

МИНИСТЕРСТВО НАРОДНОГО ОБРАЗОВАНИЯ БССР
ВИТЕБСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

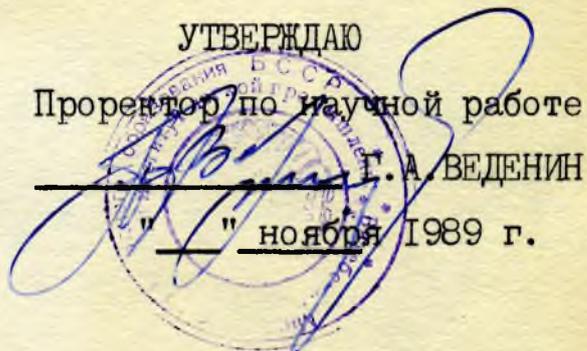
УДК 621.762.4

№ гос. регистрации 01.88.0012602

Инв. №

0290.0 017356 "

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
Г. А. ВЕДЕНИН
" " ноября 1989 г.



ОТЧЕТ ПО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ
"СОЗДАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ШНЕКОВАНИЯ
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ"

ХД - 240

/заключительный/

Заведующий научно-исследовательским
сектором

И. Е. Правдивый И. Е. Правдивый

Руководитель темы, к. т. н., доцент

С. С. Клименков С. С. Клименков

Ответственный исполнитель, с. н. с.

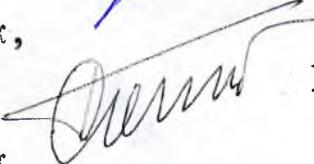
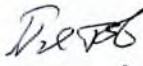
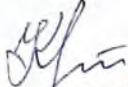
В. В. Пятков В. В. Пятков

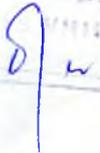
г. Витебск, 1989 г.

Библиотека ВГГУ



СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

1. Руководитель НИР,
к.т.н., доцент  С.С.КЛИМЕНКОВ
 2. Старший научный сотрудник,
к.т.н., доцент  Г.Р.РАЙХЕЛЬСОН
 3. Старший научный сотрудник,
к.т.н.  В.В.ПЯТОВ
 4. Научный сотрудник  А.Н.КРАСНОВСКИЙ
 5. Научный сотрудник  А.Л.КОВАЛЕНКО
 6. Инженер  К.С.МАТВЕЕВ
 7. Инженер  А.М.ЛАПШИН
- Нормоконтролер  А.Н.КРАСНОВСКИЙ

Тбилистская
государственная
университетская


Р Е Ф Е Р А Т

Отчёт 115 стр., 20 рис., 2 табл., 6 прилож.

ПОРОШОК, НЕПРЕРЫВНОЕ ФОРМОВАНИЕ, ШНЕК, РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, ОПТИМИЗАЦИЯ.

Объектом исследования являются высоконаполненные многокомпонентные порошковые композиции.

Цель работы - теоретический анализ процесса формирования порошковых материалов шнеком, проектирование и создание на этой основе экспериментального оборудования.

Решена задача о распределении напряжений и плотностей в материале, проходящем по винтовому каналу шнека. Проведена оптимизация геометрических параметров канала шнека и формуемого инструмента.

Разработана методика экспериментального исследования объёмной и сдвиговой вязкости наполненного порошкового материала, измерены предел текучести и коэффициенты трения материала, предложенного заказчиком.

На основе проведённых исследований спроектирована установка для циклического шнекования порошковых материалов, проведена модернизация установки 3ИИ-25, а также спроектирована и изготовлена установка для экспериментального исследования формуемости композиционных материалов.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ШНЕКОВОГО ФОРМОВАНИЯ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ	7
I.1. Математическая модель уплотнения порошков в канале шнека и формообразующем инструменте	7
I.2. Аналитический расчет распределения плотностей в канале шнека	8
I.3. Разработка алгоритма и программы для вычис- ления плотностей	12
I.4. Теоретический анализ движения материалов в формообразующей инструменте	13
I.5. Экспериментальное исследование реологических характеристик порошковых материалов	18
I.5.1. Исследование объемной и сдвиговой вязкости ...	18
I.5.2. Исследование предела текучести на сдвиг	22
I.6. Оптимизация геометрических параметров канала шнека	24
I.6.1. Определение оптимальной длины канала	25
I.6.2. Оптимизация формы поперечного сечения канала..	27
2. УСТАНОВКА ДЛЯ ЦИКЛИЧЕСКОГО ШНЕКОВАНИЯ ПОРОШКОВ МАТЕРИАЛОВ	37
2.1. Назначение и область применения	37
2.2. Выбор оптимальной схемы установки	37
2.2.1. Варианты возможных решений	37
2.2.2. Сравнительная оценка вариантов	50
2.2.3. Выбор оптимального варианта	52
2.3. Техническая характеристика	53
2.4. Дополнительные требования к установке	53
3. МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ ЗШ-25	54
3.1. Наименование и область применения	54
3.2. Основные технические характеристики	54
3.3. Состав установки	54
3.4. Устройство и работа установки	54
3.5. Требования безопасности	57
3.6. Экономические показатели	57

4. УСТАНОВКА ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ФОРМУЕМОСТИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	60
4.1. Техническая характеристика установки	60
4.2. Работа установки	63
Л И Т Е Р А Т У Р А	67
П Р И Л О Ж Е Н И Е	70
П.1. Программа вычисления распределения плотностей и напряжений в материале, находящемся в канале шнека	71
П.2. Программа вычисления оптимального контура формирующей матрицы	75
П.3. Программа оптимизации формы поперечного сечения канала шнека	78
П.4. Результаты расчетов оптимальной формы сечения канала	79
П.5. Результаты расчета распределения плотностей и напряжений в канале шнека	81
П.6. Результаты расчета оптимального профиля формообразующей насадки	106

ВВЕДЕНИЕ

В "Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986-1990 годы и на период до 2000 года" поставлена задача: "Обеспечить широкое внедрение в народное хозяйство принципиально новых технологий...", позволяющих многократно повысить производительность труда, поднять эффективность использования ресурсов и снизить энерго- и материалоемкость производства".

Одной из ресурсосберегающих областей современной техники является порошковая металлургия, позволяющая в ряде случаев достигать значительной экономии материалов, создавать высокоэффективные технологические процессы. Перспективное направление порошковой металлургии - производство длинномерных изделий - в настоящее время еще недостаточно освоено.

Из различных методов формования длинномерных изделий выделяются непрерывные: прокатка, экструзия, формование порошков на шнековых прессах. Последний метод обладает рядом преимуществ, связанных с высокой производительностью процесса, возможностью его полной автоматизации и создании на этой основе безлюдной технологии.

Настоящая работа посвящена теоретическому исследованию процесса непрерывного формования материалов шнеком и разработке на этой основе оборудования для непрерывного формования порошковых материалов, в частности, материалов с термопластичными наполнителями.

I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ШНЕКОВОГО ФОРМОВАНИЯ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

I.1. Математическая модель уплотнения порошков в канале шнека и формообразующего инструмента.

Рассматриваемая среда считается сжимаемым телом, для которого справедливо уравнение Шведова-Бингама

$$\sigma_{ij} = \left(\frac{A}{\sqrt{\sum \bar{e}_{ij}^2}} + 2\eta \right) \bar{e}_{ij}; \quad I_\sigma = B + 3\tau I_e, \quad (1)$$

где σ_{ij} и e_{ij} - компоненты тензора напряжений и скоростей деформаций соответственно в декартовой системе координат;

$I_\sigma = \sum \sigma_{ii}$ и $I_e = \sum e_{ii}$ - соответствующие первые инварианты;

$\bar{\sigma}_{ij} = \sigma_{ij} - \frac{1}{3} I_\sigma \delta_{ij}$ и $\bar{e}_{ij} = e_{ij} - \frac{1}{3} I_e \delta_{ij}$ - компоненты девиаторов;

δ_{ij} - символ Кронекера;

$A = A(\rho, I_e, I_\sigma)$ и $B = B(\rho, I_e, \bar{e}_{ij})$ - коэффициенты;

ρ - плотность;

$\eta(\rho)$ и $\tau(\rho)$ - сдвиговая и объемная вязкость материала соответственно.

Имеют место соотношения Скорохода

$$\eta = \left(\frac{\rho}{\rho_k} \right)^2 \eta_k; \quad \tau = \frac{4}{3} \frac{\rho}{\rho_k - \rho} \eta, \quad (2)$$

где ρ_k и η_k - плотность и сдвиговая вязкость компактного материала соответственно.

Уравнение поверхности текучести имеет вид

$$\sum \sigma_{ij}^2 - \alpha I_\sigma^2 = \beta^2, \quad (3)$$

где $\alpha = \alpha(\rho)$, $\beta = \beta(\rho)$.

Ассоциированный закон течения

$$e_{ij} = \frac{1}{2} \lambda_1 \frac{\partial f}{\partial \sigma_{ij}}, \quad (4)$$

от вращающегося корпуса. Выходя из канала шнека, материал попадает в зону обжатия матрицы 7, где и формируется в изделие заданной формы и размеров. Получаемые изделия имеют сравнительно более высокую однородность.

В конструкции установки предусмотрена возможность переналадки на получение порошковой проволоки по традиционной схеме формирования (рис.4.5) с использованием многоручьевого матрицы I. Матрица устанавливается на выходе подающего шнека 2 и фиксируется от смещений в осевом и тангенциальном направлении крышкой 3.

Изготовление изделий, требующих высокой геометрической точности, осуществляется по схеме, представленной на рис.4,6. При этом в установке используется формующий шнек I, с уменьшенным размером формующей части. Формующий шнек соединен с подающим шнеком 2 так же, как и по схеме рис. 4.3. В корпусе 3 установлена промежуточная гильза 4 и матрица 5, удерживаемая от осевого смещения втулкой 6 и крышкой 7. Отличие данной схемы состоит в возможности сообщать матрице вращательное движение и таким образом влиять на улучшение качества изделий путем устранения их закручивания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скороход В.В. Реологические основы теории спекания.- Киев: Наукова думка, 1972.- 146 с.
2. Высокотемпературные неметаллические нагреватели/ Кислый П.С., Бадян А.Х., Киндышева В.С., Гарибян Ф.С.- Киев: Наукова думка, 1981.- 160 с.
3. Победря Б.Е. Механика композиционных материалов.- М.: Изд-во Моск.ун-та, 1984.- 412 с.
4. Теоретические основы горячей обработки пористых материалов давлением/ Ковальченко М.С.- Киев: Наукова Думка, 1980.- 240с.
5. Сторожев М.В., Попов Е.А. Теория обработки металлов давлением. Изд-во 4-е, перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1977.- 423 с.
6. Механика обработки металлов давлением/ Колмогоров В.Л.-М.: Металлургия, 1986.- 688 с.
7. Порошковая металлургия и напыленные покрытия.- М: Металлургия, 1987. - 792 с.