

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА И ХАРАКТЕР ИЗНОСА НОЖЕЙ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ СОЛОМЫ

Т.С.Скобло, д-р. техн. наук, проф.,
А.И. Сидашенко, д-р. техн. наук, проф.,
А.В. Сайчук, канд. техн. наук, доц.,
А.Ю. Вичерин, руководитель ЦППСМ,
В.Н.Романченко, канд. техн. наук, доц.,
А.Д. Мартыненко, канд. техн. наук, доц.,

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко

В мировой практике широко используют оборудование и технологии, которые совмещают процессы уборки урожая с одновременным получением, органического удобрения за счет специальной обработки пожнивных остатков. При этом, очень важно при переработке такого сырья обеспечить его достаточное измельчение и равномерное распределение по полю.

Для выполнения таких операций в зерноуборочных комбайнах хорошо себя зарекомендовали ножи производства Немецкой фирмы Frielinghaus. Дробление растительных остатков обеспечивает специальное устройство, основным узлом которого является соломорезка с ножевым ротором, который в процессе работы вращается вокруг горизонтальной оси (рис. 1). На роторе закреплены ножи марки Frielo® Cut, которые изготавливают из металлопроката высокопрочной хромованидиевой стали. Режущие кромки ножей формируют с обеих его сторон и подвергают упрочнению закалкой, что обеспечивает достаточное качество дробления растительных остатков.



Рисунок 1 – Узел соломорезки с ножевым ротором

В процессе работы режущие кромки ножа изнашиваются не равномерно. В процессе эксплуатации их переустанавливают обратной стороной для увеличения срока использования.

Несмотря на автоматизированный комплексный метод контроля качества всего технологического процесса производства ножей статистический анализ их состояния в процессе эксплуатации выявили существенные изменения, которые влияют на стабильность работы соломорезки и качество дробления перерабатываемого сырья.

Целью исследований явилось установление причин, зон и характера изменений состояния ножей в узле соломорезки при их изготовлении и эксплуатации.

Для оценки качественных и количественных изменений, происходящих в ножах при эксплуатации, выполнили сопоставительный статистический анализ происходящих изменений по сравнению с – новыми.

Сопоставления в изменениях инструмента проводили на основе оценки напряженного состояния и деградации структурных составляющих по коэрцитивной силе, определяемой неразрушающим магнитным методом с использованием прибора КРМ-Ц-К2М [1]. Из опыта ранее выполненных исследований по связи структурных изменений с показаниями коэрцитивной силы было установлено, что на первом этапе эксплуатации стальных изделий из металлопроката в условиях воздействия значительных деформаций отмечается повышение значений этого показателя с достаточно большим разбросом [2]. На втором этапе – за счет деградации металла (дробления, деформации зерен, диффузии компонентов) структура металла становится более однородной и уровень коэрцитивной силы, и разброс ее показаний существенно снижается. Третий этап испытаний характеризуется интенсивным снижением как разброса показаний коэрцитивной силы, так и ее уровнем, который в ряде случаев достигает исходных значений или даже ниже, характерных для деталей до эксплуатации. Такие изменения характеризуют период предразрушения.

Руководствуясь такой информацией, оценивали не только изменчивость этого параметра, но и анизотропию свойств. Дополнительно анализировали характер износа, изменение линейных размеров его основной части, лезвий, крепежного отверстия.

Схема измерений коэрцитивной силы H_c приведена на рис. 2

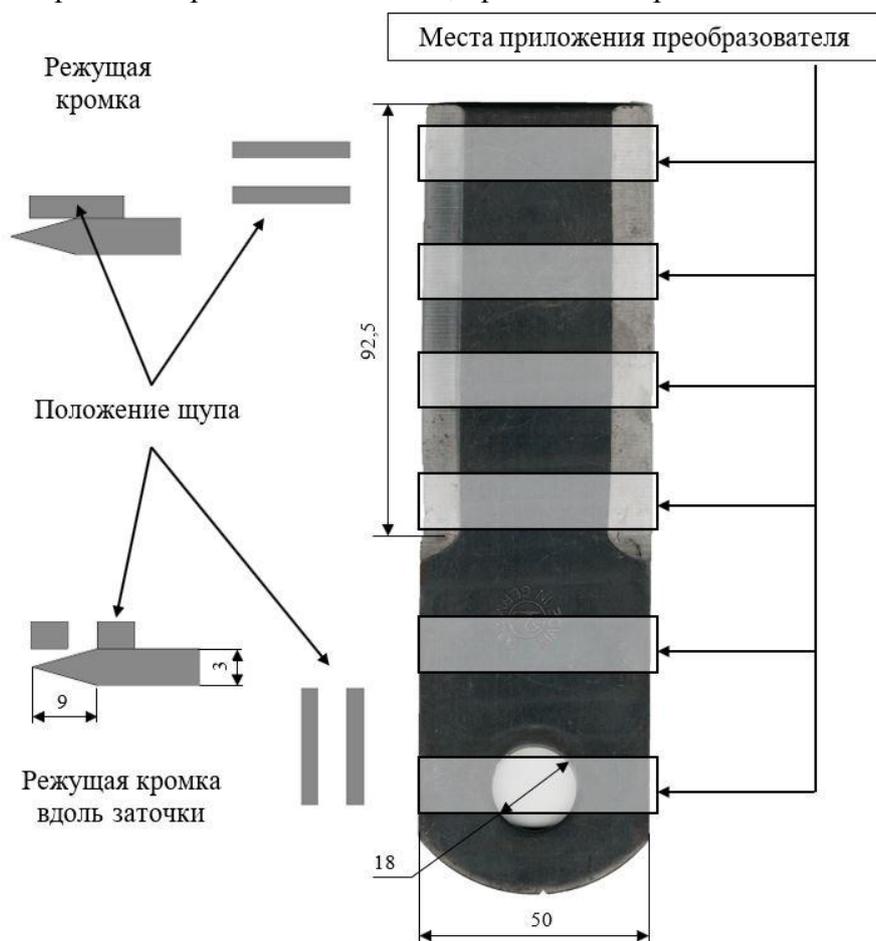


Рисунок 2 – Схема измерений коэрцитивной силы ножа ротора

Анализом установлено, что в новых ножах не выявлен существенный разброс показаний коэрцитивной силы. Она изменяется незначительно. Так, у кромки в продольном направлении составляет 18,1-18,6 А/см, а в поперечном 19,2-20,3 А/см с одной стороны ножа. Со второй – 18,3-19,1А/см и 19,7-20,2 А/см соответственно. По центру ножа

продольные измерения составляют 18,4-19,7 А/см, а в поперечные – 18,6-19,5 А/см. в области отверстия показания не превышают 20,3 А/см.

В аналогичных ножах после эксплуатации в зоне наиболее изношенной кромки коэрцитивная сила изменяется: в поперечном направлении 18,5-19,3 А/см, а в продольном – 17,1-20,6 А/см. В зоне полностью изношенной кромки у носка) до 18,5-19,1 А/см, что характеризует в большей мере, состояние его основной части, где H_c изменяется от 20,1 до 20,9 А/см.

В режущей кромке с противоположной стороны показания, в среднем выше на 21%, что характеризует меньшую степень деградации структуры этой зоны, лишь незначительную локализацию деформаций.

Значительная деградация металла отмечается вокруг крепежного отверстия ножа.

При этом, деградация металла в большей степени происходят в долевом направлении, и она достигает показаний 14,6-15,0 А/см. Одновременно в поперечном направлении средние показания H_c соответствуют основной зоне ножа – 20,0-20,2 А/см.

Выполненные исследования по измерению различных зон показали, что при эксплуатации отмечается существенная деградация металла в режущей кромке ножей, а наибольшая – имеет место в носке, где конструктивно отсутствует режущая кромка, но имеет место максимальный износ. Второй причиной и, по всей вероятности, основной – является не качественная подготовка отверстия ножа где крепятся центрирующие втулки. В результате этого, возникают вибрационные воздействия, способствующие возникновению наибольшей деградации металла, которая в большей степени изменяет уровень показаний коэрцитивной силы в этих зонах. Наибольшие отклонения в показаниях, и они наиболее характерны для измерений в продольном направлении у крепежных отверстий, где $H_c = 11,4-15,0$ А/см.

Наиболее высокий уровень напряжений характерен для зоны, которая находится под крепежным отверстием, где показания повышаются до максимальных значений 31,9-35,1 А/см. Это свидетельствует о существовании зоны локализации деформаций при таких условиях эксплуатации ножа. Возникающие напряжения характерны как для горизонтального, так и вертикального направлений.

Чтобы более достоверно оценить структурные изменения в различных зонах, относительно выполненных измерений, оценили анизотропию свойств до- и после испытаний ножей в эксплуатации до момента их отказа.

Анизотропию свойств оценивали по коэффициенту K .

$$K = \frac{\sum_{\text{поп.}} / n}{\sum_{\text{прод.}} / n}, \quad (1)$$

где $\Sigma_{\text{поп.}}$, $\Sigma_{\text{прод.}}$ – сумма показаний в однотипных зонах поперечных и продольных измерениях;

n – число измерений.

Результаты оценки коэффициента анизотропии показаний коэрцитивной силы приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Характер изменений показаний анизотропии коэрцитивной силы.

Период измерения анизотропии H_c	Зона оценки				
	режущая кромка левая	режущая кромка правая	вблизи режущей кромки вдоль левой заточки	вблизи режущей кромки вдоль правой заточки	По центру ножа
До эксплуатации	0,7	0,77	0,85	0,92	0,99
После эксплуатации	0,93	0,94	0,94	0,92	0,97

Из полученных данных следует, что коэффициент анизотропии в исходном ноже является наиболее низким в зонах режущих кромок и их средние показания отличаются в пределах 10% (0,7 и 0,77). Близкая к этой выявлена и разница, характерная для основы ножа,

прилегающей к режущим кромкам – 0,92 и 0,85 соответственно.

После эксплуатации значения коэффициента K являются близкими и изменяются в пределах 0,92-0,94.

В процессе эксплуатации зона у носка изнашивается. При основной толщине ножа 3,0 мм износ составляет 0,54 мкм, причем несколько изменяется в различных зонах носка.

Основная часть ножа практически не изнашивается, а режущая кромка, с обеих сторон, к концу срока эксплуатации – отсутствует.

При эксплуатации изменяется диаметр крепежного отверстия. Так, в долевом направлении оно изменяется от 18,0 до 19,0 мм, а в поперечном сохраняется в соответствии с исходным состоянием.

Выводы

Детальный анализ проведенных измерений основного рабочего инструмента – ножей, используемых для измельчения соломы, выявил существенные изменения, которые показали, что основной причиной их повреждаемости является зона крепежного отверстия. В этой зоне отмечается существенная деградация металла в результате локализации деформаций и вибрации.

Под действием ударных нагрузок и сил трения изнашивается режущая кромка ножа, а под действием неравномерных центробежных сил изнашивается отверстие в долевом направлении.

Повышение эксплуатационной стойкости ножей для дробления растительных остатков может быть эффективным за счет усиления его крепежного узла, а также нанесения упрочняющих покрытий, которые будут препятствовать деградации металла при эксплуатации.

Список литературы

1. Оценка качества литых стальных изделий неразрушающим методом / Скобло Т.С., Сидашенко А.И., Сайчук А.В., и др. Информационно-аналитический международный технический журнал «Промышленность в фокусе» август. 2014. №8 |20|. С. 56-57.
2. Скобло Т.С. Напряжения и деградация структуры, формируемые в наносно-компрессорных трубах при эксплуатации / Скобло Т.С., Сидашенко А.И., Рыбалко И.Н. // Харьков: ООО «Пром-Арт», 2018. – 153с.