

чем у образцов, легированных только хромом. Обкатка шариком КЭП  $\text{Cu} + \text{Cr}$  увеличивает их усталостную прочность на 16...20 % относительно базового варианта (образцов без покрытия).

**ИА электроэрозионных покрытий.** С целью увеличения сплошности и толщины КЭП проводились работы по ИА. Применение комбинированной технологии ЭЭЛ с предыдущим или последующим ИА существенно (с 10...25 до 70...120 мкм) увеличивает глубину слоев с повышенной твердостью и сплошность до 100 %. К практическому применению могут быть рекомендованы квазимногослойные КЭП состава  $\text{VK8} + \text{Cu} + \text{VK8}$  с последующим или предыдущим ИА, имеющие низкую шероховатость ( $R_a = 0,6$  мкм), 100% сплошность, значительную глубину сформированного слоя (до 120 мкм) и микротвердость, плавно снижающуюся по мере углубления и достигающую на поверхности 9500 МПа.

Разработанные технологии управления качеством поверхностей деталей внедрены на НПО "Энергомаш" им. акад. В. П. Глушко, г. Химки Московской обл.; Одесском припортовом заводе; ОАО "ДнепрАЗОТ", г. Днепродзержинск; Мироновской и Углергской ГРЭС, п. Мироновка, г. Светлодарск Донецкой обл.; в концерне "ОРИАНА", г. Калуш Ивано-Франковская обл.; СМНПО им. М. В. Фрунзе, г. Сумы; Северодонецком ПО "Азот" Луганской обл. и др.

#### Выводы

1. Разработана методология управления качеством поверхностных слоев наиболее ответственных деталей при изготовлении и ремонте машин, позволяющая обеспечить требуемые параметры качества наиболее экономичными средствами.

2. Выявлены зависимости качественных характеристик поверхностных слоев, полученных ЭЭЛ, от технологических параметров процесса при легировании твердыми износостойкими, мягкими антифрикционными материалами и при нанесении КЭП, что позволило выработать общие подходы при выборе технологии уп-

равления качеством этих слоев, установлении структуры технологического воздействия.

3. На основании экспериментальных исследований предложены математические модели (уравнения массопереноса и уравнения прогнозирования шероховатости и микротвердости поверхностного слоя), позволяющие по энергетическим параметрам определять основные показатели качества сформированного слоя: привес, прирост, шероховатость и микротвердость и, следовательно, устанавливать структуру дальнейшего технологического воздействия для обеспечения требуемого качества.

4. На основании анализа напряженно-деформированного состояния поверхностных слоев, подвергаемых ЭЭЛ с последующим ППД, и существующей методики определения геометрических и деформационных параметров очага деформации для однородных тел разработана общая методика расчета этих параметров для слоев с любой структурой, возникающей в результате ЭЭЛ, позволяющая в широких пределах управлять качеством поверхностного слоя ответственных деталей.

5. Определено, что ИА, проводимое после ЭЭЛ, существенно увеличивает глубину слоев повышенной твердости. Лучшее качество поверхностных слоев отмечается при ИА квазимногослойных КЭП состава  $\text{VK8} + \text{Cu} + \text{VK8}$ , при этом шероховатость поверхности слоя  $R_a = 0,6$  мкм, сплошность — 100 %, глубина — до 120 мкм, микротвердость, плавно снижаясь по мере углубления, достигает на поверхности 9500 МПа.

#### Список литературы

1. Лазаренко Н. И. Электроискровое легирование металлических поверхностей. — М.: Машиностроение, 1976. — 46 с.
2. Тарельник В. Б. Проблемы формирования качества поверхностных слоев деталей и инструментов // Вестник харьковского государственного политехнического университета. — 2000. Вып. 118. — С. 35—38.
3. А. с. 1734968 СССР, МКИ В 23 Н 9/00. Способ электроэрозионного легирования / В. Б. Тарельник, Е. А. Коломышев, Л. А. Иванов и др. № 4484364/08; Заявлено 20.09.88; Опубл. 23.05.92 // Открытия. Изобрет. — 1992. — № 19. — С. 2.

УДК 622.233 : 622.34.012

**В. П. Иванов, д-р техн. наук; П. В. Тихонов**  
(Полоцкий государственный университет, Беларусь)

## Стенд для обкатки редукторов горно-шахтного оборудования

**В**осстановление работоспособности и ресурса агрегатов требует их ремонта с восстановлением деталей. При этом агрегат разбирают, определяют техническое состояние деталей, по результатам которого часть деталей заменяют на новые, а часть деталей восстанавливают с нанесением покрытий на изношенные поверхности с использованием новых поверхностно-легируемых порошков. Ремонт агрегата заверша-

ют его обкаткой, которая характеризуется приработкой трущихся пар. Агрегат во время обкатки приводят в движение в течение 0,5...2,0 ч под нагрузкой, изменяющейся от нулевой до эксплуатационной. В результате обкатки агрегат становится пригодным для его ввода в эксплуатацию.

Используют обкаточные стенды двух видов. Первый вид стендов основан на традиционной схеме нагружения, при которой крутящий момент от

приводного двигателя прикладывают к ведущему валу обкатываемого агрегата, а нагрузку на ведомый вал агрегата создают тормозом [1]. Реализация способа при обкатке редукторов горно-шахтного оборудования, передающих мощность, измеряемой сотнями кВт, сопряжена со значительными энергетическими затратами. Второй вид стендов [2], в которых нагрузку на прирабатываемые соединения создают только в замкнутом ки-

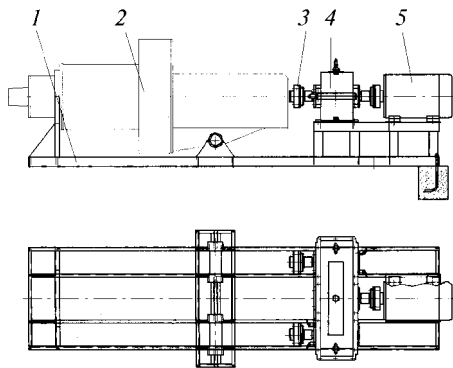


Рис. 1. Стенд для обкатки редуктора привода фрез проходческого комбайна ПК-8

нематическом контуре из валов и передач обкатываемого агрегата и механизма нагружения, является более рациональным. В этот контур не входит приводной двигатель, поэтому нет необходимости в использовании тормоза. Мощность приводного двигателя во втором случае на порядок меньше мощности двигателя, чем в устройствах первого вида.

Стенд для обкатки редукторов горно-шахтных машин (рис. 1) включает установленные на раме 1 приводной электродвигатель 5, механизм нагружения 4 и опоры для установки обкатываемого редуктора 2. Момент от двигателя к механизму нагружения и от последнего к обкатываемому редуктору передают с помощью муфт 3. Рама стенда закреплена на полу фундаментными болтами.

Отремонтированный редуктор устанавливают на опорные элементы стенда и его ведущие валы соединяют с помощью муфт с валами нагрузочного устройства.

При обкатке редуктора вращение от вала электродвигателя 5 передается к валам механизма нагружения 4, который создает на валах редуктора крутящие моменты, значения которых установлены нормативной документацией. В кинематический контур (рис. 2), элементы которого нагружены расчетными крутящими моментами, входят валы и зубчатые колеса обкатываемого редуктора  $z_1-z_6$ , а также валы и колеса  $z_{1н}$  и  $z_{2н}$  механизма нагружения. Колеса  $z_{1н}$  и  $z_{2н}$  косозубые, они имеют возможность осевого перемещения под действием приложенного усилия, которое приводит к повороту колес  $z_{2н}$  в разные стороны и нагружению контура.

Механизм нагружения стенда (рис. 3) устроен и работает следующим образом. В корпусе 1 на подшипниках качения установлены ведущий 6 и два ведомых 3 вала. На ведущем валу с помощью призматической шпонки ус-

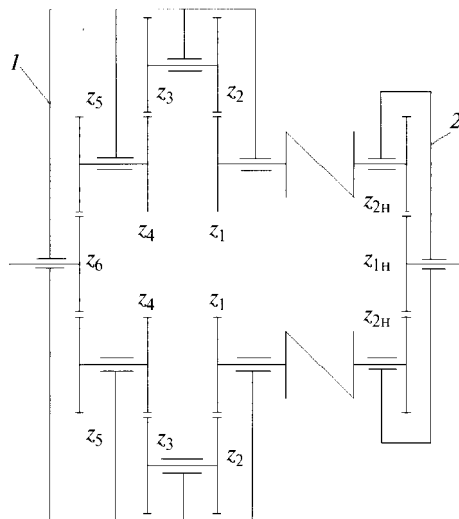


Рис. 2. Кинематический контур из валов и зубчатых передач обкатываемого редуктора 1 и механизма нагружения 2

тановлена косозубая шестерня 5. На ведомых валах расположены ведомые косозубые колеса 7, которые имеют возможность осевого перемещения по прямым шлицам валов. На этих валах с возможностью осевого перемещения также расположены диски 4, каждый из которых взаимо-

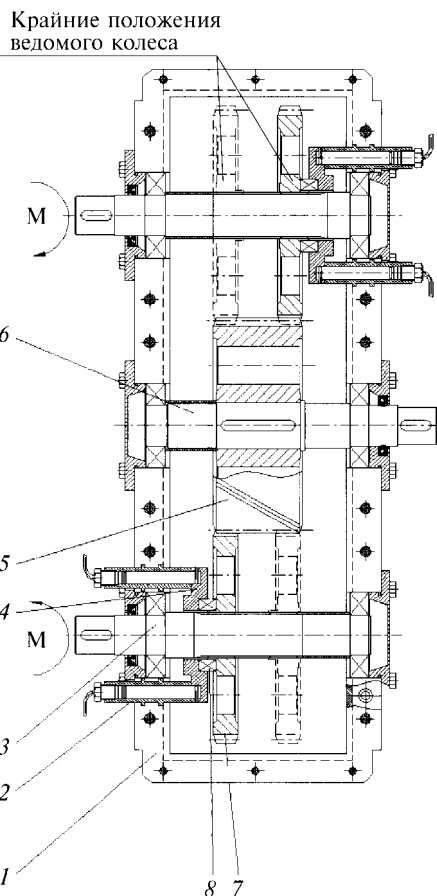


Рис. 3. Механизм нагружения стенда

действует с ведомым колесом посредством упорного подшипника 8. Каждый диск перемещается усилием шести гидроцилиндров 2, равномерно расположенных на поверхности воображаемого цилиндра, ось которого совпадает с осью ведомого вала. Усилия от гидроцилиндров на диски передаются через штоки, закрепленные в дисках с помощью винтов. Нагрузку на детали в кинематическом контуре создают путем подачи масла под давлением в гидроцилиндры. Перемещение их штоков с усилием  $F_a$  приводит к возникновению моментов  $M$  на валах 3

$$M = F_a d / 2 \operatorname{tg}(\beta + f),$$

где  $d$  — делительный диаметр ведомого колеса;  $\beta$  — угол наклона зубьев;  $f$  — угол трения.

Нагрузку на валы обкатываемого редуктора изменяют путем регулирования давления масла, подаваемого в гидроцилиндры.

Если конструкция обкатываемого агрегата не позволяет образовать кинематический контур из валов и зубчатых колес одного агрегата, то такой контур создают из элементов двух обкатываемых агрегатов. В таком случае кинематически соединяют между собой ведомые валы обоих агрегатов, а ведущие валы соединяют с механизмом нагружения, вращение к которому передается от приводного электродвигателя. При вращении валов и зубчатых передач контура энергия привода затрачивается только на преодоление сил трения в подшипниках качения и между зубьями колес. Для обеспечения приработки зубьев колес с двух сторон изменяют направление вращения валов на каждом из режимов обкатки.

После обкатки редуктора снимают муфты, соединяющие валы механизм нагружения и редуктора, после чего снимают обкатываемый редуктор со стенда с помощью подъемно-транспортного механизма.

Разработанный стенд использован для обкатки редукторов привода фрез проходческого комбайна ПК-8 на предприятиях ПО "Беларуськалий". Редуктор рассчитан на передачу мощности 110 кВт. Мощность электродвигателя стенда, обеспечивающего обкатку редуктора на нормативных режимах, составляет 20 кВт.

#### Список литературы

1. Ремонт машин / Под ред. Н. Ф. Тельнова — М.: Агропромиздат, 1992. — 360 с.
2. Шадричев В. А. Основы технологии автостроения и ремонт автомобилей. — Л.: Машиностроение, 1976. — 560 с.