

Изобретение относится к области порошковой металлургии и может быть использовано для изготовления трущихся деталей двигателей внутреннего сгорания, например, направляющих клапанов.

Основной недостаток железуграфитовых материалов - низкое значение ударной вязкости и износостойкости, что связано с наличием в структуре материалов, поровых каналов, разупрочняющих основу и играющих роль концентраторов напряжений.

Для уменьшения пористости железуграфитовых материалов применяется способ изготовления, включающий предварительное прессование, спекание, повторное прессование, окончательное спекание и прокатку (Ас. СССР №1026962, кл. В22F3/16, опубли. 1983).

Недостатком аналога является низкое значение ударной вязкости и износостойкости.

В качестве прототипа способа изготовления порошковых железуграфитовых изделий выбрана заявка Японии №61 - 153202, кл. В22F3/02, В211/02, опубли. 11.07.86. В ней описан способ изготовления спеченных изделий из материалов на основе железа и графита, который включает прессование порошков железа и графита, спекание при температурах выше 1100°C и горячую объемную штамповку при 800 - 950°C. Недостатками данного способа являются низкие значения ударной вязкости и износостойкости, получаемые на железуграфитовых материалах.

Задачей настоящего изобретения является создание такого способа изготовления железуграфитовых материалов, в котором благодаря изменению режимов проведения известных операций в сочетании с неизвестными ранее параметрами штамповки и дополнительной термической обработкой достигается повышение ударной вязкости и износостойкости изделий.

Для достижения поставленной задачи предложен способ изготовления порошковых железуграфитовых изделий, включающий прессование, спекание и объемную штамповку, в котором согласно изобретению штамповку выполняют при комнатной температуре, обеспечивая относительные деформации (1 - 30%) в направлении приложения давления и (0,1 - 20)% в перпендикулярном направлении, а затем проводят дополнительное спекание при температурах 1000 - 1150°C. Спекание проводят при температурах 750 - 960°C.

До сих пор была известна объемная штамповка с относительными деформациями (1 - 30)% и (0,1 - 20)% в двух перпендикулярных направлениях при комнатной температуре. Следует также отметить, что сочетание спекания при 750 - 960°C и последующей штамповки, при указанных выше параметрах, обеспечивает получение нового эффекта - увеличение ударной вязкости и износостойкости. Это связано с формированием мелкозернистой перлитной структуры без выделений цементита по границам зерен, что приводит к увеличению ударной вязкости и износостойкости.

Выбранные параметры являются оптимальными. При температуре спекания меньше 750°C, относительных деформациях при штамповке в двух взаимно перпендикулярных направлениях меньше 1% и 0,1%, температуре дополнительного спекания меньше 1000°C не удается получить плотных заготовок с высокими значениями ударной вязкости и износостойкости. При температуре спекания выше 960°C, относительных деформациях при штамповке в двух направлениях больше 30% и 20%, температуре дополнительного спекания больше 1150°C наблюдается разрушение заготовок. Ниже приводится последовательность операций способа изготовления порошковых железуграфитовых изделий. Смесь порошков железа, графита и легирующих элементов прессуют в прессформах при давлениях 3 - 7 т/см<sup>2</sup>. Первое спекание осуществляют в защитной среде в интервале температур 750 - 960°C. Затем заготовки подвергают объемной штамповке при комнатной температуре с относительными деформациями (1 - 30)% в направлении приложения давления и (0,1 - 20)% в направлении, перпендикулярном приложению давления. Затем проводят повторное спекание в защитной атмосфере при температурах 1000 - 1150°C. Вышеописанные технологические параметры обеспечивают получение плотных заготовок с высокими значениями ударной вязкости и износостойкости.

Относительная деформация в направлении, перпендикулярном приложению давления, обеспечивается положительным или отрицательным припуском между стенкой матрицы и боковой поверхностью образца. Деформация в двух взаимно-перпендикулярных направлениях может также обеспечиваться приложением давлений в данных направлениях.

Пример 1. Готовили смесь из порошков (в мас.%): меди - 2,5; графита - 1,5; серы - 0,4 и прессовали при давлении 5 т/см<sup>2</sup>. Спекание осуществляли в среде водорода при температуре 750°C. Затем заготовки подвергали объемной штамповке при комнатной температуре. При этом относительная деформация в направлении приложения давления составляла 1%, а в перпендикулярном направлении - 0,1%. Дополнительное спекание проводили в среде водорода при температуре 1000°C.

Пример 2. Готовили смесь из порошков (химический состав приведен в примере 1) и прессовали при давлении 5 т/см<sup>2</sup>. Спекание осуществляли в среде водорода при температуре 860°C. Затем заготовки подвергали объемной штамповке при комнатной температуре. При этом относительная деформация в направлении приложения давления составляла 15%, а в перпендикулярном направлении - 10%. Затем заготовки подвергали дополнительному спеканию в среде водорода при 1080°C.

Пример 3. Готовили смесь из порошков (химический состав приведен в примере 1) и прессовали при давлении 5 т/см<sup>2</sup>. Спекание осуществляли в среде водорода при температуре 960°C. Затем заготовки подвергали объемной штамповке при комнатной температуре. При этом относительная деформация в направлении приложения давления составляла 30%, а в перпендикулярном направлении - 20%. Затем заготовки подвергали дополнительному спеканию в среде водорода при 1150°C.

Пример 4. Готовили смесь из порошков (химический состав приведен в примере 1) и прессовали при давлении 5 т/см<sup>2</sup>. Спекание осуществляли в среде водорода при температуре 730°C. Затем заготовки подвергали объемной штамповке при комнатной температуре. При этом относительная деформация в направлении приложения давления составляла 0,5%, а в перпендикулярном направлении - 0,05%. Затем заготовки подвергали дополнительному спеканию в среде водорода при 950°C.

Пример 5. Готовили смесь из порошков (химический состав приведен в примере 1) и прессовали при давлении 5 т/см<sup>2</sup>. Спекание осуществляется в среде водорода при температуре 1000°C. Затем заготовки

подвергали объемной штамповке при комнатной температуре. При этом относительная деформация в направлении приложения давления составляла 35%, а в перпендикулярном направлении - 25%. Затем заготовки подвергали дополнительному спеканию в среде водорода при 1180°C.

Технологические режимы, значения ударной вязкости и износостойкости приведены в таблице.

Из таблицы следует, что предложенный способ изготовления порошковых железографитовых изделий обеспечивает по сравнению с прототипом более высокие значения ударной вязкости и износостойкости. Предложенные в формуле изобретения граничные условия технологических параметров являются оптимальными. Повышение этих значений приводит к снижению значений ударной вязкости и износостойкости.

Данное изобретение применяют при изготовлении ответственных тяжело нагруженных узлов трения двигателей внутреннего сгорания (направляющие клапанов, седла клапанов).

**Т а б л и ц а**

**Технологические режимы, значения ударной вязкости и интенсивности изнашивания предложенного способа и прототипа**

№ п/п	Название	Температура спекания, °С	Относительная деформация в направлении приложения давления, %	Относительная деформация в направлении, перпендикулярном приложению давления, %	Температура дополнительного спекания, °С	Ударная вязкость, Дж/см <sup>2</sup>	Интенсивность изнашивания, мкм/км
1	Способ изготовления порошковых железо-графитовых изделий	750	1	0,1	1000	5,1	0,6
2	То же	880	15	10	1080	10,0	0,2
3	—	960	30	20	1150	6,3	0,5
4	—	730	0,5	0,05	950	2,5	1,1
5	—	1000	35	25	1180	-	-
6	Прототип	1100				4,1	0,9

**П р и м е ч а н и е** 1. Ударную вязкость определяли по ГОСТ 26528–85, износостойкость определяли при граничном трении по ГОСТ 26614–85. В таблице представлены данные по износостойкости при давлении 4 МПа.  
2. В пятом примере не приведены значения ударной вязкости и износостойкости, так как образцы при изготовлении разрушились.