

Секция 4. ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

УДК 621.793.3

ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЗОНЕ ТРЕНИЯ ПРИ ФРИКЦИОННО-МЕХАНИЧЕСКОМ МЕДНЕНИИ ЧУГУННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Л. И. САВЕНОК, канд. техн. наук, доцент
Г. В. БРЕЗГУНОВ, инженер

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Известно, что до 12 % мощности двигателя теряется на трение в его деталях. Примерно половина этой мощности приходится на трение между зеркалом цилиндра и поршневыми кольцами. Если снизить коэффициент трения в два раза, то мощность двигателя возрастет на 3 % без увеличения расхода топлива [1].

Одним из способов, способствующих улучшению трибологических параметров (увеличение микротвёрдости и износостойкости, уменьшение коэффициента трения и времени прирабатываемости) поверхности трения детали, является финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО), заключающаяся в нанесении тонкого слоя твердосмазочного материала путем использования явления переноса металла при трении. Толщина образуемого покрытия – 1–5 мкм [2]. Наибольшую известность получило фрикционно-механическое нанесение медьсодержащего металла – фрикционное латунирование, меднение и бронзирование. Финишную обработку ведут прутковым инструментом на токарном станке в присутствии поверхностно-активных веществ (ПАВ).

Взаимодействие под большим давлением твердого металла с мягким вызывает вырывание частиц мягкого металла в виде покрытия. Наличие поверхностно-активной среды способствует разрыхлению защитных слоев, пластифицирует поверхность медьсодержащего металла, а образующиеся частицы износа пластически деформируются и энергетически возбуждаются. Действие трибонагрузок и сжимающих давлений спрессовывает частицы износа в имеющиеся углубления, а когда микровпадины заполнены, дальнейшее увеличение толщины

покрытия происходит под влиянием адгезиозного взаимодействия, вызывая прочное схватывание нанесенного слоя с подложкой.

Исследования показали, что при фрикционном меднении чугунной поверхности в среде раствора глицерина и соляной кислоты на поверхности образуется многослойное твердосмазочное покрытие (ТСП), содержащее осажденную медь и полимеры трения [3, 4].

Это возможно при выполнении следующих условий: контактное давление прижатия прутка к детали не менее 40 МПа; скорость скольжения или окружная скорость детали – до 0,6 м/с; продольная подача 0,1–0,3 мм/об [2]. Поверхность детали смазывалась технологической жидкостью ПАВ (глицерин с добавлением соляной кислоты) [3, 4].

В зависимости от вышеназванных условий изменяется температура в зоне трения медьсодержащего материала. От пределов ее варьирования зависит качество нанесённого покрытия и в последующем течение ряда химических превращений процесса самоорганизации и образования медного покрытия и полимеров трения.

Целью настоящих исследований является определение температуры в зоне трения в процессе фрикционно-механического меднения поверхности чугунной детали и определение качества нанесения.

Основная часть. Для измерения температуры нами была изготовлена термопара хромель – алюмель из проводов диаметром 0,5 мм. В прутке меди марки М1 диаметром 4 мм сверлили отверстие и вставляли изготовленную термопару, обеспечивая качественное прижатие ее спая к прутку. В качестве регистрационного прибора применяли цифровой мультиметр Mastech MS8221. Термопару с подсоединенной к ней регистрирующим прибором протарировали.

Для нанесения покрытия использовали наружную поверхность гильзы двигателя Д-260, изготовленной из специального легированного чугуна. Гильзу обрабатывали на токарном станке с доведением наружного диаметра до размера $120,0 \pm 0,05$ мм. Обработку поверхности вели резцами ВК8 и ВК 2 (черновое и чистовое точение) до шероховатости $R_a = 1,25$ мкм.

В резцедержателе этого же станка крепилось заранее изготовленное нами приспособление [5], обеспечивающее регулируемое контактное давление прутка меди с установленной термопарой до 150 МПа.

На обрабатываемую поверхность обильно наносилась ПАВ (4%-ный раствор соляной кислоты в глицерине). Покрытие производили на поверхности детали длиной $L = 240$ мм (полученная площадь покрытия превышает на 7 % площадь зеркала цилиндра).

Измерение температуры вели при контактном давлении прутка 100 МПа, частоте вращения шпинделя 96 мин^{-1} и подачах 0,1 0,2 и 0,3 мм/об. Исследования проводили в трехкратной повторности.

Показания прибора фиксировали, сначала через две секунды, а при установившемся режиме – через пять секунд.

В зависимости от подачи среднее значение температуры в зоне трения, время протекания процесса, длина обработанной поверхности представлены в таблице.

Изменение температуры в зоне трения при различных подачах

Подача, мм/об	Участок I (зона приработки)			Участок II (рабочая зона)		
	время обработки $T_{1,2}$, мин	температура t_1 , °C	длина L_1 , мм	время обработки $T_{2,2}$, мин	температура t_2 , °C	Длина L_2 , мм
0,1	2,3	47	22	25	65	240
0,2	1,9	48	36	12,5	64	240
0,3	1,7	50	48	8,3	60	240

По результатам измерений построен график изменения температуры в зависимости от длины обработанной поверхности на одном из режимов варьирования показан на рис. 1.

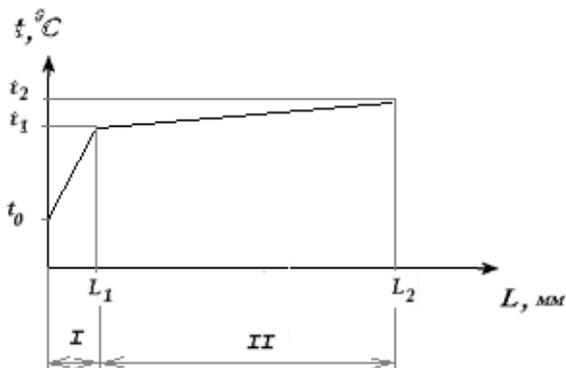


Рис. 1. Изменение температуры в зоне трения в зависимости от длины обработанной поверхности

По оси ординат откладывали значения изменения температуры в зоне трения t , °C, а по оси абсцисс – длина обработанной поверхности детали L , мм.

Исследования показали, что в начале, начинается резкое возрастание температуры от точки t_0 , (температура поверхности детали перед ФАБО) до точки t_1 . В это время происходит нагрев места контакта, идет приработка контактирующих поверхностей (участок I). Роль ПАВ в это время, в основном, выполняет функцию смазки.

При дальнейшем нанесении покрытия контактное место взаимодействия прутка нагревается до температуры, способной прогреть достаточную площадь. Температура зоны контакта увеличивается пропорционально проходимому пути L (участок II). Это связано с тем, что идёт непрерывный процесс опережающего прогрева детали, сопровождающийся подготовительными процессами разрушения защитных окисных поверхностных слоев.

В конце фрикционного меднения температура достигает значения t_2 (покрытие нанесено на длине L).

Контроль за покрытием осуществляли внешним осмотром [6, 7]. Обработанную деталь снимали со станка, промывали в воде, бензине и высушивали в сушильном шкафу. Затем осматривали при помощи переносного микроскопа МПБ-2 24-кратного увеличения.

В результате внешнего осмотра установлено, что на поверхности чугунной детали, вначале нанесенного покрытия (участок I), видны места образования крупных разобщенных, явно выделяющихся над поверхностью, частиц металла красного цвета.

Затем наступает равномерное красное покрытие, имеющее незначительные пятна темного (выдавленные зерна графита) и серого цветов (полимеры трения), что допустимо. Это свидетельствует о хорошем покрытии в рабочей зоне.

Заключение: 1. Температура в зоне трения сначала растет быстро – зона приработки, а затем наступает ее стабилизация – повышается незначительно – рабочая зона. Максимальное значение она имеет $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ при минимальной подаче $0,1\text{ мм/об}$.

2. Для уменьшения участков с нестабильным покрытием, фрикционную обработку поверхности предпочтительно вести с минимальной подачей. Начинать фрикционно-механическое меднение поверхности цилиндра прутковым инструментом необходимо, по возможности, как можно ближе от края.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаркунов, Д. Н. Избирательный перенос в тяжелонагруженных узлах трения / Д. Н. Гаркунов. – Москва: Машиностроение, 1982. – С. 17–22.

2. Финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО) деталей / В. Ф. Карпенков [и др.]. – Пушино: МГАУ им. Горячкина, 1996. – 78 с.

3. Брезгунов, Г. В. Теоретическое исследование химических процессов, происходящих при фрикционно-механическом нанесении медных покрытий на зеркало чугунной гильзы цилиндра / Г. В. Брезгунов // Эксплуатация, ремонт и восстановление сельскохозяйственной техники. – Горки: БСХА, 1997. – С. 38–42.

4. Брезгунов, Г. В. Влияние концентрации соляной кислоты в глицерине на эффективность фрикционно-механического меднения наружных поверхностей чугунных деталей / Г. В. Брезгунов // Актуальные проблемы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2001. – Ч. 2. – С. 167–171.

5. Устройство для фрикционно-механического нанесения покрытий: пат. U 2516. Республика Беларусь, МПК: C23C 26/00 / Г. В. Брезгунов, А. В. Брезгунов. – № 20050471; заявл. 02.08.05; опубл. 28.02.06 // Бюллетень № 1 (48). – С. 3.

6. Лозовский, В. Н. Диагностирование авиационных топливных и гидравлических агрегатов на основе избирательного переноса / В. Н. Лозовский. – Москва: Транспорт, 1979. – 294 с.

7. Брезгунов, Г. В. Изучение поверхности после обработки методом ФАБО // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей, тракторов и автомобилей / Г. В. Брезгунов. – СПб.: СПГАУ, 2002. – С. 287.

Аннотация. Описана методика определения температуры в зоне трения при фрикционном меднении прутковым инструментом.

Ключевые слова: фрикционно-механическое меднение, ПАВ, покрытие, температура, термопара.

УДК 631.31.02:621.791.927.5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПОЗИТНЫХ ПОКРЫТИЙ, ФОРМИРУЕМЫХ КАРБОВИБРОДУГОВЫМ УПРОЧНЕНИЕМ, ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСА ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Н. В. ТИТОВ, канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет
имени Н. В. Парахина»,
Орел, Российская Федерация

Введение. Для повышения ресурса деталей машин, эксплуатируемых в абразивной среде, в настоящее время успешно используются композитные покрытия, формируемые способом карбовибродугового упрочнения (КВДУ) с использованием многокомпонентных паст (МКП) [1–7]. Сущность способа КВДУ состоит в том, что на рабочую