

Методика управления показателями качества поверхности деталей автомобильной техники при шлифовании

Боначев А. Е.¹, Антоненкова Т. В.²

¹Боначев Алексей Евгеньевич / Bonachev Alexey Evgenievich – студент;

²Антоненкова Татьяна Владимировна / Antonenkova Tatjana Vladimirovna – доцент,
кафедра технологии промышленного производства,
Инженерная школа,
Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Аннотация: в настоящей статье описывается проблема выбора методов и условий шлифования поверхностей деталей автомобильной техники с целью повышения качества ремонта деталей автомобильной техники.

Ключевые слова: качество поверхности, шлифование, военная техника.

Своевременное и качественное восстановление вышедшей из строя автомобильной техники имеет решающее значение для поддержания производства на необходимом уровне.

Затраты на ремонт и техническое обслуживание автомобилей и спецтехники на российских промышленных предприятиях - важная статья, формирующая себестоимость продукции. В зависимости от отраслевой принадлежности и масштаба предприятия эти затраты могут колебаться от 10 до 40 %. Естественно, расходы на техобслуживание и ремонт негативно влияют на общую экономическую деятельность предприятия. Представляется, что причины столь масштабных расходов на ремонт по сравнению с затратами на приобретение новой техники обусловлены комплексом факторов.

Человеческий фактор

Сегодня средний возраст рабочих-ремонтников — 50—55 лет. Это последнее поколение рабочих, получивших профессиональное образование в советских средних технических учебных заведениях. Их уровень квалификации не отвечает требованиям работы с новым оборудованием, разработанным исходя из новых технологических принципов. Срок подготовки таких рабочих значительно превышает срок подготовки обычных рабочих-станочников. На предприятии нужно отработать не менее 2—5 лет, чтобы освоить оборудование. Кроме того, его состояние и потребность в ремонте в значительной степени зависит от квалификации работающего на нем станочника или оператора. Для современных российских предприятий проблемы человеческого капитала стали первоочередными.

Износ оборудования

Наиболее обобщенными показателями, характеризующими состояние основных фондов (ОФ), считаются показатели износа и доли машин с истекшим сроком службы. На начало 2008 г. степень износа машин и оборудования по всем видам деятельности в коммерческих организациях достигла 51,1 %, в том числе на предприятиях по производству транспортных средств — 67, по производству машин и оборудования — 51,2 %. Из всего парка техники полностью изношенными признаны 21,1 % единиц оборудования. Среди промышленных видов экономической деятельности наиболее угрожающее положение сложилось в производстве транспортных средств, где доля полностью изношенной техники превысила 40 %, химическом производстве и добывающих отраслях — около 1/4 всего парка машин. Показатель доли оборудования со сверхнормативным сроком службы, по значению близкой официальной оценке: доля оборудования со сверхнормативным сроком службы достигает почти 30 %. Для отдельных видов и групп машин показатель доли переамортизированных средств заметно превышает усредненные официальные показатели Росстата.

Статистика ремонта автомобильной техники свидетельствует о том, что более 40 % автомобильной техники выходит из строя по причине отказа двигателей. В этих условиях до 30 % от общего задания по ремонту возлагается на стационарные ремонтные предприятия и предприятия промышленности по обеспечению ремонтных органов капитально отремонтированными и новыми агрегатами. При этом одним из основных факторов, определяющих недостаточно надежную работу капитально отремонтированных двигателей, является низкий ресурс восстановленных поверхностей трения. К тому же существующие технологии восстановления и обработки поверхностей деталей, применяемые на ремонтных предприятиях страны, не в полной мере обеспечивают выполнение производственных заданий в срок [5]. Таким образом, проблема повышения качества ремонта деталей является одной из актуальных задач, решаемых научно-исследовательскими организациями, производственными и ремонтными предприятиями. Вопросы разработки и внедрения на ремонтных предприятиях страны эффективных способов управления показателями качества восстановленных поверхностей деталей, обеспечивающих готовность двигателя к восприятию максимальных эксплуатационных нагрузок, являются достаточно актуальными. Преобладающей причиной потери работоспособности выступает износ деталей сопряжений кривошипно-шатунного механизма и цилиндро-поршневой группы, валов агрегатов трансмиссии, обуславливающий снятие с эксплуатации около 80 % двигателей как до, так и после капитального ремонта и от 65 % до 97 % других агрегатов [15]. После капитального ремонта в два и более раза увеличивается количество выхода из строя коленчатого вала, составляющее до 14,7 % от общего числа отказов двигателей. Низкий ресурс деталей агрегатов после капитального ремонта позволяет сделать вывод, что используемые в ремонтном

производстве способы восстановления и обработки деталей машин недостаточно эффективны. Это диктует необходимость внедрения в ремонтное производство прогрессивных способов восстановления, обеспечивающих высокую износостойкость детали без снижения ее усталостной выносливости после окончательной обработки. Анализ работ ученых: В. Кудинова, А. Хасуй, А. Белого, Д. Гаркунова, Е. Маслова, А. Кутькова, А. Маталина, В. Анциферова, А. Коберниченко, В. Яркина, В. Ефремова, О. Быкадоровой, В. Прилуцкого, Е. Медведевой позволяет сформировать вывод о том, что физико-химические свойства покрытий, определяющие износостойкость трибосопряжений, могут изменяться при последующей механической обработке и, прежде всего, при шлифовании. Твердость шлифовального круга оказывает влияние на режущие свойства и его кромкостойкость, а также на характер интенсивности изнашивания в процессе шлифования. Наибольшая стабильность и экономичность процесса достигается при самозатачивании круга за счет преобладающего скалывания абразивных зерен и образования новых режущих кромок, что способствует сбрасыванию прилипающих к зерну стружек. Данный процесс существенно влияет на качество обработанной поверхности, так как напыленная поверхность пористая, и возможно внедрение частичек абразивных зерен и стружки в обрабатываемую поверхность. Это может быть важным фактором снижения износостойкости покрытия. В ряде работ [3] установлено, что существенное влияние на износостойкость детали и структурные изменения металла поверхностного слоя оказывают тепловые явления при шлифовании абразивным инструментом. Процесс шлифования сопровождается значительным выделением теплоты в зоне контакта шлифовального круга с металлом, в результате чего происходит нагрев контактирующих слоев шлифовального круга и обрабатываемого материала. Мгновенная температура изменяется в пределах от 150 до 1200°C. Высокие температуры шлифования вызывают дефекты в поверхностном слое детали (прижоги, трещины), снижающие качество восстановленной детали. Основной причиной возникновения этих дефектов является тепло, выделяющееся при шлифовании. В настоящее время накоплен обширный теоретический и экспериментальный материал, на базе которого предприняты попытки формирования научных основ технологии обработки поверхностей, включая разработку различных моделей управления процессами абразивных и комбинированных методов обработки, формирования качества поверхностного слоя детали. Однако вопрос о методике управления показателями качества поверхности деталей при шлифовании остается открытым. Одним из важнейших показателей качества восстановленной поверхности шлифованием являются геометрические характеристики поверхности: шероховатость и волнистость. Для достижения необходимого качества обрабатываемой поверхности и управления им необходимо нормировать, технологически обеспечивать и контролировать неровности поверхности. Технологическое обеспечение заданных норм требует выявления формы и интенсивности связей неровностей поверхности с конкретными технологическими факторами, т. е. условиями формообразования. Анализ результатов исследований по формированию высоты профиля шероховатости при различных методах обработки шлифованием позволяет сделать вывод, что на образование шероховатости при всех методах шлифования оказывают влияние следующие факторы: геометрия рабочей части абразивного зерна круга и кинематика его рабочего движения; колебательные перемещения инструмента относительно обрабатываемой поверхности; упругие и пластические деформации обрабатываемого материала в зоне контакта с рабочим инструментом; шероховатость рабочей части абразивного зерна; вырывы частиц обрабатываемого материала [5]. В зависимости от условий обработки степень влияния каждого из этих факторов на образование шероховатости будет различной. Первые четыре фактора вызывают образование систематической составляющей профиля шероховатости, которая может быть описана математически. Пятый фактор вызывает образование случайной составляющей профиля и определяет разброс или дисперсию параметров шероховатости. Как известно, такие параметры шероховатости поверхности, как R_a (среднее арифметическое отклонение профиля), S_m (средний шаг неровностей профиля), а также такой параметр качества поверхностного слоя, как H_c (поверхностная микротвердость), оказывают существенное влияние на коэффициент трения и износостойкость, а также сопротивление усталости, герметичность соединений, коррозионную стойкость деталей и являются, пожалуй, самыми значимыми характеристиками качества поверхности с точки зрения их взаимосвязи с эксплуатационными свойствами деталей. Из нормируемых параметров качества поверхностей деталей (ГОСТ 2789- 73): R_a , S_m , R_z , (высота неровностей профиля по десяти точкам), R_{max} (наибольшая высота неровностей профиля), S (средний шаг местных выступов профиля), t_r (относительная опорная длина профиля). Именно R_a и S_m рекомендуются для нормирования, как оказывающие основное влияние на эксплуатационные свойства деталей [214]. В процессе обработки детали на ее поверхности возникают неровности: в поверхностном слое изменяется структура, фазовый и химический состав, возникают остаточные напряжения, поэтому технологическое обеспечение и повышение эксплуатационных свойств деталей представляют собой наиболее важные направления механической обработки деталей и такие параметры качества поверхности, как R_a , S_m , и H_c могут быть обеспечены технологическими методами. Вследствие волнистости и шероховатости сопрягаемых поверхностей фактическая площадь контакта значительно меньше номинальной, что ведет к увеличению удельных давлений, нарушению масляной пленки, разрушению и деформированию выступающих неровностей, поэтому грубые поверхности имеют низкую износостойкость. Наличие микронеровностей вызывает концентрацию напряжений во впадинах гребешков, что приводит к появлению трещин и снижает прочность деталей (особенно работающих при знакопеременных нагрузках). В последнее время поверхностный слой рассматривается на микро- и нано

уровне, изучаются свойства самих дефектов, природа их образования и миграции, возможность накопления и аннигиляции, положительный и отрицательный характер влияния на контакт двух поверхностей, масштаб и т. д. Таким образом, под поверхностным слоем понимается специфическое кристаллическое тело, обладающее анизотропией физических и механических свойств. Свойства поверхностного слоя должны непременно влиять на служебное назначение контакта двух и более тел. Возникает необходимость более глубоко рассмотреть в научном аспекте такое влияние. Безусловно, шероховатость контактирующих поверхностей остается по-прежнему одной из основных характеристик соединения, но, очевидно, этот есть и другая причина, влияющая на контакт одновременно с первой. Она, по-видимому, имеет энергетическую природу. Такая причина может существенно повлиять на коэффициент трения. Процессы, протекающие в поверхностных слоях на микроскопическом уровне: искажение кристаллической решетки, появление вакансий, дислокаций и т. д., являясь основой, определяющей поведение материалов на нано уровне в процессе эксплуатации. Появление каждого дефекта влечет за собой соответствующее изменение общего состояния поверхностного слоя, характеризуемого внутренней энергией. Таким образом, в процессе контакта двух поверхностей активируются самоорганизующиеся диссипативные процессы, в результате которых в деформируемом материале перед разрушением микрослоев вместо ожидаемого в синергетическом смысле хаоса наблюдаются высокоупорядоченные структуры, т. е. из системы непрерывно «откачивается» энтропия, образуемая в ходе накопления дефектов, которые, в свою очередь, формируются в результате технологического воздействия.

Вывод

Таким образом, учитывая вышеизложенное, приходим к выводу, что существует проблема выбора методов и условий шлифования поверхностей деталей, решение которой предлагается разработкой методики управления показателями качества поверхности, которая будет содержать рекомендации по выбору абразивных или комбинированных методов обработки в зависимости от способов восстановления деталей с целью обеспечения необходимого уровня качества обработанной поверхности.

Литература

1. Деев А. А. Способ приработки сопряжений двигателей военной автомобильной техники с управлением режимами трения по параметрам акустической эмиссии: Дис. ... канд. техн. наук, Рязань, 2012. 228 с.
2. Исследование надежности отремонтированных двигателей КамАЗ-740 и разработка технологических мероприятий по повышению ресурса: Отчет о НИР (заключит.) /КАЗНИПИИТ; № ГР 01850039931. Алма-Ата, 1985. 79 с.: ил. – Библиогр. С. 78-79.
3. Коберниченко А. Б. Газодинамические технологии восстановления деталей военной техники: Дис. ... докт. техн. наук. Рязань, 2009. 375 с.
4. Ефремов В. В. Метод обеспечения износостойкости трибосопряжения «плазменное покрытие коленчатого вала – вкладыш» на этапе шлифования при восстановлении двигателей ВАТ: Дис. ... канд. техн. наук. Рязань, 2007. 236 с.
5. Яркин В. Р. Повышение износостойкости трибосопряжения «гильза цилиндра - поршневое кольцо» при ремонте двигателей военной автомобильной техники: Дис. ... канд. техн. наук. – Рязань, 1992. – 218 с.
6. Бикпавленова Д. Р. Повышение эффективности шлифования путем управления структурно-механическими характеристиками абразивного инструмента на керамическом связующем: Дис. ... канд. техн. наук, Волжский, 2005. 116 с.
7. Абразивная и алмазная обработка материалов. Справочник [под ред. Л. И. Резникова]. М.: Машиностроение, 1977. 390 с.
8. Аврутин Ю. Д. Формирование шероховатости поверхности деталей при шлифовании. Станки и инструмент, 1979 г., № 7, С. 21–26.
9. Королев А. В., Новоселов Ю. К. Теоретическо-вероятностные основы абразивной обработки. Часть 2. Взаимодействие инструмента и заготовки при абразивной обработке. Издат. Сарат. ун – та, 1989. 160 с.
10. Суслов А. Г. Технологическое обеспечение параметров состояния поверхностного слоя деталей. М.: Машиностроение, 1987. 208 с.
11. Ватанабе Теория шлифования (часть 2 – износ шлифовального круга). Перевод с японского, статья «Эндзиния – рингу». 1957 г., № 4. ВИНТИ, М., 1963.
12. Достижения науки о коррозии и технологии защиты от нее / М. Фенталл и Р. Сейн. Пер. с английского, М., 1980. 271 с.
13. Суслов А. Г. Качество поверхностного слоя деталей машин. М.: Машиностроение, 2000. – 320 с.
14. Колесов И. М. Основы технологии машиностроения: Учеб. для машиностроит. спец. вузов. 2-е изд., испр. – М.: Выс-ая школа, 1999. 591 с.