

Список использованных источников

1. Антонюк В.Е. Технология производства и методы обеспечения качества зубчатых колес и передач. Учебное пособие / В.Е. Антонюк [и др.]. – Минск : УП «Технопринт». 2003. – 766 с.
2. Калашников А.С. Технология изготовления зубчатых колес. / А.С. Калашников. – М. : Машиностроение. 2004. – 479 с.

УДК 631.35

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Магистрант – Лукашевич П.А., змаг 20 тс, 2 курс, ФТС
Научный
руководитель – Андрушевич А.А., к.т.н., доцент
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Режущие элементы рабочих органов уборочных сельскохозяйственных машин, упрочненные термической обработкой, имеют незначительный ресурс, что приводит к нарушению агротехнических требований, увеличению потерь урожая и повышению энергетических затрат на их проведение. В работе представлен анализ способов упрочнения режущих элементов и технологический метод получения композиционных электрохимических покрытий.

Ключевые слова: упрочнение, режущие элементы, технологические методы, хром, электрохимическое композиционное покрытие.

Повышение надежности режущих элементов уборочных машин, как правило, связано с изменением конструкции рабочего органа или его элементов, так и с изменением материала режущих элементов и увеличением износостойкости их рабочих поверхностей упрочнением (технологические методы).

Первая группа методов увеличения ресурса имеет ряд недостатков, к которым относятся сложность изготовления, потребность изменения стандартной конструкции деталей режущего аппарата и как следствие его усложнение, а также утяжеление конструкции режущего аппарата и увеличение нагрузки на приводные элементы.

В качестве материалов для изготовления рабочих органов режущих аппаратов (сегменты, противорежущие пластины, ножи) используют инструментальную углеродистую сталь (У8, У9, У10) со стандартным

способом упрочнения путем закалки ТВЧ до твердости 55 HRC. Эти стали обладают высокой твердостью и в то же время пониженной хрупкостью. Несмотря на эти качества, опыт показывает, что детали из этих марок стали не могут позволить использовать их длительное время. Даже, несмотря на применение термической обработки, детали из указанных материалов недолговечны и быстро достигают предельного состояния. К примеру, по результатам исследований [1] ресурс таких деталей составляет 5...24 га на нож (4...20 ч чистой работы), а полный ресурс сегментов в среднем должен составлять 3,5 га/штук по рекомендациям ГОСТ 158-74 [2], ресурс ножевых полос не более двух сезонов. Быстрое изнашивание таких деталей вызывает снижение уровня оперативной готовности уборочной техники в связи с ее простоями в ремонте и техническом обслуживании.

Применение материалов с более высокой износостойкостью по отношению к инструментальным сталям в большинстве случаев нецелесообразно из-за их высокой стоимости [3]. К тому же повышение износостойкости рабочих органов за счет изменения материала, из которого они изготавливаются, может быть оправдано лишь для конкретных условий применения машин (засоренность полей, тип почв, вид убираемой культуры и т. п.). Подбирать различные материалы и изготавливать из них данные детали, учитывая условия работы срезающих устройств, – задача сложно выполнимая. Это объясняется особенностями технологии изготовления и последующей обработки различных видов материалов, а также их себестоимостью.

Изменения химического состава и объемных свойств материала не привели к существенному увеличению срока службы режущих пар. Максимальный эффект достигается внедрением конструкционных мероприятий, но их применение по ряду причин не всегда возможно [1]. Исходя из недостатков существующих способов повышения надежности рабочих органов уборочных машин, следует, что наиболее предпочтительными являются технологические методы, исключаящие изменения их конструкции и материала.

В связи с многообразием технологических методов упрочнения, особенностями их осуществления и различиями физико-механических и трибологических свойств поверхностей возникает сложность в выборе конкретного способа их осуществления.

Для сравнительной оценки преимуществ и недостатков технологических методов упрочнения поверхностей ниже предложена их классификация:

1. С образованием пленки на поверхности.
2. С изменением структуры поверхностного слоя.
3. С изменением энергетического запаса поверхностного слоя.
4. С изменением микрогеометрии рабочей поверхности.

Основные параметры самых распространенных способов упрочнения поверхностей представлены в таблице 1 [4, 5, 6, 7].

Таблица 1 – Классификация и технологические возможности методов упрочняющей поверхностной обработки деталей сельскохозяйственной техники

Методы упрочнения	Материал заготовки	Твердость обработанной поверхности, %	Остаточные напряжения в поверхностном слое, кг/см ²	Толщина упрочненного (нанесенного слоя), мм
Упрочнение пластическим деформированием поверхностного слоя, повышение физико-механических свойств поверхностного слоя, изменение величины и знака остаточных напряжений, улучшение геометрии шероховатости обработкой поверхности				
Обработка дробью	Чугун, сталь, сплавы на основе цветных металлов и титана	Увеличивается на 20...40 %	Напряжение сжатия 40...80	0,4...1,0
Дробеобразивная обработка		Увеличивается на 15...60 %		0,2...0,6
Центробежная обработка				0,3...0,7
Накатывание роликами		Увеличивается на 20...50 %	Напряжение сжатия 60...80	1,0...20,0
Вибрационное накатывание				1,0...35,0
Накатывание шариками				0,3...5,0
Поверхностное накатывание				
Упрочнение чеканкой				
Упрочнение резанием		Увеличивается на 20...30 %	Напряжение сжатия 30...70	0,05...0,50
Вибродарная обработка		Увеличивается на 20...40 %	Напряжение сжатия 30...60	0,1...0,7
Гидровибродарная обработка				0,4...0,7
Галтовка		Увеличивается на 10...15 %	Напряжение сжатия 10...20	0,05...0,10
Гидрогалтовка		Увеличивается на 20...40 %	Напряжение сжатия 20...40	0,1...0,3
Вибрационная галтовка		Увеличивается на 10...15 %	Напряжение сжатия 10...15	0,05...0,20
Ультразвуковая упрочняющая обработка		Увеличивается на 50...90 %	Напряжение сжатия 80...100	0,1...0,9
Гидрополирование		Увеличивается на 20...30 %	Напряжение сжатия 30...70	0,01...0,20
Алмазное сглаживание	Увеличивается			

Упрочнение поверхностной химико-термической (термодиффузионной), изменение физико-механических свойств поверхностного слоя, изменение величины и знака остаточных напряжений				
Цементация	Мало-углеродистая сталь	HRC 60...70	Напряжение сжатия 40...100	0,2...2,0
Азотирование	Сталь, чугун	HV 650...1200		0,05...0,60
Цианирование	Сталь	HRC 60...70		0,01...2,50
Алитирование	Сталь, чугун	–	Напряжение сжатия 60	0,05...0,50
Хромирование		Микротвердость 1600...2000	–	0,02...0,30
Силицирование		HV 200...300	–	0,02...0,03
Сульфидирование		Прежняя	Напряжение сжатия 30...80	0,05...1,00
Упрочнение поверхностной термической обработкой, изменение физико-механических свойств поверхностного слоя, изменение величины и знака остаточных напряжений				
Закалка с нагревом газовым пламенем	Сталь, чугун	HRC 40...70	Напряжение сжатия 30...80	0,5...10,0
Закалка с нагревом ТВЧ	Сталь			0,2...10,0
Упрочнение наплавкой				
Ручная газовая наплавка	Сталь, чугун и сплавы цветных металлов	HV 200...400	Растягивающие напряжения 10...50	0,5...20,0
Ручная электродуговая				2...20
Электродуговая биметаллизация	Сталь и сплавы цветных металлов	HV 250...450		1...5
Механизированная наплавка под слоем флюса	Сталь, чугун и сплавы цветных металлов			1,5...40,0
Электродуговая наплавка		HV 500...650		2...40
Вибродуговая наплавка				0,3...3,0
Упрочнение напылением				
Газовая металлизация	Металлы и неметаллы	HV 120...420	Напряжения сжатия до 40	0,3...15,0
Электрометаллизация				1,3...15,0
Плазменная металлизация	Сталь, чугун и сплавы цветных металлов	HV 500...5000		0,3...30,0

Упрочнение нанесением покрытий электрическим способом				
Хромирование	Сталь, чугун и сплавы цветных металлов	HВ 500...1200	Растягивающие напряжения 20...60	0,01...1,00
Твердое никелирование		HВ 550...650	–	0,05...2,00
Осталивание		HВ 120...600	–	0,2...5,0
Борирование	Сталь	HV 2200	Сжимающие до 100	0,1...0,3
Наращивание тонких слоев сплавов	Сталь, чугун и сплавы цветных металлов	HВ 40...120	–	0,05...2,00
Эмалирование	Сталь, чугун, цветные металлы, алюминий, сплавы	Микротвердость 600...700	–	0,001...0,012
Глубокое оксидирование	Алюминий и его сплавы	Микротвердость 400...450	–	0,01...0,30
Упрочнение нанесением покрытий из неметаллических материалов				
Эмалирование	Сталь, чугун	–	–	0,05...0,30
Лакокрасочные		–	–	
Покрытия пластмассами и специальными материалами	Металлы и неметаллы	–	–	0,15...0,30
Упрочнение нанесением покрытий электрохимическим способом				
Никелирование, хромирование, покрытия кобальтом и никель – кобальтом	Сталь, чугун, цветные металлы	Микротвердость 800...950	–	0,01...0,30

В отдельную группу способов упрочнения и восстановления поверхностей можно выделить комбинированные (смешанные) технологии повышения износостойкости и коррозионной стойкости, заключающиеся в соединении различных по физической сущности технологических процессов поверхности детали. Например, одним из таких способов является нанесение на поверхности деталей гальванозащитных хромовых покрытий из саморегулирующихся электролитов [7]. Преимуществами данного способа являются высокая производительность процесса получения покрытий, их высокая твердость и износостойкость.

Наилучшее сочетание химической (коррозионной) устойчивости и физико-механических характеристик показывают композиционные покрытия, состоящие из матрицы, образованной электроосажденным металлом или сплавом, и дисперсной фазы, включающей неметаллические частицы разной степени дисперсности. Исследовано осаждение композиционных электрохимических покрытий систем никель

– углерод – вольфрам, никель – углерод – хром из растворов электролитов в апротонном полярном органическом растворителе – диметилформамиде, не содержащих изначально дисперсных и (или) ультрадисперсных частиц [8]. Исследовались режущие элементы – ножи, сегменты покрытые слоем хрома. Также изучению подвергались образцы без покрытия. Анализ результатов экспериментальных исследований, показал, что композиционные покрытия, полученные при оптимальных значениях факторов, являются наиболее стойкими к влиянию коррозии. Степень поражения коррозией ножей м сегментов рабочих органов уборочной техники без покрытия составила 65,3 % от общей площади соответственно, что практически в 8 раз больше поражения деталей с композиционными электрохимическими покрытиями на основе хрома.

Заключение. Существующие методы увеличения ресурса рабочих органов уборочных сельскохозяйственных машин имеют определенные недостатки, устранение которых обуславливает увеличение срока службы режущих элементов. В этой связи эффективным является повышение надежности режущих аппаратов методом нанесения композиционных покрытий электрохимическим способом, основными положительными сторонами которого, необходимо отметить следующие:

- не требует создания новой или изменения стандартной конструкции режущего устройства;
- позволяет увеличивать ресурс как новых, так и бывших в эксплуатации деталей;
- исключает изменение структуры и механических свойств деталей вследствие отсутствия на них термического воздействия;
- отсутствует необходимость механической обработки упрочненной поверхности из-за высокой точности наносимого покрытия;
- обеспечивает наносимое покрытие постоянными физико-механическими свойствами;
- обеспечивает одновременное упрочнение нескольких деталей и автоматизацию нанесения покрытий;
- обеспечивает возможность повышения эксплуатационной надежности деталей различной конфигурации, формы и размеров;
- исключает перерасход наносимого материала;
- позволяет повысить твердость поверхности рабочих органов без увеличения хрупкости материала основы и снизить коэффициент трения;
- увеличивает коррозионную стойкость деталей режущих элементов.

Список использованных источников

1. Ткачев, В.Н. Износ и повышение долговечности деталей сельскохозяйственных машин / В.Н. Ткачев. – М. : «Машиностроение», 1971. – 264 с.
2. ГОСТ 158-74. Сегменты, пластины и полосы ножевые режущих аппаратов сельскохозяйственных машин (с Изменениями № 1-6). – Введен 1975-01-01. – М. Госстандарт России: Стандартинформ, 2001. – 16 с.

3. Верещака, А.С. Работоспособность режущего инструмента с износостойкими покрытиями. – М. : Машиностроение, 1993. – 336 с.
4. Батищев, А.Н. Справочник мастера по техническому обслуживанию и ремонту машинно-тракторного парка: / А.Н. Батищев, И.Г. Голубев, В.М. Юдин, Н.И. Веселовский. М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 448 с.
5. Коротин, А.И. Технология нанесения гальванических покрытий: Учеб. пособие для сред. проф.-техн. училищ / А.И. Коротин. – М. : Высш. шк., 1984. – 200 с.
6. Полетаев, В.А. Методы обеспечения требуемого качества поверхностного слоя деталей машин. Методическое пособие по выполнению курсовой работы / В.А. Полетаев. – Иваново, 1998. – 83 с.
7. Борисов, Г.А. Гальваногазофазное хромирование как способ восстановления и упрочнения деталей прецизионных пар автотракторных гидроагрегатов. Автореферат диссертации на соискание степени доктора технических наук. – Рязань, 1997.
8. Лукашевич П.А., Андрушевич А.А. Повышение коррозионной стойкости режущих элементов рабочих органов уборочной сельскохозяйственной техники // Техсервис-2021: Материалы научно-практической конференции студентов и магистрантов/ редкол.; Д.А. Жданко и [др.]. – Минск: БГАТУ, 2021. – 412 с. – С. 167–171.

УДК 621.74

ЛИТЫЕ ДЕТАЛИ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Студент – Парфенов А.И., 41 тс, 3 курс, ФТС
Научный руководитель – Андрушевич А.А., к.т.н., доцент
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Рассмотрены особенности получения деталей автотракторной техники из композиционных материалов литьём.

Ключевые слова: литьё, композиционный материал, структура, детали автотракторной техники.

При эксплуатации машин и оборудования, сельскохозяйственной техники, важную роль играет снижение расходов на техническое обслуживание, плановые и текущие ремонты. Повышение износостойкости поверхностей детали в узлах трения являются одной из приоритетных задач эксплуатации машинно-тракторного парка (МТП). Для её решения необходимо переходить к использованию новых перспективных материалов, включая композиционные материалы (КМ) [1,2].

Композиционные материалы характеризуются комплексом необходимых механических, технологических, эксплуатационных и экономических характеристик, отвечающих поставленным требованиям.