

УДК 621.793.7

В.У. Мнацакян, д.т.н., проф., Московский государственный горный университет, **П.А. Королев**, к.т.н., ассистент, Московский государственный университет дизайна и технологии, **Д.Я. Соловях**, аспирант, Московский государственный горный университет

e-mail: artvik@bk.ru

Применение комбинированных методов обработки при ремонте машин

В статье представлены рекомендации по восстановлению изношенных рабочих поверхностей крупногабаритных пространственных кулаков, изготовленных из серого чугуна. Для ремонта кулаков, работающих в паре с текстолитовыми роликами, показана целесообразность применения газотермического напыления медесодержащих покрытий в сочетании с поверхностным пластическим деформированием, как метода окончательной обработки восстановленных поверхностей.

Ключевые слова: чугунные кулаки, износ, ремонт, газотермическое напыление, бронзовые покрытия, поверхностное пластическое деформирование.

V.U. Mnatsakanyan, P.A. Korolev, D. Ya. Solovikh

Application of Combined Processing Methods in Machine Repair

Recommendations on restoration of worn-out working surfaces of the large-size spatial fists made of gray cast iron are presented in the article. For the fists working together with textolite rollers, application expediency is shown at recovery repair of a gas-thermal spraying of copper-bearing coverings in combination with surface plastic deformation, as a final processing method of recovered surfaces.

Keywords: cast iron fists, wear, repair, gas-thermal spraying, bronze coverings, surface plastic deformation.

Пространственные и плоские кулачковые механизмы широко применяют в кинематических цепях приводов различных технологических машин, на станках автоматах и полуавтоматах. Они обеспечивают заданную траекторию и скорость перемещения рабочих органов, оказывая, таким образом, существенное влияние на точность и производительность работы оборудования.

Известно, что кулачковые пары работают в условиях контактно-усталостного изнашивания, причем более интенсивному и неравномерному износу, как правило, подвержена рабочая поверхность кулачков.

Для изготовления плоских кулаков в большинстве случаев применяют легированные стали, подвергаемые соответствующей термообработке. В свою очередь, сложнопрофильные крупногабаритные пространственные кулаки изготавливают с использованием заготовок-отливок, для которых наиболее распространенным материалом является чугун – серый, ковкий или высокопрочный.

Принимая во внимание значительную трудоемкость изготовления кулаков и интенсивный износ их рабочих поверхностей в процессе эксплуатации, можно утверждать, что вопросы восстановительного ремонта деталей этой группы являются актуальными. Они актуальны как в технологическом, так и в экономическом аспектах.

На рис.1 представлен фрагмент износа рабочей поверхности крупногабаритного пространственного чугунного кулака станка модели ТКП-110-У, применяемого для выработки пожарных рукавов, металлизированных сопел ракет и других изделий, заказчиками которых являются стратегически важные предприятия МЧС, Федерального космического агентства и др.

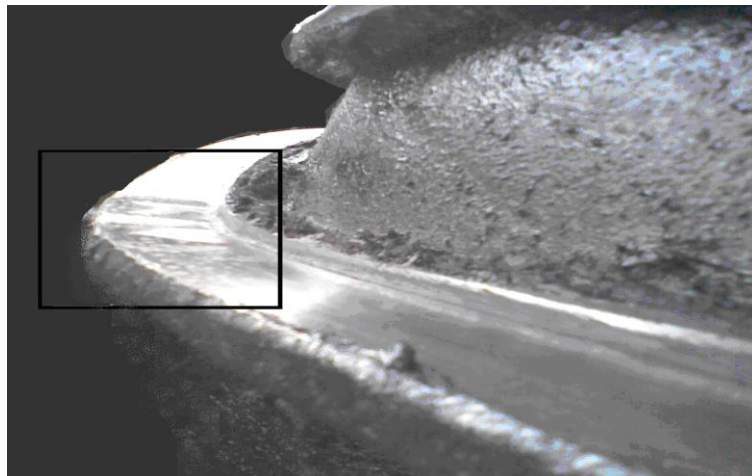


Рис. 1. Фрагмент износа рабочей поверхности кулака

Масса такого кулака составляет более 200 кг, его демонтаж для ремонта крайне затруднен и требует разборки 60% конструкции станка, поэтому восстановление изношенных участков его рабочих поверхностей целесообразно выполнять на рабочем месте без демонтажа кулака с использованием специальных технологий.

В практике машиностроения для восстановления геометрии рабочей поверхности стальных кулаков обычно применяют различные методы роботизированной наплавки и особых сложностей при этом не возникает.

Технологически сложная задача возникает при восстановлении чугунных кулаков. При выборе метода восстановления требуемых параметров чугунных кулаков необходимо руководствоваться не только конструктивными особенностями восстанавливаемой поверхности, но и учитывать специфику поведения самого материала в процессе нанесения покрытий.

Так, например, при восстановлении чугунных изделий методами электродуговой сварки или наплавки высока вероятность отбела чугуна, что приводит к повышению хрупкости материала и снижению сопротивляемости контактными циклическим нагрузкам. Это вызывает необходимость использования специальных приемов, получивших название «горячая» и «холодная» сварка. Последняя получила большее распространение и реализуется с использованием специальных электродов на никелевой основе, никеле-медных или никеле-железных и медно-железных электродов, соответственно, марок ПАНЧ – 1, МНЧ-2, ОЗЖН -1, ОЗЧ- 2 и другие [1, 2].

Одним из существенных недостатков методов сварки и наплавки поверхностных слоев является необратимое изменение химического состава и свойств материала поверхности восстанавливаемой детали. Это приводит к необходимости удаления значительного слоя материала, наносимого на восстанавливаемую поверхность, что снижает возможность многократной регенерации одной и той же поверхности.

На основании исследований установлено, что для восстановления эксплуатационных свойств чугунных кулаков необходимо применять методы, исключаящие термическое влияние на реставрируемую поверхность [3].

Исследования методов восстановления работоспособности изношенных поверхностей представленного на рис. 1 кулака показали целесообразность применения эффективных технологий газотермического напыления, которые позволяют восстановить изношенную рабочую поверхность чугунного кулака с глубиной износа от 1 до 2-х мм, не вызывая при этом необратимых изменений физико-механических свойств чугунной подложки.

В качестве материалов для покрытий обосновано предложены сплавы на основе меди – ПГ-19М-01, ПР-БрКМц 3-1, а также медесодержащие самофлюсующиеся порошковые сплавы системы Ni-Cr-B-Si – ПР-НХ16СРМДЗ и ПР-НД42СР. Выбор данных материалов обусловлен возможностью получения качественного покрытия на чугунных деталях. Кроме того, наличие меди в покрытиях продлевает ресурс работы кулачковой пары за счет возникающего в условиях граничной смазки эффекта избирательного переноса на чугунную поверхность кулака и медесодержащего покрытия.

Для покрытий, наносимых плазменным напылением, прочность сцепления $\sigma_{сц}$ с основой составляет:

- для бронзовых покрытий, при условии их нанесения через подслоя композиционного никель-алюминиевого порошка ПТ-НА-10, в пределах 23...25 МПа;
- для самофлюсующихся сплавов после оплавления покрытий – 40...45 МПа.

Таким образом, коэффициент безопасности по сцепляемости $K_{б.с.}$, рассчитываемый по формуле $K_{б.с.} = \sigma_{сц.мин}/\sigma_{экс.мах}$ с учетом характера и величины действующих в кулачковой паре эксплуатационных нагрузок, составляет 2,3 и 3,6, соответственно, для бронзовых и самофлюсующихся покрытий. В результате достигается достаточно высокий уровень эксплуатационных свойств покрытий при взаимодействии с текстолитовым роликом.

Для отделки восстановленных покрытием рабочих поверхностей кулака предложено поверхностное пластическое деформирование (ППД) с использованием в качестве инструмента широких гладилок (см. рис. 2).

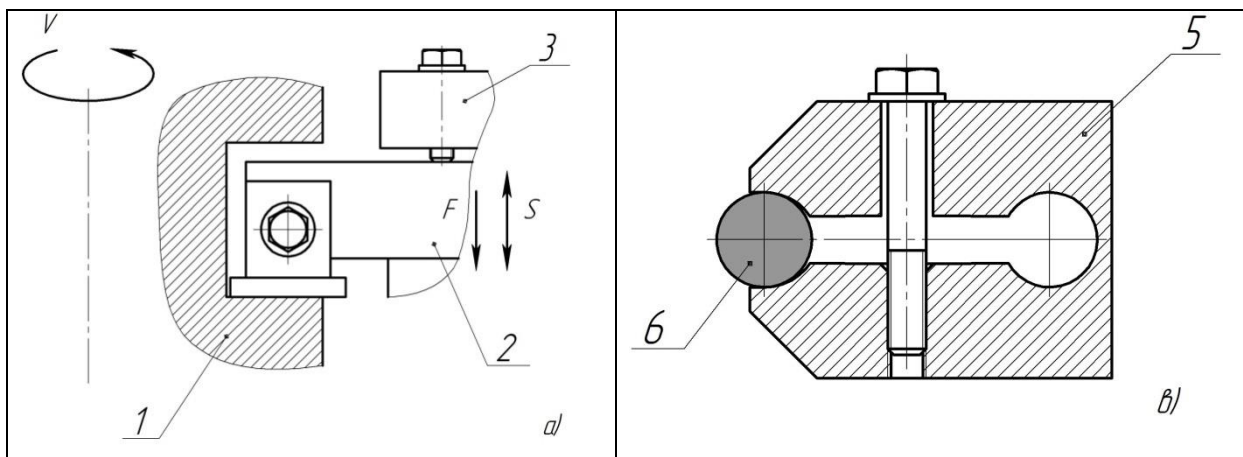


Рис. 2. Схема выглаживания восстановленной поверхности кулака:

а–схема обработки; *б*– схема рабочей части гладилки.

1– кулак, *2* – корпус гладилки, *3* – суппорт станка, *4* – винт крепежный; *5*– рабочая часть гладилки, *6*– ролик - выглаживатель

Проведение бездефектной обработки с учетом механики и геометрии контакта деформирующего инструмента с покрытием потребовало разработку методики расчета основного параметра процесса ППД - усилия деформирования P .

Установлено, что глубина внедрения инструмента h_n , усилие деформирования P , а также зона распространения пластических деформаций H_n при выглаживании покрытий широкими гладилками должны быть строго регламентированы. Так, удельное усилие деформирования с учетом деформационного упрочнения материала

покрытия при отделочном ППД и глубина области пластической деформации рассматриваются как функции:

$$p = F(h_n, R, k); \quad H_n = f(h_n, R),$$

где h_n – глубина внедрения инструмента в покрытие, мм;
 R – радиус деформирующего инструмента, мм;
 k – постоянная пластичности материала покрытия, равная половине его условного предела текучести $\sigma_{0,2}$, МПа.

Полученные выражения позволяют рассчитать необходимые и достаточные усилия деформирования предложенных металлопокрытий. Рассчитываемые усилия обеспечивают достижение требуемого качества поверхностного слоя и степень его упрочнения без нарушения прочности сцепления с основой.

Таким образом, предложенная технология восстановления геометрии изношенной рабочей поверхности крупногабаритного кулака, основанная на нанесении антифрикционных износостойких покрытий и последующей отделочной обработки пластическим деформированием, обеспечивает достижение требуемой геометрической точности поверхности при пористости покрытия от 2 до 5% и шероховатости по Ra в пределах 0,2 до 0,3 мкм.

Список литературы

1. **В.Е. Канарчук, А.Д. Чигринец, и др.** Восстановление автомобильных деталей: технология и оборудование. М.: «Транспорт». - 1995 г.
2. **Справочник. Восстановление деталей машин.** Под ред. В.П. Иванова. М.: Машиностроение. - 2003 г.
3. **Королев П.А., Мнацаканян В.У.** Восстановление работоспособности эксцентриковых механизмов газодинамическим напылением. «XXXVIII Гагаринские чтения» Научные труды Международной молодежной научной конференции. Москва. 10-14 апреля 2012 М.: МАТИ 2012. -С. 61– 62.