

3. Леонов А., Дроздов В., Корнеев Л. Электродуговая наплавка шлицевых валов.
4. Справочник технолого-машиностроителей: В 2 т. 3-е изд. Т. 2 / Под ред. А.Н.Макова. – М.: Машиностроение, 1972.
5. Казарик В.И. Методика расчета износа поверхности деталей. – М., 1982.
6. Самохоцкий А.И., Порфеновская Н.Г. Технология термической обработки металлов. – М.: Машиностроение, 1976.

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЗОНЕ ТРЕНИЯ ПРИ ФРИКЦИОННО-МЕХАНИЧЕСКИМ МЕДНЕНИИ ПРУТКОВЫМ ИНСТРУМЕНТОМ**

**Г.В. Брезгунов, инженер**  
*УО «БГСХА»*  
(г. Горки, Республика Беларусь)

#### **Definition of temperature in a zone of abrasion at friction-mechanical a copperizing the rod instrument**

The procedure of definition of temperature in a zone of abrasion is circumscribed at friction-mechanical a copperizing by the rod instrument. Results of researches are reduced.

Финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО) деталей способствует увеличению их износостойкости. Сущность ее состоит в том, что поверхность взаимодействия трущихся деталей покрывают слоем твердосмазочного материала путем использования явления переноса металла при трении. Толщина образуемого покрытия – 1 – 5 мкм. Наибольший интерес представляет фрикционно-механическое нанесение медьсодержащего металла на зеркала гильз цилиндров. Исследования показали, что наличие медьсодержащего покрытия приводит к уменьшению коэффициента трения между поршневым кольцом и зеркалом цилиндра в 2 раза, а срок службы двигателей повышается на 20-25%, и расход топлива снижается на 2,8% [1].

Наиболее простым, не требующим сложного оборудования и недостаточно изученным способом финишной обработки является процесс нанесения латуни, бронзы и меди – фрикционное латунирование, бронзирование и меднение.

Поверхность детали обрабатывают прутком, бруском или диском медьсодержащего металла в присутствии поверхностно-активных веществ (ПАВ). В процессе покрытия микровыступы твердого шероховатого тела (детали, на которые наносят покрытие) контактируют с микровыступами мягкого металла, вызывая прочное схватывание их между собой. 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 запрессовывают частицы износа в имеющиеся углубления. Когда микровпадины поверхности заполнены, дальнейшее увеличение толщины покрытия происходит под влиянием адгезионного взаимодействия, вызывая прочное схватывание нанесенного слоя с деталью.

Фрикционно-механическую обработку прутковым инструментом проводят при следующих режимах: диаметр прутка 4 мм; давление прижатия прутка 70 – 150 МПа; окружная скорость поверхности детали 0,15 – 0,6 м/с; продольная подача 0,1 – 0,3 мм/об. Шероховатость поверхности перед ФАБО должна быть не более  $R_a = 2,5$  мкм [2]. Покрытие проводят в технологической среде.

Такое получение покрытия является составной частью процессов самоорганизации (эффект безызносности) [1], для протекания которого необходимо выполнение следующих условий: скорость скольжения деталей до 6 м/с, контактное давление до 40 МПа и температура 313 - 343°K (40 - 70°С)[3].

Проведенные нами исследования [4, 5] показали, что при фрикционном меднении чугунной поверхности протекают химические превращения процесса самоорганизации, в результате чего образуется многослойное медьсодержащее покрытие, содержащее полимеры трения и медь.

Целью настоящих исследований является определение температуры в зоне трения в процессе фрикционного меднения чугунной детали.

Для измерения температуры изготавливали термопару хромель-копель 1 (рис.1) из проводов диаметром 0,5 мм. Провода скручивали, а их концы сваривали при помощи зарядного устройства ВАС-5К и угольного электрода. Диаметр спая термопары 2 находится в пределах 1,4 - 1,6 мм. В прутке 3 сверлили отверстие и вставили изготовленную термопару, на провода которой наносили термоизоляционный состав 4 на основе силикатного клея и обжимали в не-

большом трехкулачковом патроне с моментом затяжки 10 – 20 Нм, обеспечивая хорошее прижатие спая к прутку.

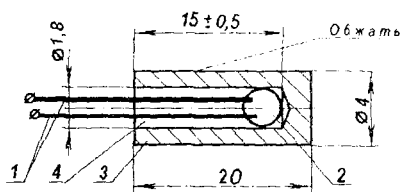


Рис. 1. Установка термопары в прутки меди

Вставленную термопару соединяли с гальванометром М 1109 и тарировали. Для этого брали масляную ванну, термометр и опускали в нее подготовленный прутки, медленно нагревали на электрической плитке и фиксировали показания гальванометра в зависимости от температуры. По полученным данным строили график зависимости: показания гальванометра (мкВ) в зависимости от нагрева термопары ( $t^{\circ}$ ).

Для нанесения покрытия использовали чугун СЧ 20 (наружная часть гильзы двигателя Д-240). Гильзу обрабатывали на токарном станке с доведением наружного диаметра до размера  $120,0 \pm 0,05$  мм. Обработку вели резцами ВК8 и ВК 2 (черновое и чистовое точение). Шероховатость поверхности  $R_a = 1,25$  мкм.

Чтобы уменьшить технологические зоны [6] на обработанной поверхности и произвести покрытие на максимально возможной поверхности (рис. 2), гильзу 1 устанавливали в конусную оправку 2, закрепленную в патроне токарного станка, и поджимали пинолью задней бабки через переходной конус 3.

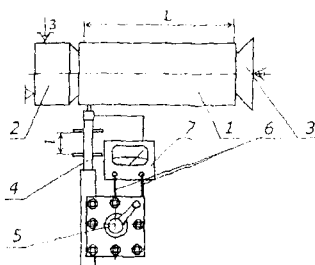


Рис.2. Схема измерения температуры при фрикционном меднении наружной поверхности

Затем снимали резцы и устанавливали специально изготовленное приспособление 4 в резцедержатель 5, в которое вставлен медный пруток с термопарой.

Для измерения температуры в зоне трения концы термопары 6 соединяли с гальванометром 7, который устанавливался на корпус станины станка.

ФАБО детали вели по длине поверхности  $L=240$  мм (полученная площадь покрытия превышает на 7% площадь зеркала цилиндра).

Покрытие производили при помощи специально изготовленного приспособления [5]. Оно состоит из державки, корпуса, в котором расположен блок пружин и передней крышки. Усилие сжатия пружин передается толкателем прутку меди, прижимая его к обрабатываемой поверхности. В задней части корпуса установлен регулировочный винт, который соприкасается с упорной шайбой, являющейся опорой блока пружин. На гранях винта предусмотрены сквозные отверстия, необходимые для его вращения. В упорной шайбе и толкателе вставлены задний и передний указатели, выходящие за пределы корпуса. Расстояние между толкателями соответствует рабочей длине блока пружин (размер  $l$ ).

Блок пружин предварительно тарировали и строили график зависимости: усилия прижатия прутка ( $H$ ) и давления в зоне контакта ( $MПа$ ) в зависимости от рабочей длины  $l$  блока пружин ( $мм$ ).

В центре толкателя, регулировочного болта и державки сделаны сквозные отверстия, необходимые для прокладывания проводов термопары.

Затем кисточкой на обрабатываемую поверхность наносили технологическую среду (4-процентный раствор соляной кислоты в глицерине) [5], включали станок и выполняли фрикционное меднение.

Измерение температуры вели при силе прижатия прутка 150 МПа, частоте вращения шпинделя  $96 \text{ мин}^{-1}$  и подачах 0,1 0,2 и 0,3 мм/об. Исследования повторяли 3 раза.

Показания гальванометра фиксировали сначала через одну секунду, а при установившемся режиме – через десять секунд.

На рисунке 3 представлен график изменения температуры ( $t^{\circ}C$ ) в зависимости от длины поверхности обработанной детали  $L$  ( $мм$ ).

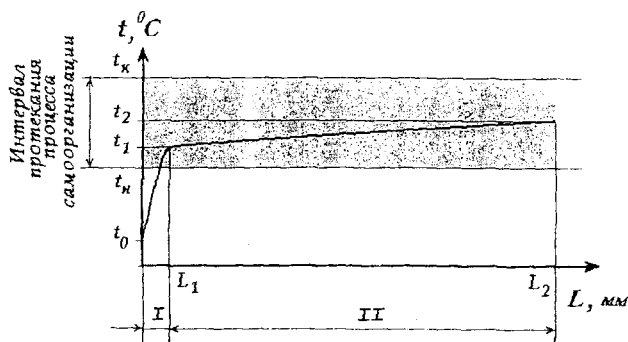


Рис.3. Изменение температуры в зоне трения в зависимости от длины обработанной поверхности

Средние значения температуры в зоне трения, времени и длины обработанной поверхности при различных подачах представлены в таблице 1.

Таблица 1. Изменение температуры в зоне трения при различных подачах

Подача, мм	Зона I (приработка деталей)			Зона II (меднение)	
	время $T_1$ , с	длина $L_1$ , мм	температура $t_1$ , °C	время $T_2$ , мин	температура $t_2$ , °C
0,1	80	13	47	25	65
0,2	67	21	48	12,5	64
0,3	58	27	50	6,25	60

Исследования показали, что вначале идет резкое возрастание температуры от точки  $t_0$  (температура поверхности детали перед ФАБО) до точки  $t_1$  – точка завершения режима приработки (участок I), а затем температура в зоне трения повышается незначительно.

Это происходит потому, что имеющиеся выступы медного прутка взаимодействуют с выступами чугунной детали гильзы цилиндра, на которых имеется защитная окисная пленка, производя разрушение защитных слоев, вызывая нагрев и прихватывание отдельных участков меди к обрабатываемой поверхности. Роль ПАВ в это время, в основном, выполняет функции смазки. Здесь происходит притирка торца прутка к обрабатываемой поверхности, протекают процессы предварительного нагрева контактирующих по-

верхностей и наступает выравнивание температуры граничных слоев. Следовательно, в начале этого участка (кривая  $t_0 - t_n$  на графике) сцепление покрытия с деталью недостаточное.

Затем температура поверхностных слоев растет до  $t_n$  (нижняя граница интервала процессов самоорганизации), ПАВ начинают выполнять свои функции. Образование покрытия становится более качественным. При вращении детали происходит изменение места контакта прутка с поверхностью (соприкасаются другие точки, недостаточно прогретые), поэтому температура места контакта растет до  $t_1$ . В этот момент поверхность детали в месте взаимодействия успевает прогреть достаточную площадь таким образом, что в момент поворота температура места соприкосновения находится в интервале протекания процесса самоорганизации. Наступает уменьшение скорости изменения температуры (участок II).

Однако здесь скорость изменения температуры продолжает расти. Это связано с тем, что часть прутка взаимодействует с новой необработанной поверхностью, на которой не произошли подготовительные процессы, вызывая дальнейший нагрев поверхности.

В конце фрикционного меднения температура в зоне взаимодействия достигает значения  $t_2$ , которая находится ниже верхней границы интервала  $t_k$ .

### Вывод

Температура в месте трения при фрикционно-механической обработке прутковым инструментом в рабочей зоне находится в диапазоне температур процесса самоорганизации, что важно для получения качественного покрытия.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник по триботехнике/ Под ред. М. Хебды, А.К. Чичинадзе: В 3 т. Теоретические основы. – М.: Машиностроение, 1989. Т. 1.
2. Карпенков В.Ф., Стрельцов В.В., Приходько И.В. и др. Финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО) деталей. – Пушино: МГАУ им. Горькина, 1996.
3. Словарь-справочник по трению, износу и смазке деталей машин/ В.Д. Зозуля, Е.Л. Шведко, Д.Я. Ровинский и др. АН УССР.

Ин-т проблем материаловедения. 2-е изд., пераб. и доп. – Киев: Наукова думка, 1990.

4. Брезгунов Г.В. Теоретические исследования химических процессов, происходящих при фрикционно-механическим нанесении медных покрытий на зеркало чугунной гильзы цилиндра // Эксплуатация, ремонт и восстановление сельскохозяйственной техники: Доклады междунар. научно-практич. конф.-Горки, 1997.

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

6. Брезгунов Г.В. Изучение поверхности после обработки методом ФАБО //Улучшение эксплуатационных показателей двигателей, тракторов и автомобилей // Сб. науч. тр. Научно-технической конф.-СПб.: СПГАУ, 2002.