

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТА ФРИКЦИОННЫМ ПЛАКИРОВАНИЕМ

Платов С. И., Алицупов В. П., Кадошников В. И., Анциупов А. В., Терентьев Д. В.,
Файзуллин Р. Р.

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова,
г. Магнитогорск, Россия,
psi@pisem.net

Введение

В данной работе представлены результаты многолетних совместных исследований кафедры Механического оборудования металлургических заводов МГТУ им. Г.И. Носова, Управления главного механика и ЗАО «Механо-ремонтный комплекс» ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» (ОАО «ММК») по совершенствованию механического оборудования, основанных на применении перспективного способа финишной обработки быстроизнашиваемых деталей – плакирования гибким инструментом (ПГИ) [1].

Цель работы

Повышение долговечности различных деталей механического оборудования, работающих в тяжелых условиях эксплуатации, а также технологического инструмента.

Методы исследований

Суть метода ПГИ (рис. 1) заключается в переносе расплавленных теплом трения частиц бруска 1 на поверхность обрабатываемой детали 2 торцами гибких элементов быстро вращающейся щетки 3 и формировании из этих частиц сплошной, прочно сцепленной с поверхностью детали тонкой пленки покрытия толщиной 0,5...100 мкм. Возможно нанесение антифрикционных, износостойких, антикоррозионных, антисхватывающих и других покрытий из алюминия, меди, цинка, олова, свинца, латуни, бронзы, баббита, политетрафторэтилена и различных сплавов, а также многослойных и смешанных покрытий.

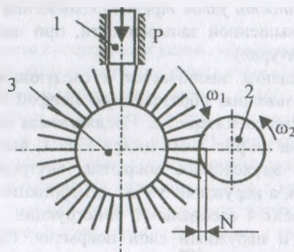


Рис. 1. Принципиальная схема ПГИ.

Способ высокопроизводителен, экологически чист, не требует предварительной подготовки поверхности и последующей обработки, отличается крайне низкой энерго- и металлоемкостью.

Метод реализуется на серийных металлообрабатывающих станках с помощью сложных специальных приспособлений (рис. 2). Возможны варианты различных плакирующих приставок к токарным станкам, а также отдельно стоящие агрегаты для нанесения покрытия на плоские длинномерные изделия и проволоку.

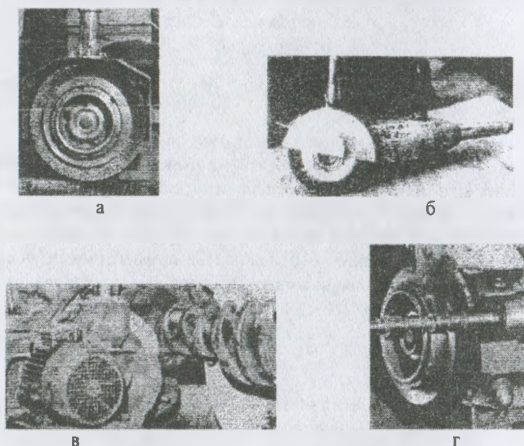


Рис. 2. Оборудование для реализации способа ПГИ:

- а – плакирующий узел к плоскошлифовальному станку;
- б – вариант плакирующей головки на базе ручной шлифовальной машинки;
- в – устройство для плакирования шеек коленчатых валов;
- г – приспособление для плакирования изделий на круглошлифовальном станке.

Результаты исследований и их обсуждение

Исследования проводили по различным направлениям.

1. *Повышение долговечности узла трения-скольжения*, работающих в тяжелых условиях эксплуатации (повышенной запыленности, при наличии агрессивных сред, высоких нагрузках и температурах).

Суть технического решения заключается в следующем. Подшипниковый узел обычно содержит пару скольжения, образованную цапфой вала и охватывающим ее элементом (втулкой) из цветного материала. Предлагаемая конструкция подшипникового узла [2, 3] представлена на рис 3. На цапфу вала 1, выполненного из углеродсодержащего сплава, наносят двухслойное покрытие, внутренний слой 2 которого из медьсодержащего материала, а наружный 3 – из антифрикционного полимерного материала. Охватывающий элемент 4 специальной конструкции выполнен из того же полимерного материала, что и наружный слой покрытия. Предлагаемая конструкция обеспечивает повышение износостойкости и срока службы пары скольжения за счет

улучшения герметичности соединения. Кроме того, в нем обеспечивается низкое (уровня жидкостного трения) значение коэффициента трения, равное 0,01...0,05.

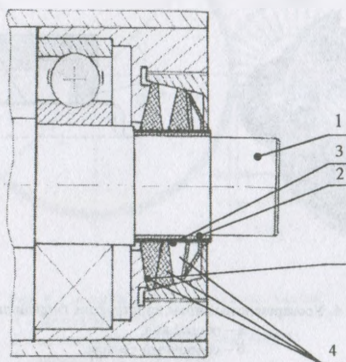


Рис. 3. Новая конструкция подшипникового узла

Высокая плотность соединения обеспечивается способностью предварительно напряженного охватывающего элемента упруго демпфировать при работе, т.е. принимать форму сечения вращающейся цапфы, а наличие на ее поверхности полимерного покрытия, которое заполняет все микровпадины рельефа, еще более уплотняет контакт скольжения на уровне микронеровностей шероховатости поверхности. Это предотвращает попадание абразивных частиц в подшипниковый узел и не гребует смазывания во время работы.

Применение опытных партий подшипниковых узлов на роликах транспортера У 46 первого углеподготовительного цеха в КРМЦ-1 КХП показало повышение срока их службы не менее, чем в 6 раз по сравнению со старой конструкцией (в настоящее время они продолжают работать).

Использование подобной конструкции пары скольжения в подшипниках роликов первой секции МНЛЗ-2,3 позволило повысить их среднюю стойкость с 182,4 до 284,6 плавок, т.е. в 1,56 раза.

В настоящее время проводятся работы по внедрению данного технического решения в других цехах ОАО «ММК».

2. Усовершенствование конструкций узлов гидроаппаратуры.

Тот же принцип был использован для повышения срока службы гидроцилиндров. При этом усовершенствована его конструкция (рис. 4) [4].

Изменение конструкции заключается в том, что вместо наплавки слоя меди толщиной до 5 мм, на рабочие поверхности штока 1 наносят тонкое двухслойное (медь + полимер) покрытие 2 и дополнительно устанавливают два уплотнения 3, 4 из полимерного материала. Данная конструкция гидроцилиндров с марта 2003 г. находится в эксплуатации в механизме подъема комплекта валков пятиклетового стана 1200 ЛПЦ-3, перекрывая регламентированный срок службы более чем в три раза.

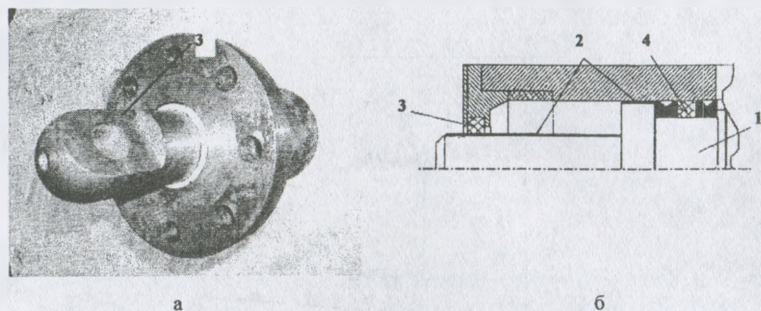


Рис. 4. Усовершенствованная конструкция гидроцилиндра:
а – общий вид;
б – сборочный чертеж.

В настоящее время планируются испытания подобной конструкции в других прокатных цехах.

3. Повышение износостойкости прокатных валков.

Основными причинами выхода из строя рабочих и опорных валков станов холодной и горячей прокатки являются абразивный износ их поверхности, а также выкрошка и отслоения.

Это обусловлено, в основном, тем, что:

- коэффициент трения в зонах контакта шлифованных поверхностей опорных и рабочих валков достаточно высок ($f = 0.1 \dots 0.15$), что приводит к значительной интенсивности изнашивания в период приработки и, как следствие, к снижению их срока службы;

- на шлифованной поверхности валков возникают растягивающие остаточные напряжения, которые вызывают появление при прокатке микротрещин – источника выкрошки и отслоений твёрдого износостойкого слоя, отличающегося большой твёрдостью и ограниченной пластичностью.

Суть предложенного технического решения заключается в нанесении на шлифованные рабочие поверхности валков однослойного покрытия из полимерного антифрикционного материала или двухслойного покрытия (например, «медь + полимер»). При этом его нанесение производится методом лакирования гибким инструментом (рис. 5).

Одновременно происходит упрочнение поверхностного слоя валков и формирование требуемого уровня шероховатости поверхности, сокращающего период приработки в процессе их эксплуатации.

В каждом конкретном случае обработки, в зависимости от условий работы валков, регламентируются значения частоты вращения валков (n_1), щетки (n_2), усилие прижатия бруска к щетке (P_1), щетки к валку (P_2), значение натяга (N), соотношение диаметров валка (D_v) и щетки ($D_{щ}$), а также другие параметры [5].

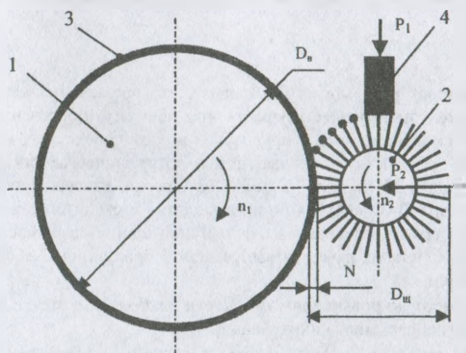


Рис. 5. Способ обработки прокатных валков:

- 1 – прокатный валок;
- 2 – вращающаяся металлическая щетка;
- 3 – покрытие на бочке валка;
- 4 – брусок из материала покрытия.

После обработки коэффициент трения при прокатке снижается до уровня полужидкостного ($f = 0.01-0.05$), и упрочняется поверхностный слой валков, что дает уменьшение процента выкрошки, сколов и величины износа в 1.3...2.0 раза и, соответственно, позволяет уменьшить число перевалок и увеличить производительность стана.

Опыт эксплуатации различных деталей пар качения, в том числе, эксперименты на прокатных валках 20-валкового стана ЛПЦ-3, показал не менее, чем 1,5-кратное повышение их долговечности и полное отсутствие выкрошки или отслоений [1]. Это позволило с большой вероятностью предположить существенное снижение указанных дефектов на опорных валках станом горячей прокатки.

В настоящее время проводятся испытания наиболее нагруженных опорных валков 10 и 11 клетей стана 2500 горячей прокатки. Первые результаты показали уменьшение их износа в 1,5-1,6 раза.

4. Повышение износостойкости металлорежущего инструмента.

Методом ПГИ на рабочую поверхность метчиков, отрезных ножей, прошивных пуансонов и т. д. наносили антифрикционные многослойные покрытия толщиной 10–15 мкм [6].

Испытания опытных партий показали увеличение стойкости метчиков для изготовления гаек М16-М22 в 1,9-2,2 раза, отрезных ножей для изготовления заготовок для болтов М10-М12 - в 1,5-2,0 раза, прошивных пуансонов для изготовления заготовок под гайки М10-М20 - в 1,7-2,2 раза.

Повышение стойкости инструмента объясняется снижением (на порядок) коэффициента трения в зоне резания, а наличие покрытия предотвращает когезионное схватывание материалов обрабатываемой и обрабатывающей поверхностей.

Выводы

Анализ полученных результатов показывает, что применение метода плакирования гибким инструментом позволяет существенно повысить долговечность быстронашиваемых деталей механического оборудования и технологического инструмента.

С января 2004 г. действует соглашение о сотрудничестве специалистов УГМ ОАО «ММК» и кафедры МОМЗ МГТУ им. Г.И. Носова, утвержденное заместителем генерального директора ОАО «ММК» по производству и строительству. В рамках этого соглашения проводятся исследования с целью повышения надежности механического оборудования и улучшения качества выпускаемой продукции ОАО «ММК» по следующим направлениям:

- проведение работ по повышению стойкости наиболее ответственных узлов агрегата горячего непрерывного цинкования;
- замена существующих систем смазки на системы смазки «масло-воздух» для смазывания тяжело нагруженных узлов трения;
- разработка шпиндельных соединений повышенной надежности и стойкости;
- повышение стойкости деталей и узлов кранового оборудования;
- увеличение износостойкости винтовых нажимных механизмов.

Полученные результаты обсуждаются на ежемесячных совместных совещаниях у главного механика ОАО «ММК».

Список литературы

1. Анцупов В.П. Теория и практика плакирования изделий гибким инструментом: Монография. – Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 1999. – 241 с.
2. Свидетельство РФ на полезную модель № 24712 МПК⁷ F 16 C 33/06. Пара скольжения / Анцупов В.П., Кадошников В.И., Платов С.И., Терентьев Д.В., Урцев В.Н., Аникеев С.Н. // Оpubл. 20.08.2002. Бюл. № 23.
3. Свидетельство РФ на полезную модель № 24711 МПК⁷ F 16 C 33/02. Подшипниковый узел / Анцупов В.П., Кадошников В.И., Платов С.И., Терентьев Д.В., Урцев В.Н., Аникеев С.Н. // Оpubл. 20.08.2002. Бюл. № 23.
4. Разработка новых конструкций пар трения скольжения повышенной надежности / Анцупов В.П., Кадошников В.И., Анцупов А.В. и др. // Процессы и оборудование металлургического производства: Сб. науч. тр. – Магнитогорск: МГТУ 2003. – С. 155-158.
5. Патент РФ № 2224822 МПК⁷ C 23 C 26/00, B 21 V 27/00. Способ обработки прокатных валков / Урцев В.Н., Платов С.И., Анцупов В.П., Кадошников В.И., Терентьев Д.В., Хабибулин Д.М., Аникеев С.Н. // Оpubл. 27.02.04. Бюл. № 6.
6. Повышение стойкости режущего инструмента нанесением композиционных антифрикционных покрытий / Анцупов В.П., Завалищин А.Н., Кадошников В.И., Демяков Р.Р. // Технология машиностроения. – 2003. – № 4. – С. 10-11.