

## УПРОЧНЕНИЕ И РЕНОВАЦИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН МЕТОДАМИ ГАЗОТЕРМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ

Вопнерук А.А., Ведищев Ю.Г.  
Научный руководитель – доцент Валиев Р.М.

*ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»*

К сожалению, увеличение темпа роста объемов производства не всегда сопровождается адекватным увеличением затрат на обновление и ремонт технологического оборудования. В результате, нагрузка на него увеличивается, что неизбежно приводит к его преждевременному выходу из строя. Как правило, имеет место локальное изнашивание рабочей поверхности детали в местах, наиболее интенсивного взаимодействия с рабочей средой или сопряженной деталью. Одним из эффективных способов реновации изношенных деталей и упрочнения новых является газотермическое напыление, позволяющее наносить покрытия с необходимыми эксплуатационными свойствами.

Так, на многофункциональной установке «Техникорд Топ-жет/2» нам удается успешно получать износостойкие покрытия напылением порошковых проволок. Особенности процесса высокоскоростного газопламенного напыления позволяют получать в структуре углеродисто-хромистых покрытий системы Fe-C-Cr-Ti аномально большое количество метастабильного хромистого аустенита, способного под воздействием деформации претерпевать  $\gamma \rightarrow \alpha$  превращения, что не только способствует упрочнению рабочей поверхности в процессе эксплуатации, но и обеспечивает частичную диссипацию энергии. Реализация данного механизма в сочетании с высокими когезионными и адгезионными прочностными характеристиками напыляемых покрытий позволяет нам успешно упрочнять и восстанавливать детали машин различного назначения.

Так, нами были проведены работы по упрочнению лопаток роторов нагнетателей (рис. 1.)



Рис. 1. Нанесение износостойкого покрытия на лопатки ротора нагнетателя

Испытания покрытий из порошковой проволоки на основе низколегированного железного сплава проводились на ОАО «КГОК-Ванадий» (г. Качканар), ОАО «ЧМК» (г. Челябинск), ОАО «ЕМЗ» (г.Енакиево), ОАО «ЗСМК» (г. Новокузнецк) и показали положительные результаты: средняя наработка роторов нагнетателей с упрочненными лопатками в 1,5 - 2 раза выше по сравнению с неупрочненными.

Данная технология помимо защиты от газообразного изнашивания успешно применяется и для упрочнения и реновации деталей, работающих в условиях трения скольжения, некоторые из реализованных примеров представлены на рис. 2.

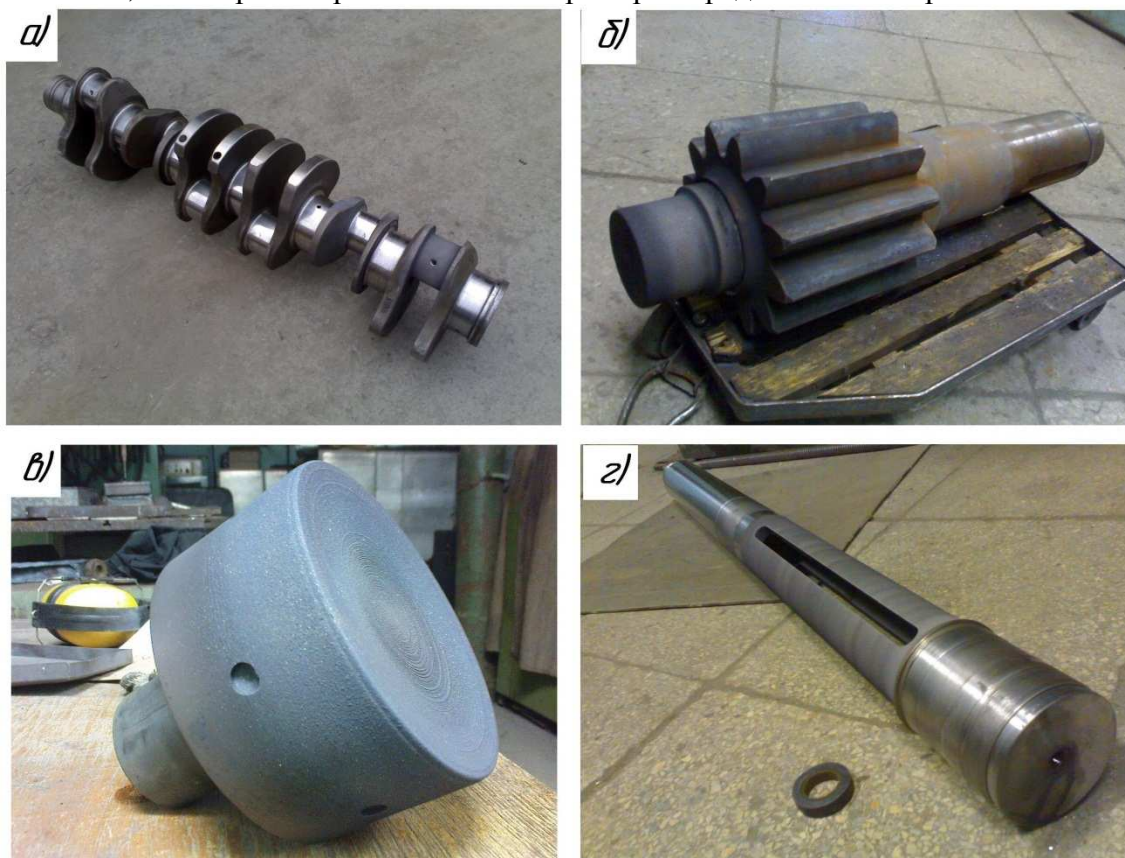


Рис. 2. Примеры применения исследуемых покрытий:

*а* – коленчатый вал двигателя «Cummins» автомобиля «БелАЗ» с восстановленной шатунной шейкой; *б* – приводная шестерня с восстановленным посадочным местом; *в* – упрочненный пуансон установки брикетирования металлической стружки; *г* – восстановленный шток гидравлической системы бурового оборудования.

В ходе совместных работ с ОАО «5 ЦАРЗ» были проведены успешные стендовые испытания двигателя автомобиля «КамАЗ» с коленчатым валом, восстановленным методом высокоскоростного газопламенного напыления.

Кроме того, были проведены успешные ходовые испытания двигателей с восстановленным коленчатыми валами для автомобилей «Икарус» и «Урал» для ОАО «Ураласбест» и ООО «Урайское УТТ» ЗАО «Спецнефтетранс». Проведенные испытания однозначно подтверждают высокую эффективность применения исследуемых газотермических покрытий для восстановления тяжело нагруженных коленчатых валов мощных дизельных двигателей и компрессорной техники.

Перспективным направлением является восстановление рабочей поверхности блоков роторно-поршневых двигателей (рис. 3.)

В настоящее время было восстановлено 9 комплектов крышек. Двигатели проходят ходовые испытания, после 35000 км компрессия достигла максимального значения (8,3), характерного для нового двигателя и вплоть до настоящего времени (60000 км) остается неизменной, что свидетельствует об отсутствии сколько-нибудь заметного износа, а, следовательно, и о высоком качестве нанесенных покрытий. Следует отметить, что ресурс заводских крышек при эксплуатации на территории РФ не превышает 50000 км пробега.

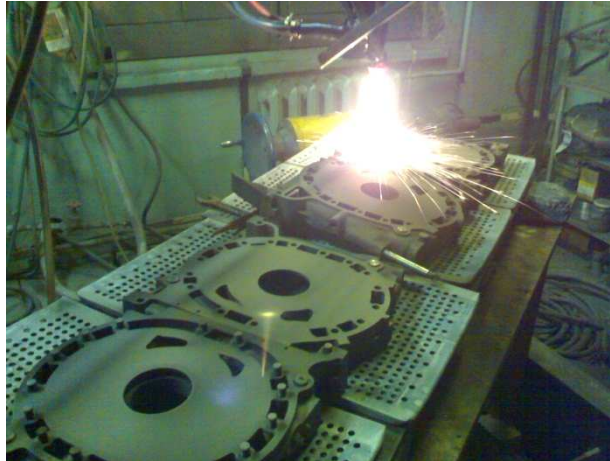


Рис. 3. Восстановление рабочей поверхности корпусных деталей (крышек) роторно-поршневых двигателей «Mazda»



Рис. 4. Упрочненное дистанционное кольцо прокатного вала

Кроме того, последнее время все большее внимание уделяется плазменным технологиям нанесения термобарьерных, коррозионно- и износостойких керамических покрытий.

Так, нами успешно производятся работы по нанесению плазменного износостойкого керамического покрытия из оксида хрома на дистанционные кольца прокатных валков (рис. 4.) для признанного лидера по производству металлургического оборудования ОАО «Уралмашзавод».

Помимо высокой износостойкости керамические покрытия обладают высокой коррозионной стойкостью в агрессивных средах (рис. 5., а), а также уникальными термобарьерными свойствами (рис. 5., б).



Рис. 5. – Примеры упрочненных деталей с керамическими покрытиями:  
 а – упрочненные подшипники скольжения ванны горячего оцинкования;  
 б – стабилизатор с нанесенным термобарьерным покрытием;

Применение современного оборудования и новейших разработок в области газотермического напыления, а также многолетний опыт успешной работы по упрочнению и реновации деталей машин различного назначения позволяет эффективно решать самые сложные технологические задачи, обеспечивая необходимую взаимосвязь отраслевой науки и производства.