

# NGHIÊN CỨU VỀ LUYỆN KIM BỘT VÀ PHÁT TRIỂN CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT PHANH CHO NGÀNH ĐƯỜNG SẮT

NGUYỄN XUÂN THAO<sup>(1)</sup>, EFREMOV DMITRY BORISOVICH<sup>(2)</sup>

(1) Trung tâm Đánh giá không phá hủy, 140 - Nguyễn Tuân, Thanh Xuân, Hà Nội

(2) Trường Đại học nghiên cứu và công nghệ quốc gia MISIS, Liên Bang Nga

E-mail: nguyensexuanthao.nde@gmail.com

**Tóm tắt:** Luyện kim bột ngày càng được ứng dụng rộng rãi để chế tạo các chi tiết máy phức tạp, những chi tiết có độ cứng, độ ma sát cao và nhiệt độ làm việc siêu cao trong công nghiệp hạt nhân, công nghệ tên lửa, động cơ phản lực. Với những ưu thế hơn kim loại thông thường, nhóm tác giả đã nghiên cứu, thử nghiệm tạo ra vật liệu ma sát mới đầy hứa hẹn nhằm sản xuất má phanh cho ngành đường sắt.

Bài báo trình bày quá trình nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm từ các kim loại bột thành phần ban đầu, thông số kỹ thuật quá trình đúc và thiêu kết để tạo ra các mẫu thí nghiệm có thành phần kim loại khác nhau. Sau đó, các mẫu được thử nghiệm để kiểm tra tính ma sát, cấu trúc tế vi, độ cứng của vật liệu. Kết hợp với các chương trình mô phỏng quá trình gia công áp lực kim loại bột là Solidworks và Qform-VX để phân tích ứng suất trong khuôn, tính toán hình dạng phù hợp của má phanh đường sắt. Trên cơ sở kinh nghiệm có được, nhóm nghiên cứu đã phát triển sơ đồ công nghệ để sản xuất phanh cho ngành đường sắt.

Kết quả của nghiên cứu đã tạo ra vật liệu ma sát từ các kim loại bột thành phần với những đặc tính nổi bật và trên cơ sở đó phát triển công nghệ sản xuất phanh cho ngành đường sắt.

**Từ khóa:** Kim loại bột, đường sắt, ma sát, má phanh.

## RESEARCH ON POWDER METALLURGY AND TECHNOLOGY DEVELOPMENT PRODUCTION OF BRAKE PADS FOR RAILWAY

**Abstract:** Powder metallurgy is increasingly widely used in the manufacture of complex machine parts, details of high hardness, high friction and super high working temperatures in the nuclear industry, rocket technology and jet engines. With the advantage over conventional metals, the authors have researched, tested created new friction materials promising to manufacture brake pads for the railway.

The paper presents the process of theoretical and empirical research from the initial component powder metals, casting and sintering process specifications to create samples with different metal components. The samples were then tested to test the friction, micro structure, hardness of the material. Combined with simulation programs Solidworks and Qform-VX to analyze stress in the mold, suitable shape of rail brake pads. Based on the experience gained, the research team developed a technology diagram to produce brakes for the railway.

The research results have created friction materials from metal powder with outstanding characteristics and on this basis developed the technology for braking production for the railway.

**Keywords:** Metal powder, railway, friction, brake pads.

### 1. MỞ ĐẦU

Hiện nay, mặc dù có rất nhiều loại hình vận tải song hệ thống giao thông đường sắt vẫn chiếm tỷ trọng lớn phục vụ việc vận tải hàng hóa và hành khách trên toàn thế giới. Một chi tiết hết sức quan trọng trên các phương tiện đường sắt là má phanh, đây là chi tiết làm việc ở

điều kiện nhiệt độ cao dưới áp lực lớn nên bị mòn rất nhanh cần kiểm tra, thay thế thường xuyên để đảm bảo an toàn trong chạy tàu. Trước đây, các má phanh trên tàu thường được chế tạo bằng vật liệu gang chịu mòn cao tuy nhiên hiện nay đang dần được thay thế bởi vật liệu kim loại bột với những ưu thế nổi bật hơn so với gang hợp kim [1].

Ở Việt Nam hiện nay, việc nghiên cứu ứng dụng công nghệ luyện kim bột đang được triển khai và đã có những kết quả phục vụ nghiên cứu, sản xuất các thiết bị công nghiệp dân dụng và quốc phòng [2]. Với việc nghiên cứu công nghệ luyện kim bột kết hợp với quá trình thực nghiệm đề tài bước đầu đã tạo và chọn ra vật liệu mới với những đặc tính tốt đáp ứng yêu cầu sản xuất má phanh. Trên cơ sở vật liệu đã có nhóm thực hiện tiếp tục phát triển công nghệ sản xuất phanh cho ngành đường sắt đáp ứng các điều kiện thực tế để có thể tạo ra sản phẩm.

## **2. NỘI DUNG**

### **2.1. Tổng quan về vật liệu kim loại bột ma sát**

Hệ số ma sát có vai trò quyết định với hoạt động của các thiết bị phanh, nó ảnh hưởng đến khả năng làm việc của phanh, đồng thời sự ổn định của hệ số ma sát quyết định các hoạt động trơn tru phanh, không giật và sóc. Vật liệu ma sát cần đảm bảo hệ số ma sát trong trường hợp có chất bôi trơn là 0.07-0.10. Trong trường hợp không có chất bôi trơn hệ số ma sát không nhỏ hơn 0,20 [3].

Bột sắt là loại vật liệu ma sát, có thể làm việc trong điều kiện ma sát khô. Sắt có điểm nóng chảy cao, khả năng chịu nhiệt có thể được điều chỉnh khi thêm một loạt các kim loại khác. Đồng là một kim loại cơ tính tốt, có độ dẫn điện và dẫn nhiệt cao. Than chì đặc trưng bởi tính chất bôi trơn dạng khô thúc đẩy sự ổn định phanh, đặc tính hóa học trơ, thường ở dạng hạt lớn. Crom là một trong những kim loại có độ cứng cao, crom nguyên chất dễ trong việc gia công cơ khí.

Công nghệ chính trong sản xuất bao gồm: Lựa chọn thành phần các loại bột kim loại, trộn đều hỗn hợp bột với nhau, tạo hình bằng khuôn nén, thiêu kết, gia công cơ khí.

### **2.2. Tạo mẫu thực nghiệm từ kim loại bột**

Vật liệu ma sát trong hệ thống phanh có thành phần chính là đồng hoặc sắt. Vật liệu với thành phần chính là sắt bổ sung thêm đồng, than chì, Silic Cacbua, Bo cacbua, nhôm oxit, ferocrom (hình 1).



Hình 1: Các loại bột kim loại ma sát trong thành phần hỗn hợp kim loại

Dựa trên việc tham khảo các tài liệu quốc tế về thành phần hóa học trong vật liệu chế tạo phanh trong ngành đường sắt tiến hành tạo 3 loại mẫu thực nghiệm với thành phần được thể hiện trong bảng 1 [4].

Bảng 1: Thành phần hóa học của các loại mẫu thực nghiệm theo khối lượng (%)

Kí hiệu mẫu	Fe	C	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cu	SiC	B <sub>4</sub> C	Ferocrom
N <sup>o</sup> 1	67	8	3	12	5	5	
N <sup>o</sup> 2	36	30	3	17			14
N <sup>o</sup> 3	45,6	11,4	3,8	21,5			17,7

Vật liệu kim loại bột thành phần là: bột sắt (PZHR3.100.26), bột đồng (PMS 1), nhôm Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(TR), Silic cacbua SiC, Bo cacbua B<sub>4</sub>C, Ferocrom, than chì.

Việc đồng nhất hỗn hợp bột là việc vô cùng quan trọng ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm. Quy trình trộn gồm: đầu tiên bột sắt cùng các chất phụ gia được trộn trong 1 giờ, các loại bột có thành phần nhiều hơn được thêm sau và tiếp tục trộn trong 1 giờ (hình 2) [5].



*Hình 2: Trộn hỗn hợp kim loại*

Sau khi trộn vật liệu tiến hành cân chia liều lượng mẫu thực nghiệm

Hỗn hợp được nén trong khuôn với lực nén 56 kN được thực hiện trên máy nén thủy lực 100 kN.

Khi năng lượng nhiệt được truyền cho khối bột nén, khối nén được kết khối và kích thước hạt trung bình sẽ tăng, hiện tượng cơ bản như thế xuất hiện trong quá trình này, gọi là thiêu kết, là quá trình kết khối và lớn hạt.

Trong nghiên cứu thực nghiệm mẫu tiến hành thiêu kết ở 2 môi trường khác nhau: trong lò nung nhiệt độ cao nhiệt độ nung từ 1040 °C - 1100 °C với vật liệu thành phần chính là sắt; trong lò nung Hidro với nhiệt độ nung 1050 °C (hình 3).

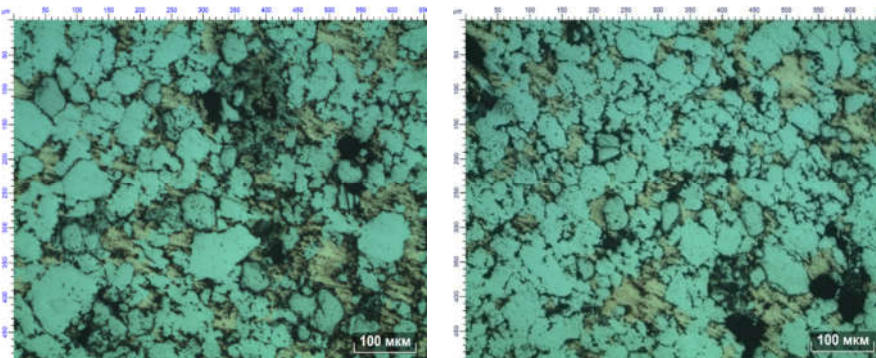


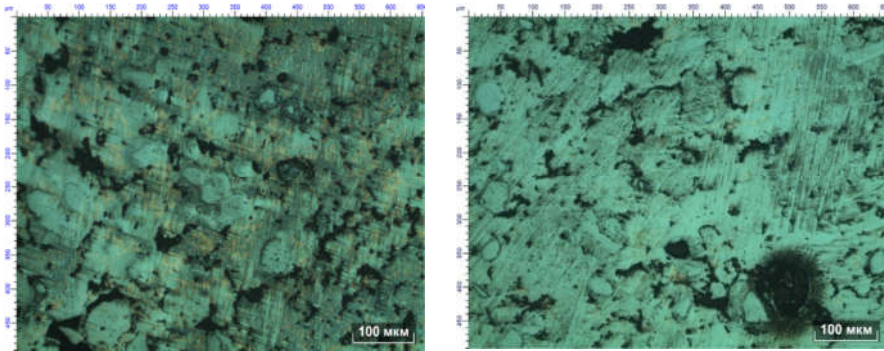
*Hình 3: Mẫu thí nghiệm đã thiêu kết trong lò nung Hidro*

### **2.3. Nghiên cứu vật liệu của các mẫu đã tạo thành**

Để nghiên cứu mẫu thí nghiệm cần đóng rắn mẫu trong một khối tròn đặc nhằm mục đích định hình, dễ dàng trong bảo quản, thực hiện việc mài mẫu, kiểm tra cấu trúc kim loại.

Tiến hành nghiên cứu cấu trúc vật liệu trên thiết bị Axio Lab với kính hiển vi phóng đại 50x, 100x, 200x [6]. Phân tích hình ảnh thu được ta thấy cấu trúc vật liệu có thành phần chính là sắt và đồng phân bố khá đồng đều sau khi thiêu kết, xuất hiện các hạt thành phần vào lỗ khí được xác định là hạt than chì (có kích thước lớn ranh giới rõ ràng). Hình 4 giới thiệu một số hình ảnh sau khi phân tích cấu trúc vật liệu.

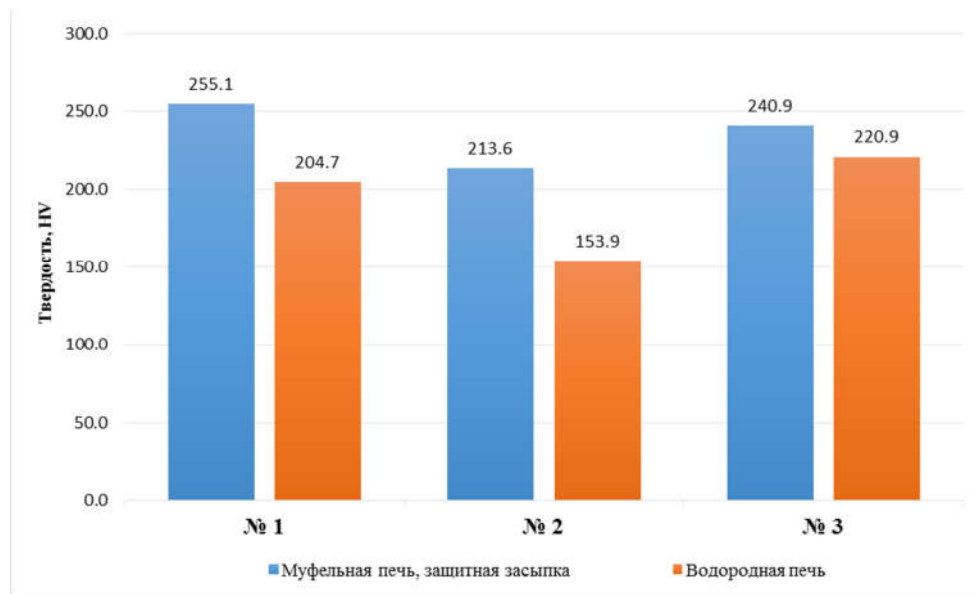




Hình 4: Một số hình ảnh phân tích cấu trúc vật liệu thử nghiệm

Tiến hành đo độ cứng từng mẫu thí nghiệm trên máy đo độ cứng Metkon Duroline M

Kết quả đo thực nghiệm được phân tích và tổng hợp thể hiện trên hình 5, theo kết quả thu được ta có thể thấy mẫu số 03 có giá trị độ cứng khi thiêu kết ở lò nung và cả ở hydro ổn định, phù hợp để chế tạo phanh đường sắt.



Hình 5: Giá trị độ cứng của từng mẫu thí nghiệm qua phân tích

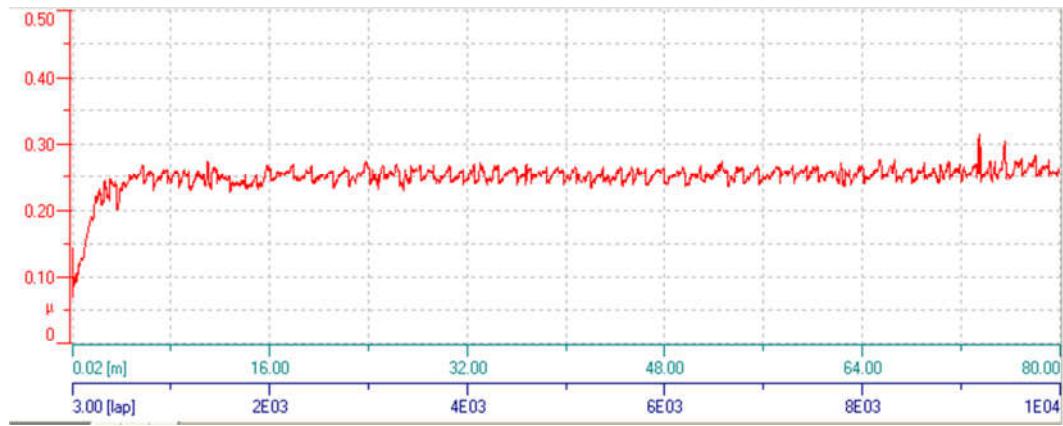
Thí nghiệm được thực hiện trên máy đo hệ số ma sát tự động TRB-S-CE-0000.

Thí nghiệm được thực hiện theo tiêu chuẩn DIN 50324 (1992-07)

Tính toán lực thí nghiệm, ta có thông số đầu vào trong thí nghiệm:

- Lực tác dụng lên phiê thí nghiệm: 2 N
- Khoảng di chuyển: 4mm
- Vận tốc: 12 m/s
- Đường kính bi tiếp xúc 3 mm

Kết quả thí nghiệm được thể hiện trên đồ thị (hình 6)



Hình 6: Đồ thị kết quả kiểm tra hệ số ma sát vật liệu của mẫu số 03

Kết luận: Với kết quả đạt được cho thấy hệ số ma sát qua đồ thị tương đối ổn định, hệ số thể hiện vật liệu có hệ số ma sát phù hợp với mục đích đề ra.

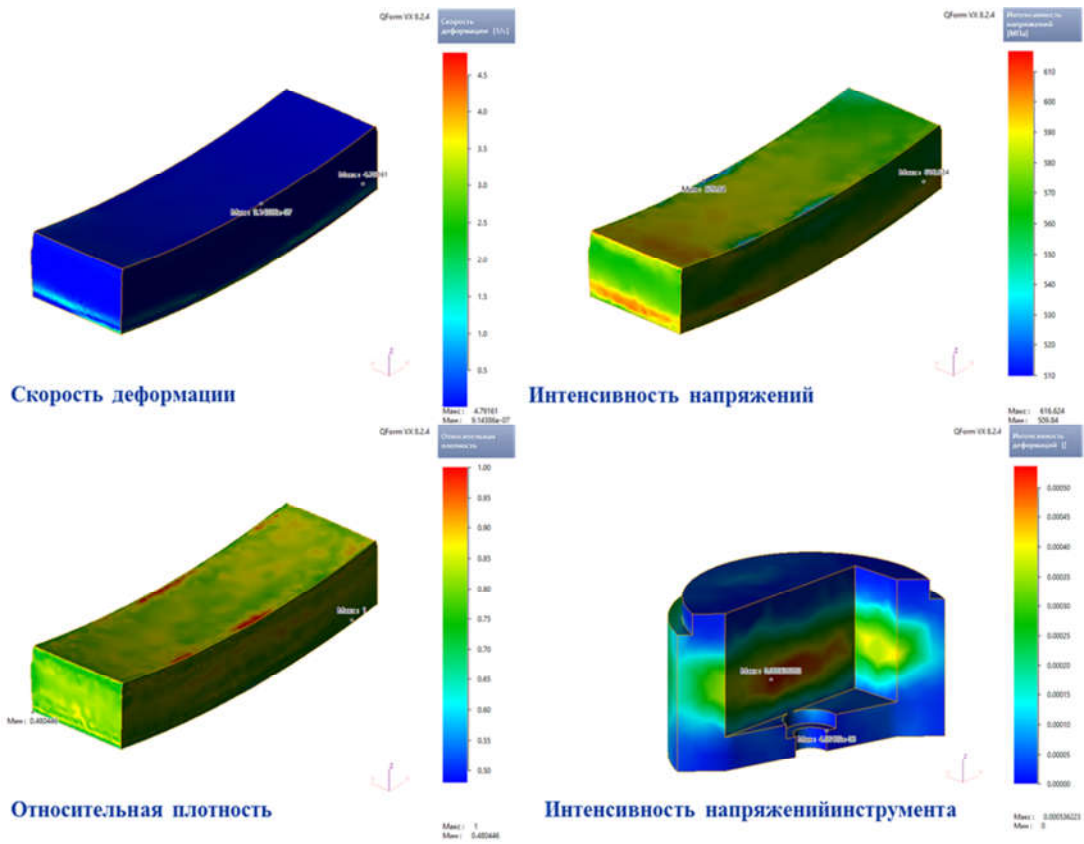
#### 2.4. Phát triển công nghệ sản xuất phanh cho ngành đường sắt

Sau khi tiến hành nghiên cứu tính chất của các mẫu thí nghiệm, ta chọn mẫu № 3 với những tính chất tốt nhất. Tính chất của vật liệu được chọn được thể hiện trong bảng 2

Bảng 2: Tính chất vật liệu ma sát

Tính chất	Khối lượng riêng $\gamma$ , g/cm <sup>3</sup>	Độ cứng, HB	Áp lực ép, MIIa	Hệ số ma sát
№ 3	4,2	222	500	0,37

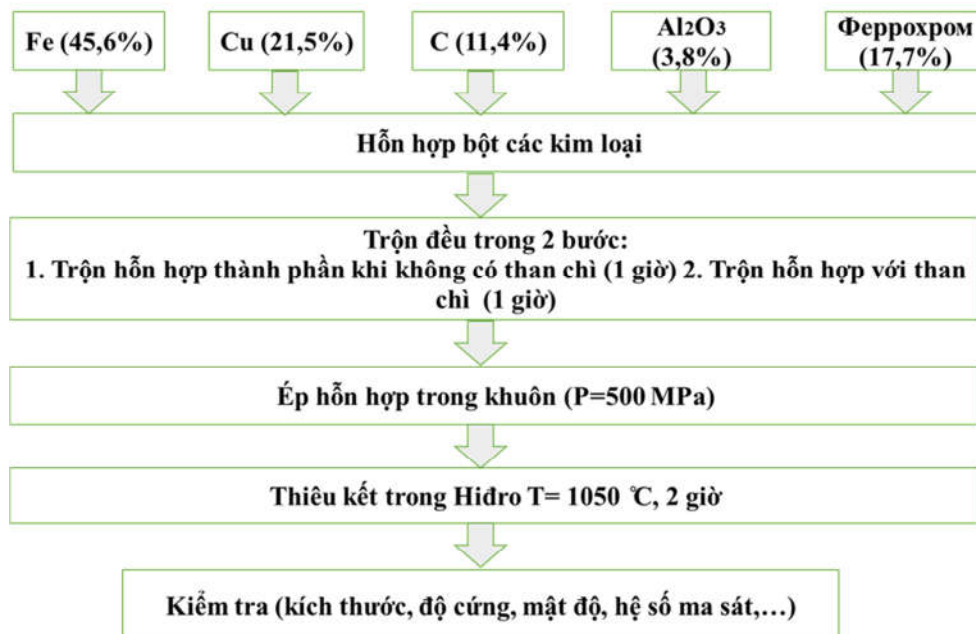
Công việc hết sức quan trọng tiếp theo đó là tính toán các thông số hình học của khuôn nén vật liệu. Để từ đó ta đưa ra thiết kế khuôn đảm bảo tối ưu hóa quá trình nén cũng như tạo ra chi tiết đáp ứng yêu cầu. Kết quả và phân tích dữ liệu khi mô phỏng quá trình nén trên phần mềm Qform được tóm tắt qua hình 7.



Hình 7: Kết quả phân tích tốc độ biến dạng, ứng suất của vật liệu và của thiết bị, mật độ vật liệu khi nén

Cùng với đó là việc lựa chọn thiết bị chế tạo và đảm bảo quá trình sản xuất theo tiêu chuẩn GOST 25698 và GOST 7565 về sản xuất phanh phục vụ ngành đường sắt.

Với những nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm cũng như kinh nghiệm thực tế nhóm thực hiện đưa ra sơ đồ quy trình công nghệ sản xuất phanh được thể hiện ở hình 8.



### 3. KẾT LUẬN

1. Đề tài đã tập trung nghiên cứu về thành phần vật liệu kim loại bột để tạo ra 03 loại vật liệu ma sát phục vụ nghiên cứu thực nghiệm;

2. Với việc nghiên cứu trên 03 mẫu vật liệu bằng các phương pháp kiểm tra độ cứng, độ ma sát, nghiên cứu về cấu trúc kim loại và một số phương pháp đánh giá khác đề tài đã chọn ra được 01 mẫu đáp ứng đầy đủ các yêu cầu về vật liệu phục vụ chế tạo má phanh trong ngành đường sắt;

3. Dựa trên kinh nghiệm trong lĩnh vực gia công áp lực cùng với vật liệu mới tạo ra nhóm nghiên cứu đã phát triển công nghệ để sản xuất phanh cho ngành đường sắt tuân thủ theo đúng tiêu chuẩn sản xuất của Liên Bang Nga.

4. Đề tài cũng chính là tiền đề trong việc hợp tác nghiên cứu và chuyển giao các công nghệ, ứng dụng của kim loại bột đầy hứa hẹn tương lai.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] А.Н. Степанчук, И.И. Билык, П.А. Бойко Технология порошковой металлургии, 1988.

[2] Hà Minh Hùng, Nghiên cứu áp dụng công nghệ luyện kim bột chế tạo bánh răng máy công cụ ( $m=2$ ,  $z=28$ ), Viện Nghiên cứu Cơ khí, 2000, Hà Nội.

[3] Б.Н. Бабич, Е.В. Вершинина. Металлические порошки и порошковые материалы. М.: ЭКОМЕТ, 2005

[4] В.Л. Гиршов, С.А. Котов, В.Н.Цеменко. Современные технологии в порошковой металлургии: учеб. пособие/ В.Л. Гиршов, С.А. Котов, В.Н. Цеменко.- СПб.: Изд-во Политехн. Унта, 2010.- 385 с.

[5] Либенсон Г.А. Процессы порошковой металлургии: учеб. пособие в2-х т. Т.2. / Г.А. Либенсон, В.Ю. Лопатин, Г.В. Комарницкий. – М.; «МИСИС», 2002. – 320 с.

[6]Технические характеристики Микроскоп Axio Lab A1.- URL: <http://www.nexsys.ru/zeiss.htm> (дата обращения 15.04.2018).