

Анализ материалов и технологий упрочнения распредвалов двигателей внутреннего сгорания грузовых автомобилей.

Analysis of materials and technologies for hardening of camshafts of internal combustion engines of trucks

Пермяков Д. Н.

*Пермяков Дмитрий Николаевич / Permyakov Dmitrii Nikolaevich – магистрант,
Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Набережные Челны*

Аннотация: в статье анализируются материалы и технологии упрочнения распредвалов ДВС грузовых автомобилей, которые обеспечивают уменьшение износа и повышения эксплуатационной надежности.

Ключевые слова: наплавка, напыление, плазменная металлизация, детонационное нанесение.

Введение

Прочностные свойства деталей автомобилей зависят от физико-механических характеристик материала, из которого они изготовлены. Но ресурс разных деталей при достаточной прочности основного материала обычно связан со свойствами поверхностного слоя детали, качеством их поверхности и условий эксплуатации. Для создания поверхностных слоев с требуемыми характеристиками (состав, структура, толщина и др.) применяют различные методы обработки — механические, термические, электрофизические, электрохимические и их сочетание. В результате формируются поверхностные слои толщиной от нескольких микрометров до 1 мм и более, с улучшенными характеристиками, обеспечивающие уменьшение износа и повышения эксплуатационной надежности.

Одной из тяжело нагруженных и изнашиваемых деталей ДВС является распредвал и повышение его эксплуатационных характеристик, что является важной актуальной научно-технической задачей.

Причины и дефекты

Основная масса дефектов распределительного вала сводится к значительному износу и задирам на поверхностях кулачков и шеек, трещинам, царапинам на поверхностях под сальники, разрушению крепежных отверстий или резьбы в них, а также шпоночных пазов и посадочных мест под штифты, шкивы и шестерни (Рис. 1).

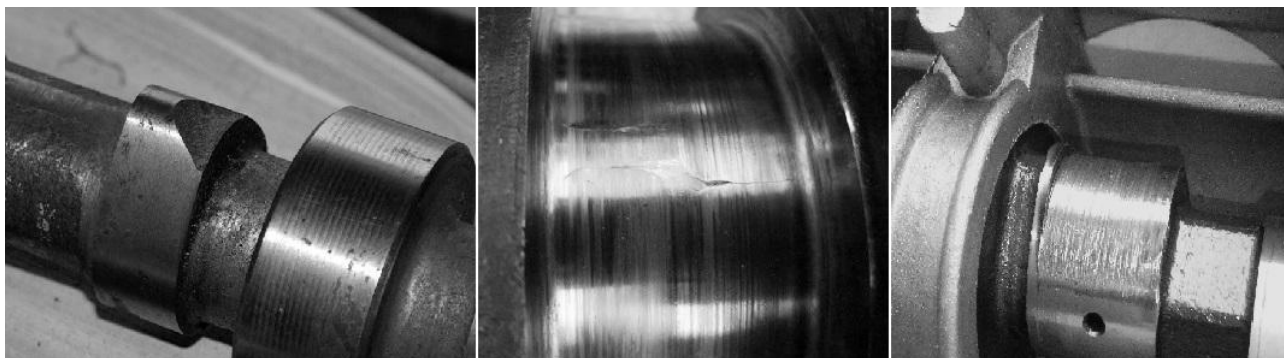


Рис. 1. Виды дефектов распределительного вала

Причины, вызывающие многие из вышеперечисленных дефектов, аналогичны с причинами износа коленчатого вала двигателя: недостаточное давление в системе смазки, недостаточный уровень масла, некачественное масло, сильный перегрев, приводящий к разжижению масла, попадание в масло бензина (дизельного топлива), приводящее к разжижению масла, засоренного масляного фильтра, и работа двигателя на грязном масле.

На скорость, форму и глубину износа кулачка влияют следующие факторы:

- форма и размеры толкателя;
- форма и размеры кулачка;
- сопряжение распределительного вала с остальными деталями (поверхность постели распределительного вала);
- сопряжение распределительного вала с остальными деталями (подшипники скольжения);
- скорость вращения распределительного вала;
- материалы кулачка и толкателя;
- величина и направление сил, действующих между кулачком и толкателем (сила разжимных пружин клапана), давление между кулачком и толкателем (зависящее от величины сил и площади контакта);
- условия работы (смазка, температура, попадание инородных тел, абразивных элементов, частиц стружки);

- масса деталей, входящих в работу механизма, моменты инерций;
- прочие особенности.

Материалы и методы исследования

Распределительные валы изготавливают из малоуглеродистых (15X, 20X, 15H2M, I2XH3A) и из среднеуглеродистых (40, 45, 45X) сталей. При использовании малоуглеродистых сталей кулачки вала подвергаются ХТО до твердости HRC 50...60. В случае применения среднеуглеродистых сталей эти элементы закаливаются ТВЧ на глубину 2...6 мм [1, с. 35].

Для повышения эксплуатационных характеристик распределительные валы упрочняются методом наплавки или напыления легирующими металлами.

Углеродистые стали с содержанием углерода до 0,3-0,4 % (мас. доля) применяют для наплавки деталей, подвергающихся незначительным абразивным воздействиям и усталостному износу в условиях трения скольжения и качения при работе в неагрессивных средах (валы, цапфы, ходовые колеса, опорные катки, ножи и т. п.).

Углеродистые и низколегированные стали с содержанием углерода более 0,4 % (мас. доля), а также стали, дополнительно легированные никелем, хромом, ниобием, вольфрамом, и другие используют для наплавки деталей, работающих в условиях интенсивных абразивных и абразивно-ударных воздействий в малоактивных коррозионных средах.

Для крупногабаритных деталей поверхностное легирование выполняют методом локальной электроконтактной наплавки порошками из легирующих элементов, что можно выполнить способом, по которому поверхность, подлежащую легированию, вначале предварительно обрабатывают резанием (точением или шлифованием) с заданными параметрами шероховатости и необходимым объемом впадин, образованных микронеровностями. В полученные впадины насыпают порошок из легирующих элементов (хрома, вольфрама, молибдена и др.) и одновременно проводят обработку поверхности изделия давящим инструментом (например, обкатывают твердосплавным роликом). Через контакт давящего инструмента с изделием пропускают электрический ток низкого напряжения.

Изменением шероховатости (параметра Rz) поверхности, т. е. размеров (объема) впадин микронеровностей, образуемых предварительной обработкой резанием, достигают заданной степени (насыщенности) легирования поверхностного слоя и расхода легирующих элементов, т. е. регулированием параметров шероховатости поверхности можно управлять процессом поверхностного легирования.

Локальный нагрев изделия, совместно с нанесенным порошком легирующих материалов, сосредоточенный только в зоне контакта давящего инструмента с изделием, происходит без наличия окисляющей среды. В результате и благодаря этому получают гладкую, чистую и упрочненную поверхность без оксидов и окалины, с плотным поверхностным слоем, обладающим повышенной термической и механической стойкостью [2, с. 211].

Во время обработки поверхностным пластическим деформированием в зоне деформирования металл с легирующими элементами нагревается до пластического состояния. Создаются благоприятные условия для диффузирования легирующих элементов в поверхностный слой изделия. Засыпка легирующего порошка во впадины шероховатости проводится в процессе обработки изделия поверхностным пластическим деформированием. Порошок, засыпанный во впадины микронеровностей, надежно удерживается в них благодаря наличию на поверхностях впадин ультрамикронеровностей и остаточного магнетизма, образующегося после обработки резанием. В зоне контакта давящего инструмента с изделием на поверхности изделия осуществляется металлургический процесс, протекающий фактически в закрытом объеме под давлением при высокой температуре и без доступа окисляющей среды. В результате на детали образуется легированный поверхностный слой повышенной твердости с плотной структурой, гладкой упрочненной поверхностью и высокой термической и механической стойкостью [2, с. 230].

Вторым методом восстановления распределительного вала ДВС можно считать *метод детонационного нанесения порошковых покрытий*, который основан на использовании энергии детонации в газах. Металлический или металлизированный порошок наносят с помощью взрыва ацетиленокислородной смеси, обеспечивающего скорость набрасывания частиц порошка до 800-900 м/с. Прочное соединение расплывшихся частиц порошка с подложкой смеси и ее взрыв происходят в специальной камере, куда порошок подается струей азота.

Подложка при взрыве совершает поступательное или вращательное движение. Материалы порошков: карбиды вольфрама и титана, оксиды алюминия и хрома, хром, кобальт, титан и вольфрам. Каждый взрыв, продолжающийся 0,2-0,23 с, образует слой покрытия толщиной 7 мкм. Многослойное покрытие может иметь толщину 0,02-0,4 мм. Покрытия из этих порошков имеют большую твердость и очень высокую износостойкость. В результате такого напыления образуется покрытие с высокими эксплуатационными характеристиками, прочностью сцепления и малой пористостью, в большинстве случаев не превышающей 1 %. Существенным преимуществом метода является умеренный нагрев обрабатываемой детали – не выше 250 °С.

Эффективным вариантом восстановления распределительного вала ДВС можно считать метод плазменной металлизации, который позволяет получать покрытия из тугоплавких и износостойких материалов, в том числе из твердых сплавов (Рис. 2). Этот способ основан на способности газов переходить при определенных условиях в состояние плазмы. Плазменная обработка осуществляется в специальных установках, называемых плазмотронами или плазменными головками.

В качестве плазмообразующего газа используют аргон или азот и реже водород или гелий. В качестве напыляемого материала применяют гранулированный порошок. Подача порошка в плазменную струю осуществляется транспортирующим газом (азотом). Напыляемый порошок расплавляется плазменной струей и наносится на поверхность детали.

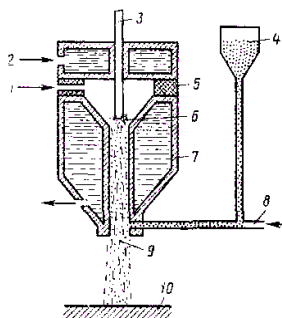


Рис. 2. Схема плазменной металлизации:

1 - канал подачи газа; 2 - канал подачи воды; 3 - катод; 4 - гранулированный порошок; 5 - изолирующая прокладка; 6 - электрическая дуга; 7 - анод

Наиболее ценными свойствами обладают порошковые сплавы на основе никеля (ПГ-ХН80СР2, ПГ-ХН80СР3, ПГ-ХН80СР4), характеризуемые: невысокой температурой плавления (950—1050 °С), необходимой твердостью (в пределах HRC 35—60), жидкотекучестью, высокой износостойкостью, свойством самофлюсования. Недостаток этих сплавов — высокая стоимость. Менее дефицитны порошковые сплавы на основе железа с высоким содержанием углерода (ПГ-УЗОХ28Н4С4 КБХ и др.). Эти сплавы обеспечивают твердость HRC 56—63, высокую износостойкость. К недостаткам их относят тугоплавкость (температура плавления 1250—1300 °С) и отсутствие свойства самофлюсования [1, с. 38].

Для плазменной металлизации применяют универсальные плазменные установки УПУ-3 и УПУ-4 и универсальные плазменно-металлизационные установки УМП-4 и УМП-5 [1, с. 38].

Свойства плазменного покрытия могут быть значительно повышены, если после нанесения покрытия оплавить его плазменной струей, ацетилено-кислородным пламенем или токами высокой частоты. Износостойкость таких покрытий при напылении сплавом ПГ-ХН80СР3 превышает износостойкость стали 45, закаленной до твердости HRC 54-58, в 2-3 раза. Прочность сцепления покрытия, нанесенного на сталь, после оплавления повышается в 8—10 раз и равна 400—450 МПа. Плазменная металлизация с оплавлением покрытия может быть применена для восстановления деталей, работающих со знакопеременными нагрузками.

Вывод

Выполнен анализ в области используемых материалов и технологий упрочнения распределителей ДВС грузовых автомобилей. Предложены эффективные методы и материалы для получения гладкой, чистой и упрочненной поверхности с плотным поверхностным слоем и обладающие повышенной термической и механической стойкостью.

Литература

1. *Пермяков Д. Н.* Моделирование степени износа и восстановление распределительного вала КАМАЗ методом Плазменной металлизацией / Д. Н. Пермяков // Ежемесячный научный журнал «Prospero» - 2015. - № 8 (20) - С. 35-39.
2. *Технология упрочнения машиностроительных материалов: учеб. пособие-справочник / Евдокимов В. Д., Клименко Л. П., Евдокимова А. Н.; Под редакцией д. т. н., проф. В. Д. Евдокимова. – Одесса - Николаев: Изд-во НГГУ им. Петра Могилы, 2005. – 352 с.*
3. *Новиков В. Г.* Справочник. Инженерный журнал / В. Г. Новиков, А. А. Федоров, Д. О. Бытеев. // М.: Изд.дом «Спектр» - 2004. - № 7. - С. 24-31.
4. *Канарчук В. Е.* Курс восстановления автомобильных деталей: Технология и оборудование / Канарчук В. Е., Чигринцев А. Д. – М.: Транспорт, 1998, - 303 с.