

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

ІНЖЕНЕРНО-ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНІ МАТЕРІАЛИ ТА ПОРОШКОВА
МЕТАЛУРГІЯ

Магістерська дисертація

зі спеціальності 8.05040303 Композиційні та порошкові матеріали, покриття

на тему:

**Мікроструктура та властивості порошкової міді, зміцненої дисперсними
частинками вольфраму**

**Microstructure and properties of powder-like copper, strengthened with
dispersible particles of tungsten**

Виконала: студентка 6
курсу, групи ФК-31м

Савкова Марина Ігорівна

Науковий керівник

д.т.н., проф. Скороход В.В.

Київ – 2015 р.

РЕФЕРАТ

Робота вміщує: стор. – 83; рис. – 26; табл. – 17; літ. – 28.

Мета роботи – встановлення закономірностей формування мікроструктури КМ на основі порошкової міді, зміцненої дисперсними частинками вольфраму, отриманими ударним гарячим пресуванням у вакуумі та методом послідовної допресовки та відпалу у водні.

Об'єкт дослідження: композиційні матеріали на основі порошкової міді, зміцненої дисперсними частинками вольфраму.

Предмет дослідження: мікроструктура композиційних матеріалів на основі порошкової міді, зміцненої дисперсними частинками вольфраму.

Методи дослідження: технологічні засоби порошкової металургії, растрова електронна мікроскопія, металографічний аналіз, методика проведення комп'ютерного аналізу параметрів мікроструктури матеріалів на аналізаторі «SIAMS-600».

Проаналізовано методом металографічного аналізу структурні особливості зразків електропровідних композиційних матеріалів на основі порошкової міді, зміцненої дисперсними частинками вольфраму (2, 5, 10 об.%), що були отримані методами ударного гарячого пресування у вакуумі і методом послідовних допресовок і відпалів у водні. Проведено аналіз зв'язку типу і параметрів мікроструктури зразків КМ Cu-W з їх фізико-механічними характеристиками. Оцінка типу мікроструктури КМ Cu-W була проведена на основі структурної моделі композитних сумішей В.В.Скорохода по величинам ступеня матричності.

Доведено, що оптимізація властивостей композиційні матеріалів на основі порошкової міді, зміцненої дисперсними частинками вольфраму при використанні високодисперсного порошку вольфраму здійснюється завдяки створенню в процесі консолідації необхідного типу мікроструктури, в якому дисперсні частинки вольфраму розташовані по границям зерен мідної фази, але не утворюють мікроструктуру повністю матричного типу. Така

мікроструктура перешкоджає проходженню процесів рекристалізації і росту зерен міді, підвищуючи рівень механічних властивостей композитів, але істотно не зменшує електропровідність.

Ключові слова (словосполучення): *композиційні матеріали, мідь, вольфрам, дисперсне зміцнення, мікроструктура, ступінь матричності, електропровідність, твердофазне спікання.*

ABSTRACT

The work contains: p. – 83, fig. – 26, tab. – 17, source – 28.

Purpose - to establish patterns of microstructure KM based on copper powder, hardened dispersed particles of tungsten obtained shock vacuum hot pressing and consistent method dopresovky and annealing in hydrogen.

Object of study: composite materials based on copper powder, hardened dispersed particles of tungsten.

Subject of research: microstructure of composite materials based on copper powder, hardened dispersed particles of tungsten.

Methods: technological means of powder metallurgy, scanning electron microscopy, metallographic analysis, methods of computer analysis of microstructural parameters on material analyzer «SIAMS-600."

Analyzed by metallographic analysis of structural features examples of conductive composite materials based on copper powder, hardened dispersed particles of tungsten (2, 5, 10 vol.%), Which were obtained by the stroke of hot pressing in a vacuum and by successive dopresovok and fell into the water. Analysis of type and parameters of microstructure samples KM Cu-W with their physical and mechanical characteristics. Evaluation of microstructure type KM Cu-W was conducted based on the structural model of composite mixtures V. V. Skorohoda largest degree matrychnosti. It is proved that the optimization of properties of composite materials based on copper powder, hardened dispersed particles of tungsten using tungsten powder highly performed through the creation of a consolidation process necessary type of microstructure in which dispersed particles are tungsten grain boundaries in copper phase, but not completely form the microstructure matrix type . This microstructure prevents the passage of recrystallization processes copper and grain growth, increasing the level of mechanical properties of composites, but did not significantly reduce electrical conductivity.

Key words (phrases): *composite materials, copper, tungsten, dispersion strengthening, microstructure, degree matrychnosti, conductivity, solid phase sintering.*

ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано методом металографічного аналізу структурні особливості зразків електропровідних композиційних матеріалів на основі порошкової міді, зміцненої дисперсними частинками вольфраму (2, 5, 10 об.%), що були отримані методами ударного гарячого пресування у вакуумі і методом послідовних допресовок і відпалів у водні. Проведено аналіз зв'язку типу і параметрів мікроструктури зразків КМ Cu-W з їх фізико-механічними характеристиками. Оцінка типу мікроструктури КМ Cu-W була проведена на основі структурної моделі композитних сумішей В.В.Скорохода по величинам ступеня матричності.

2. Встановлено, що основний вплив на тип мікроструктури, електропровідність і механічні характеристики КМ Cu-W спричиняє об'ємна доля дисперсних частинок вольфраму. При об'ємній долі 2% W величина ступеня матричності КМ Cu-W незначна і складає лише 13-14%. При об'ємній долі 10% W величина ступеня матричності зразків уже становить 46-48% і композити характеризуються матрично-статистичним типом структури. Водночас зразки, отримані методом ударного пресування, мають більші величини ступеня матричності, ніж зразки, отримані методом допресовки і відпалу. Це корелює із даними електроопору і твердості зразків КМ Cu-W. Композиційні матеріали Cu-W, отримані методом допресовки і відпалу характеризуються кращими електропровідними і міцнісними характеристиками, незважаючи на те, що вони мають вищу пористість (2,5-4,5%).

3. Встановлено, що середній розмір зерен міді в КМ Cu-W знаходиться в діапазоні від 2,2 до 2,8 мкм і характеризується в 4-5 разів меншою величиною, ніж в спеченій міді, де середній розмір зерна складає 10,5 мкм. Такі параметри мікроструктури КМ Cu-W забезпечили підвищення характеристик міцності і твердості при незначній втраті пластичності.

4. Показано, що при високошвидкісному вихровому змішуванні вихідних порошків в КМ Cu-5об.\%W частинки вольфраму більш досконало обволікають зерна міді, однак у мікроструктурі зразків виявлено частинки алмазу, якими були покриті стінки змішувача. Це свідчить про появу забруднення, що вплинуло на збільшення електроопору цих зразків.

CONCLUSIONS

1. The analysis by metallographic analysis of structural features examples of conductive composite materials based on copper powder, hardened dispersed particles of tungsten (2, 5, 10 vol.%), Which were obtained by the stroke of hot pressing in a vacuum and by successive dopresovok and annealing in hydrogen. Analysis of type and parameters of microstructure samples KM Cu-W with their physical and mechanical characteristics. Evaluation of microstructure type KM Cu-W was conducted based on the structural model of composite mixtures V. V. Skorohoda largest degree matrychnosti.

2. It is established that the main impact of the type of microstructure, electrical and mechanical characteristics KM Cu-W causes the volume fraction of dispersed particles of tungsten. In volume fractions of 2% W size degree matrychnosti KM Cu-W insignificant and is only 13-14%. In volume fractions of 10% W size degree matrychnosti samples is already 46-48% and composites characterized by statistical matrix-type structure. However, samples obtained by shock compression, with higher values matrychnosti degree than samples obtained by dopresovky and annealing. This correlates with the hardness and electrical data samples KM Cu-W. Composite materials Cu-W, obtained by dopresovky and annealing conductive and characterized by better strength characteristics, even though they have higher porosity (2,5-4,5%)

3. It is established that the average grain size of copper in KM Cu-W is in the range from 2.2 to 2.8 microns and characterized by 4-5 times smaller size than sintered copper, where the average grain size is 10.5 microns . These parameters microstructure KM Cu-W provided increasing strength characteristics and hardness with negligible ductility.

4. It is shown that the initial high-speed vortex mixing powders KM Cu-5 vol.% W tungsten particles are more perfectly envelop the grain of copper, but the microstructure of the samples detected particles of diamond, which were

covered with wall mixer. This suggests the emergence of pollution that has affected the increase in electrical resistance of these samples.