следует отметить, что при обработке вороха озимой пшеницы определяли только дробление.

В процессе анализа результатов экспериментальных данных, представленных на рисунке, установлено, что дробление зерна очисткой с увеличением ее загрузки уменьшится с 0,54 до 0,25%. Дробление же зерна, подаваемого на повторный обмолот в домолачивающее устройство, с увеличением загрузки с 1,0 до 6,0 кг/с, снижается по вариантам; с 2,9 до 1,5% (заводской вариант «Дон-1500Б»), с 2,8 до 1,6% (заводской вариант КЗС-9-1) с установленным перед домолачивающим устройством разделительным решетом - с 1,22 до 0,45%. Отсюда следует, что с увеличением загрузки очистки с 1,0 до 6,0 кг/с дробление зерна, подаваемого в автономное домолачивающее устройство, снижается. Наименьшее дробление зерна наблюдается в варианте с установленным перед домолачивающим устройством разделительным решетом, наибольшее - в заводских вариантах домолачивающих устройств комбайнов «Дон-1500Б» и КЗС-9-1 «Славутич». Обобщение результатов исследований, представленных на рисунке 6, показывает, что с увеличением подачи вороха на очистку зерноуборочного комбайна повреждение зерна снижается.

Снижение повреждений зерна, т.е. дробление его, объясняется тем, что с увеличением загрузки вероятность соударений зерна с рабочими поверхностями очистки, транспортирующих органов, колосового шнека, скребкового транспортера и домолачивающего устройства снижается. Наибольшее дробление зерна отмечено в заводских вариантах домолачивающих устройств. В данном случае колосовой ворох, поданный в его камеру, подвергается ударам и перетиранию в зазоре между рабочей поверхностью рабочего органа и деки. Вероятность соударений зерна с рабочими поверхностями этих устройств выше по сравнению с другими вариантами домолота колосового вороха. Наименьшее повреждение зерна, подаваемого на повторный обмолот в домолачивающее устройство, отмечено в варианте с установленным перед домолачивающим устройством разделительным решетом.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ. МЕХАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

В данном случае свободно обмолоченное зерно выделяется на решетке до подачи его в камеру устройства и имеет низкую вероятность соударений его с рабочими поверхностями. Следовательно, для существенного снижения выноса свободно обмолоченного зерна в камеру колосового шнека, снижения уровня его травмирования, повышения посевных качеств семян на современных зерноуборочных комбайнах необходимо увеличить длину сепарирующих устройств.

Список литературы

1. Урайкин В.М. Влияние циркулирующих нагрузок на качество работы молотильно-сепарирующих устройств комбайнов В.М. Урайкин, Н.И. Косилов, М.Г. Степичев // Тр. ЧИМЭСХ, 1975. - Вып. 95. - С. 22-31.
2. Шпокас Л. Исследование работы колосового элеватора СК-5 «Нива» на холмистых полях / Л. Шпокас // Науч.тр. Латв. с х. акад. - Вильнюс: Мокслас, 1980. - Вып. XXXVI, 3 (82). - С. 24-30.
3. Оробинский В.И. Влияние циркуляции зернового вороха в молотилке комбайна на качество работы очистки / В.И.Оробинский // Науч. тр. ВСХИ, 1989. - С. 142-148.
4. Густановіт С.В. Спосіб визначення циркуляції вороху у молотарці зернозбиральної машини / С.В. Пустовіт, С.М. Герук, А.Г Тарасенко // Збірник наукових праць КНТУ «Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузі машинобудуванні автоматизація». - Ч. 1, вип. 24. - Кіровоград, 2011. - С. 110-114.
5. Оробинский В.И. Снижение травмирования семян комбайнами «Дон» за счет совершенствования схемы доработки колосового вороха / В.И. Оробинский // Науч. тр. ВСХИ, 1986. - С. 33-45.