

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОГО УПЛОТНЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

Перевай Т.А.

Севастопольский государственный университет, Севастополь, Россия

Ключевые слова: математическое планирование, давление прессования, порошковый материал, плотность материала, электроконтактное уплотнение, пропускания электрического тока.

Аннотация. Данное исследование посвящено методу электроконтактного уплотнения порошковых заготовок, который объединяет механические и электрические воздействия. Основное внимание уделяется анализу влияния технологических параметров (плотность тока, продолжительность пропускания электрического тока и давление прессования) на качество формируемых порошковых материалов. Для формализации процесса уплотнения была применена методология математического планирования эксперимента, что способствовало установлению взаимосвязей между входными параметрами прессования и выходными характеристиками, в частности, плотностью заготовок. В результате проведённых экспериментов была реализована матрица полного факторного эксперимента, что позволило точно оценить влияние ключевых параметров на оптимизацию плотности материала. Полученные данные подтверждают значимость математического подхода для повышения качества порошковых изделий и создания материалов с заданными структурными и эксплуатационными характеристиками.

OPTIMIZATION OF EXPERIMENTAL STUDIES OF ELECTRICAL CONTACT SEALING USING MATHEMATICAL PLANNING

Perevay T.A.

Sevastopol State University, Sevastopol, Russia

Keywords: mathematical planning, pressing pressure, powder material, material density, electrical contact sealing, electric current transmission.

Abstract. This study is devoted to the method of electrocontact sealing of powder blanks, which combines mechanical and electrical effects. The main attention is paid to the analysis of the influence of technological parameters (current density, duration of electric current transmission and pressing pressure) on the quality of the formed powder materials. To formalize the compaction process, the methodology of mathematical experimental planning was applied, which helped to establish the relationship between the input parameters of pressing and the output characteristics, in particular, the density of the workpieces. As a result of the experiments, a matrix of a complete factor experiment was implemented, which made it possible to accurately assess the impact of key parameters on optimizing the density of the material. The data obtained confirm the importance of the mathematical approach for improving the quality of powder products and creating materials with specified structural and operational characteristics.

Совмещение механических и электрических воздействий на порошковую заготовку служит основой для метода электроконтактного уплотнения [1]. Одним из ключевых направлений развития данной технологии является анализ влияния технологических параметров (таких как плотность, продолжительность пропускания электрического тока и давление прессования) на процесс формирования порошкового материала. Это

позволит в будущем получать материалы с заданными структурными и эксплуатационными характеристиками [2].

Для формализации процесса уплотнения был применен метод математического планирования эксперимента [3]. Данный процесс связан с установлением взаимосвязей между входными параметрами прессования (плотность тока – Y_1 , длительность пропускания тока – Y_2 , давление прессования – Y_3) и выходными параметрами (плотность заготовок – X) (табл. 1). Основной задачей является определение оптимальных значений технологических факторов, оказывающих влияние на качество порошковых изделий.

Для формализации и оптимизации процесса уплотнения была использована методология математического планирования эксперимента, что позволило исследовать взаимосвязь между входными и выходными переменными. Определение оптимальных значений технологических факторов стало основной задачей исследования, что в дальнейшем может способствовать улучшению качества порошковых изделий.

В соответствии с методикой математического планирования были установлены интервалы изменения ключевых технологических параметров. Значения этих параметров на основном, верхнем и нижнем уровнях представлены в таблице 2. Численные значения основного уровня были получены в ходе предварительных экспериментов.

Табл. 1. Матрица планирования эксперимента 2^3

№ опыта	Y_0	Y_1	Y_2	Y_3	X
1	+	+	+	+	X_1
2	+	-	+	+	X_2
3	+	+	-	+	X_3
4	+	-	-	+	X_4
5	+	+	+	-	X_5
6	+	-	+	-	X_6
7	+	+	-	-	X_7
8	+	-	-	-	X_8

Табл. 2. Условия проведения эксперимента

Факторы	Параметры варьирования		
	Плотность тока J , МА/м ²	Длительность пропускания тока τ , с	Давление прессования p , МПа
Код	Y_1	Y_2	Y_3
Основной уровень	30	40	253
Интервал варьирования	6	30	127
Верхний уровень (+1)	36	70	380
Нижний уровень (-1)	24	10	126

Критерием оптимизации была выбрана плотность материала. В процессе работы реализована матрица полного факторного эксперимента 2^3 , результаты

которого представлены в таблице 3. Установленные интервалы изменения ключевых параметров позволяют более точно оценить их влияние на плотность материала, что является критерием оптимизации данного процесса.

Табл. 3. Результаты реализации полного факторного эксперимента

№ опыта	Плотность, г/см ³	Параметры варьирования			
		Y ₀	Y ₁	Y ₂	Y ₃
1	7,66	+	+	+	+
2	7,23	+	-	+	+
3	7,62	+	+	-	+
4	6,69	+	-	-	+
5	7,55	+	+	+	-
6	7,08	+	-	+	-
7	7,15	+	+	-	-
8	6,14	+	-	-	-

В заключение, результаты проведенного исследования подчеркивают важность математического планирования эксперимента для оптимизации технологических процессов в производстве порошковых материалов, что открывает новые перспективы для создания изделий с заданными характеристиками и улучшенными эксплуатационными свойствами.

Список литературы

1. Litvinova T.A., Egorov S.N. Effect of iron powder preparation method on powder steel compact formation during electric-contact compaction // Metallurgist. 2015, vol. 59, no. 3-4, pp. 236-240.
2. Litvinova T.A., Egorov S.N. Dependence of the strength of powder steel formed by electro-contact compaction on iron powder preparation method // Metallurgist. 2018, vol. 61, no. 11-12, pp. 977-981.
3. Литвинова Т.А. Формирование порошковой стали методом электроконтактного уплотнения: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Новочеркасск, 2010. – 170 с.

References

1. Litvinova T.A., Egorov S.N. Effect of iron powder preparation method on powder steel compact formation during electric-contact compaction // Metallurgist. 2015, vol. 59, no. 3-4, pp. 236-240.
2. Litvinova T.A., Egorov S.N. Dependence of the strength of powder steel formed by electro-contact compaction on iron powder preparation method // Metallurgist. 2018, vol. 61, no. 11-12, pp. 977-981.
3. Litvinova T.A. The formation of powder steel by the method of electrocontact sealing: Abstract of the diss. ... cand. of tech. sc. – Novocherkassk, 2010. – 170 p.

Перевай Татьяна Анатольевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Цифровое проектирование» bratsk_tanja@mail.ru	Perevay Tatiana Anatolievna –candidate of technical sciences, associate professor of the Department of digital design
--	--

Received 18.02.2025