

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО НАРОДНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ
ВИТЕБСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УДК 621.762.4.04

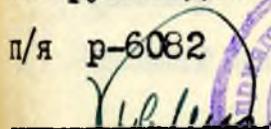
№ гос. регистрации 01.8.70033945

Инв. № 0289.0 038984

"СОГЛАСОВАНО"

Зам. руководителя организации

п/я р-6082


И.А.КАРЕЛИН

" " 120 12 1988 г.



"УТВЕРЖДАЮ"

Проректор по научной работе


В.Е.ГОРБАЧИК

" 30 " декабря 1988 г.



ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

"РАЗРАБОТКА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ФЕРРИТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ
МЕТОДОМ НЕПРЕРЫВНОГО ПРЕССОВАНИЯ ПЛАСТИФИЦИРУЕМЫХ ПОРОШКОВЫХ
СМЕСЕЙ"

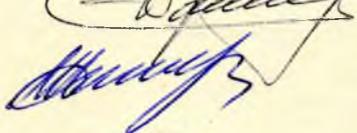
(заключительный)

Х/Д 17 (215)

Заведующий научно-исследовательским
сектором

Руководитель темы




И.Е.ПРАВДИВЫЙ

И.С.АЛЕКСЕЕВ

Витебск, 1988 г.

Библиотека ВГТУ



СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

1. Руководитель НИР,
к.т.н., ст. преподаватель АЛЕКСЕЕВ И.С. Введение, раздел I, 5, 9
2. Старший научный
сотрудник, к.т.н., доцент КЛИМЕНКОВ С.С. Раздел 2
3. Старший научный сотрудник САВИЦКИЙ В.В. Раздел 4, 5, 6, 7, 8, 9
4. Старший инженер КАРПУШКО А.В. Раздел 6, 7, 8, 9, 5
5. Инженер ШАНДРИКОВ А.С. Раздел 2.4, 2.5
6. Инженер СЮБОРОВА И.Е. Раздел 2.6, 2.7
7. Инженер ПЕТУХОВ В.В. Раздел I, введение
8. Младший научный сотрудник МИНЧЕНКО Т.В. Раздел 3

РЕФЕРАТ

Отчет 131 стр., 31 рис., 14 табл., 60 источников, 4 приложения.

ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО, ФЕРРИТОВЫЕ ИЗДЕЛИЯ, НЕПРЕРЫВНОЕ ПРЕССОВАНИЕ, ПЛАСТИФИЦИРУЕМЫЕ ПОРОШКОВЫЕ СМЕСИ, ОПЫТНО- ПРОМЫШЛЕННАЯ УСТАНОВКА

Объектом исследований являлась разработка технологии формования ферритовых изделий.

Цель - разработка промышленного производства ферритовых изделий методом непрерывного прессования пластифицируемых порошковых смесей.

В процессе исследований определены основные направления разработки, указанной технологии. На основе анализа известных схем непрерывного формования разработана новая технологическая схема непрерывного формования, спроектирована и отлажена установка для ротационного формования изделий на основе указанной схемы.

Проведены исследования ферритовых порошков, пластификаторов для них и смесей с порошков с добавками, что позволило подобрать смеси оптимального состава для получения заготовок из ферритовых смесей. Кроме этого, выбраны материалы для получения сердечников, формирующих отверстие в изделии. Исследования свойств готовых изделий позволили подтвердить возможность формования заготовок необходимой плотности.

Разработано техническое задание на проектирование опытно-промышленной установки.

Внедрение технологии позволит повысить производительность в 3-5 раз.

Экономическая эффективность технологии составляет около 400 тыс. рублей.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ	6
1. ФОРМОВАНИЕ ДЛИННОМЕРНЫХ ИЗДЕЛИЙ	9
1.1. Свойства и область применения длинномерных изделий	9
1.2. Методы формования длинномерных изделий конечной длины	11
1.3. Методы формования длинномерных изделий неограниченной длины	16
1.4. Формование шнеком	26
2. РАЗРАБОТКА МЕТОДИК И ПРИБОРОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ФЕРРИТОВЫХ СМЕСЕЙ	44
2.1. Приготовление порошковой шихты	44
2.2. Метод определения насыпной плотности	45
2.3. Метод определения плотности после утряски	51
2.4. Метод определения уплотняемости	53
2.5. Методика определения формуемости	54
2.6. Метод определения прочности при изгибе	55
2.7. Метод определения давления истечения порошковых смесей ферритов с пластификатором	64
3. ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАСТИФИКАТОРОВ ДЛЯ ФЕРРИТОВЫХ ПОРОШКОВ	64
4. ИССЛЕДОВАНИЕ ИСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ	71
4.1. Определение насыпной плотности ферритовых порошков	71
4.2. Определение плотности после утряски для ферритовых порошков	72
4.3. Определение уплотняемости пластифицированных ферритовых смесей	72
4.4. Экспериментальное определение формуемости смесей порошка ЛИ-113 с пластифицирующими добавками	76
4.5. Экспериментальное определение прочности прессовок на изгиб	78
4.6. Определение давления истечения порошковых смесей	80

5. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ НЕПРЕРЫВНОГО ПРЕССОВАНИЯ ФЕРРИТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ	82
6. СИЛОВОЙ РАСЧЕТ УСТАНОВКИ ДЛЯ РОТАЦИОННОГО ПРЕССОВАНИЯ	90
6.1. Определение крутящего момента на приводе	90
6.2. Расчет динамической грузоподъемности опорных подшипников	93
6.3. Расчет прочности иглы для подачи ленты на разрыв	95
6.4. Расчет дисков на раскрытие зазора на прочности резьбы соединительных болтов	98
6.5. Расчет на прочность зубчатых колес привода вращения	101
6.6. Определение силы трения в направляющих прессующего блока	102
6.7. Определение прочности роликов в направляющих прессующего блока	103
6.8. Расчет шариковых подшипников по грузоподъемности	104
6.9. Расчет оси подшипников на срез	105
6.10. Выводы	
6.11. Расчет оптимальных параметров установки для формования ферритовых изделий	106
7. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ГОТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ	106
8. КОРРЕКТИРОВКА СОСТАВА ФЕРРИТОВЫХ СМЕСЕЙ	114
9. РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ (ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОЙ УСТАНОВКИ) ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО ФОРМОВАНИЯ. РАСЧЕТ И ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ УСТАНОВКИ	116
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	121
ЛИТЕРАТУРА	122
ПРИЛОЖЕНИЯ	127

В В Е Д Е Н И Е

Важная роль при разработке новых материалов отводится порошковой металлургии, современные способы которой позволяют создавать материалы и изделия из них с уникальными специфическими свойствами, получение которых ограничено или вообще невозможно традиционными способами обработки.

Основная роль при получении изделий из порошковых материалов отводится процессу формования, от которого в конечном итоге зависит качество изделий и их эксплуатационные характеристики. Однако, возможности существующих способов ограничены в случае формования длинномерных изделий с равномерным распределением свойств по объему.

Получение длинномерных изделий диктуется потребностями различных отраслей промышленности, которые используют длинномерные изделия в качестве фильтров, пористых электродов, тепловых труб, глушителей шума и др.

Традиционные способы порошковой металлургии (мундштучное, гидростатическое и гидродинамическое прессование, центробежное, шликерное формование и ряд других) имеют свои достоинства и ограничения, связанные с невозможностью получать в непрерывном режиме длинномерные изделия, сложностью и трудоемкостью технологического процесса, ограничением по длине и др. Кроме того, прессование изделий осуществляется путем одновременного уплотнения всего объема прессовки, что требует значительных энергосиловых затрат, использования мощного прессового оборудования и дорогостоящей оснастки.

Большое внимание в последнее время уделяется способам последовательного циклического прессования длинномерных изделий, в которых формование осуществляется последовательно или циклически

по частям прессовки. Эти способы позволяют получать изделия большой длины при небольших энергосиловых затратах. Однако, цикличность процесса, наличие стыков, необходимость в ряде случаев предварительного формования заготовки не позволяет получать в непрерывном режиме качественные изделия любой длины.

Для непрерывного формования длинномерных изделий из порошковых материалов особый интерес представляет способ экструзии шнеком, который является наиболее экономичным в отношении энергозатрат и позволяет формировать в непрерывном режиме длинномерные изделия различного ассортимента и номенклатуры обеспечивает возможность создания гибких технологических систем, безлюдной технологии в порошковой металлургии и повышение производительности в 3-5 раз.

Последнее время, все большее применение в различных областях техники, находят изделия из ферритов.

Ферриты - некомпенсированные антиферромагнетики или ферромагнетики - это магнитные полупроводники ионного строения на основе соединения окиси железа и других окислов металлов с общей формулой $(Me^{k+} O_k^{2-})_{m/2} (Fe_2 O_3^{2-})_n$, где k - валентность характеризующего металла Me , а n и m - целые числа. Совокупность магнитных и электрических свойств ферритов определяется природой и расположением ионов в кристаллической решетке.

Ферриты подразделяют на структурные типы - феррошпинели с решеткой типа шпинели ($MgO \cdot Al_2 O_3$), феррогранаты со структурой типа граната ($Ca_3 Al_2 (SiO_2)_3$), гексаферриты со структурой магнетопломбита ($Pb Fe_{1,5} Mn_{3,5} Al_{0,5} Ti_{0,5} O_{19}$), ортоферриты с искаженной структурой перовекиита ($CaTiO_3$).

К классу шпинелей относится и литиевый феррит $Li^+ O^{2-} (Fe_2 O_3)_5$.

Ферриты со структурой шпинели кристаллизуются в кубической решетке с пространственной группой O_h^7 , в элементарной ячейке которой содержится 8 формульных единиц $MeFe_2 O_4$.

Основой структуры является гранецентрированная кубическая

решетка образованная ионами кислорода.

Основной технологический процесс получения ферритов делится на две стадии: получение ферритовых порошков и получение изделий из них.

Качественные изделия могут быть получены только на основе высокоомогенизированных и достаточно высокоактивных исходных ферритовых порошков.

Наиболее простым и распространенным является метод смешения и помола порошкообразных оксидов.

Окисная технология обеспечивает отсутствие отходов и соответственно минимальный объем перерабатываемого сырья, возможность точного наблюдения заданного состава при учете фактического содержания основного вещества в материале.

Качество порошков оценивается определением фазового состава, удельной поверхности, гранулометрического состава, коэффициента усадки и микроискажений $\Delta a/a$, определяемых по уширению линий на рентгенограмме ΔB :

$$\frac{\Delta a}{a} = \frac{\Delta B}{4tg\theta}$$

Формование ферритовых изделий производится в прессформах на гидравлических прессах, литьем горячего шликера, мундштучным прессованием в экструдерах, изостатическим прессованием и, наконец, вибрационным уплотнением.

При формовании в порошки обычно вводят смазки и органические связующие вещества - пластификаторы (ПВС, парафин, искусственный воск и др.).

По технологии изготовления, эксплуатационным параметрам и экономическим показателям ферриты имеют преимущества перед металлическими сплавами. Главным из них является высокое электрическое сопротивление ферритов.

На основе ферритов выпускают сердечники кольцевые, стержневые дисковые, подстроечные, трубчатые, пластинчатые и т.д.

Объем производства ферритов возрастает ежегодно на 20 + 30%, приближаясь по каждой из промышленно развитых стран к 100 тыс.^т в год [1] .

Далее приведена классификация изделий из ферритов по ГОСТ 22187-76.

I. ФОРМОВАНИЕ ДЛИННОМЕРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

I.I. Свойства и область применения длинномерных изделий

Современные методы порошковой металлургии позволяют изготавливать длинномерные пористые изделия, которые находят все более широкое применение во всех областях техники. Пористые изделия, полученные методами порошковой металлургии, обладают рядом преимуществ по сравнению с керамическими, сетчатыми, стеклянными, бумажными и др. Спеченные пористые материалы более устойчивы против коррозии, работают в более широком диапазоне температур, обладают повышенной прочностью и пластичностью, легко подвергаются обработке и сварке.

Важную роль во многих производственных процессах различных отраслей промышленности (химической, фармацевтической, нефтяной и др.) играют фильтры. Они используются для очистки воздуха и газов от пыли, водяного и масляного тумана, фильтрации различных жидкостей (воды, масла, бензина, кислот, щелочей , смол и т.д.), очистки горячих агрессивных газов, например, доменного и мартеновского при температурах до 1000°C и т.д.

Перспективным методом повышения эффективности фильтрующих элементов является создание структуры с изменяющейся пористостью в направлении фильтрации, которые при одинаковой степени очистки обладают повышенной проницаемостью, грязеемкостью и ресурсом ра-

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Порошковая металлургия. Справочник. Киев: Наукова думка. 1985 (с. 411-428).
2. Витязь П.А. Эффективные направления использования спеченных пористых материалов. Мн.: БелНИИНТИ, 1980- 44 с.
3. Андриевский Р.А. Пористые металлокерамические материалы.- М.: Металлургия, 1964.- 187 с.
4. А.с. №716709 (СССР) Способ изготовления спеченных пористых изделий. /Витязь П.А., Шелег В.К., Кусин Р.А., Капцевич В.М., -1980.
5. Добровольский А.Г. Шликерное литье. - М.: Металлургия. 1977.-240 с.
6. Кипарисов С.С., Либерсон Г.А. Порошковая металлургия. М.: Металлургия. 1980.
7. Галкин Л.А. Применение высокого гидростатического давления при формовке твердосплавных заготовок и его влияние на свойства изделий - В кн.: Теория и практика прессования.- К.: 1975.
8. Афанасьева Л.Н., Витязь П.А., Роман О.В. Получение брикетов из железных и стальных порошков методом гидродинамического прессования.- В кн.: Порошковая металлургия. - Мн.: Высшая школа, 1966,- с.169.
9. Назаров В.С., Гутфрабид О.А. Магнитно-импульсное прессование порошков при повышенных температурах.- В кн: Порошковая металлургия. Рига, 1975.
10. А.С. №654693 (СССР). Устройство для нанесения покрытий из металлических порошков. /Дорожкин Н.Н., Ярошевич В.Н., Карпушко В.А. и др. 1977.
11. Патент Японии. №54-20924. 1979.
12. Патент Японии № 54-36563. 1979.
13. А.С. №900382 (СССР) Установка для прессования изделий из порошка. / Жданович Г.М., Бобруйко Ю.П., Косов К.Я. и др. 1982.
14. А.С. №917906 (СССР) Устройство для прессования изделий из порошков

- /Жданович Г.М., Бобруйко Ю.Н., Косов И.Я., Сидоров В.А. и др. 1982.
15. Кислый П.С. Самсонов Г.В. Основы процесса мундштучного прессования труб и стержней из порошков тугоплавких соединений. - Порошковая металлургия. 1982, №3, с. 31.
16. А.С. №383934 (СССР) Стан для прокатки полых изделий из порошковых материалов. /Виноградов Г.А., Радиенко К.Н., Рукайло Н.В. - 1973.
17. *Powder Metallurgy*, №1, 1979, 23 с.
18. Заявка №57-8163 (Япония) В22F 3/18, опубл. 1977.
19. А.С. №1219253 (СССР) Способ непрерывного формования порошков. /Клименков С.С., Алексеев И.С., Пятов В.В., Ахтанин О.Н. // Открытия Изобретения. - 1986. - №11.
20. Заявка № 2903510 (фрг.) В 22 F 3/20 опубл. 1980.
21. А.С. №1049188 (СССР) Способ для непрерывного прессования порошков и устройство для его осуществления. П.А. Витязь, С.С. Клименков, И.С. Алексеев, В.И. Кулагин. // Открытия, изобретения. - 1983 - №39.
22. А.С. №1284687 (СССР) Устройство для непрерывного прессования изделий из порошка. /Клименков С.С., Алексеев И.С., Ахтанин О.Н. // Открытия, Изобретения - 1987 - №3.
23. Положительное решение по заявке № 3998611. Устройство для непрерывного прессования /Клименков С.С., Херувимов Г.Н. /.
24. А.С. № 1276439 (СССР) Устройство для экструдирования изделий из металлических порошков. /Клименков С.С., Алексеев И.С., Ахтанин О.Н., // Открытия. Изобретения. - 1986 - №46.
25. А.С. №1197774 (СССР) Устройство для прессования порошков. /Клименков С.С., Алексеев И.С., Савицкий В.В. / Открытия. Изобретения. - 1985, № 48.
26. А.С. №1258624 (СССР) Устройство для прессования порошков / С.С. Клименков, И.С. Алексеев, В.В. Савицкий, О.Н. Ахтанин. // Открытия, Изобретения. 1986, №35.
27. А.С. №1245415 (СССР) Устройство для непрерывного прессования

порошков / Клименков С.С., Алексеев И.С., Ахтанин О.Н. // Открытия. Изобретения. - 1986 - № 27.

28. А.С. № 1258625 (СССР) Устройство для экструзии порошка /Клименков С.С., Алексеев И.С., Ахтанин О.Н. / Открытия. Изобретения. - 1986 - № 35.
29. Кипарисов С.С., Либенсон Г.А. Порошковая металлургия. М.: Металлургия, 296 с.
30. А.С. № 1195530 (СССР) Способ непрерывного прессования длинномерных изделий из порошков и устройство для его осуществления. /Витязь П.А., Клименков С.С., Алексеев И.С., Шелег В.К. // Не подлежит опубликованию в открытой печати.
31. Положит. реш. по заявке № 3779356. Способ изготовления изделий из металлических порошков. /Клименков С.С., Лысов Д.С., // Не подлежит опубликованию в открытой печати.
32. А.С. 1093395. Устройство для непрерывного формования порошков. /Клименков С.С., Пятов В.В. // Открытия. Изобретения. - 1984. - № 19.
33. Положительное решение по заявке № 4123898. Устройство для непрерывного формования длинномерных изделий из порошков. /Клименков С.С., Пятов В.В., Матвеев К.С., Красновский А.Н..
34. Положительное решение по заявке № 3888650. Способ экструдирования металлических порошков. / Клименков С.С., Красновский А.Н. // Публикация изобретения в открытой печати запрещена.
35. Положительное решение по заявке № 3725169. Устройство для экструдирования порошков. /Клименков С.С., Войтов В.Г., Петухов В.В. и др. // Публикация изобретения в открытой печати запрещена.
36. Положительное решение по заявке № 3912768. Устройство для экструдирования порошков. /Клименков С.С., Салин Н.А. и др. // Публикация изобретения в открытой печати запрещена.
37. А.С. № 1139565 (СССР) Устройство для формования длинномерных изделий. /Клименков С.С., Лысов Д.С. // Открытия. Изобретения. - 1985. - № 6.

38. А.С. №II60650 (СССР) Устройство для непрерывного прессования длинномерных изделий из порошка./Клименков С.С.,Алексеев И.С.
// Не подлежит опубликованию в открытой печати/.
39. А.С. №I063968 (СССР) Устройство для экструдирования изделий из порошков./ Степаненко А.В.,Клименков С.С.,Кулагин В.И.,Алексеев И.С.// Открытия.Изобретения.-1983-№42.
40. Положительное решение по заявке № 3974226. Устройство для непрерывного прессования пластифицированных порошков./Клименков,С.С., Коваленко А.Л.
41. Положительное решение по заявке № 4047974. Устройство для непрерывного формования изделий из порошка./Клименков С.С.,Матвеев И.С.
42. Положительное решение по заявке № 4083398. Установка для прессования заготовок из порошка. /Клименков С.С.,Алексеев И.С.,Савицкий В.В.,Габриелов И.П.
43. А.С. № I320977 (СССР) Устройство для нанесения покрытия на внутреннюю поверхность трубы. Клименков С.С.,Пятов В.В. и др.
44. А.С.№ 899278 (СССР) Устройство для непрерывного формования порошков / Витязь, С.С.Клименков,В.И.Горюшкин,П.И.Скоков. -Изобретения, Открытия- №3.
45. А.С. № 9352I3 (СССР) Устройство для прессования двухслойных труб из порошка. / П.И. Скоков, С.С.Клименков, П.А.Витязь и др. - 1982.
46. Горячее прессование ферритов. Изд-во "Металлургия".М.:1971.
47. Джонсон В.Д. Основы порошковой металлургии.Изд-во "Мир".М.: 1965, ч.2. Прессование и спекание.
48. Андриевский Р.А.,Пугин В.С.,Федорченко И.М.,Теверовский Б.В. Пористые металлокерамические материалы из нержавеющей стали. Порошковая металлургия.1965,№1.
49. Рабкин Л.И.,Соскин С.А.,Эпштейн,Технология ферритов. М.:Энергетическое изд-во.1962. 91 с.
50. Р.Ж. Металлургия,№8,1971, 8I356.

51. Авторское свидетельство СССР № 627918, кл. В22F 3/02, 1977.
52. Журавлев Г.И. Химия и технология ферритов. Химия, 1970.
53. Авторское свидетельство СССР № 728994, кл. В 22 F H 01 F I/II3, 1978.
54. Авторское свидетельство СССР № 93320 кл. В 22 F 3/02, 1980.
55. Авторское свидетельство СССР № I047033 кл. В 22 F I/00 , 1982.
56. Авторское свидетельство СССР № I2I7570 кл. В 22 F 3/02, 1984.
57. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т.1. М., Машиностроение, 1982.-736 с.
58. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т.2. М., Машиностроение, 1980.- 559 с.
59. Решетов Д.Н. Детали и машины металлорежущих станков.М., Машиностроение, 1982.
60. Бейзельман Р.Д. Подшипники качения.М., Машиностроения, 1975.-547с.