

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УДК 621.762
№ ГР 2001394
Инв. №



«Утверждаю»

Проректор по научной работе
УО «ВГТУ»
С.М.Литовский

Г

ОТЧЕТ

О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

**«РАЗРАБОТАТЬ НАУЧНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ЭКСТРУЗИИ ВЫСОКОПЛАСТИФИЦИРОВАННЫХ
ПОРОШКОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ»**

(заключительный)

2001-Г/Б-292

Научный руководитель

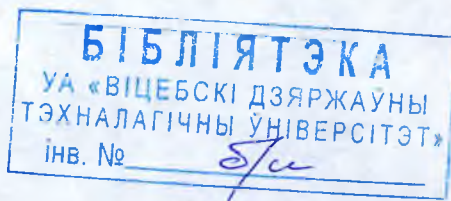
В.В. Пятов

Начальник НИСа

С.А. Беликов

Витебск 2005

Библиотека ВГТУ



СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель работы, д.т.н., доц.



В.В. Пятов(общее руководство, введение, заключение)

Исполнители:

Аспирант

П.В. Станкевич

Аспирант

П.М. Фомин

Нормоконтролер

А.С. Скрובה

РЕФЕРАТ

Отчет 187 с., 89 табл., 76 рис., 236 источников.

ПОРОШОК, ПЛАСТИФИКАТОР, ЭКСТРУЗИЯ, ШНЕК, ТЕОРИЯ, ТЕХНОЛОГИЯ, ЗАКОН ТРЕНИЯ, ТРИБОТЕХНИКА, РЕОЛОГИЯ, МЕХАНИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ, РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ, ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМОВАНИЯ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШНЕКОВ.

Объектом исследования являются пластифицированные порошковые материалы: металлические и керамические порошки, порошки твердых сплавов и тугоплавких соединений, а также некоторые производственные отходы.

Целью работы является разработка научных основ проектирования оборудования и инструмента для экструзии пластифицированных порошков, теоретическое обоснование и практическое освоение созданных методик и процессов.

В процессе выполнения работы найдено соотношение, описывающее трение пластифицированных порошков с помощью трех инвариантных к напряжениям триботехнических констант.

На его основе построена теоретическая модель процесса экструзии пластифицированных порошков. С помощью этой модели найдено напряженное состояние в материале, деформируемом в канале шнека и конической матрице.

Исследована термодинамика процесса шнекового формования пластифицированных порошков и рассчитаны температурные поля в материале и элементах пресса.

Разработана комплексная методика измерения всех необходимых для проведения расчетов технологических характеристик пластифицированных порошков, а также ряд расчетных методик по проектированию экструзионного оборудования и инструмента.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ИССЛЕДУЕМОЙ ПРОБЛЕМЫ	10
1.1. Состояние теории экструзии пластичной сжимаемой среды.....	10
1.2. Состояние технологии экструзии пластифицированных порошков	20
1.3. Классификация способов экструзии	38
2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКСТРУЗИИ ПЛАСТИФИЦИРОВАННЫХ ПОРОШКОВ	42
2.1. Допущения, сделанные при формализации реальных процессов.....	42
2.2. Уплотнение пластифицированного порошка.....	43
2.3. Экструзия уплотненного материала	49
2.4. Термодинамика процесса шнекового формования	57
3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЛАСТИФИЦИРОВАННЫХ ПОРОШКОВ И ПРОЦЕССА ИХ ЭКСТРУЗИИ	69
3.1. Технологические свойства пластифицированных порошков	69
3.1.1. Оборудование, материалы и методика измерений.....	69
3.1.2. Уплотняемость пластифицированных порошков	79
3.1.3. Триботехнические свойства исследуемых материалов	84
3.1.4. Коэффициенты бокового давления и трение на боковой поверхности инструмента.....	97
3.1.5. Реологические и пластические свойства пластифицированных порошков	102
3.2. Экспериментальное исследование процесса шнекового формования пластифицированных порошков.....	105
3.2.1. Экспериментальная установка для исследования процесса экструзии.....	105
3.2.2. Исследование диапазона рабочих скоростей шнека	109
3.2.3. Измерение коэффициента окружного проскальзывания материала в канале шнека	114
4. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ЭКСТРУЗИИ ПЛАСТИФИЦИРОВАННЫХ ПОРОШКОВ ...	119
4.1. Базовые методики выполнения конструкторских и технологических расчетов	119
4.1.1. Расчет параметров канала шнека.....	119
4.1.2. Энергосиловой расчет шнекового пресса	129

4.1.3. Расчет температур при шнековом формовании пластифицированных порошков	133
4.1.4. Расчет диапазона рабочих скоростей вращения шнека.....	139
4.1.5. Расчет прессформы для мундштучного прессования пластифицированных порошков.....	141
4.2. Основные этапы проектирования нового технологического процесса, оборудования и инструмента для экструзии	142
4.2.1. Проектирование матрицы	144
4.2.2. Проектирование шнека.....	146
4.2.3. Проектирование привода и опорных узлов	148
4.2.4. Расчет технологических параметров	150
5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКСТРУЗИИ ПЛАСТИФИЦИРОВАННЫХ ПОРОШКОВ.....	154
5.1. Технология изготовления длинномерных изделий сложного профиля из металлических порошков	154
5.2. Технология изготовления порошковых шнуров	160
5.3. Технология изготовления изделий электротехнического назначения из отходов гальванических производств.....	164
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	174
Список использованных источников	Ошибка! Закладка не определена.

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.

Прогрессивным направлением, позволяющим создавать высокоэффективные безотходные технологии, является порошковая металлургия. Наиболее перспективны высокопроизводительные непрерывные методы формования, основанные на прокатке или экструзии порошка. Непрерывные методы формования дают возможность разрабатывать высокоавтоматизированные ресурсосберегающие технологии, удовлетворяющие самым жестким экологическим требованиям [1].

Экструзия значительно расширяет возможности порошковой металлургии. Она позволяет получать изделия, изготовление которых другими способами затруднительно или невозможно: фасонные трубы и стержни, проницаемые тонкостенные изделия, порошковые шнуры и проволоку. Формовать этим методом можно любые порошки: необходимые технологические свойства материалу придает связующе-пластифицирующая добавка.

Научные публикации, посвященные проблемам экструзии порошков, начали появляться в первой половине прошлого века и были обобщены в работах [2–3]. Развитие твердосплавной промышленности стимулировало прогресс порошковой металлургии. Принято считать, что использование спеченных твердых сплавов для изготовления режущего инструмента произвело подлинную революцию в некоторых областях техники [4].

В 1931 году в технологию формования твердосплавных изделий группой отечественных ученых было внесено существенное усовершенствование: для облегчения процесса прессования и увеличения прочности прессовок был применен пластификатор — синтетический каучук [5].

Использование пластифицирующих добавок позволило разработать технологию холодной экструзии твердосплавных порошков [6–7]. Эта технология совершенствовалась во второй половине прошлого столетия [8–9]; были исследованы многие теоретические и технологические аспекты процесса выдавливания пластифицированного порошка [10–11]. Заметной вехой в развитии технологии твердых

сплавов стала монография [12], обобщившая основные достижения в этой области. Успехи твердосплавной промышленности стимулировали применение экструзии для формования и других труднопрессуемых порошков.

Так, сходными с твердыми сплавами свойствами обладают многие тугоплавкие соединения. Длинномерные изделия из них получают обычно мундштучным или шнековым формованием. Разработаны и освоены промышленностью технологии производства высокотемпературных нагревателей [13] и термопар [14]. Из спеченных материалов на основе карбида кремния и дисилицида молибдена делают нагревательные элементы [15], работающие в окислительной атмосфере при температурах до 1600 °С. Для работы в вакууме и в среде инертных газов разработаны электронагреватели на основе карбида ниобия. С использованием этого материала в электропечах получены температуры до 3000 °С.

В электротехнике широко используют резистивные элементы из композиционных материалов на основе металлоподобных тугоплавких соединений с электроизоляционными связками. Формуют их экструзией порошков [16]. На основе тугоплавких соединений разработаны электродные материалы, обладающие низкой температурой выхода электронов. Эта группа представлена такими труднопрессуемыми порошками, как карбиды титана, циркония и гафния [17].

Выдающуюся роль в решении научных и практических задач материаловедения тугоплавких соединений сыграли работы Г.В. Самсонова. Им исследованы свойства и процессы формования силицидов [18], нитридов [19], боридов [20] и карбидов [21]. Все эти порошки являются хрупкими и без связующих добавок не прессуются. Длинномерные изделия из таких материалов получают экструзией. Результаты этих исследований обобщены в монографии [22].

Высокопористые электроды с оребрением [23] используют в электрохимии. Делают их из нитрида титана, а продольные ребра увеличивают прочность электродов, плотность которых не превышает 50 %. Трубы и стержни с развитой поверхностью используют в пилотируемых космических кораблях в качестве топливных элементов, работающих на водороде и кислороде [24]. Получают такие изделия также экструзией пластифицированных порошков.

Широко используется пластификация порошков с последующей их экструзией в технологии производства жаропрочных материалов, как металлических, так и композиционных. Частицы порошков жаропрочных сплавов имеют сферическую форму и высокий предел текучести, что затрудняет их компактирование. Даже изостатическое прессование таких материалов не позволяет получить качествен-

ную прессовку [25–26]. Поэтому основным способом компактирования порошков жаропрочных сплавов является их прессование вместе с органической связкой, удаляемой перед спеканием путем возгонки [27]. При этом формование осуществляют шликерным литьем или экструзией.

Высокой жаропрочностью обладает керамика, изделия из которой также получают прессованием и спеканием порошков. Керамические порошки относятся к труднопрессуемым материалам, поэтому перед формованием в них вводят связующе-пластифицирующие добавки. В качестве пластификаторов чаще всего применяют раствор каучука в бензине, расплав или раствор парафина, крахмальный клейстер, раствор поливинилового спирта в воде. Пластифицированные керамические порошки часто формуют экструзией [28].

Еще одна группа труднопрессуемых порошков — ферриты. Эти материалы состоят из окислов железа и других металлов, получают их исключительно методами порошковой металлургии. Типовой технологический процесс формования изделий из ферритовых порошков включает их пластификацию поливиниловым спиртом или парафином [29]. Формуют ферриты в прессформах или экструзией.

Все рассмотренные выше материалы являются жесткими и труднопрессуемыми. Использование при их формовании связующе-пластифицирующих добавок представляется вполне естественным. Однако в последнее время и при формовании металлических порошков все чаще прибегают к экструзии [30]. Освоены технологии формования титановых сварочных электродов [31], алюминиевых [32–33] и бронзовых [34] изделий, фильтров из нержавеющей стали [35], различных псевдосплавов [36–37]. К выбору пластификатора для металлов надо подходить очень ответственно: при спекании возможны нежелательные химические реакции.

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 [38].

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 свойства. Таким способом можно перерабатывать металлические, полимерные, керамические и древесные отходы.

В разработку методов формования, основанных на экструзии пластифицированных порошков, весомый вклад внесли представители отечественной науки: О.В. Роман, П.А. Витязь, В.К. Шелег, А.В. Степаненко, С.С. Клименков, П.С. Кислый, Г.В. Самсонов, А.И. Райченко, А.Г. Косторнов, П.А. Корниенко, Г.В. Плющ. Разработаны и освоены промышленностью мундштучный и шнековый методы формования. Исследованы процессы получения фильтрующих материалов, нагревателей из тугоплавких металлов и их химических соединений, теплообменников с развитой поверхностью, керамических изделий.

Таким образом, накоплен большой практический опыт, нуждающийся в теоретическом обобщении. Дальнейший прогресс в области экструзии пластифицированных порошков связан с разработкой научно обоснованной технологии проектирования формующего оборудования и инструмента, представляющей собой совокупность расчетных конструкторских методик, выполняемых в определенной последовательности. Для разработки такой технологии необходимо всесторонне исследовать процесс экструзии пластифицированного порошка, построить его теоретическую модель и на ее основе составить необходимые методики выполнения конструкторских и технологических расчетов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Роман О.В., Габриелов И.П. Порошковая металлургия — безотходная, энергосберегающая технология. — Мн.: Беларусь, 1986. — 160 с.
2. Бальшин М.Ю. Порошковая металлургия. — М.: Машгиз, 1938. — 288 с.
3. Демин Е.Н. Практическая технология холодного выдавливания. — М., 1949.
4. Порошковая металлургия в СССР: История. Современное состояние. Перспективы. — М.: Наука, 1986. — 294 с.
5. Каспаров А.М. Советские твердые и сверхтвердые сплавы и способы их применения. — М.: Цветметиздат, 1932. — 120 с.
6. Брохин И.С., Федермеер Д.Л., Шапиро С.С. Формование порошков твердосплавных смесей методом выдавливания // В кн.: Твердые сплавы. — М.: ВНИИТС, 1959. — С. 100–101.
7. Плющ Г.В. Исследование закономерностей мундштучного прессования металлокерамических твердых сплавов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Киев, 1970. — 29 с.
8. Исследование процесса мундштучного прессования порошков твердых сплавов / Г.В. Самсонов, Г.В. Плющ, В.Б. Орденко, Г.А. Прядко // Порошковая металлургия. — 1968. — № 9. — С. 14–19.
9. Исследование закономерностей мундштучного прессования твердосплавных смесей / Г.В. Самсонов, Г.В. Плющ, А.И. Слезко, Г.А. Прядко // Порошковая металлургия. — 1969. — № 7. — с. 18–22.
10. Перельман В.Е., Слободкин В.Ю. Определение оптимальных углов наклона переходных поверхностей рабочего инструмента в процессе экструзии твердых порошковых материалов // Научные труды Московского института сталей и сплавов. — 1977. — № 99. — С. 23–28.
11. Получение биметаллических твердосплавных изделий методом мундштучного прессования / Г.В. Плющ, Г.А. Прядко, А.И. Слезко, В.И. Остапчук // Порошковая металлургия. — 1971. — № 10. — С. 82–87.
12. Злобин Г.П. Формование изделий из порошков твердых сплавов. — М.: Металлургия, 1980. — 224 с.
13. Высокотемпературные неметаллические нагреватели / П.С. Кислый, А.Х. Бадян, В.С. Киндышева, Ф.С. Габриян. — Киев: Наук. думка, 1981. — 160 с.
14. Самсонов Г.В., Кислый П.С. Высокотемпературные неметаллические термодпары и наконечники. — Киев: Наук. думка, 1965. — 181 с.
15. Струк Л.И. Исследование процесса прессования дисилицида молибдена // Порошковая металлургия. — 1966. — № 4. — С. 1–6.
16. Андриевский Р.А., Спивак И.И. Нитрид кремния и материалы на его основе. — М.: Металлургия, 1984. — 137 с.
17. Куницкий Ю.А., Морозов В.В., Шлюко В.Я. Высокотемпературные электродные материалы. — Киев: Вища шк., 1977. — 261 с.
18. Самсонов Г.В. Силициды и их использование в технике. — Киев: Изд-во АН УССР, 1959. — 204 с.
19. Самсонов Г.В. Нитриды. — Киев: Наук. думка, 1960. — 380 с.
20. Самсонов Г.В., Серебрякова Т.И., Неронов В.А. Бориды. — М.: Атомиздат, 1975. — 375 с.

21. Самсонов Г.В., Упадхая Г.Ш., Нешпор В.С. Физическое материаловедение карбидов. — Киев: Наук. думка, 1974. — 456 с.
22. Самсонов Г.В., Виницкий И.М. Тугоплавкие соединения. — М.: Металлургия, 1976. — 558 с.
23. Василенко И.И., Нечипоренко Н.Н. Изготовление пористых электродов из нитрида титана // Порошковая металлургия. — 1973. — № 3. — С. 39–41.
24. Резников Г.Л. Топливные элементы. — М.: Информстандартэлектро, 1968. — 36 с.
25. Hewitt R.L., Wallace W., Malherbe M.C. // Powder Metallurgy. — № 16. — 1973, p. 88.
26. Perry E.R., Jenkins I. Proc. 2nd Plansee Seminar, Springer, Vienna, 1956, p. 326.
27. Гессингер Г.Х. Порошковая металлургия жаропрочных сплавов. — Челябинск: Металлургия, 1988. — 320 с.
28. Порошковая металлургия. Материалы, технология, свойства, области применения: Справочник / И.М. Федорченко. — Киев: Наук. думка, 1985. — 624 с.
29. Макаров Б.В., Каморина Г.И., Летюк Л.М. Пластификация ферритовых порошков // Порошковая металлургия.— 1979.— № 11. — С. 6–9.
30. Гарднер Н.Р., Дональдсон А.Д., Йенс Ф.М. Экструзия металлокерамических порошков // Новое в порошковой металлургии. — М.: Металлургия, 1970.
31. Живов Л.И., Олесов Ю.Г., Павлов В.А. Экструзия титановых сварочных электродов // Цветные металлы. — 1968. — № 2. — С. 84–85.
32. Szartzwelder J.H. Extrusion of aluminum powder compacts // Int. J. Powder Metallurgy, 1967. — v. 3. — № 3. — p. 53–57.
33. Sheppard T. and Greasley. Densification and pressure requirements during extrusion of atomized aluminum powder // Powder Metallurgy. — 1972. — v. 15. — № 29. — p. 17.
34. Sheppard T. and Greasley. Structure and properties of some tin bronzes produced by extrusion of atomized powder // Powder Metallurgy. — 1978. — v. 21. — № 3. — p. 155.
35. Андриевский Р.А. Фильтры и пористые изделия. — М.: ЦИТЭИН, 1963.
36. Chare P.J.M. and Sheppard T. Powder Extrusion as a Primary Fabricating Process for Al-Fe Alloys // Powder Metallurgy. — 1973. — v. 16. — № 32. — p. 437.
37. Shaker H.D. Cold extrusion of powder material. Material flow and work piece properties. "Proceeding 18th International Machine Tool Design and Research Conference". — London, September. — 1977. — p. 233.
38. Состояние природной среды Беларуси за 1996 год: Сб. информ. материалов / Под ред. В.Ф. Логинова. — Мн., 1997. — 256 с.
39. Иванченко А.И. Расчет одночервячных прессов. — Киев: Наук. думка, 1962. — 120 с.
40. Каплун Я.Б. Формующее оборудование экструдеров. — М.: Машиностроение, 1969.
41. Производство кабелей и проводов / Н.И. Белоруссов и др. — М.: Энергоиздат, 1981. — 632 с.
42. Лукинов М.И. Производство керамических дренажных труб. — М.: Стройиздат, 1981. — 216 с.
43. Производство керамических канализационных труб / Зайонц Р.М. и др. — М.: Стройиздат, 1971.
44. Кашкаев И.С., Шейнман Е.Ш. Производство глиняного кирпича. — М.: Высшая школа, 1978.

45. Ничипоренко С.П. О формировании керамических масс в ленточных прессах. — Киев: Наук. думка, 1971. — 75 с.
46. Плющ Г.В. Исследование закономерностей мундштучного прессования металлокерамических твердых сплавов: Дис. ... канд. техн. наук. — Киев, 1970.
47. Самсонов Г.В., Виницкий И.М. Тугоплавкие соединения. — М.: Металлургия, 1976. — 558 с.
48. Клименков С.С. Теория и технология экструдирования реологических порошковых композиций методом шнекового прессования, создание оборудования и внедрение в народное хозяйство: Дис. ... докт. техн. наук.: 05.16.06. — Мн., 1991. — 436 с.
49. Косторнов А.Г., Райченко А.И. Реологические исследования пластифицированной порошковой шихты // Порошковая металлургия. — 1966. — № 5. — С. 21–22.
50. Райченко А.И., Косторнов А.Г. Реологические исследования пластифицированной порошковой шихты // Порошковая металлургия. — 1966. — № 6. — С. 11–12.
51. Косторнов А.Г., Райченко А.И. Реологические исследования пластифицированной порошковой шихты // Порошковая металлургия. — 1966. — № 12. — С. 10–11.
52. Уилкинсон У.Л. Неньютоновские жидкости. — М.: Мир, 1964. — 216 с.
53. Рейнер М. Деформация и поток. — М.: ИЛ, 1964.
54. Берихардт Э. Переработка термопластических материалов. — М.: Госхимиздат, 1962. — 747 с.
55. Виноградов Г.В., Малкин А.Я. Реология полимеров. — М.: Химия, 1977. — 438 с.
56. Виноградов Г., Догадини Б., Прозоровская Н. Вязкостные свойства эластомера на примере дивинил-стерильного каучука // «Коллоидный журнал», 1968.
57. Каргин В.А., Слонимский Г.Л. Краткие очерки по физико-химии полимеров. — М.: Химия, 1967. — 231 с.
58. Косторнов А.Г., Райченко А.И. Свойства пластифицированной порошковой смеси и закономерности ее экструзии // В кн.: Порошковая металлургия. Сборник докладов VIII Всесоюзной конференции по прогрессивным методам производства деталей из порошков. — Мн.: Выш. школа, 1996. — С. 96–104.
59. Друянов Б.А., Варганов К.Б. Вязкопластическое течение сжимаемого порошкового материала // Порошковая металлургия. — 1984. — № 8. — С. 24–27.
60. Гун Г.Я. Математическое моделирование процессов обработки металлов давлением. — М.: Металлургия, 1983. — 352 с.
61. Колмогоров В.Л. Механика обработки металлов давлением. — М.: Металлургия, 1986. — 688 с.
62. Айзенкольб Ф. Порошковая металлургия. — М.: Металлургиздат, 1959.
63. Федорченко И.М., Андриевский Р.А. Основы порошковой металлургии. — Киев: Изд-во АН УССР, 1963.
64. Раковский В.С. Основы порошкового металловедения. — М.: Оборонгиз, 1962.
65. Дорофеев Ю.Г. Уравнения уплотнения пористых материалов // В кн.: Использование метода динамической металлокерамики в стружковой и порошковой металлургии. — Ростов, 1966. — С. 21–25.
66. Жданович Г.М. Теория прессования металлических порошков. — М.: Металлургия, 1969. — 264 с.
67. Бальшин М.Ю. Об определении контактного сечения и некоторых механических

- свойств пористых, порошковых и волокнистых материалов // В кн.: Порошковая металлургия в новой технике. — М.: Наука, 1968. — С. 51–55.
- 68.** Пятов В.В. Разработка процесса непрерывного формования пористых изделий сложного профиля экструзией порошков на шнековом прессе: Дисс. ... канд. техн. наук: 05.16.06. — Мн., 1988. — 187 с.
- 69.** Груздев И.Э., Мирзоев Р.Г., Янков В.И. Теория шнековых устройств. — Л.: Изд-во ЛГУ, 1978. — 144 с.
- 70.** Янков В.И. Создание и исследование автогенного растворителя непрерывного действия в производстве полиакрилнитрильных волокон. Дисс. ... канд. техн. наук. — Л., 1972. — 116 с.
- 71.** Багаугдинов И.И., Пелеев А.И. Применение шнеков в мясной промышленности. — М.: ЦНИИТЭИминмясомолпрома, 1971.
- 72.** Шляхтер Г.Н. Исследование двухстадийного пресса. — Дис. ... канд. техн. наук. — М., 1970.
- 73.** Исследование особенностей процесса формования ППМ на вакуумном червячном прессе / Б.Д. Сторож, П.С. Кислый // В кн.: Развитие методов формования изделий из порошков. — Киев: Институт проблем материаловедения АН УССР. — 1976. — С. 142–151.
- 74.** Акимов М.И. О движении тяжелой точки по винтовой линии на шероховатой поверхности // «Записки Ленинградского горного института». — Л., 1936. — т. 10. — Вып. 1. — С. 1–21.
- 75.** Алтынбеков Ф.Е. Исследование процесса транспортирования сыпучих грузов вертикальным быстроходным шнеком. — Дис. ... канд. техн. наук. — Л., 1968. — 116 с.
- 76.** Григорьев А.М. Винтовые конвейеры. — М.: Машиностроение, 1972. — 184 с.
- 77.** Рыбаков И.Я. Теория и расчет вертикальных шнеков // Торфяная промышленность. — 1951. — № 8.
- 78.** Прессы пищевых и кормовых производств / Под ред. А.Я. Соколова. — М.: Машиностроение, 1973. — 288 с.
- 79.** Салазкин К.А., Кольман-Иванов Э.Э. Таблеточные машины. — М.: Машиностроение, 1966.
- 80.** Расчет усилия червячного пресса для формования изделий из пластифицированных порошковых масс / Б.Д. Сторож, П.С. Кислый. В кн.: Развитие методов формования изделий из порошков. Киев: Институт проблем материаловедения АН УССР. — 1976 — С. 62–71.
- 81.** Бернхард Т.Э. Переработка термопластичных материалов. — М.: Химия, 1965. — 747 с.
- 82.** Клименков С.С. Теоретический анализ энергосиловых параметров экструдирования порошков на шнековых установках // В кн.: Высокоэнергетические процессы получения композиционных и порошковых изделий, материалов и покрытий. — Мн.: Вышэйшая школа, 1989. — С. 121.
- 83.** Клименков С.С. Энергетические затраты при прессовании порошков на шнековых установках // В книге: Сборник научных трудов БРНПОПМ. — Мн., 1987. — № 11. — С. 68.
- 84.** Дорофеев Ю.Г. Динамическое горячее прессование пористых материалов. — М.: Наука, 1968. — 120 с.
- 85.** Дорофеев Ю.Г. Динамическое горячее прессование пористых порошковых заготовок. — М.: Металлургия, 1977. — 216 с.
- 86.** Ковальченко М.С. Теоретические основы горячей обработки пористых материалов давлением. — Киев: Наукова думка, 1980. — 238 с.

87. Дорофеев В.Ю., Лозовой В.И. Некоторые особенности уплотнения порошкового материала при горячей штамповке с элементами экструзии // Порошковая металлургия. — 1985. — № 3. — С. 11–14.
88. Уплотнение материалов в жестких конических и цилиндрических матрицах / Г.Л. Петросян и др. // Порошковая металлургия. — 1982. — № 5. — С. 22–27.
89. Петросян Г.Л., Мусаелян Г.В., Петросян Х.Л. Исследование процесса выдавливания спеченного пористого материала через коническую матрицу // Порошковая металлургия. — 1985. — № 3. — С. 19–23.
90. Петросян Г.Л., Нерсисян Г.Г., Аветян С.С. Исследование напряженно-деформированного состояния осесимметричной осадки пористых материалов методом конечных элементов. — Изв. АН АрмССР. Механика, 1980. — № 1 (33). — С. 65–76.
91. Петросян Г.Л. Формование пористых труб и стержней // Докл. АН АрмССР, 1977. — № 3 (14). — С. 176–181.
92. Петросян Г.Л. О теории пластичности пористых тел // Изв. ВУЗов. Машиностроение, 1977. — № 5. — С. 10–13.
93. Скороход В.В., Тучинский Л.И. Условие пластичности пористых тел // Порошковая металлургия, 1978. — № 11. — С. 83–87.
94. Расчет процесса экструзии порошковой заготовки через коническую матрицу / Осадчий В.А., Жадан В.Т., Гаврилов-Крямичев Н.Л., Горовой В.А., Долгий Н.И., Скорняков Ю.А. — Известия ВУЗов: черная металлургия. — 1985. — № 11. — С. 81–84.
95. Райченко А.И. К вопросу об экструзии пластично-вязкой порошковой смеси // Порошковая металлургия. — 1967. — № 9. — С. 6–9.
96. Райченко А.И. Задачи, связанные с непрерывным прессованием труб из порошков // Порошковая металлургия. — 1964. — № 6. — С. 17–21.
97. Райченко А.И. Задачи, связанные с выдавливанием труб из вязко-пластичной шихты // Порошковая металлургия. — 1965. — № 8. — С. 23–34.
98. Injection molding for near-net-shape PM components / Hadfield D. // Metals and Mater. — 1985. — 1. — № 10. — p. 609–612.
99. Injection molding of metal powders-present state and development perspectives / Kaczmar Jacek.: Crundlag., Herstell und Eigenschaft pulverment. Werkst. 8 Int. pulwermet. Tag., Dresden, 24–26 Sept., 1985. Bd 1: Hauptvotr. paster - Kurfress. — s. 1., a., 75.
100. Прессование тугоплавких соединений в вакуумной шнек-машине / П.С. Кислый, М.А. Кузенкова, А.Х. Бадян, Б.Д. Сторож, А.Н. Кашук // В кн.: Теория и практика прессования порошков. — Киев: изд-во АН УССР, 1975.
101. Попильский Р.Я., Пивинский Ю.Е. Прессование порошковых керамических масс. — М.: Металлургия, 1983. — 176 с.
102. Кудря Н.А., Романова Н.И. Исследование и экспериментальная проверка нового пластификатора для производства твердых сплавов // Научные труды Всесоюзного научно-исследовательского института тугоплавких металлов и твердых сплавов. — 1977. — № 17. — С. 53–61.
103. Kortovich C.S. Technical report AFML-TR-69-101, Wright-Paterson Air Force Base, Ohio, June 1969.
104. Moyer K.H. Modern developments in Powder metallurgy, Vol. 5, Plenum press, New York, 1971, p. 85.
105. Самсонов Г.В., Кислый П.С. Высокоогнеупорные неметаллические терморпары и накопечники. — Киев: Наук. думка, 1965. — 256 с.

- 106.** Корниенко П.А., Пугин В.С. Механические свойства пластификаторов // Порошковая металлургия. — 1969. — № 1. — С. 34–36.
- 107.** Корниенко П.А., Пугин В.С. Исследование влияния синтетического пластификатора на свойства пористых металлокерамических материалов // В кн.: Порошковая металлургия. Сборник докладов восьмой Всесоюзной конференции по прогрессивным методам производства деталей из порошков. — Мн.: Высш. школа, 1966. — С. 207–214.
- 108.** Плющ Г.В., Слезко А.И. Применение поверхностно-активных веществ в процессе мундштучного прессования твердых сплавов. — Порошковая металлургия. — 1970. — № 2. — С. 11–12.
- 109.** Грибовский П.О. Горячее литье керамических изделий. — М.-Л.: Госэнергоиздат, 1961.
- 110.** Кислый П.С., Самсонов Г.В. Основы процесса мундштучного прессования труб и стержней из порошков тугоплавких соединений // Порошковая металлургия. — 1962. — № 3. — С. 31–48.
- 111.** Либенсон Г.А. Производство спеченных изделий. — М.: Металлургия, 1982. — 256 с.
- 112.** Булычев В.П., Тюрленев В.И. Роль пластификатора при мундштучном прессовании заготовок из карбида циркония // Порошковая металлургия. — 1982. — с. 21–27.
- 113.** Худокормов Д.Н., Керженцева Л.Ф., Шелехина В.М. Влияние способа введения пластификатора в дисперсные порошки на их свойства // В кн.: Порошковая металлургия. — 1980. — вып. 4.
- 114.** Пористые порошковые материалы и изделия из них / П.А. Витязь, В.М. Капцевич, В.К. Шелег. — Мн.: Выш. шк., 1987. — 164 с.
- 115.** Степаненко А.В., Исаевич Л.А., Веремейчик А.А. Непрерывное формование труб из металлических порошков // Порошковая металлургия. — 1983. — № 11. — С. 12–17.
- 116.** А.с. 664751 СССР. Способ формования трубных заготовок из порошков / В.П. Северденко, А.В. Степаненко, Л.А. Исаевич. — БИ. — 1979. — № 20.
- 117.** А.с. 952439 СССР. Устройство для непрерывного формования труб из порошка / А.В. Степаненко, Л.А. Исаевич, А.А. Веремейчик. — БИ. — 1982. — № 31.
- 118.** Wassink R.J. Klein. Continuous hot pressing of reactive materials. — High Temp. — High Pressure, 1971, 3. — № 4. — p. 411–418.
- 119.** Okimoto Kunio, Shima Susumu, Oyane Moria. Соединение под давлением прессовок из металлических порошков. — Сосэй то како, J. Jap. Soc. Technol. Plast., 1977, 18. — № 195. — p. 319–324.
- 120.** Дмитриев Л.М. Устройства для переработки пластических масс литьем под давлением. — М., 1964.
- 121.** Геррман Х. Шнековые машины в технологии. — Л.: Химия, 1975. — 230 с.
- 122.** Ильинский Д.Я. Расчет и конструирование червячных машин для легкой промышленности. — М., 1965.
- 123.** Королев К.М. Исследование ленточных шнековых прессов пластического формования керамических изделий. — М.: Машиностроение, 1960. — 210 с.
- 124.** Производство электрических кабелей и проводов с резиновой и пластмассовой изоляцией / О.Ш. Бабицкий и др. — М.: Высшая школа, 1972. — 400 с.
- 125.** Шенкель Г. Шнековые прессы для пластмасс. — М.: Мир, 1965. — 293 с.
- 126.** Бокшицкий М.Н., Гурфинкель Ф.Я. Формующий инструмент экструзионных машин. — М., 1965.

- 127.** Каплун Я.Б. Формующее оборудование экструдеров. — М.: Машиностроение, 1969.
- 128.** Сторож Б.Д., Грабчук Б.Л., Заверуха О.В. Формование многослойных изделий из материалов на основе тугоплавких соединений на вакуумном прессе // В кн.: Развитие методов формования изделий из порошков. — Киев: Наук. Думка, 1976. — С. 151–155.
- 129.** Сторож Б.Д., Кислый П.С. Исследование особенностей процесса формования пластифицированной порошковой шихты на вакуумном червячном прессе // Развитие методов формования изделий из порошков. — Киев: изд-во АН УССР, 1976. — С. 142–150.
- 130.** Алексеев И.С. Разработка процесса непрерывного формования пористых длинномерных изделий из порошковых материалов методом экструзии шнеком: Дисс. ... канд. техн. наук: 05.16.05. — Мн., 1985.
- 131.** Кулагин В.И. Разработка теории и технологии непрерывного формования сплошных профилей: Дисс. ... канд. техн. наук: 05.16.05. — Мн., 1985.
- 132.** Жемчужный М.И. Разработка способов и технологии формования из порошковых композиций изделий с переменными свойствами: Дисс. ... канд. техн. наук: 05.16.05. — Мн., 1986.
- 133.** Красновский А.Н. Разработка технологии непрерывного формования изделий из порошковых материалов и композиций: Дисс. ... канд. техн. наук: 05.16.05. — Мн., 1990.
- 134.** А.с. 1199447 СССР, МКИ В 22 F 3/02. Устройство для непрерывного прессования порошков / А.В. Степаненко, С.С. Клименков, И.С. Алексеев, В.И. Кулагин. — БИ. — 1987 — № 47.
- 135.** Остапчук Ю.Г., Язловицкий М.Л. Дисковые экструдеры. — Киев: Наукова думка, 1972.
- 136.** Патент США № 4552520, МКИ В 22 F 3/02, 1985.
- 137.** Пятов В.В., Алексеев И.С., Карпушко А.В. Теоретический анализ процесса ротационного прессования // *Tendencje rozwojowe w technologii maszyn*: Сб. ст. — Zielona Gora, 1991. — С. 50–55.
- 138.** Плющ Г.В. Удаление пластификатора из твердосплавных изделий, полученных методом мундштучного прессования // В кн.: Технология получения новых материалов. — Киев, 1972. — с. 104–111.
- 139.** Федорченко И.М., Косторнов А.Г. Исследование свойств материалов, полученных экструзией и спеканием пластифицированных порошковых смесей // Порошковая металлургия. Сборник докладов VIII Всесоюзной конференции по прогрессивным методам производства деталей из порошков. — Мн.: Высш. школа, 1966. — С. 179–185.
- 140.** Кислый П.С. Спекание заготовок, полученных методом мундштучного прессования порошков тугоплавких соединений // Порошковая металлургия. — 1962. — № 5.
- 141.** Харченко В.К., Струк Л.И. Некоторые данные о влиянии температуры на прочность и пластичность тугоплавких соединений // Порошковая металлургия. — 1962. — № 2. — С. 86–91.
- 142.** Слепцов В.М., Щербина О.Д., Трунов Г.В. Удаление связки из образцов нитрида кремния. — Порошковая металлургия. — 1975. — № 7. — С. 99–101.
- 143.** Усовершенствованные вакуумные печи для депарафинизации, предварительного спекания и агломерации / Ренни Эрик Т. // Британская промышленность и техника. — 1985, 60. — № 1. — С. 31–32.
- 144.** Плющ Г.В., Прядко Г.А. Удаление пластификатора из твердосплавных заготовок // Порошковая металлургия. — 1970. — № 5. — с. 50–55.
- 145.** Скороход В.В. Об электропроводности дисперсных смесей проводников с непровод-

никами // Инж.-физ. журнал. — 1959. — № 8. — С. 51–58.

146. Изготовление изделий сложной конфигурации из термопластичных шликеров / Ф.Д. Оболенцев, В.Г. Борщ // Порошковая металлургия. — 1985. — № 3. — С. 15–18.

147. Скороход В.В., Солонин С.М., Чернышев Л.И. Исследование механизма спекания высокопористых материалов с улетучивающимся порообразователем // Порошковая металлургия. — 1974. — № 11. — с. 42–47.

148. А. с. 1193891 СССР, МКИ В 22 F 3/16; Н 01 F 1/08; С 22 С 33/02. Способ спекания прессованных заготовок из пластифицированных ферромагнитных порошков / С.С. Клименков, В.В. Пятов. — № 3618339/22-02; Заявлено 11.07.84. — ДСП.

149. Чайников Н.А. Исследование коэффициента трения при прессовании металлических порошков // Порошковая металлургия. — 1979. — № 10. — С. 35–38.

150. Чайников Н.А. Расчетный коэффициент внешнего трения при прессовании металлических порошков. — Порошковая металлургия. — 1981. — № 5. — С. 11–15.

151. Меерсон Г.А., Рассказов И.И., Чулков В.П. Экспериментальное исследование процесса прессования порошкообразных материалов // Порошковая металлургии. — 1970. — № 1. — С. 21–29.

152. Кипарисов С.С., Либенсон Г.А. Порошковая металлургия. — М.: Металлургия, 1991. — 432 с.

153. Беркович И.И., Виноградов Г.А., Каташинский В.П. Исследование трения и сопротивления сдвигу порошков железа и алюминия. — Порошковая металлургия. — 1971. — № 11.

154. Виноградов Г.А., Каташинский В.П. Теория листовой прокатки металлических порошков и гранул. — М.: Металлургия, 1979.

155. Устройства для определения коэффициента трения дисперсных материалов / Бесчастная Н.В. и др. // В кн.: Порошковая металлургия. — Пермь, 1979. — С. 63–68.

156. Пятов В.В., Ковчур А.С. Исследование внешнего трения пластифицированных порошков // Научное обеспечение республиканской комплексной программы охраны окружающей среды на 1991 — 1995 годы: Сб. ст. — Минск: Изд-во АН РБ, 1995. — С. 94–96.

157. А. с. 1553884 СССР, МКИ G 01 N 11/04. Способ определения технологических характеристик порошковых материалов / А.В. Степаненко, С.С. Клименков, В.В. Пятов, А.Л. Коваленко, А.Н. Красновский. — № 4434862/31-25; Заявлено 31.05.88; Опубл. 30.03.90, Бюл. № 12 // Открытия. Изобретения. — 1990. — № 12. — С. 183.

158. Коновалов Е.Г., Жданович Г.М. Измерения коэффициентов бокового давления при прессовании порошков железа с наложением ультразвуковых колебаний // В кн.: Пластичность и обработка металлов давлением. — Мн.: Наука и техника, 1968. — С. 25–30.

159. Роман О.В., Перельман В.Е. Теоретический анализ зависимости давления на стенки матрицы от плотности прессуемого материала. — В кн.: Материалы IX Всесоюзной конференции по порошковой металлургии. — Рига: Знание, 1968. — С. 73–79.

160. Верейкина А.А., Руденко В.Н., Самсонов Г.В. Приспособление для определения предела прочности на сжатие образцов из тугоплавких соединений при высоких температурах. — Завод. лаб., 1960. — № 5. — С. 620–621.

161. Ребиндер П.А. Физико-химическая механика. — М.: Знание, 1958.

162. Ничипоренко С.П. Физико-химическая механика дисперсных структур в технологии строительной керамики. — Киев: Наук. думка, 1968. — 76 с.

163. Ребиндер П.А., Семененко Н.А. О методе погружения конуса для характеристики структурно-механических свойств пластично-вязких тел // Доклады АН СССР. — т. 64. —

- № 6. — 1949. — С. 835.
- 164.** Классен П.В., Гришаев И.Г. Основы техники гранулирования. — М.: Химия, 1982. — 272 с.
- 165.** Корниенко П.А., Пугин В.С. Структурно механические свойства пластификаторов // Порошковая металлургия. — 1968. — №1. — С. 101–103.
- 166.** Корниенко П.А., Пугин В.С. Исследование структурно-механических свойств пластификаторов // Порошковая металлургия. — 1967. — № 6. — С. 8–15.
- 167.** Ничипоренко С.П. Основные вопросы теории процессов обработки и формования керамических масс. — Киев: АН УССР, 1960.
- 168.** Джонсон В., Кудо Х. Механика процесса выдавливания металлов. — М.: Металлургия, 1965.
- 169.** Береснев Б.И., Трушин Е.В. Процесс гидроэкструзии. — М.: Наука, 1976.
- 170.** Колпашников А.И., Вялов В.А. Гидропрессование металлов. — М., 1973.
- 171.** Прозоров Л.В. Прессование стали и тугоплавких сплавов. — М., 1969.
- 172.** Мальцев М.В., Доронькин Е.Д., Езерский К.И. Гидростатическая обработка тугоплавких металлов. — М., 1978.
- 173.** Касьян М.В., Манукян Н.В., Саркисян Ш.Э. Исследование процесса экструзии железо-керамического материала // В кн. Металлокерамические материалы и изделия. — Ереван: ЕрПИ, 1969. — С. 123–128.
- 174.** Швецов Г.А., Алимова Д.У., Барышникова М.Д. Технология переработки пластических масс. — М.: Химия, 1988. — 512 с.
- 175.** Грифф А. Технология экструзии пластмасс. — М., 1965.
- 176.** Фишер Э. Экструзия пластических масс. — М.: Химия, 1970. — 340 с.
- 177.** Новые процессы деформации металлов и сплавов / А.П. Коликов, П.И. Полухин, А.В. Крупин и др. — М.: Высшая школа, 1986. — 351 с.
- 178.** Степаненко А.В., Исаевич Л.А., Харлан В.Е. Обработка давлением порошковых сред. — Мн.: Навука і тэхніка, 1993. — 167 с.
- 179.** Пятов В.В. Теоретические и технологические основы холодной экструзии порошковых материалов: Научное издание. — Витебск: УО «ВГТУ», 2002. — 237 с.
- 180.** Пятов В.В., Ковчур А.С. Теоретический анализ процесса непрерывного формования порошков // Вестник Витебского государственного технологического университета: Сб. ст. — Витебск: ВГТУ, 1995. — С. 62–65.
- 181.** Пятов В.В., Ковчур А.С. Анализ напряженно-деформированного состояния при формовании пластифицированного порошкового материала // Сборник научных трудов ВГТУ: Ч.2. — Витебск: ВГТУ, 1995. — С. 31–34.
- 182.** Пятов В.В., Ковчур А.С. Экструзия композиционных материалов, армированных дискретными волокнами // Современные энергоресурсосберегающие и экологобезопасные технологии в машиностроении и легкой промышленности: Сб. ст. — Витебск: ВГТУ, 1998. — С. 60–65.
- 183.** Исследование геометрии очага деформации при формовании материалов вращающимся шнеком / А.В. Степаненко, С.С. Клименков, А.Н. Красновский, В.В. Пятов // Витебск. технол. ин-т легк. пром. — Витебск, 1988. — 6 с. — Деп. в ЦНИИЭИ № 4960 // РЖ: Металлургия. — 1989. — № 2. — С. 153.
- 184.** Пятов В.В., Ковчур А.С. Динамика экструзии изотропного материала // Сборник научных трудов ВГТУ: Ч.2. — Витебск: ВГТУ, 1995. — С. 37–39.

- 185.** Шелег В.К., Пятов В.В., Ковчур А.С. Экструзия анизотропной среды // Доклады НАН Беларуси. — 2004. — Т. 48. — № 6. — С. 112–114.
- 186.** Витязь П.А., Клименков С.С., Пятов В.В. Расчет температурного поля в порошковом слое при формировании изделий на шнековом прессе / Витебск. технол. ин-т легк. пром. — Витебск, 1985. — 8 с. — Деп. в ВИНТИ № 3245 // РЖ: Metallургия. — 1986. — № 4. — С. 164.
- 187.** Шелег В.К., Пятов В.В., Ковчур А.С. Расчет температурных полей в элементах шнекового пресса // Доклады НАН Беларуси. — 2004. — Т. 48. — №1. — С. 103–109.
- 188.** Интегралы и ряды. Специальные функции / А.П. Прудников и др. — М.: Наука, 1983. — 752 с.
- 189.** Пятов В.В., Шелег В.К., Ковчур А.С. Универсальный трибометр для порошковых материалов // Доклады НАН Беларуси. Серия физико-технических наук. — 2004. — Т. 48. — № 2. — С. 109–111.
- 190.** А. с. 1176695 СССР, МКИ В 22 F 3/02. Устройство для исследования внешнего и межчастичного трения порошка / С.С. Клименков, В.В. Пятов, К.В. Шульков. — № 3716890/22-02; Заявлено 29.03.84. — ДСП.
- 191.** Алексеев И.С., Пятов В.В., Ковчур А.С. Методика определения триботехнических характеристик порошкового материала // Совершенствование технологических процессов, оборудования и организации производства в легкой промышленности и машиностроении: Сб. ст.: Ч.2. — Минск: Университетское, 1994. — С. 91–93.
- 192.** Пятов В.В. Прибор для комплексного исследования свойств порошковых материалов // Современные энергоресурсосберегающие и экологобезопасные технологии в машиностроении и легкой промышленности: Сб. ст. — Витебск: ВГТУ, 1998. — С. 51–54.
- 193.** Пятов В.В. Исследование трения пластифицированных металлических порошков // Трение и износ. — 2004. — Т. 25. — № 1. — С. 104–107.
- 194.** Алексеев И.С., Пятов В.В., Ковчур А.С. Исследование внешнего трения порошковых материалов // Совершенствование технологических процессов, оборудования и организации производства в легкой промышленности и машиностроении: Сб. ст.: Ч.2. — Минск: Университетское, 1994. — С. 176–179.
- 195.** Разработать методику определения триботехнических свойств нестандартных порошков цветных металлов, полученных из производственных отходов: Отчет о НИР № 265; № ГР 19991312 / С.Г. Ковчур, В.В. Пятов, А.С. Ковчур, О.Н. Ахтанин. — Витебск: ВГТУ, 1999. — 48 с.
- 196.** Klemm V., Sobek D. Crundlag Herstell und Eingenschaft pulvermet. Werkst. 8 Int. pulvermet. Tag., Dresden, 1985.
- 197.** Gerritsen A.H. // Powder Tech.— № 1. — 1985.— №1.— p. 61–70.
- 198.** Пат. 5665 С1 ВУ, МПК 7 G 01L 7/00. Способ определения коэффициента бокового давления / В.В. Пятов, О.Н. Ахтанин, С.С. Клименков, А.Н. Голубев. — № а 19990668; Заявлено 06.01.98; Опубл. 30.09.03 // Официальный бюллетень Государственного патентного ведомства Республики Беларусь. — 2003. — № 5.
- 199.** Пятов В.В. Использование трибометра для измерения коэффициентов бокового давления пластифицированных металлических порошков // Трение и износ. — 2004. — Т. 25. — № 2. — С. 223–225.
- 200.** А. с. 1274848 СССР, МКИ G 01 N 11/00. Устройство для определения структурно-пластической прочности пластифицированных порошковых материалов / П.А. Витязь, С.С. Клименков, В.В. Пятов, К.В. Шульков. — № 3855518/22-02; Заявлено 11.02.85; Опубл. 08.08.86, Бюл. № 45 // Открытия. Изобретения. — 1986. — № 45. — С. 46.

- 201.** Витязь П.А., Клименков С.С., Пятов В.В. Исследование трения металлических порошков, пластифицированных парафином / Витебск. технол. ин-т легк. пром. — Витебск, 1986. — 12 с. — Деп. в ВИНТИ № 4033 // РЖ: Metallurgiya. — 1987. — № 8. — С. 173.
- 202.** Шелег В.К., Пятов В.В., Ковчур А.С. Реология пластифицированных порошков // Известия НАН Беларуси. Серия физико-технических наук. — 2004. — № 3. — С. 19–23.
- 203.** Витязь П.А., Клименков С.С., Пятов В.В. Установка для формования изделий из порошковых материалов / Витебск. технол. ин-т легк. пром. — Витебск, 1986. — 6 с. — Деп. в ВИНТИ № 4034 // РЖ: Metallurgiya. — 1987. — № 8. — С. 173.
- 204.** А. с. 1341034 СССР, МКИ В 22 F 3/20; В 30 В 15/02. Устройство для экструзии порошка / А.В. Степаненко, С.С. Клименков, В.В. Пятов, В.В. Петухов. — № 4059263/31-02; Заявлено 21.04.86; Оpubл. 30.09.87, Бюл. № 36 // Открытия. Изобретения. — 1987. — № 36. — С. 91.
- 205.** А. с. 1659179 СССР, МКИ В 22 F 3/20. Устройство для экструзии порошковых композиций / А.Н. Красновский, К.С. Матвеев, В.В. Пятов, А.Л. Коваленко, А.М. Лапшин. — № 4719618/02; Заявлено 14.07.89; Оpubл. 30.06.91, Бюл. № 24 // Открытия. Изобретения. — 1991. — № 24. — С. 53.
- 206.** Шелег В.К., Пятов В.В., Ковчур А.С. Расчет профиля канала шнека для формования пластифицированных порошков // Известия НАН Беларуси. Серия физико-технических наук. — 2004. — № 2. — С. 21–25.
- 207.** Пятов В.В., Алексеев И.С., Ахтанин О.Н. Оптимизация геометрических параметров канала с подвижными и неподвижными стенками при формовании порошковых материалов // *Tendencje rozwojowe w technologii maszyn*: Сб. ст. — Zielona Gora, 1990. — С. 51–56.
- 208.** Теоретический анализ процесса шнекового прессования порошковых материалов / А.В. Степаненко, С.С. Клименков, В.В. Пятов, А.Н. Красновский // Витебск. технол. ин-т легк. пром. — Витебск, 1989. — 11 с. — Деп. в ЦНИИЭИ № 5302 // РЖ: Metallurgiya. — 1989. — № 10. — С. 158.
- 209.** Пятов В.В., Красновский А.Н., Коваленко А.Л. Распределение напряжений в канале шнека при формовании порошковых материалов // Пути совершенствования технологических процессов в машиностроении: Сб. ст. — Минск: Университетское, 1990. — С. 128–130.
- 210.** Пластификация порошковых материалов, формуемых экструзией / В.В. Пятов, А.С. Ковчур, О.Н. Ахтанин, В.В. Савицкий // Современные энергоресурсосберегающие и экологобезопасные технологии в машиностроении и легкой промышленности: Сб. ст. — Витебск: ВГТУ, 1998. — С. 42–46.
- 211.** Пятов В.В., Ковчур А.С. Пластифицированный порошковый материал // Сборник научных трудов ВГТУ: Ч.2. — Витебск: ВГТУ, 1995. — С. 35–36.
- 212.** А. с. 1146893 СССР, МКИ В 22 F 1/00. Способ пластифицирования порошковых материалов / С.С. Клименков, И.С. Алексеев, В.В. Пятов. — № 3591513/22-02; Заявлено 11.01.83. — ДСП.
- 213.** А. с. 1638905 СССР, МКИ В 22 F 3/20. Устройство для гранулирования порошковых материалов / А.Н. Красновский, К.С. Матвеев, А.М. Лапшин, В.В. Пятов, А.Л. Коваленко. — № 4736272/02; Заявлено 11.09.89. — ДСП.
- 214.** А. с. 1664462 СССР, МКИ В 22 F 3/20, 3/02. Способ получения заготовок экструзией порошковых композиций и устройство для его осуществления / А.Н. Красновский, К.С. Матвеев, В.В. Пятов, В.В. Савицкий, А.С. Шандриков, А.М. Лапшин. — № 4710690/31-02; Заявлено 26.06.89; Оpubл. 23.07.91, Бюл. № 27 // Открытия. Изобретения. — 1991. — № 27. — С. 53.
- 215.** Спекание порошковых прессовок, содержащих парафин / В.В. Пятов, А.С. Ковчур, О.Н. Ахтанин, В.В. Савицкий // Современные энергоресурсосберегающие и экологобезопас-

- ные технологии в машиностроении и легкой промышленности: Сб. ст. — Витебск: ВГТУ, 1998. — С. 47–50.
- 216.** А. с. 1153455 СССР, МКИ В 22 F 3/10, 3/24. Способ обработки пластифицированных заготовок из металлических порошков / С.С. Клименков, В.В. Пятов, И.С. Алексеев, М.И. Жемчужный. — № 3650036/22-02; Заявлено 24.06.83. — ДСП.
- 217.** Пат. 4116 С2 ВУ, МПК В 22F 3/20. Устройство для формования порошковых шнуров / А.Н. Красновский, В.В. Пятов, О.Н. Ахтанин, К.С. Матвеев, В.В. Савицкий. — № а 19980683; Заявлено 20.07.98; Опубл. 30.09.01 // Официальный бюллетень Государственного патентного ведомства Республики Беларусь. — 2001. — № 3. — С. 111.
- 218.** Разработка и исследование процессов изготовления композиционных материалов и изделий на основе сырьевых запасов РБ и отходов производства: Отчет о НИР 99-ВПД-013; № ГР 1999285 / С.С. Клименков, В.М. Ходьков, В.В. Пятов, О.Н. Ахтанин, В.В. Савицкий. — Витебск: ВГТУ, 1999.
- 219.** Пятов В.В., Ахтанин О.Н., Мисурагина А.Я. Шнуровые порошковые материалы // Новые ресурсосберегающие технологии и улучшение экологической обстановки в легкой промышленности и машиностроении: Сб. ст. — Витебск: ВГТУ, 1998. — С. 162–163.
- 220.** Пат. 5109 С1 ВУ, МПК С 08L 29/04, С 08К 5/053. Связующее для экструзии порошковых материалов / О.Н. Ахтанин, К.С. Матвеев, В.В. Пятов, В.В. Савицкий, А.Н. Красновский. — № а 19980022; Заявлено 06.01.98; Опубл. 30.06.03 // Официальный бюллетень Государственного патентного ведомства Республики Беларусь. — 2003. — № 1.
- 221.** Разработать и внедрить экологобезопасные технологии комплексной утилизации жидких и шламовых металлосодержащих промышленных отходов предприятий г. Витебска и Витебской области: Отчет о НИР № 3.3.5.5-425; № ГР 1997/236 / С.Г. Ковчур, И.Д. Васильев, В.В. Пятов и др. — Витебск: ВГТУ, 1998.
- 222.** Шелег В.К., Ковчур А.С., Пятов В.В. Переработка гальваноотходов. — Витебск: УО «ВГТУ», 2004. — 185 с.
- 223.** Анализ методов получения порошка кобальта из растворов отработанных электролитов / В.В. Пятов, А.С. Ковчур, А.А. Трутнев, Ю.А. Нетсев // Новые ресурсосберегающие технологии и улучшение экологической обстановки в легкой промышленности и машиностроении: Сб. ст. — Витебск: ВГТУ, 1999. — С. 223–227.
- 224.** Пятов В.В., Ковчур А.С., Нетсев Ю.А. Применение гипохлоритного и автоклавного методов для извлечения порошка кобальта из отработанных сульфатных электролитов // Сборник научных статей. — Витебск: ВГТУ, 2000. — С. 24–29.
- 225.** Нетсев Ю.А., Ковчур А.С., Пятов В.В. Извлечение хрома из отходов гальванического производства // Новые технологии рециклинга отходов производства и потребления: Сб. ст. — Мн.: БГТУ, 2004. — С. 109–112.
- 226.** Нетсев Ю.А., Ковчур А.С., Пятов В.В. Использование метода адсорбционной очистки для переработки хромосодержащих отходов гальваники // Новые технологии рециклинга отходов производства и потребления: Сб. ст. — Мн.: БГТУ, 2004. — С. 112–115.
- 227.** Процесс получения изделий электротехнического назначения из медного порошка, восстановленного из отходов гальванического производства / Ковчур С.Г., Пятов В.В., Ковчур А.С., Нетсев Ю.А. // Вести НАН РБ. Серия физико-технических наук, 2001 — № 3 — С. 25–29.
- 228.** Пятов В.В., Ковчур А.С., Ольшанский В.И. Разработка технологии получения сварочных нерасходуемых электродов из медного порошка, полученного из отходов травильного производства // Проблемы промышленной экологии и комплексная утилизация отходов производства: Тез. докл. конф. — Витебск, 1995. — С. 184.
- 229.** Виды электролитов, применяемые в современном производстве для осаждения хлора /

С.Г. Ковчур, В.В. Пятов, А.С. Ковчур, Ю.А. Нетсев // Тезисы докладов XXXIV НТК ВГТУ. — Витебск, 2001. — С. 124.

230. Медный порошок, полученный из отходов гальванического производства / С.С. Клименков, В.В. Пятов, А.С. Ковчур, П.В. Лавшук // Материалы международной 51-й научно-технической конференции профессоров, преподавателей, научных работников, аспирантов и студентов БГПА: Ч.8. — Минск: БГПА, 1995. — С. 80–81.

231. Пятов В.В., Ковчур А.С. Получение изделий электротехнического назначения из промышленных отходов // Problemy inzynierii srodowiska: Сб. ст. — Plock, 2000. — С. 242–249.

232. Применение порошка меди, восстановленного из отходов гальваники, для производства облицовочных пластин / С.Г. Ковчур, В.В. Пятов, А.С. Ковчур, Ю.А. Нетсев // Тезисы докладов XXXIV НТК ВГТУ. — Витебск, 2001. — С. 122.

233. Ковчур С.Г., Пятов В.В., Ковчур А.С. Электрические контакты, изготовленные из промышленных отходов // Новые ресурсосберегающие технологии и улучшение экологической обстановки в легкой промышленности и машиностроении: Сборник докладов международной научно-технической конференции. — Витебск: ВГТУ, 1998. — С. 252–254.

234. Применение порошка меди, восстановленного из отходов гальваники, для производства облицовочных пластин / С.Г. Ковчур, В.В. Пятов, А.С. Ковчур, Ю.А. Нетсев // Тезисы докладов XXXV НТК ВГТУ. — Витебск, 2002. — С. 97.

235. Ковчур С.Г., Пятов В.В., Ковчур А.С. Электроды, полученные прессованием и спеканием пластифицированного порошка // Новые ресурсосберегающие технологии и улучшение экологической обстановки в легкой промышленности и машиностроении: Сб. ст. — Витебск: ВГТУ, 1999. — С. 92–96.

236. Электроды, полученные из промышленных отходов / С.Г. Ковчур, В.В. Пятов, А.С. Ковчур, И.Д. Васильев // 19-th International Scientific Symposium Of Students And Young Research Workers. Volume 4: Mechanical Engineering, 28 — 29 April 1997, Zielona Gora. — P. 122–126.

Библиотека ВГТУ

