

Влияние износа рабочих органов на эффективность работы почвообрабатывающих машин

К.П. Федченко, А.Т. Канаев

*Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, Республика
Казахстан*

Изнашивание деталей является процессом разрушения их поверхностного слоя при трении, в результате чего постепенно изменяются их размеры, форма и состояние рабочих поверхностей. Вследствие этих изменений качество выполнения технологического процесса снижается и все технико-экономические показатели работы машин ухудшаются. По мере увеличения наработки состояние изнашивающихся деталей непрерывно изменяется и становится предельным по одному или нескольким параметрам, влияющим на функциональные качества.

Перечень основных предельных состояний рабочих органов почвообрабатывающих машин приведен в таблице 1. Для всех конструкций наиболее опасными являются деформация или разрушение, а для режущих рабочих органов - затупление лезвия и образование затылочной фаски (площадки износа) под отрицательным углом к дну борозды.

Профиль изношенного лезвия лемеха, лапы и аналогичных почворежущих деталей необходимо рассматривать в предельных состояниях. Это создает наилучшие условия для анализа происходящих процессов при изнашивании.

В процессе рядовой эксплуатации машин обнаруживаются предельные состояния рабочих органов в основном по хорошо проявляющимся внешним признакам. Однако некоторые изменения размеров и формы почворежущих деталей могут длительное время оставаться незамеченными, а вызванные ими потери выявляются только при уборке урожая.

По данным исследований [1] при износе лезвия плужного лемеха до 5-7 мм (по толщине) неравномерность глубины хода достигает 62-68%, тяговое сопротивление увеличивается до 153-156%, расход горючего возрастает до 125-138%, а производительность пахотных агрегатов снижается до 52-59%.

Таблица 1- Основные предельные состояния рабочих органов
почвообрабатывающих машин

Шифр состояния	Изменения детали при трении в почве	Функциональные нарушения, ухудшение технических и экономических показателей	Рабочие органы
ПС1	Деформация или разрушение	Утрата работоспособности	Все рабочие органы
ПС2	Увеличение радиуса лезвия или острия r	Снижение степени подрезания сорняков, их зависание; повышение тягового сопротивления	Лемехи, культиваторные лапы, ножи фрез
ПС3	Образование за тылочной фаски шириной S под отрицательным углом & к дну борозды	Неравномерность хода по глубине; выглубление рабочих органов; ухудшение структуры почвы; повреждение стерни; повышение тягового сопротивления	Лемехи, лапы, бритвы, зубья борон, долота
ПС4	Линейный износ по длине детали Wt	Уменьшение глубины обработки и ширины захвата	Лемехи, носки, наральники
ПС5	Линейный износ по ширине детали Wf	Снижение глубины обработки, повышение неравномерности; снижение прочности; повреждение корпусных деталей	Лемехи, лапы, бритвы
ПС6	Линейный износ по толщине детали Wt	Залипание почвы, ухудшение оборота пласта и крошения почвы; повышение тягового сопротивления; снижение прочности	Лемехи, отвалы
ЕС7	Снижение чистоты поверхности, нарушения макрогеометрии, местный износ	Залипание почвой; ухудшение оборота пласта; повышение тягового сопротивления	Отвалы

В современных условиях при агрегатировании почвообрабатывающих машин с мощными тракторами характер и размер потерь из-за затупления лемехов изменились. В частности, резко выросла цена простоев, вызванных выходом из строя рабочих органов. По данным ГОСНИТИ час простоя трактора класса 501 кН в напряженный период полевых работ обходится хозяйствам в 45 руб.

[2]. На замену одного рабочего органа требуется от 0,25 ч до нескольких часов, следовательно, возможные общие потери от простоев техники во много раз превышают стоимость изнашивающихся деталей.

Основные причины износа рабочих органов связаны со снижением урожайности вследствие нарушений агротехнических требований. На сегодня в целом систематизированных данных по этому вопросу недостаточно, о значимости фактора оптимизации условий развития растений можно судить по следующим примерам:

- нарушение оптимальных агротехнических сроков выполнения полевых работ из-за дефицита техники приводит к ежегодному недобору 35-40 млн. т зерна, 8 млн. т сахарной свеклы, 3 млн. т картофеля и другой сельскохозяйственной продукции;
- переуплотнение почв ходовыми системами и рабочими органами тяжелых машинно-тракторных агрегатов настолько ухудшает условия развития растений, что ежегодный недобор только зерновых составляет 12 млн. т, а общие убытки оцениваются в сумме 10 млрд. тенге. [3];
- влияние износа рабочих органов на экономические показатели сельскохозяйственного производства различно. Известно, в частности, что при увеличении среднеквадратического отклонения глубины обработки почвы на каждый 1 см потеря урожая составляет от 3,5 до 5%. Эти примеры заставляют изыскивать средства автоматического контроля и регулирования глубины пахоты.

Есть вероятность, что при уменьшении глубины вспашки с 26-28 до 20-22 см, засоренность почвы однолетними и многолетними сорняками возрастает в 2.5 раза, а урожайность снизится на 20%, при этом износ зубьев борон приводит к ухудшению крошения почвы и увеличению глыбистости, что приводит к снижению урожайности на определенные проценты. Исследованием данных показателей занимается группа ученых нашего университета.

Износ рабочих органов опасен постепенностью своего развития, отсутствием, чаще всего, непосредственных четких внешних (эксплуатационных) признаков снижения работоспособности, обнаружением агротехнических нарушений лишь на стадии уборки, когда можно только подсчитать убытки от недобора урожая. Следовательно, при проведении таких работ необходимо предвидеть последствия износа и своевременно принимать меры по повышению износостойкости, заточке лезвий, использовать опыт ученых дальнего и ближнего зарубежья.

Сохранение остроты лезвий особенно важно для рабочих органов культиваторов. Подсчитано, что каждый процент снижения урожайности зерновых вследствие плохого подрезания сорняков затупившимися

лемехами культиватора-плоскореза, приносит убыток в размере 20 тыс. тенге в год на одну машину.

Все это подтверждает известное, но недостаточно учитываемое положение, что при конструировании рабочих органов необходимо не только обеспечить их высокие функциональные качества и благоприятные энергетические показатели на период кратковременных ведомственных и государственных испытаний, но и принять меры для длительного сохранения этих качеств в процессе рядовой эксплуатации во избежание крупных потерь, основная часть которых связана, как правило, со снижением урожайности.

Таким образом, повышение износостойкости и долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин является крупным резервом повышения эффективности машинной техники.

Как известно, для изготовления сменных деталей (лемехов, стрельчатых лап, дисков культиваторов) рабочих органов используются конструкционные стали 40, 40Х, 65Г, Л53 и традиционные методы упрочняющей термической обработки (закалка и отпуск). При этом твердость поверхности трения составляет 39-48 HRC, показатель прочности не превышает ~ 900-1000 МПа. Однако, как свидетельствует практика, такая термообработка не дает существенного эффекта и не исключает прямого разрушения их режущей части путем микроцарапания и микрорезания кварцевыми частицами. Интенсивность изнашивания таких деталей достигает 0,3 мм/км [4]. Почворежущие детали серийного производства имеют фактическую наработку в 1,5- 3,0 раза меньше заданной по нормативу.

Современные исследования показывают, что для эффективной обработки почв необходимо обеспечить прочность основного металла сменных деталей РОПМ не менее 1500-1800 МПа., вместо 600...900 МПа. Ударная вязкость должна соответствовать значениям не менее 0,8-1,25 МДж/м². Эти данные необходимы для исключения деформаций и поломок изделий. Относительная износостойкость основного металла в 2,5 – 3,0 раза должна превышать этот показатель в сравнении с эталоном (сталь 45 в отожженном состоянии). Поэтому для снижения интенсивности абразивного изнашивания необходимо обеспечивать максимально возможную для среднеуглеродистых сталей твердость поверхности на уровне максимальных значений, т.е. не менее 65-70 HRC. Такие значения прочности, ударной вязкости и твердости при изготовлении сменных деталей из указанных сталей традиционными технологиями (закалка ТВЧ, объемная термообработка) не обеспечиваются. Комплекс требуемых механических свойств обеспечивает плазменная закалка, являющаяся оптимальной по параметрам универсальности, доступности, экологичности и экономической эффективности [5]. Она позволяет увеличить срок службы деталей гарантированно в 1,7-2,5 раза и сократить затраты на

обслуживание и ремонт оборудования на 40-50 %. Кроме того, эта технология производительней и дешевле других способов поверхностной закалки, в том числе и закалки токами высокой частоты.

Литература

1. Черноиванов В.И., Близких В.В., Северный А.Э. и др. «Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве»: Москва-Челябинск: ГОСНИТИ, ЧГАУ, 2003.- 992 с.
2. Курчатин В.В. Надежность и ремонт машин. –Москва: Колос, 2000
3. Черноиванов В.И., Черепанов С.С., и др. ”Научные основы технической эксплуатации сельскохозяйственных машин” М. ГОСНИТИ, 1996.
- 4.Ткачев В.Н. Работоспособность деталей машин в условиях абразивного изнашивания.- Москва, Машиностроение, 1995, -336 с.
5. Бакижанова Д.С., Жусин Б.Т., Канаев А.Т. Плазменное упрочнение сменных деталей рабочих органов почвообрабатывающих машин.Materialy V111 Mezinarodni vedecko-prakticka konference "VZNIKMODERNI VEDECKE - 2012", Praha Publishing House " Education and Science" s.r.o. 2012, p. 83-87