

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ ФЕРРОМАГНИТНЫХ АБРАЗИВНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОРОШКОВ НА ОСНОВЕ КАРБИДОВ ТИТАНА И ВОЛЬФРАМА

Якубовская С.В., Корбит А.А., Ходан Е.П.

Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь, E-mail: almain@mail.ru

Одним из методов финишной обработки сложно-профильных деталей, является метод магнитно-абразивной обработки (МАО). Обработываемыми материалами в процессе магнитно-абразивной обработки, как правило, являются порошки, представляющие собой спеки на основе железа и абразивных материалов (карбиды бора, титана или вольфрама). Однако эти материалы не обеспечивают стабильных значений режущей способности в процессе магнитно-абразивной обработки.

Повышение эксплуатационных показателей процесса МАО возможно путем использования композиционных ферромагнитных порошков, получаемых при введении абразивных зерен в ферромагнитные матрицы, представляющие собой композиционные материалы на основе ферромагнитного материала и связующего (оксидного стекла). Процессы формирования структуры таких ферромагнитных абразивных композиционных порошков изучены недостаточно, хотя их свойства будут определяться, в том числе, и микроструктурой.

Целью настоящей работы являлось исследование микроструктуры и физико-механических характеристик (твердости) ферромагнитных абразивных композиционных порошков феррит меди-связующее-карбид титана (вольфрама) в зависимости от концентрации связующего, режимов спекания.

В качестве связующего при получении ферромагнитных материалов использовали легкоплавкие стекла на основе дигидрофосфатов натрия, калия, цинка. Связующее получали следующим образом: шихту дигидрофосфатов калия, натрия, цинка и фторида натрия (флюсующая добавка) нагревали при 500 К в течение 0,5 ч. Полученную фритту стекла дробили, мололи и отсеивали порошок фракции –50 мкм. Далее связующее смешивали с ферритом меди и затем вводили карбид титана или карбид вольфрама. Концентрация связующего в шихте составляла 20-40 об. %. Шихту помещали в пресс-форму и спекали при 775–975 К в течение 1 ч. Во второй серии экспериментов брикеты уплотняли при температуре спекания. Давление горячего прессования составляло 5-30 МПа.

Исследование морфологии и микроструктуры ферромагнитных абразивных композиционных порошков осуществляли на растровом электронном микроскопе VEGA/TESCAN (Япония).

Согласно полученным экспериментальным данным (рисунок 1), при концентрации стекла в шихте 20-25 об. % в температурном интервале спекания 775–975 К микроструктура композиционных материалов феррит меди-стекло-карбид титана (карбид вольфрама) представляет собой совокупность абразивных частиц и частиц феррита меди, объединенных прослойками стекла в местах контактов; между агрегатами находятся поры. При таком содержании связующего при спекании не обеспечивается смачивание поверхности частиц расплавом стекла.

Увеличение содержания связующего в шихте до 30-40 об. % приводит к изменению микроструктуры ферромагнитных композиционных материалов. Микроструктура композиционных порошков феррит меди-стекло (30-40 об. %)-карбид титана (вольфрама), спеченных при 775-975 К представляет собой матрицу из частиц феррита меди и стекла, в которой расположены частицы карбида титана (вольфрама) (рисунок 2).

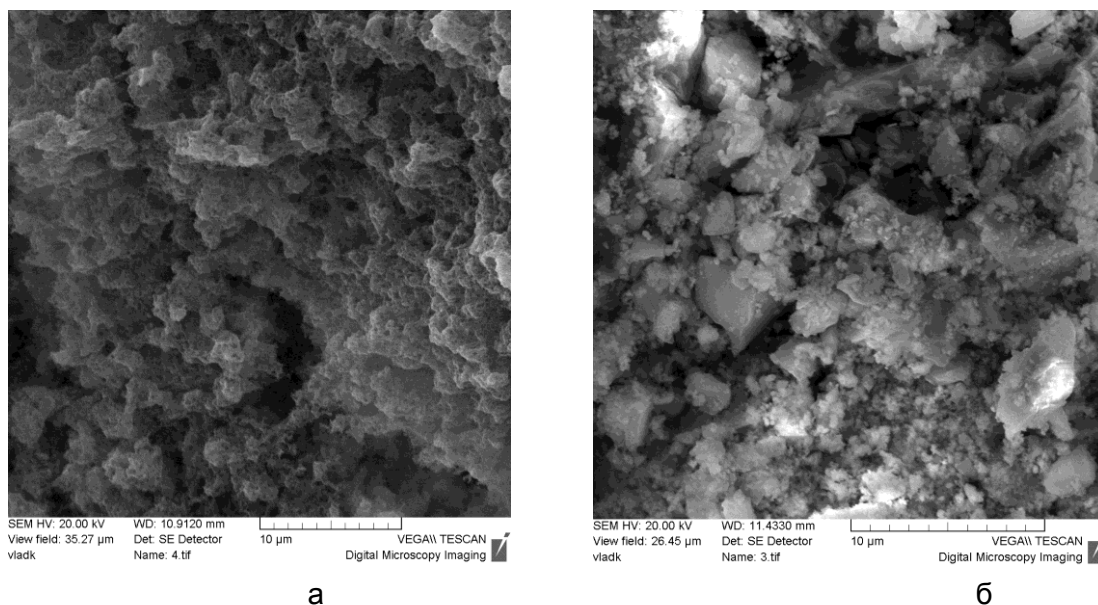


Рисунок 1 – Микроструктура ферромагнитных композиционных порошков феррит меди (50 об. %)-стекло (20 об. %)-карбид титана (30 об. %) (а); феррит меди (40 об. %)-стекло (20 об. %)-карбид вольфрама (40 об. %) (б). Температура спекания 875 К

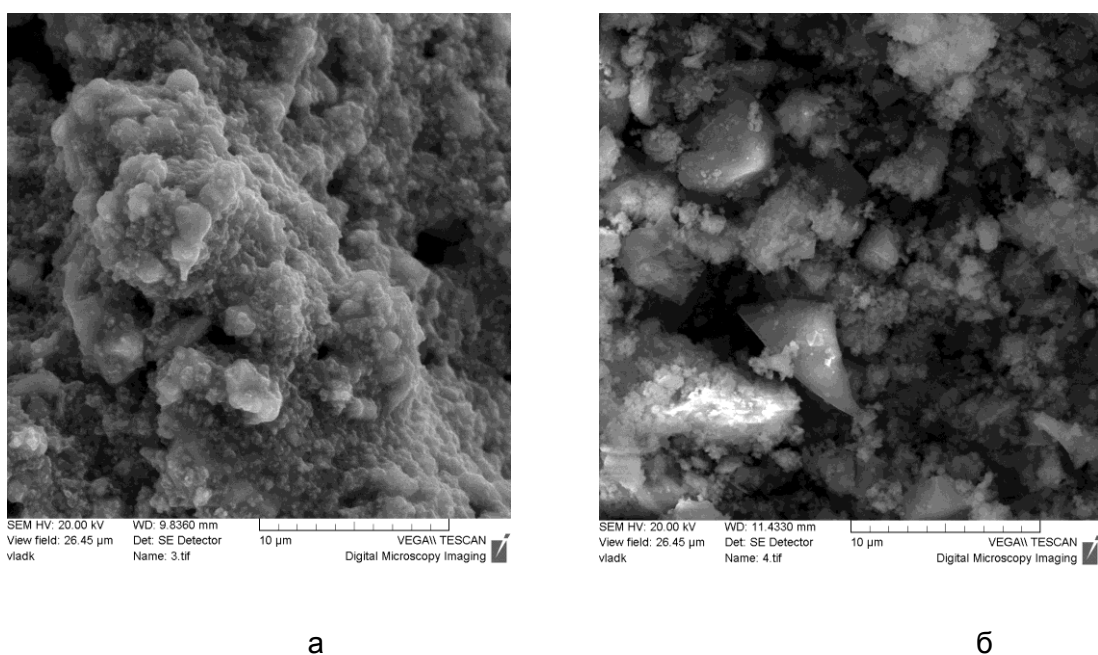


Рисунок 2 – Микроструктура ферромагнитных композиционных порошков феррит меди (30 об. %)-стекло (40 об. %)-карбид титана (30 об. %) (а); феррит меди (30 об. %)-стекло (40 об. %)-карбид вольфрама (30 об. %) (б). Температура спекания 875 К

Микроструктура недостаточно однородна: в прослойках стекла расположены глобулы из частиц абразива и феррита меди с меньшим содержанием фосфатного стекла (рисунок 2, б).

В области концентраций связующего (стекла) в шихте 30-40 об. % формирование гомогенных структур композиционных материалов обеспечивает дополнительная обработка брикетов давлением (горячее прессование), приводящее к деформации капель фосфатного стекла и проникновению расплава между частицами карбида титана (карбида вольфрама) и феррита меди. Микроструктура композиционных материалов феррит меди-стекло-карбид титана (вольфрама) представляет собой частицы карбида титана и феррита меди, объединенные прослойками стекла в форме пленок на их поверхности (рисунок 3).

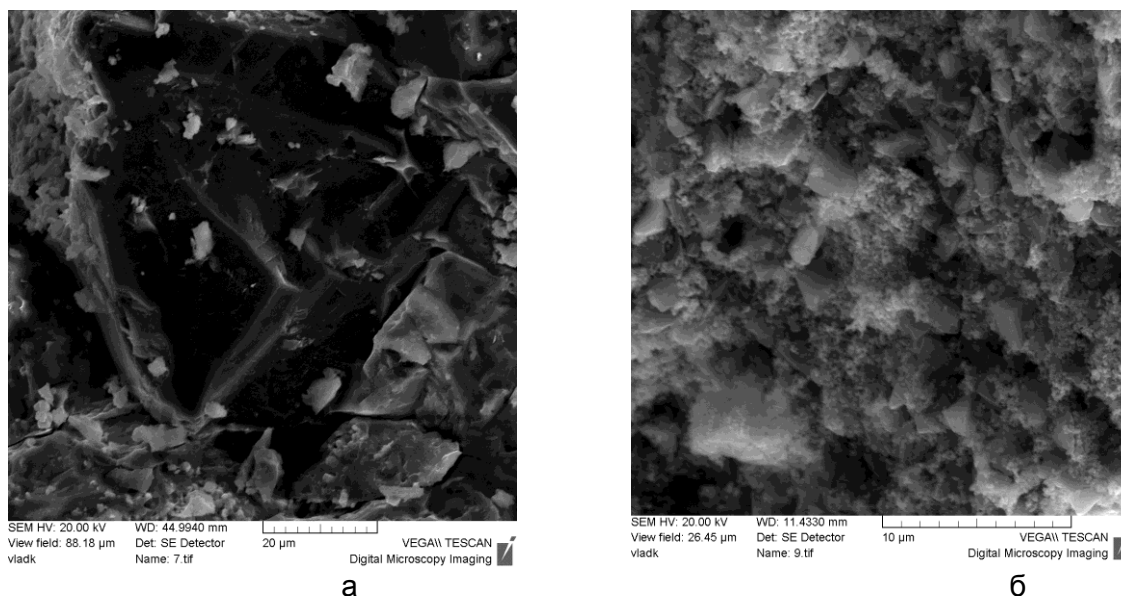


Рисунок 3 – Морфология поверхностей разрушения ферромагнитных композиционных материалов феррит меди (30 об. %)-стекло (40 об. %)-карбид титана (30 об. %) (а); феррит меди (30 об. %)-стекло (40 об. %)-карбид вольфрама (30 об. %) (б).

Давление горячего прессования 30 МПа

Микроструктура ферромагнитных композиционных порошков феррит меди-стекло-карбид титана (вольфрама), полученных горячим прессованием, в отличие от материалов, полученных спеканием более плотная, пористость значительно меньше.

Твердость ферромагнитных композиционных порошков, получаемых в исследуемом диапазоне температур отжига и давления горячего прессования (5-30 МПа) зависит от концентрации связующего в шихте. Увеличение концентрации связующего в шихте до 40 об. % приводит к увеличению твердости ферромагнитных композиционных порошков. Твердость композиционных порошков также увеличивается с повышением давления горячего прессования, причем в большей степени при меньшей концентрации стекла. Твердость ферромагнитных композиционных порошков феррит меди (30 об. %)-стекло (40 об. %)-карбид титана (вольфрама) (30 об. %) при давлении 30 МПа составляет 70 HRB.

Твердость композиционных порошков феррит меди (50 об. %)-стекло (25 об. %)-карбид титана (вольфрама) (25 об. %), полученных при давлении горячего прессования 10 МПа составляет 45 HRB (35 HRB) и достаточно велика для композиционных материалов, содержащих 75 об. % дисперсных частиц наполнителей. Низкая концентрация связующего (стекла) (25 об. %) позволяет повысить концентрации ферромагнитного и абразивного компонентов в композиционных порошках феррит меди-стекло-карбид титана (карбид вольфрама) и, соответственно, эксплуатационные показатели процесса магнитно-абразивной обработки.

Таким образом, микроструктура ферромагнитных абразивных композиционных порошков феррит меди-стекло-карбид титана (вольфрама) в интервале температур 775-875 К определяется условиями растекания расплава стекла по поровым каналам каркаса из частиц ферромагнитного компонента и абразива, которые, в свою очередь, определяются концентрацией связующего и режимом получения (спекание, горячее прессование).