

Для системы питания дизельных двигателей характерно повышение давления впрыска свыше 200 МПа, в связи с этим отказ от применения традиционных систем топлива к форсункам с помощью плунжерных насосов и применение индивидуальных для каждого цилиндра насоса и форсунок; использование систем постоянного давления «коммон рейл».

УДК 621.793.8.044

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Мархотенко Вадим Леонидович

Научный руководитель – д-р техн. наук, проф. Ярошевич В.К.

(Белорусский национальный технический университет)

Получение покрытий высокой пористости наиболее эффективно магнитно-импульсной напрессовкой порошка и последующим индукционным припеканием с введением в шихту порообразователей (галогенных соединений). Пропитка пористого покрытия материалом медной оболочки значительно повышает триботехнические характеристики подшипников скольжения.

В автомобильных двигателях имеется значительное количество подшипников скольжения, изготовленных из цветных металлов и работающих со смазкой (втулки шатуна, распределительного вала и др.). При нарушении режима смазки подшипники быстро выходят из строя. В работе приводятся результаты исследований по получению самосмазывающихся материалов для подшипников, которые могут заменить цветные металлы с одновременным повышением их долговечности.

На проявление эффекта самосмазываемости пористость пропитанного маслом спеченного материала оказывает решающее влияние. Следовательно, исследовав зависимость пористо-

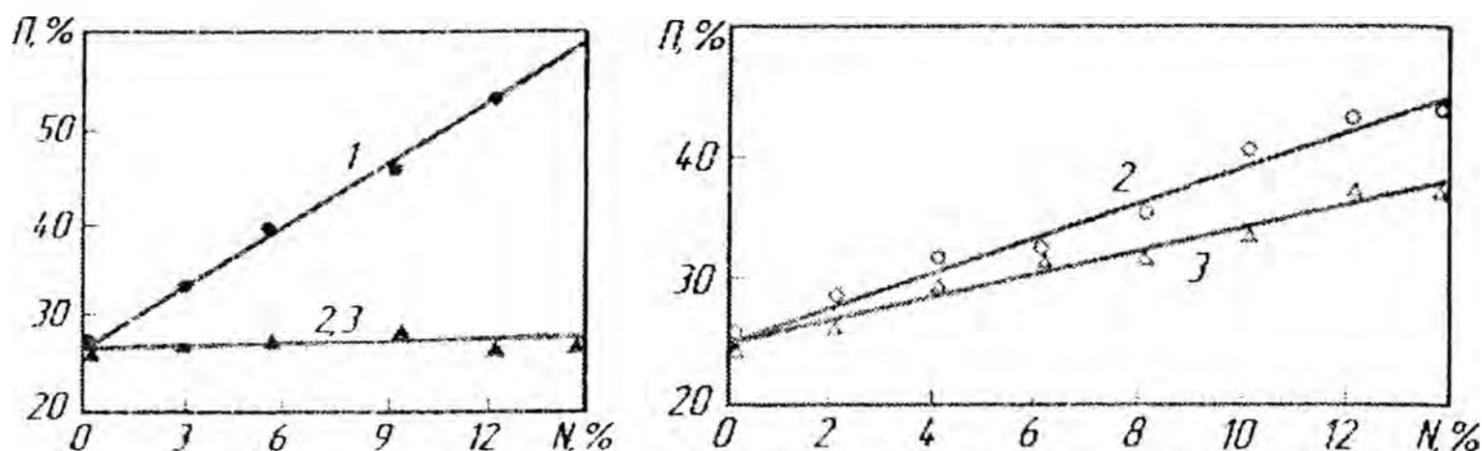
сти от способа формирования покрытия, можно рекомендовать различные методы их нанесения и оптимальные технологические режимы.

Покрытия получали электроконтактным, центробежным индукционным припеканием, газопламенным напылением, припеканием напрессованных порошковых слоев. На основании полученных данных можно утверждать, что электроконтактный метод также как и напыление не пригодны для получения самосмазывающихся пористых покрытий вследствие низкой пористости при достаточной прочности сцепления (электроконтактное припекание) или значительной доли закрытых пор при напылении (15–17% при общей пористости 26–28%).

В дальнейшем покрытия получали центробежным индукционным припеканием и припеканием слоев, предварительно спрессованных на гидравлическом прессе и сформованных магнитно-импульсным способом.

Плотность покрытий, полученных центробежным припеканием, неравномерна по толщине. Для получения порошковых спеченных материалов с равномерной и достаточно высокой пористостью применялись порообразователи – легко разлагающиеся при нагреве соли, оставляющие при спекании поры на месте занимаемого ими объема. Применение двууглеродистого и хлористого аммония (температура разложения 343 и 610 К соответственно) не привело к росту пористости покрытий (рисунок 1, а).

При использовании тетрафторбората аммония (температура разложения 973 К), разлагающегося на газообразные аммиак, фтористый водород и фтористый бор, пористость покрытий увеличивается с повышением содержания NH_4BF_4 в шихте (рисунок 1, кривая 1).



1 – тетрафторбората аммония; 2 – хлористого аммония; 3 – двууглеродистого аммония

Рисунок 1 – Изменение пористости покрытий, сформованных центробежным припеканием (а) и магнитно-импульсным методом (б) от количества порообразователей

Сравнение пористости покрытий, полученных напрессовкой на гидравлическом прессе и магнитно-импульсным формованием, показало, что магнитно-импульсный метод обеспечивает более равномерную плотность по длине покрытия. Это объясняется тем, что при напрессовке в пресс-формах давление уменьшается по мере удаления от пуансона вследствие трения порошка о стенки пресс-формы и межчастичного трения.

При спекании сформованных с помощью гидравлического пресса порошковых слоев на месте удалившегося порообразователя остаются поры, и температура его разложения, испарения или возгонки не влияет на конечную пористость, которая прямо пропорциональна количеству порообразователя. Для давлений формования слоя 150–300 МПа пористость определяется выражением

$$P = 20 + 2,3N,$$

где P – пористость, %;

N – количество порообразователя в шихте, мас. %.

Для повышения пористости покрытий, сформованных магнитно-импульсным методом, в состав порошковой шихты вводили двууглекислый и хлористый аммоний. Установлено, что лучшими порообразующими свойствами обладает хлори-

стый аммоний (рисунок 1, б). В процессе магнитно-импульсного формования температура в локальных объемах порошкового слоя достигает 473–523 К, что, по-видимому, приводит к частичному разложению двууглекислого аммония ($t_{\text{разл}} = 373 \text{ К}$). Температура разложения хлористого аммония (610 К) выше температуры, развивающейся при формовании слоя, поэтому при равном объемном количестве порообразователей в шихте хлористый аммоний, полностью сохраняясь до спекания, обеспечивает на 8–12 % большую пористость (рисунок 1, б).

Пропитка (импрегнирование) пористых материалов и покрытий служит для достижения двух основных целей: 1) повышения физико-механических свойств (например, пропитка пористого железа медью); 2) обеспечения свойства самосмазываемости (пропитка смазкой пористого вкладыша подшипника).

При магнитно-импульсном прессовании порошков оболочку в большинстве случаев после напрессовки удаляют. Представляет интерес использование материала оболочки для пропитки ее расплавом пористого каркаса напрессованного и спеченного порошка.

Триботехнические исследования покрытий из порошка ПЖ2М с добавками 1,5% графита, пропитанных материалом медной оболочки, показали, что увеличение содержания меди приводит к снижению предельного давления до схватывания. При содержании меди в покрытии 28% предельное давление 4 МПа, а наиболее высокие значения $P_{\text{пред}}$ (13,2–13,8 МПа) имеют покрытия с содержанием 15–18 об.% меди.

Компактная структура пропитанных покрытий оказывает отрицательное влияние на их работу в режиме граничного трения, т.к. исключает возможность накопления смазки в поровых каналах. Поэтому целесообразно создание некоторой пористости в поверхностном слое пропитанных покрытий избирательным травлением меди специальными растворами (например, концентрированной азотной кислотой). Глубина травления составляла 0,3–0,5 мм. Интенсивность изнашивания пропитанных и протравленных образцов на 25–40% ниже, чем просто железоз-

графитовых или пропитанных медью. Наибольшую износостойкость среди исследованных образцов имело покрытие состава ПЖ2М + 3% графита, содержащее 15 об.% Си, из поверхностного слоя которого удалена медь. По триботехническим свойствам спеченные железографитовые материалы, пропитанные медью, значительно (в среднем в 3,5–4 раза) превосходят литую бронзу ОЦС-5-5-5.

Таким образом, использование пропитки железографитовых покрытий материалом формирующей медной оболочки является эффективным средством повышения физико-механических и триботехнических свойств покрытий.

УДК 629.113.004.67

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЧУГУННЫХ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ

Матвеев Павел Сергеевич

Научный руководитель – доц. Савич А.С.

(Белорусский национальный технический университет)

Восстановление чугунных коленчатых валов наиболее целесообразно производить наплавкой под легирующим флюсом по оболочке используя оболочку из стали 08, проволоку Св-08. Применение в качестве легирующего флюса АН-348А с добавлением феррохрома и графита увеличивает твердость восстановленного коленчатого вала.

Коленчатые валы автомобильных двигателей работают в сложных условиях динамического нагружения силами давления газов и инерции возвратно-движущихся и вращающихся частей. Неравномерность нагрузок в течение цикла и их периодическая повторяемость вызывают неравномерный износ и искажение геометрической формы шеек, а также деформацию коленчатого вала, которая приводит к нарушению перпендикулярности оси