

УДК 621.81

## **Исследование структуры и свойств порошковых инфильтрированных композиционных материалов на основе железа**

Студентка гр.104613 Жданова А.А.

Научный руководитель – Дьячкова Л.Н., Керженцева Л.Ф.

Белорусский национальный технический университет

Г. Минск

Целью работы явилось исследование структуры и свойств композиционных инфильтрированных материалов на основе железа и технологии изготовления из них деталей аксиально-поршневых насосов «шаровая опора».

Для выполнения поставленной цели решались следующие задачи:

- исследовать влияние состава стальной основы и исходной пористости на структуру инфильтрированных материалов,
- исследовать механические свойства композиционных порошковых инфильтрированных материалов;
- разработать технологию изготовления деталей «шаровая опора» из композиционного инфильтрированного материала.

Научно-технический прогресс в различных отраслях народного хозяйства требует создания конструкционных материалов, способных улучшить параметры изделий, повысить их надежность и долговечность, а также снизить материалоемкость. Проблема чрезвычайно остро встает перед странами с ограниченными сырьевыми ресурсами, к которым относится Республика Беларусь. Неограниченными

перспективами в достижении необходимого комплекса свойств обладают композиционные порошковые инфильтрированные материалы на основе железа, сочетающие в себе прочную, вязкую основу и наполнитель с повышенными теплотехническими свойствами. Инфильтрированные материалы на основе порошковых сталей нашли применение для деталей узлов трения, в частности, шкворня передней подвески автомобиля МАЗ, деталей роторной группы аксиально-поршневых насосов и др., стеклоформуемого инструмента, конструкционных деталей.

Метод пропитки для получения материалов и изделий из порошков имеет ряд преимуществ перед другими методами порошковой металлургии: получение практически беспористых материалов, сочетание свойств, которые невозможно получить традиционной металлургией, пониженная мощность прессового оборудования, так как заготовки под пропитку имеют, как правило, плотность не выше 85 – 87 %.

В работе исследовали влияние дисперсности железного порошка, применяемого для получения каркаса, на свойства инфильтрированного материала. Железный порошок рассеивали по фракциям и использовали фракции со средним размером частиц 45, 80 и 160 мкм. Образцы из железа с добавкой меди 2,5 % прессовали до плотности 75 и 85 %. Медь в количестве 2,5 % в виде порошка ПМС-1 вводится для исключения эрозии границ зерен железа при пропитке. Кроме того, в качестве каркаса для инфильтрированных материалов использовали углеродистые порошковые стали плотностью 75 и 85 %, для получения которых использовали железный порошок со средним размером частиц 160 мкм. Графит в порошковую сталь вводили в количестве 0,5; 1 и 2 % в виде порошка карандашного графита марки ГК-2. Для повышения триботехнических свойств инфильтрированного материала вводили твердые смазки - дисульфид молибдена - 0,5 %, свинец марки ПС-1 – 6 %. Пропитку осуществляли сплавами на основе меди с добавкой 5 % олова.

Шихту порошковой стали получали смешиванием исходных компонентов: железа, меди, графита в необходимом количестве, цинка стеариновокислового в количестве 1%. Спекание проводили при температуре 1000-1100 °С, инфильтрацию – 1080 °С в защитно-восстановительной атмосфере эндогаза в проходной печи.

Исследование плотности порошкового материала – Fe +0,5-2 % Gr + 2,5 % Cu показало, что дисперсность оказывает существенное влияние. При спекании значимых объемных изменений не происходит, независимо от содержания вводимого графита. Повышение плотности прессовки с 75 до 85% приводит к незначительному росту образцов при спекании. Уменьшение среднего размера частиц железного порошка со 160 до 45 мкм вызывает рост образцов из материала Fe+0,5+2,5 % Cu и, соответственно, уменьшение плотности с 6,55 до 6,38 г/см<sup>3</sup>. Дуплотнение спеченных образцов из материалов с содержанием графита 0,5–2 % позволяет повысить их плотность с 5,7 - 6,3 до 6,4 - 7,2 г/см<sup>3</sup>, причем, материал с исходным размером частиц 160 мкм уплотняется в большей степени. Пропитка спеченного и неспеченного материала с различным содержанием графита позволяет существенно повысить его плотность – до 7,3-7,4 г/см<sup>3</sup>, при пропитке неспеченного материала плотность материала выше. Объясняется это большим содержанием меди, так как в процессе пропитки неспеченного материала, в котором не происходили процессы перекристаллизации и отсутствуют сформированные границы между частицами железа, происходит разьединение частиц железа.

Исследование влияния содержания графита в материале проводили на спеченных и инфильтрированных образцах. В спеченном состоянии оптимальным содержанием графита является 1%.

Структура инфильтрированного материала определяется составом основы и составом инфильтрата, а также дисперсностью железной основы, материал с дисперсностью железа 60 мкм имеет более мелкозернистую структуру.

При пропитке бронзой границы стальных участков приобретают округлую форму и более сглажены. Кроме того, поскольку пропитка бронзой осуществлялась при меньшей температуре, чем медьсодержащей шихтой, уменьшается размывание границ стального каркаса и, соответственно, уменьшается содержание непрерывной медной фазы.

Пропитка порошковых сталей смесью медь-свинец приводит к появлению в структуре инфильтрированного материала неоднородных по размеру частиц свинца неравномерно распределенных по объему материала.

Распределение серы в структуре инфильтрированного материала достаточно однородное, сера, взаимодействуя как с железной основой, так и медной фазой, образует сульфиды железа и меди, металлографически они хорошо идентифицируются, так как при травлении приобретают различную окраску.

Для улучшения триботехнических свойств инфильтрированных материалов на основе среднеуглеродистой стали в стальной каркас вводили добавки твердых смазок – дисульфид молибдена, свинец, фосфор, нитрид бора.

Исследование триботехнических свойств инфильтрированных материалов показало, что они обладают достаточно высокой износостойкостью в тяжелых условиях износа.

Отличие от компактных материалов, в которых имеет место прямая зависимость твердости и износостойкости, в инфильтрованных материалах такая зависимость не прослеживается.

В инфильтрованных материалах с добавкой твердой смазки в виде дисульфида молибдена процесс износа замедляется, так как частицы дисульфида молибдена, будучи твердыми включениями, препятствуют изнашиванию основы материала.

Репозиторий БНТУ