

Министерство образования республики Беларусь

Учреждение образования

«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 621.762

№ госрегистрации 2001394

Инв. № _____

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке УО «ВГТУ»

С.М. Литовский

_____ 2002 г.



ОТЧЕТ

о научно-исследовательской работе

**"Разработать научные и технологические основы экструзии
высокопластифицированных порошковых композиций"**

Этап 2

Разработать основы теории и технологии мундштучного формования
пластифицированных порошковых материалов

Заключительный

Научный руководитель: к.т.н., доц.

Начальник НИСа

В.В. Пятов

С.А. Беликов

ВИТЕБСК — 2002 г.

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель работы, к.т.н., доц. В.В. Пятов

Исполнители:

Старший преподаватель О.Н. Ахтанин

К.т.н., доц. А.С. Ковчур

Младший научный сотрудник Т.А. Беликова

Младший научный сотрудник И.В. Пятова

РЕФЕРАТ

Отчет заключительный 75 с., 1 кн., 6 табл. 10 рис., 209 источников.

ЭКСТРУЗИЯ, ПЛАСТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ, ФОРМОВАНИЕ, ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, ПОРОШОК, ПЛАСТИФИКАТОР, МУНДШТУЧНОЕ ПРЕССОВАНИЕ, МЕТОДИКА РАСЧЕТОВ.

Объектом исследования является процесс мундштучного формования высокопластифицированных порошковых материалов.

Цель работы — разработка научных и технологических основ процесса мундштучного формования пластифицированных порошковых материалов и создание на этой базе научно обоснованной методики проведения конструкторских расчетов оборудования для мундштучного прессования.

В процессе выполнения работы проведен анализ научно-технических проблем мундштучного формования пластифицированных порошков и исследованы существующие методы математического описания экструзии высокопластичных композиций.

Теоретически проанализирован процесс мундштучного прессования пластифицированных порошков. Изучен процесс деформации пластичного материала в конической матрице и цилиндрической прессформе. Построена математическая модель процесса мундштучного прессования пластифицированных порошковых материалов.

На основе полученной математической модели разработана методика конструкторских расчетов формующего оборудования. Методика позволяет рассчитать основные параметры формующего инструмента и пресса по свойствам используемых материалов и требованиям, предъявляемым к готовым изделиям. Она успешно используется при проектировании нового оборудования в Витебском государственном технологическом университете.

Спроектирована и изготовлена экспериментальная установка, представляющая собой мундштучную прессформу с широкими возможностями. Изготовлен инструмент, позволяющий формировать как гладкие, так и ребренные изделия.

Проведены эксперименты по мундштучному прессованию длинномерных изделий различной конфигурации, получены проницаемые изделия (фильтрующие элементы), изделия с развитой поверхностью (теплообменники), порошковые шнуры и проволока. Разработаны технологии изготовления этих изделий методом мундштучного прессования пластифицированных порошковых материалов. Некоторые из этих технологий находятся на стадии внедрения в народное хозяйство.

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ.....	2
РЕФЕРАТ.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. ТЕОРИЯ МУНДШТУЧНОГО ПРЕССОВАНИЯ ПЛАСТИФИЦИРОВАННЫХ ПОРОШКОВ	6
1.1. ДОПУЩЕНИЯ И ОГРАНИЧЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ТЕОРИИ.....	7
1.2. ВЫДАВЛИВАНИЕ ПЛАСТИФИЦИРОВАННОГО МАТЕРИАЛА ЧЕРЕЗ КОНИЧЕСКУЮ МАТРИЦУ.....	7
1.2.1. Выдавливание изотропных смесей	7
ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МУНДШТУЧНОГО ФОРМОВАНИЯ ПЛАСТИФИЦИРОВАННЫХ ПОРОШКОВ.....	10
2.1. ТИПОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПЛАСТИФИЦИРОВАННЫХ ПАРАФИНОМ	11
2.1.1. Пластификация порошка и подготовка материала к формованию	11
2.1.2. Формование	11
2.1.3. Удаление пластификатора и спекание изделий	11
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	12
ЛИТЕРАТУРА.....	13

ВВЕДЕНИЕ

Основная тенденция современного этапа развития научно-технического прогресса заключается в переходе от экстенсивного пути хозяйствования к интенсивному. Интенсификация хозяйственной деятельности осуществляется путем разработки и освоения новых высокопроизводительных, экономичных и экологически безопасных технологий. Особенно остро необходимость экономии ощущается в странах, бедных на энергетические и сырьевые ресурсы. В настоящее время около 80% энергии Беларусь вынуждена приобретать за Рубежом, оплачивая ее твердой валютой.

Прогрессивным направлением, позволяющим создавать высокоэффективные безотходные технологии, является изготовление различных изделий из измельченных материалов. Прессование и спекание порошков и гранул дает возможность получать заготовки, по форме максимально приближенные к готовому изделию и, в некоторых случаях, полностью избежать механической обработки. Различают дискретные и непрерывные методы формования порошковых материалов. Непрерывные методы формования отличаются повышенной производительностью и легче поддаются автоматизации. Они основаны на прокатке или экструзии материала. Прокаткой получают изделия и заготовки из пластичных металлических порошков, обладающих хорошей прессуемостью.

Экструзию используют для формования длинномерных изделий различного профиля. Основные методы реализации — мундштучное и шнековое прессование — отличаются легкостью автоматизации и высокой производительностью. В зависимости от температуры формуемого материала различают горячую и холодную экструзию. Горячая экструзия осуществляется при температурах, соответствующих максимальной пластичности материала. Этим методом прессуют пластичные металлы, как в литом, так и в измельченном состоянии. Холодной экструзией формуют пластифицированные измельченные материалы при комнатной температуре или с небольшим нагревом. Перед спеканием пластификатор удаляют из прессовки. Метод универсален, экономичен и высокопроизводителен. Холодная экструзия позволяет получать изделия сложной формы без механической обработки. Эти достоинства позволяют снизить затраты на изготовление изделий по сравнению с альтернативными методами формования.

Универсальность холодной экструзии заключается в возможности формования любых порошковых материалов. Технологические свойства пластифицированного порошка в основном определяются составом и количеством пластификатора и мало зависят от самого порошка. В результате такие разные по составу изделия, как ферритовые сердечники, твердосплавной инструмент, бронзовые и титановые фильтры, алюминиевые теплообменники и многие другие могут быть получены по сходным технологиям.

Холодная экструзия расширяет возможности порошковой металлургии. Она позволяет получать изделия, изготовление которых другими способами затруднительно или невозможно: трубы сложного профиля (например, с винтовыми поверхностями), тонкостенные фильтры, порошковые шнуры для газотермического нанесения покрытий, длинномерные изделия переменного профиля.

Значительные материальные ресурсы содержатся в промышленных и бытовых отходах, по переработке которых мы заметно отстаем от развитых стран. Только в 1996 году промышленный комплекс Беларуси произвел более 18 миллионов тонн твердых отходов, из которых 85% осталось неиспользованными [1].

Эффективным методом переработки многих отходов является их измельчение и экструзия на шнековых прессах, позволяющая получать длинномерные полуфабрикаты различного профиля. В процессе экструзии обычно осуществляется целенаправленное механическое, химическое и тепловое воздействие на материал, улучшающее его состав и технологические свойства. Таким способом можно перерабатывать металлические и полимерные отходы, причем не только термопластичные.

В разработку методов формования, основанных на холодной экструзии пластифицированных порошковых материалов, весомый вклад внесли представители отечественной науки: П.С. Кислый, Г.В. Самсонов, А.И. Райченко, А.Г. Косторнов, П.А. Корниенко, Г.В. Плющ, О.В. Роман, П.А. Витязь, А.В. Степаненко, С.С. Клименков и другие. Разработаны основы теории деформации порошков, освоены технологии мундштучного и шнекового прессования. Описаны процессы получения фильтрующих материалов, нагревателей из тугоплавких металлов и их химических соединений, теплообменников с развитой поверхностью, керамических изделий. Накоплен большой практический опыт, нуждающийся в обобщении и теоретическом обосновании.

В Витебском государственном технологическом университете на протяжении ряда лет проводятся госбюджетные и хоздоговорные научно-исследовательские работы по проблемам экструзии пластифицированных порошковых материалов (договора №№ 409, 412, 249, 251, 422, 426 и др.). Результаты этих разработок внедрены на промышленных предприятиях Минска (БГНПКПМ, НИКТИСП) и Витебска (АО «Красный Октябрь», СП «Белвест», Предприятие «Предприятие МАРКО»). Разработанные технологии и изготовленное оборудование успешно применяются в порошковой металлургии, химической и пищевой промышленности, на обувных предприятиях для переработки отходов.

В то же время отсутствует теория проектирования оборудования для формования, не разработаны научные методики расчета мундштучных прессформ для порошковой металлургии.

ГЛАВА 1. ТЕОРИЯ МУНДШТУЧНОГО ПРЕССОВАНИЯ ПЛАСТИФИЦИРОВАННЫХ ПОРОШКОВ

Деформация материала в процессе мундштучного прессования рассмотрена в два этапа. Сначала исследовано уплотнение порошка в контейнере (цилиндрической прессформе), затем изучен процесс выдавливания пластичного материала через коническую матрицу.

При проведении анализа сделан ряд упрощающих допущений, основанных на результатах экспериментальных исследований. Эти допущения позволили решить полученные уравнения аналитически и, как будет показано далее, не сильно исказили результат вычислений.

Разработаны основы теории деформации пластифицированных порошковых материалов. Построена математическая модель, связывающая основные параметры процесса экструзии со свойствами материала и геометрическими особенностями зоны формования. Исследовано напряженно-деформированное состояние, возникающее в процессе экструзии порошковых материалов. Изучены особенности формования композиционных материалов, армированных дискретными волокнами; показано, что ориентацией волокон и вытянутых частиц можно управлять, изменяя геометрию формующего инструмента.

Исследован процесс уплотнения пластифицированного порошка в канале сложной формы, ограниченном как подвижными, так и неподвижными поверхностями. Отмечено, что такой канал, соединяющий загрузочный бункер и коническую матрицу, имеется в любом устройстве для непрерывной экструзии. Получены соотношения, позволяющие проводить проектные расчеты при создании оборудования для экструзии порошковых материалов. Проведены исследования по оптимизации профилей каналов, позволяющие рассчитать необходимую форму канала по заданной плотности изделий и свойствам пластифицированного порошкового материала.

Спроектирована и изготовлена экспериментальная установка, представляющая собой мундштучную прессформу с широкими возможностями. Изготовлен инструмент, позволяющий формировать как гладкие, так и оребренные изделия.

Проведены эксперименты по мундштучному прессованию длинномерных изделий различной конфигурации, получены проницаемые изделия (фильтрующие элементы), изделия с развитой поверхностью (теплообменники), порошковые шнуры и проволока. Разработаны технологии изготовления этих изделий методом мундштучного прессования пластифицированных порошковых материалов. Некоторые из этих технологий находятся на стадии внедрения в народное хозяйство.

ЛИТЕРАТУРА

1. Состояние природной среды Беларуси за 1996 год: Сб. информ. материалов / Под ред. В.Ф. Логинова. — Мн., 1997. — 256 с.
2. Пластификация порошковых материалов, формируемых экструзией / В.В. Пятов, А.С. Ковчур, О.Н. Ахтанин, В.В. Савицкий // В кн.: Современные энергоресурсосберегающие и экологобезопасные технологии в машиностроении и легкой промышленности. — Витебск: ВГТУ, 1998. — С. 42–46.
3. Решение о выдаче патента на изобретение по заявке а 19980022, МПК 7 С 08L 29/04, С 08К 5/053. Связующее для экструзии порошковых материалов / Ахтанин О.Н., Матвеев К.С., Пятов В.В., Савицкий В.В., Красновский А.Н. — 1998.
4. Спекание порошковых прессовок, содержащих парафин / В.В. Пятов, А.С. Ковчур, О.Н. Ахтанин, В.В. Савицкий // В кн.: Современные энергоресурсосберегающие и экологобезопасные технологии в машиностроении и легкой промышленности. — Витебск: ВГТУ, 1998. — С. 47–50.
5. Скороход В.В., Солонин С.М., Чернышев Л.И. Исследование механизма спекания высокопористых материалов с улетучивающимся порообразователем // Порошковая металлургия. — 1974. — №11. — С. 42–47.