

УДК 631.352.022

С.А. ТЮРИН, канд. техн. наук

Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого, Республика Беларусь

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ НОЖЕЙ КОРМОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ И ИХ РЕЗУЛЬТАТЫ

Разработана методика сравнительных эксплуатационных испытаний ножей комплекса кормоуборочного высокопроизводительного КВК-800 «Палессе FS80» производства ОАО «Гомсельмаш». Анализируются сведения о сравнительной эксплуатационной стойкости ножей режущих барабанов кормоуборочных комбайнов КВК-800, полученные по результатам полевых испытаний в хозяйствах.

Ключевые слова: кормоуборочный комбайн, режуще-измельчающий аппарат, нож, чугун ВЧТГ, эксплуатационные испытания, методика

Введение. Система «противорежущий брус — нож — прижим — болты — основание режуще-измельчающего аппарата» является одной из наиболее нагруженных и ответственных систем кормоуборочного комбайна [1–3]. Она представляет собой многокомпонентную систему, динамически нагруженную ударной силой резания зеленой массы, а также контактными усилиями, обусловленными сжимающими болтовыми соединениями. При этом нож является одним из наиболее ответственных ее компонентов (рисунок 1) [4–5].

В рамках работ по усовершенствованию данной системы на ОАО «Гомсельмаш» производится процедура импортозамещения стальных ножей ножами соб-

ственного производства, изготовленными из чугуна марки ВЧТГ [6–8]. Данный высокопрочный чугун отечественной разработки имеет высокие прочностные (до 1500 МПа) и пластические (относительное удлинение до 4 %) характеристики [9]. Применение нового материала для изготовления ножей, особенно в сравнении с импортными стальными ножами, делает необходимым решение задачи о разработке простой и эффективной методики полевых эксплуатационных испытаний ножей кормоуборочных комбайнов.

Методика эксплуатационных испытаний ножей. Разработана методика полевых эксплуатационных испытаний ножей кормоуборочных комбайнов КВК-800. Она предназначена для сопоставления различных материалов для изготовления ножей, а также для оценки вариантов упрочнения их режущей поверхности и последующей оценки влияния вносимых технологических изменений на достижение необходимых эксплуатационных характеристик ножей.

Схема расположения основных элементов измельчающего аппарата комбайна КВК-800 представлена на рисунке 2. Измельчающий аппарат состоит из рамы, в ко-



а



б

Рисунок 1 — Фото режущего барабана комбайна КВК-800 с установленными ножами (а) и ножей из высокопрочного чугуна (б)

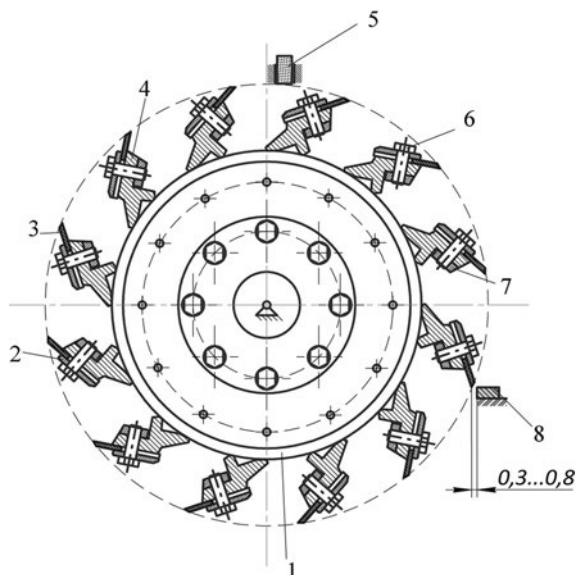
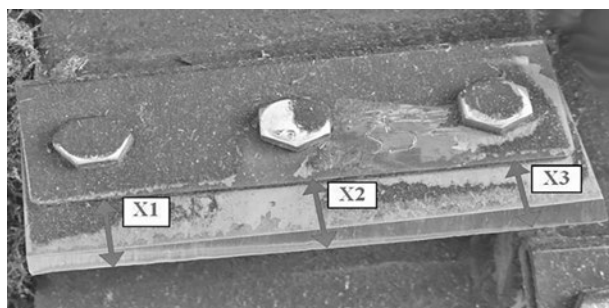
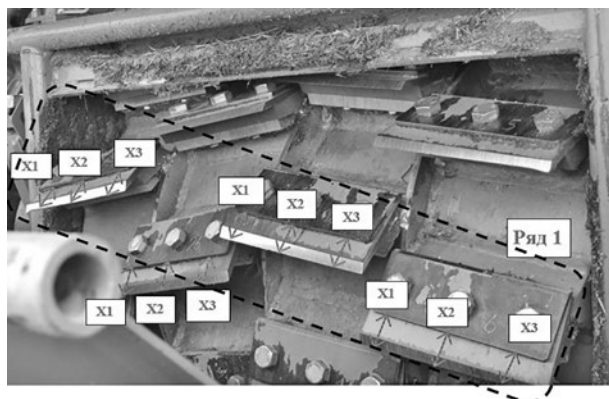


Рисунок 2 — Схема расположения ножей, заточного устройства и противорежущего бруса измельчающего аппарата КВК-800: 1 — барабан; 2 — прижим; 3 — нож; 4 — опора; 5 — заточный камень; 6 — болт; 7 — пластина; 8 — противорежущий брус



а



б

Рисунок 3 — Схема расположения контрольных точек (а) и общая схема замеров (б)

торую установлен барабан 1, на котором установлены четыре ряда опор 4 для ножей (по 10 шт. в каждом вертикальном ряду (кольце)). На опорах 4 закреплены ножи 3 с помощью прижимов 2, болтов 6 и пластин 7. Противорезущий брус 8 установлен ниже осевой линии барабана 1 с зазором 0,3...0,8 мм по отношению к ножу 3. Для заточки ножей 3 используется заточной камень 5, который перемещается в автоматическом режиме вдоль образующей барабана и при заточке с каждым циклом смещается к центру барабана примерно на 0,06 мм.

Замер ширины ножей производят в трех точках (с торцов и по оси ножа) с точностью до 0,1 мм по схеме, представленной на рисунке 3 а. Общая схема проведения замеров на ножах одного горизонтального ряда представлена на рисунке 3 б.

Детальная схема измерения ширины ножа от режущей кромки до опоры барабана представлена на рисунке 4. По результатам измерений оценивают износостойкость ножа по физическому износу его режущей кромки

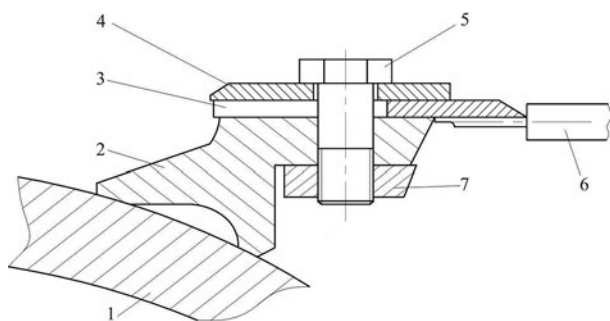


Рисунок 4 — Схема измерения ширины ножа от режущей кромки до опоры барабана: 1 — барабан; 2 — опора; 3 — нож; 4 — прижим; 5 — болт; 6 — штангенциркуль; 7 — пластина



Рисунок 5 — Полученные отпечатки кромки ножа

и строят график изменения ширины (износ + заточка) режущей кромки ножей от наработки.

Для оценки изменения радиуса затупления ножа применяют мягкий металл (свинец), на котором получают отпечатки его режущей кромки (рисунок 5). Измерения производят по схеме, представленной на рисунке 3.

После проведения всех измерений полученные в полевых условиях отпечатки кромки ножа направляют в ОАО «Гомсельмаш» для точного измерения (с учетом погрешностей получения отпечатка) радиуса кромки ножа на конфокальном сканирующем лазерном микроскопе Olympus LEXT OLS3000 (рисунок 6). По результатам измерений оценивают затупление (скругление) радиуса r режущей кромки ножа и проводят статистическую обработку данных с построением эмпирической функции распределения радиуса r режущей кромки ножа.

Разработанная методика утверждена в установленном порядке и используется для проведения полевых эксплуатационных испытаний ножей в ОАО «Гомсельмаш» [10].

Результаты полевых испытаний ножей. На рисунках 7–8 приведены примеры практического использования разработанной методики. В ОАО «Гомсельмаш» была поставлена задача изготовить и апробировать в эксплуатации ножи режущих барабанов, изготовленных из чугуна ВЧТГ. С целью сравнительной оценки стойкости данных ножей в полевых условиях ими были укомплектованы три комбайна КВК-800, за работой которых в полевых условиях был организован авторский надзор. Установка ножей была выполнена таким образом, чтобы ножи, изготовленные из разных материалов и по различной технологии, работали в одинаковых условиях: на ряды 1 и 3 устанавливались ножи из чугуна марки ВЧТГ производства ОАО «Гомсельмаш» (твердость 46...48 и 52 HRC), а на ряды 2 и 4 — импортные ножи K81123 (твердость 54 HRC). В ходе авторского надзора

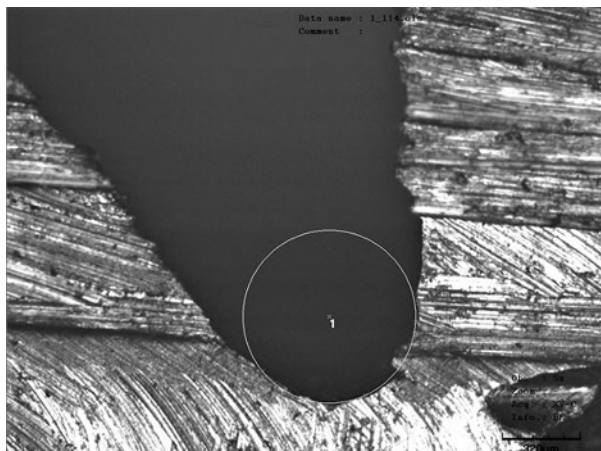


Рисунок 6 — Измеренный отпечаток кромки ножа на микроскопе Olympus LEXT OLS3000

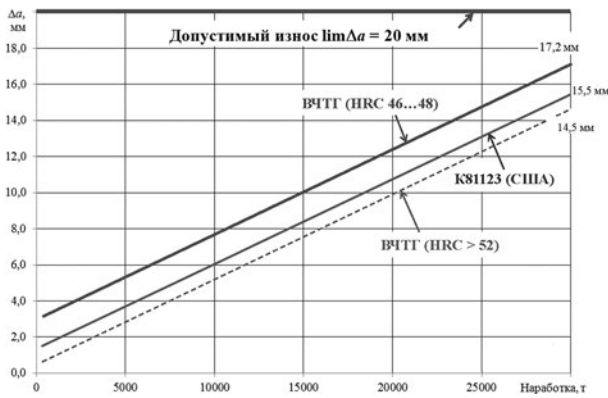


Рисунок 7 — Результаты полевых испытаний: график изменения ширины (износ + заточка) режущей кромки ножей K81123 (сталь) и ножей ОАО «Гомсельмаш» (чугун ВЧТГ)

за эксплуатационными испытаниями ножей производилось измерение уменьшения ширины (износ + заточка) режущей кромки ножей из чугуна ВЧТГ и стали в зависимости от наработки. Для проведения контрольных замеров была применена схема измерения в трех точках по поверхности ножа от его режущей кромки до опоры барабана с последующим осреднением полученных результатов.

Построение зависимости уменьшения ширины (износ + заточка) режущей кромки ножей в зависимости от наработки (см. рисунок 7) позволило выполнить оценку изменения ширины режущей кромки до годовой наработки 30 000 т. Видно, что при достижении нормативной наработки ширина ножа из чугуна ВЧТГ уменьшится на 14,5...17,2 мм, а стального ножа 81123 — на 15,5 мм (разница составляет ~10 %). Так как допускаяемая ширина уменьшения режущей кромки составляет 20 мм, то можно утверждать, что ножи из высокопрочного чугуна ВЧТГ обеспечат наработку в 30 000 т.

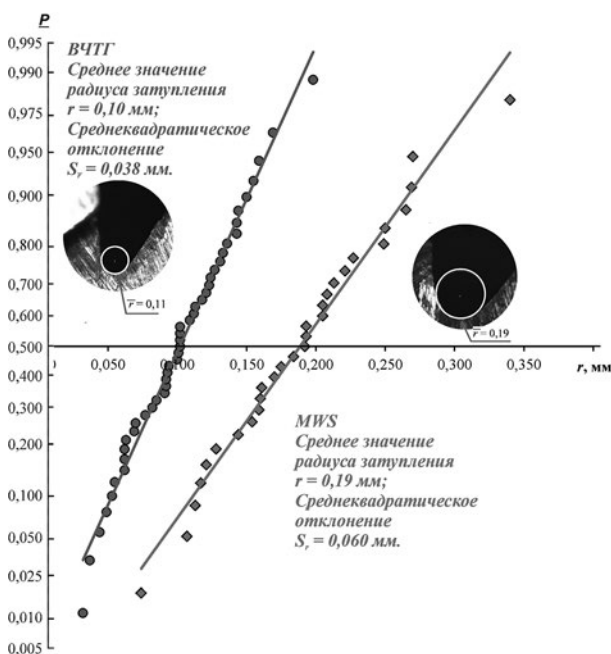


Рисунок 8 — Результаты полевых испытаний: эмпирические функции распределения радиуса r режущей кромки ножей MWS (сталь) и ножей «Гомсельмаш» (чугун ВЧТГ) при наработке 1000 т

Важнейшим критерием эксплуатационной стойкости ножей является затупление их режущей кромки. Известно, что ее радиус не должен превышать 0,2...0,3 мм, в противном случае резко возрастает потребляемая мощность и расход топлива. Кроме того, перерывы на заточку ножей ведут к значительной потере производительности комбайна. В этой связи в условиях сельхозпредприятия был проведен специальный эксперимент. В качестве объектов исследований приняты ножи питающе-измельчающих аппаратов комбайнов КВК-800 двух типов: импортные стальные ножи MWS с упрочнением режущей кромки твердым сплавом и отечественные ножи из ВЧТГ. Мониторинг работоспособности ножей с измерением износа и затупления режущей кромки проведен по разработанной ОАО «Гомсельмаш» методике полевых испытаний.

Чтобы описать рассеяние результатов измерений, проведена статистическая обработка данных. На рисунке 8 показаны эмпирические функции распределения радиуса r режущей кромки ножей MWS (сталь) и ножи ОАО «Гомсельмаш» (чугун ВЧТГ) при наработке 1000 т. Из приведенных данных следует, что ножи MWS после наработки 1000 т имеют повышенные в ~2 раза значения радиуса режущей кромки по сравнению с ножами из чугуна ВЧТГ (55 HRC) и при этом они обнаруживают больший разброс (рассеяние) результатов испытаний.

Выводы. 1. В рамках выполнения работы предложен способ и разработана методика полевых эксплуатационных испытаний ножей режуще-измельчающих аппаратов кормоуборочных комбайнов.

2. С использованием разработанной методики проведены сравнительные полевые испытания импортных ножей, изготовленных из высокопрочной стали, и ножей, изготовленных по технологии ОАО «Гомсельмаш» из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом марки ВЧТГ. По результатам испытаний проанализированы сведения о сравнительной эксплуатационной стойкости ножей режущих барабанов кормоуборочных комбайнов КВК-800 производства ОАО «Гомсельмаш».

3. Результаты эксплуатационных испытаний ножей из модифицированного чугуна ВЧТГ на кормоуборочных комбайнах КВК-800 в хозяйствах Республики Беларусь позволяют сделать вывод о принципиальной работоспособности, конкурентоспособности и возможности применения ножей из чугуна марки ВЧТГ для комплектации режущих барабанов комбайнов КВК-800.

4. Результаты исследований показали, что разработанная и внедренная в ОАО «Гомсельмаш» методика полевых испытаний позволяет количественно оценить эксплуатационные свойства ножей режущих барабанов, что подтверждает ее полезность и эффективность.

Список литературы

1. Журавков, М.А. Напряженно-деформируемое состояние трибофатической системы «прижим — нож — основание режущего инструмента комбайна» / М.А. Журавков, С.С. Щербаков, А.В. Круподеров // Теоретическая и прикладная механика: межвед. сб. науч.-метод. статей. — Вып. 27. — Минск: БНТУ, 2012. — С. 219–224.
2. Щербаков, С.С. Напряженно-деформированное состояние и повреждаемость трибофатической системы «прижим — нож — опора» режущего инструмента комбайна / С.С. Щербаков // Механика машин, механизмов и материалов. — 2012. — № 2(19). — С. 75–80.
3. Объемная повреждаемость ножа и противорежущего бруса режущего аппарата комбайна в динамической постановке /

- М.А. Журавков [и др.] // Актуальные вопросы машиноведения: сб. науч. тр. / Объедин. ин-т машиностроения НАН Беларуси; редкол.: С.Н. Поддубко [и др.]. — Минск, 2015. — Вып. 4. — С. 232–236.
4. Миренков, В.В. Анализ напряженно-деформированного состояния ножа измельчающего барабана кормоуборочного комбайна / В.В. Миренков, В.Ф. Хиженок, П.Е. Родзевич // Вестн. ГГТУ им. П.О. Сухого. — 2014. — № 1(56). — С. 20–28.
 5. Оценка стойкости ножей питающе-измельчающих аппаратов сельскохозяйственных комбайнов: теория, стендовые и полевые испытания / А.А. Новиков [и др.] // Вестн. БелГУТа: наука и транспорт. — 2016. — № 1(32). — С. 201–208.
 6. Дробышевский, П.С. Опыт применения чугуна ВЧТГ для изготовления ножей режущих барабанов кормоуборочных комбайнов / П.С. Дробышевский, А.А. Новиков // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе — сегодня и завтра: тез. докл. междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 4–5 окт. 2018 г. / НТЦК ОАО «Гомсельмаш». — Гомель: 2018. — С. 126–127.
 7. Псырков, Н.В. Опыт внедрения специального чугуна марки ВЧТГ для изготовления ножей режущих барабанов кормоуборочной техники / Н.В. Псырков, А.А. Квитанов, В.О. Замятнин // Актуальные вопросы машиноведения: сб. науч. тр. / Объедин. ин-т машиностроения НАН Беларуси; редкол.: А.А. Дюжев [и др.]. — Минск, 2013. — Вып. 2. — С. 388–390.
 8. Псырков, Н.В. Специальный высокопрочный чугун с шаровидным графитом как новый конструкционный материал / Н.В. Псырков // Механика машин, механизмов и материалов. — 2012. — № 3(20)–4(21). — С. 213–218.
 9. Высокопрочный чугун с шаровидным графитом и высоким сопротивлением усталости. Марки и механические свойства: СТБ 2544–2019. — Введ. 01.10.2019. — Минск: ГОССТАНДАРТ, 2019. — 7 с.
 10. Ножи кормоуборочных комбайнов КVK-800. Программа и методика сравнительных доводочных эксплуатационных испытаний. — Гомель: Гомсельмаш, 2014. — 20 с.

Tyurin S.A.

Operational tests of the forage harvesters' knives and their results

A method of comparative operational testing of knives of high-producing forage harvesting complex KVK-800 "PALESSE FS80" manufactured by OJSC "Gomselmash" has been developed. The information on the comparative operational durability of the knives of the cutting drums of the forage harvesters KVK-800, obtained from the results of field tests in farms, is analyzed.

Поступила в редакцию 17.07.2021.