

УДК 631.361 : 633.1

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОЛОТИЛЬНОГО АППАРАТА ПРИ ОБМОЛОТЕ ПШЕНИЦЫ

А. АЛЬ-АББАС, В.И. БАЛАБАНОВ

(Кафедра механизации растениеводства РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева)

**Исследовано влияние подачи и скорости барабана молотильного аппарата на затраты энергии и потери зерна при обмолоте пшеницы в условиях Сирии.**

**Ключевые слова:** молотильный аппарат, подача хлебной массы, скорость барабана, недомолот и повреждение зерна.

Механизация с.-х. производства наряду с существенным снижением трудоемкости работ и повышением производительности труда требует обеспечения минимальных затрат расходуемой энергии и снижения потерь при обмолоте зерновых для получения разумной прибыли и сохранения достойного уровня жизни как производителя, так и потребителя сельхозпродукции.

Целью исследований являлась оценка влияния подачи и скорости барабана молотильного аппарата на затраты энергии и уровень потерь зерна при обмолоте пшеницы в условиях Сирии, а также подбор оптимальной марки трактора для привода молотилки по критериям минимального расходования энергии и себестоимости работ [13–15].

Исследовались сорта твердой пшеницы Бохуд 5 и 9, а также Шам 7, широко представленные в севооборотах востока Сирии.

Все эксперименты проводились с использованием стационарной молотильной машины марки «Princess» сирийского производства (г. Алеппо). Данная машина состоит из двух основных агрегатов: молотильного аппарата (для обмолота хлебной массы) и сепарирующего (провеивающего) устройства (для отделения и очистки зерна).

Молотильное устройство состоит из барабана и вогнутой поверхности с отверстиями (подбарабанья, или деки). Молотильный барабан имеет следующие габариты: длина 120 см, диаметр 73 см и оснащен специальными штифтами (толщина 10 мм, высота 35 мм). Интервал между двумя штифтами составляет 50 мм. Вогнутая поверхность деки имеет круглые отверстия диаметром 18 мм, а их количество равно 18 шт. за 100 см<sup>2</sup>.

Провеивающее устройство состоит из вентилятора, вибрирующего экрана (сита), и воздушного лифта. Эксцентриковый ход (амплитуда) сита составляет 3,5 см. Отверстия вибрирующего экрана (сита) имеют диаметр 14 мм, а их количество (плотность) равно 40 шт. за 100 см<sup>2</sup>.

Привод машины осуществлялся с помощью ременной передачи от тракторов трех различных классов: Al-Frat E470 мощностью 51,5 кВт (Сирия), Massey Ferguson

MF 240S мощностью 45 кВт (Пакистан) и Belarus MTZ 320A мощностью 24,6 кВт (Беларусь).

Экспериментальные исследования проводились в области г. Дейр-эз-Зор (Сирия), а обработка полученных данных, анализ результатов и подготовка статьи осуществлялись на кафедре механизации растениеводства РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева. В работе также частично использовались данные Опытной полевой станции РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева. Ознакомление с результатами работ по данной проблеме проходило в профильных учебных и научных лабораториях МГАУ имени В.П. Горячкина, а также во Всероссийском научно-исследовательском институте механизации сельского хозяйства (ГНУ ВИМ РАСХН, г. Москва, Российская Федерация). При подготовке статьи также анализировались доклады, прозвучавшие на Международной научно-практической конференции «Ресурсосберегающие технологии и техническое обеспечение производства зерна», проводившейся в ГНУ ВИМ РАСХН 5–6 октября 2010 г. [2–6, 11].

Исследовались два основных фактора: скорость барабана и подача с учетом влажности зерна, оказывающие основное влияние на необходимые регулировки обмолачивающего аппарата.

Качество работы молотилки оценивали коэффициентами:  $\delta$  — недомолота,  $S_M$  — сепарации;  $d$  — дробления зерна и  $\psi$  — засоренности зерна, поступающего на очистку. Коэффициенты  $\delta$ ,  $S_M$  и  $d$  представляют собой отношения масс зерна, соответственно невымолоченного из колоса  $m_n$ , выделенного из обмолачиваемой массы в молотилке  $m_c$  и дробленого зерна  $m_d$  к общей массе  $m$  зерна, т.е.  $\delta = m_n / m$ ;  $S_M = m_c / m$ ;  $d = m_d / m$ . Коэффициент засоренности  $\psi$  — отношение массы  $m_c$  сорных примесей к массе зерна, поступающего на очистку:  $\psi = m_c / m$ .

Работу молотильной машины в основном определяют значения коэффициентов  $\delta$ ,  $d$  и  $\psi$ , которые должны быть минимальными. В нашем исследовании коэффициент недомолота составил  $\delta < 0,5\%$ , а значение коэффициента  $d$  для семенного зерна пшеницы равнялось  $1\%$ , для товарного —  $2\%$ .

Наряду с вымолотом выделяют (сепарируют) из вороха часть ( $S_M \approx 0,80–0,95$ ) обмолоченного зерна, уменьшая потери за счет вымолоченного (свободного) зерна в соломе. От регулировочных параметров и режима работы (подачи и скорости барабана) существенно зависит коэффициент  $\psi$ . С его увеличением возрастает загрузка сепараторов зернового вороха, повышаются потери в полове. Для применяемой в исследованиях молотилки коэффициент  $\psi$  составил  $18–25\%$ .

В результате исследований подтверждено значительное влияние таких рабочих параметров молотилки, как скорость вращения барабана, подача хлебной массы, влажность зерна на затраты энергии и уровень потерь зерна при обмолоте.

Качество работы молотильного аппарата зависит от подачи хлебной массы (рис. 1). Увеличение ее подачи выше оптимальной приводит к резкому возрастанию недомолота и большим потерям свободного зерна, в связи с чем работать с перегрузкой недопустимо.

При настройке молотилки скорость вращения барабана в основном регулируют в зависимости от убираемой культуры, сорта, степени зрелости, влажности и некоторых других факторов. Регулируют частоту вращения барабана постепенно, так как при недостаточной частоте возрастает недомолот, а при повышенной — дробление и микроповреждение зерна. Для каждой культуры регулировка скорости вращения барабана дополняет регулировку зазоров, которая является основной для молотильного аппарата [2–11].

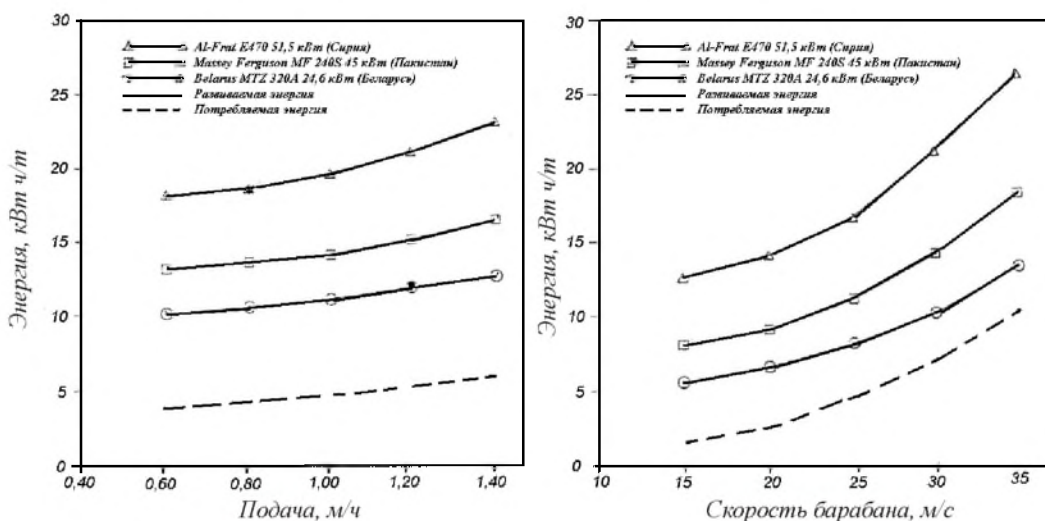


Рис. 1. Влияние подачи (а — при скорости барабана 25 м/с) и скорости барабана (б — при подаче 1,0 т/ч) на затраты энергии обмолота для различных тракторов

Значения зазоров устанавливают так, чтобы обеспечить максимальный вымолот и минимальное дробление зерна. В нашем случае зазор между барабаном и декой вначале работы устанавливается равным 30 мм. При меньшем зазоре интенсивность обмолота больше, однако увеличивается повреждение зерна и сильнее измельчается солома, что ухудшает качество работы очистки. При появлении недомолота зазоры постепенно уменьшают, пока не добьются полного вымолота. При этом необходимо контролировать дробление зерна. Если дробление возросло, тогда зазоры увеличивают до появления первых признаков недомолота. Если такими методами не удастся снизить повреждение зерна, тогда уменьшают частоту вращения барабана.

Относительно повреждения зерна отмечено увеличение процента повреждения зерна при любом влагосодержании растительной массы, поскольку это связано с повышением скорости барабана (рис. 2).

При обмолоте трудно обмолачиваемых, влажных и засоренных хлебов зазоры уменьшают, а частоту вращения барабана постепенно увеличивают до тех пор, пока будет наблюдаться отсутствие повреждения зерна, при сохранении хорошего вымолота [2–11].

Для снижения повреждаемости зерна зазоры увеличивают, а частоту вращения барабана снижают при уборке легко обмолачиваемых культур. При этом необходимо следить за тем, чтобы не возникало недомолота.

Следует отметить, что и при проведении комбайновой уборки зерновых культур встают похожие проблемы. Поэтому необходимо регулярно обучать комбайнеров и механизаторов и тому, как максимально сократить потери урожая, повысить производительность, а также грамотно и экономично эксплуатировать технику. Например, в Англии, Германии и других западных странах, несмотря на применение самых современных зерноуборочных комбайнов, таких как, «Claas Lexion 480», проводятся регулярные специальные тренинги по обучению комбайнеров методикам, направленным на сохранение урожая при одновременном повышении скорости движения и производительности [1, 12]. Соответствующая подготовка комбайнеров позволила

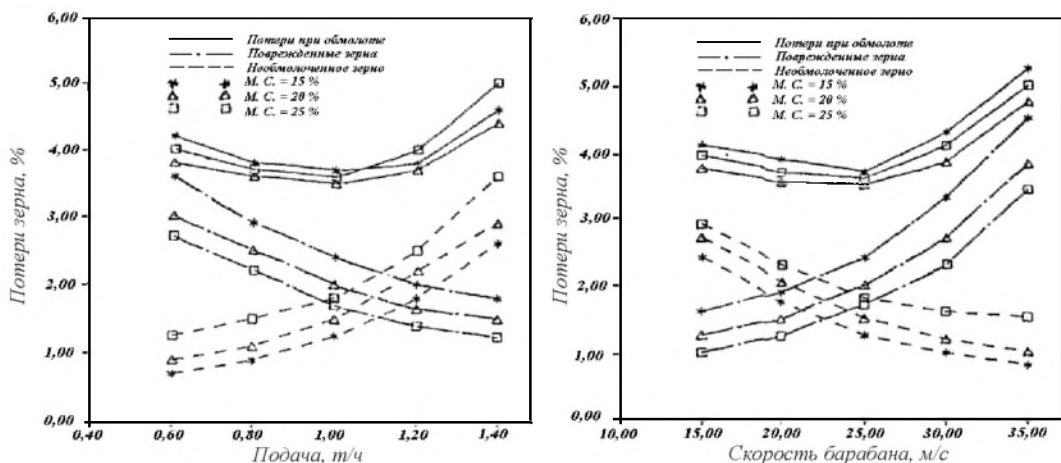


Рис. 2. Влияние подачи (а — при скорости барабана = 25 м/с) и скорости барабана (б — при подаче = 1,00 т/ч) на потери зерна при обмолоте пшеницы

сократить потери с 266 (63 т со средней фермы в 240 га) до 55 кг/га. До этого тренинга некоторые машины теряли до 250 кг/га на жатке, до 850 кг/га на барабанах, 75 кг/га при очистке зерна и 240 кг/га на соломотрясах, что в сумме достигает 1,4 т/га потерь урожая. Отмечалось также что после переподготовки комбайнеров у них существенно возросла и средняя скорость движения комбайнов — с 4,4 до 5,3 км/ч, что важно не только для производительности, но и позволяет экономить до 20% топлива, а также значительно сократить сроки уборки урожая.

Соответствующая подготовка, направленная на овладение навыками снижения потерь зерна из-за недомолота и повреждения зерна, а также на обеспечение оптимального расхода энергии требуется и для обслуживающего персонала стационарной молотилки.

Литературно-патентный анализ диссертационных и других научных источников показывает, что аксиально-роторные молотилки, имеющие сопоставимые габаритные размеры с «классическими» молотилками, обеспечивают более высокую производительность, меньшее повреждение зерна, имеют небольшое количество деталей, практически не чувствительны к неравномерности подачи растительной массы и нарушениям оптимальных регулировок [2–11].

Вместе с тем аксиально-роторные молотилки — очень энергоемкие установки, они больше перебивают солому, а при уборке влажных и засоренных колосовых культур и риса склонны к залипанию сепарирующих поверхностей, скручиванию соломы в жгуты, что сопровождается увеличением потерь зерна и значительным снижением всех показателей молотилки [4, 11]. Все это делает неперспективным применение таких молотилок в с.-х. производстве Сирии [13–15].

В заключение следует отметить, что с учетом необходимости решения социальных задач, таких как обеспечение занятости населения, использование в условиях Сирии стационарных пунктов по обмолоту пшеницы с применением молотилок «Princess» с приводом от тракторов, можно получить высокий урожай с минимальными затратами энергии.

## Выводы

1. Проведенные исследования, направленные на снижение затрат энергии, необходимой для обмолота урожая пшеницы, показывают, что наиболее оптимальными параметрами для исследуемой молотилки являются следующие: подача хлебной массы — 1,00 т/ч, скорость вращения барабана — 25 м/с и влажность зерна — около 20%.

2. Исследование энергетических затрат тракторов Al-Frat E470 мощностью 51,5 кВт, Massey Ferguson MF 240S мощностью 45 кВт и Belarus MTZ 320A мощностью 24,6 кВт показало, что для привода молотилки «Princess» при обмолоте пшеницы целесообразно использовать трактор Belarus MTZ 320A, что обеспечивает минимизацию общей себестоимости работ.

3. Разработка и применение аксиально-роторных молотилок в условиях Сирии экономически нецелесообразно.

## Библиографический список

1. Балабанов В. Нужно заново учиться работать на селе // Новое сельское хозяйство, 2010. № 4. С. 56–57.
2. Егоров В.Г. Разработка технологий и систем машин при производстве зерна в центральном районе нечерноземной зоны России: Автореф. докт. дис. М.: МГАУ, 1997.
3. Зайцева Н.В. Обоснование параметров молотильно-сепарирующих устройств для дифференцированного обмолота зерновых культур: Автореф. канд. дис. Балашиха: ВСХИЗО, 1993.
4. Золотов А.А. Влияние геометрических параметров аксиально-роторных молотилок зерноуборочных комбайнов на показатели работы: Автореф. канд. дис. М.: МГАУ, 2000.
5. Карпенко А.Н. Сельскохозяйственные машины / А.Н. Карпенко, В.М. Халанский. М.: Агропромиздат, 1989.
6. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные машины / Н.И. Кленин, С.Н. Киселев, А.Г. Левшин. М.: КолосС, 2008.
7. Логинов Л.Н. Зерноуборочные комбайны двухфазного обмолота / Л.Н. Логинов, Г.Ф. Серый, Н.И. Косилов. М.: Информ.-аналит. и консалт. центр, 1999.
8. Машиков А.М. Обоснование параметров очесывающего устройства для обмолота зерновых культур на корню: Автореф. канд. дис. Симферополь: Крымский ГАУ, 2000.
9. Панфилов Л.М. Оптимизация технологических режимов работы зерноуборочных комбайнов: Автореф. канд. дис. М.: МГАУ, 2000.
10. Рыбалко А.Г. Обоснование молотильных и сепарирующих устройств зерноуборочных комбайнов для уборки семян: Докт. дис. Саратов: СГАУ, 1997.
11. Халанский В.М. Сельскохозяйственные машины / В.М. Халанский, И.В. Горбачев. М.: КолосС, 2004.
12. MainPump — Мир транспорта, вооружений и специальной техники. Электронный ресурс / <http://www.mainpump.com/news/agro>.
13. Marshall F. Finz et al. principles of agricultural machinery. King Saud University, 1995.
14. Morad M. Optimizing the energy consumed in harvesting and threshing wheat crop. Misr. // J. Ag. Eng., 1994. 11(4). P. 1128–1138.
15. Kepner R.A. et al. Principles of farm machinery. Riyadh. 1990.

Рецензент — д. техн. н. С.Н. Девятин

## SUMMARY

Both supply and drum velocity of a thresher influence on energy consumption and grain losses when threshing wheat, under conditions of Siberia, has been researched in the article.

**Key words:** threshing drum, velocity, grain losses, wheat.

**А. Аль-Аббас** — доктор, Университет Аль-Фурад (г. Дейр-эз-Зор, Сирия).

**Балабанов Виктор Иванович** — д. т. н. Тел. (499) 976-23-63.

Эл. почта: [balabanov@timacad.ru](mailto:balabanov@timacad.ru)