

сш 497891

Госкомитет по народному образованию СССР
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА, ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ.Н.Э.БАУМАНА

На правах рукописи

ГУМЕНЧУК Александр Александрович

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ И МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ВИБРОПРЕССА С ПРОСТРАНСТВЕННЫМ
ДВИЖЕНИЕМ РАБОЧЕГО СТОЛА ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ ЗАГОТОВОК
ИЗ ПОРОШКОВ НЕИЛАСТИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Специальность 05.03.05 - Процессы и машины
обработки давлением

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой
степени кандидата технических наук



Москва - 1991

Работа выполнена на кафедре "Проектирования оборудования
автоматизированного производства"
Винницкого политехнического института

Научный руководитель: доктор технических наук,
профессор Бочаров Ю.А.

Официальные оппоненты: - доктор технических наук, профессор
Добринский Н.С.
- кандидат технических наук, доцент
Ларионов Н.М.

Ведущее предприятие - Центральное бюро кузнечно-прессового
машиностроения / НПО "Кузмаш" /

Защита состоится "24" июня 1991 г. в час.
на заседании специализированного совета К 053.15.13 в
МГТУ им. Н.Э.Баумана по адресу: 107005, Москва, 2-я Бауманская
ул., дом 5.

Ваш отзыв на автореферат в одном экземпляре, заверенный
анному адресу.

миться в библиотеке МГТУ

И.

май 1991 г.

М 497891



убин И.Н.

аказ 499 объем 1,0 л. л.

Типография МГТУ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Одной из важнейших задач ускорения научно-технического прогресса и интенсификации производства является создание новых прогрессивных технологий и конструктивных материалов на основе металлических и керамических порошков, обладающих повышенными эксплуатационными свойствами - износостойкостью, прочностью, тугоплавкостью.

Важным этапом изготовления изделий из порошковых материалов является процесс формообразования полуфабриката. Он должен обеспечить заданные показатели качества полуфабриката - плотность, равномерность, механическую прочность и др., с учетом особенностей подготовки шихты и последующих технологических операций.

Перспективным прессовым оборудованием, особенно средней и большой мощности, являются инерционные вибропрессы с гидрорезонансным приводом рабочего стола.

Опыт применения вибропрессования у нас в стране и за рубежом показывает, что повысить его эффективность, особенно при изготовлении сложных и крупногабаритных изделий, можно используя многокомпонентное вибронагружение при котором рабочий стол вибропресса совершает колебания в двух или трех взаимно-перпендикулярных направлениях.

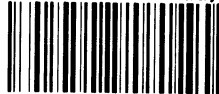
Широкое применение вибропрессования в промышленности сдерживается отсутствием эффективного и надежного оборудования, недостаточной изученностью механизма компактирования порошка в условиях динамического нагружения. Поэтому, разработка и создание конструкции экспериментального вибропресса, обеспечивающего возможность применения многокомпонентного нагружения заготовки и большой диапазон изменения технологических режимов является актуальной задачей.

Цель работы и задачи исследований. Цель работы - разработка конструкции и методики проектирования экспериментального вибропресса с пространственным движением рабочего стола для прессования заготовок из порошков непластичных материалов.

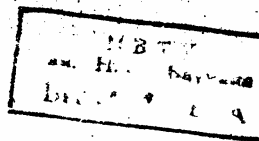
Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

обосновать технологические требования к экспериментальному вибропрессу для проведения исследовательских работ и отра-

НТБ МГТУ им. Н.Э. Баумана



1497891



ботки технологических режимов прессования с многокомпонентным силовым нагружением заготовок из порошковых материалов на основе карбида кремния;

обосновать выбор схемы и разработать конструкцию экспериментального вибропресса, обладающего широкими функциональными возможностями;

выполнить теоретические исследования закономерностей регулирования рабочих режимов, с учетом выбранных технологических параметров, выявить влияние конструктивных параметров на характер работы привода и определить их оптимальные значения;

разработать динамическую и математическую модели и проверить адекватность их реальному процессу работы вибропресса путем сопоставления результатов теоретического и экспериментального исследований;

экспериментальным путем определить регулировочные характеристики приводов, влияние схемы и режима вибронагружения на физико-механические характеристики порошкового материала на основе карбида кремния, выявить оптимальные режимы процесса вибропрессования полуфабриката опорного изолятора;

с учетом результатов теоретических и экспериментальных исследований разработать научно-обоснованную методику проектирования вибропрессов с двух- и трехкоординатным движением рабочего стола.

Научная новизна. Установлено, что технологические режимы динамического нагружения заготовки на первом и втором этапах вибропрессования должны быть различными в связи со значительными отличиями механизма уплотнения порошкового материала на этих этапах. В начальном периоде эффективность процесса вибропрессования определяется величиной амплитуды ускорения вибростола с заготовкой, на втором этапе — амплитудой импульса осевого давления в заготовке и скоростью её деформирования.

Экспериментально доказана для материала на основе карбида кремния более высокая эффективность многокомпонентного вибропрессования по сравнению с однокомпонентным, исследовано влияние режимов вибронагружения на изменение физико-механических свойств заготовки из порошка карбида кремния.

Полученные результаты экспериментальных и теоретических исследований позволили определить регулировочные характеристики приводов вертикальных и горизонтальных вибраций относи-

тельно заданных технологических параметров и определить наиболее эффективные способы управления.

Разработаны динамическая и математическая модели вибропресса с учетом экспериментально полученной характеристики потерь энергии в процессе уплотнения заготовки, которые позволяют выявить зависимость технологических возможностей вибропресса и КПД привода от величины наиболее важных конструктивных параметров и обосновать выбор их оптимальных значений.

Разработана научно-обоснованная методика проектного расчета конструктивных параметров вибропресса для многокомпонентного прессования заготовок из порошковых материалов с заданными технологическими режимами.

Практическая ценность. На основе теоретических и экспериментальных исследований создана новая конструкция вибропресса для многокомпонентного динамического прессования заготовок из порошков непластичных материалов.

Предложена и опробована методика определения оптимальных технологических режимов вибропрессования. С использованием схемы двухкомпонентного нагружения выполнено прессование полуфабрикатов изделия сложной формы типа "опорный изолятор" из порошка карбида кремния, получить которые традиционными способами прессования не удавалось.

Использованные при разработке конструкции вибропресса технические решения признаны изобретениями и защищены авторскими свидетельствами СССР.

Техническая документация на изготовление промышленного образца вибропресса с трехкоординатным движением вибростола передана на Броварской завод порошковой металлургии. Вибропресс предназначен для отработки схем нагружения и режимов вибропрессования заготовок изделий сложной формы.

Апробация работы. Основные материалы диссертационной работы докладывались и обсуждались на: научно-технических конференциях Винницкого политехнического института - г. Винница, 1985....1990 г.г.; научных семинарах кафедр РК-8 ("Комплексная технология автоматизированного производства") и МТ-6 ("Машины и технология обработки давлением") МГТУ им. Н.Э.Баумана - Москва, 1987....1990 г.г.; научно-технических конференциях "Проектирование и эксплуатация промышленных гидроприво-

дов и систем гидропневмоавтоматики"/ - Пенза, 1986 и 1988 г.г. и "Автоматизация и механизация машиностроения" - Кемерово, 1988 г.

Иллюстрации. Основные результаты работы опубликованы в 5 печатных работах (тезисы докладов на научно-технических конференциях и две статьи) и 3 рукописных (отчеты по хозяйственным НИР, зарегистрированные в ВНИЦентре) и защищены 5 авторскими свидетельствами СССР.

На защиту выносятся:

1. Новые конструкции экспериментальных вибропрессов с пространственным движением рабочего стола.

2. Динамическая и математическая модели гидромеханической системы вибропресса и результаты их исследования на ЭВМ.

3. Законномерности изменения технологических режимов нагружения заготовки при регулировании параметров привода и влияние их на изменение физико-механических свойств заготовки из порошкового материала на основе карбида кремния.

4. Научно-обоснованная методика проектирования вибропрессов с многокомпонентным нагружением заготовки.

5. Внедрение в производство результатов исследований.

Структура и объём работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти разделов, заключения, списка литературы и приложений. Содержание работы изложено на 132 страницах машинописного текста, иллюстрируется 65 рисунками и 4 таблицами. Приложения содержат 32 страницы. Список литературы включает 129 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, её научная новизна, практическая ценность и основные положения, выносимые на защиту, а также дана краткая аннотация всех разделов.

В первом разделе на основании анализа результатов известных исследований выявлены технологические особенности процессов прессования заготовок из порошков непластичных материалов, выделены этапы вибропрессования и требования к режимам динамического нагружения заготовки; рассмотрены тенденции создания вибропрессового оборудования с многокомпонентным силовым нагружением заготовки, проведен анализ работы гидроим-

пульсных приводов с различными схемами включения генераторов импульсов давления с целью наиболее эффективного использования их в приводах вертикальных и горизонтальных вибраций рабочего стола.

Разработкой и изучением проблем технологии прессования порошковых материалов занимались советские ученые М.Р. Бальшин, И.Д. Радомысельский, Г.Г. Сердюк, Г.М. Жданович, О.В. Роман, А.Г. Овчинников, В.И. Ходкин, А.М. Дмитриев, А.М. Лаптев и др.

Применительно к порошкам непластичных материалов вопросы количественной оценки контактной поверхности и величины критических напряжений исследовались А.В. Покровским, Р.Я. Попильским, Ф.В. Кондрашовым, В.П. Бондаренко. Изучением процессов вибрационного прессования занимались И.Г. Шаталова, П.А. Ребиндер, П.Ф. Овчинников, В.М. Ям, Н.С. Горбунов, В.В. Иващенко и др.

Большой вклад в разработку нового оборудования для вибропрессования порошковых материалов и исследование технологических особенностей этого процесса внесли М.А. Бочаров, И.Б. Матвеев, Р.Д. Искович-Лотоцкий, Р.Р. Обертох и др.

На основании анализа результатов большого числа исследований установлено, что процесс сжатия порошка в закрытой пресс-форме сопровождается значительным изменением физико-механических свойств заготовки. Поэтому, процесс вибропрессования необходимо рассматривать состоящим из трёх этапов, соответствующих трем участкам графика "усилие - деформация".

Большие отличия в механизме уплотнения порошкового материала на разных этапах вибропрессования предопределяют различные подходы при назначении режимов нагружения и технологических параметров, влияющих на эффективность процесса.

Для первого этапа в качестве такого параметра использовалась амплитуда ускорения вибростола с заготовкой, для второго этапа - амплитудные значения импульса осевого давления в заготовке и скорости её деформирования.

Данные ряда исследователей, а также предварительные эксперименты проведенные нами позволили выявить положительный эффект при использовании сложного силового нагружения заготовки в процессе вибропрессования.

Исследования в области технологии многокомпонентного виб-

ропрессования и внедрение этого способа в промышленности сдерживается отсутствием виброоборудования обладающего широкими функциональными возможностями многокомпонентного прессования.

Основные научные задачи, решаемые в данной работе, состоят в выявлении технологических параметров, обеспечивающих заданное качество полуфабрикатов, определении эффективности применения многокомпонентного силового нагружения заготовки, построении регулировочных характеристик для процессов вертикальных и горизонтальных вибраций и определении наиболее рациональных способов управления, разработке научно-обоснованной методики проектного расчета вибропрессов с пространственным движением рабочего стола.

Второй раздел содержит: обоснование технологических требований к конструкции экспериментального вибропресса с многокомпонентным нагружением заготовки для прессования порошков непластичных материалов; приведены принципиальная и конструктивная схемы и описание вибропресса с двух- и трехкоординатным движением рабочего стола; конструкции шаровых опор исполнительных гидроцилиндров, устройств разгрузки пуансона в горизонтальном направлении, циклового пружинного гидроаккумулятора; приведены схемы и описание системы диагностики и контроля рабочих параметров.

В принятой схеме инерционного нагружения (см. рис. I) рабочий стол вибропресса совершает колебания в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Усилие прессования создается совместным действием усилия статического прижима $P_{ст}$ и динамической нагрузкой, создаваемой массой инерционно пригруза, установленной на подвижной поперечине пресса.

Динамическое нагружение заготовки в результате действия горизонтальных вибраций носит инерционный характер и зависит от массы заготовки, величины и характера сообщаемых ей ускорений.

Основные технологические требования к конструкции экспериментального вибропресса:

1) с целью создания условий многокомпонентного виброн нагружения заготовки в процессе прессования, рабочий стол должен иметь возможность двух- или трехкоординатного перемещения;

2) вибропресс должен обеспечить нагружение заготовки в вертикальном направлении статическим и динамическим прессовы-

ми усилиями;

3) силовые характеристики привода вертикального воздействия зависят от необходимости создания технологически обоснованного импульса осевого давления в заготовке и скорости её деформирования; а приводов горизонтальных воздействий — от создания заданной амплитуды ускорения вибростола для заготовки определённого размера;

4) с целью получения широких функциональных возможностей вибропресса, необходим рациональный выбор схем приводов обеспечивающих максимально возможный диапазон изменения параметров;

5) вибропресс должен иметь возможность настройки на заданный режим в период между прессовками, а также изменения режима вибронагружения в процессе прессования одной заготовки.

Существенные различия в технологических требованиях к приводам вертикальных и горизонтальных вибраций обуславливают необходимость использовать для них гидроимпульсные приводы, выполненные по различным схемам.

Для создания вертикальных вибраций целесообразно использовать аккумуляторный гидроимпульсный привод с генератором импульсов давления (ГИД) установленным "на входе" исполнительного гидроцилиндра. Предложено применить параметрическое регулирование режимов вибронагружения, что обеспечивает высокий КПД во всем диапазоне регулирования. Для горизонтальных вибраций использован безаккумуляторный привод с ГИД "на выходе". Основным параметром регулирования для этой схемы является величина максимального усилия на штоке гидроцилиндра, что позволяет непосредственно регулировать амплитуду ускорения вибростола.

В соответствии с этими требованиями, на основе конструктивной модернизации вибропресса типа ИВПМ, разработана новая конструкция экспериментального вибропресса с многокомпонентным силовым нагружением заготовки, новизна которой защищена авторским свидетельством СССР № 1581843. Конструкция вибропресса включает следующие узлы: блок приводов вибростола, привод подвижной поперечины, станину, приводы насосов, систему управления вибропрессом и контроля параметров. Блок приводов вибростола является принципиально новым и наиболее сложным узлом в оборудовании этого класса. Он состоит из привода вертикальных вибраций и одного или двух приводов горизонталь-

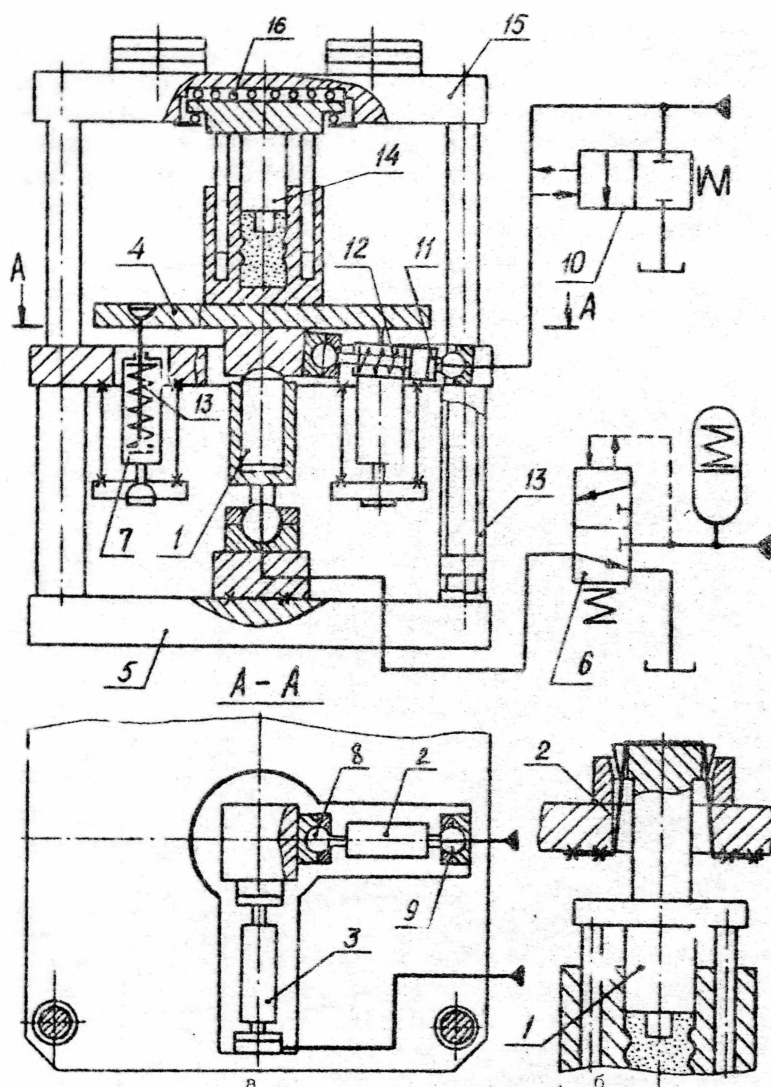


Рис. 1. Конструктивная схема вибропресса с трехкоординатным движением рабочего стола - а и устройства для разгрузки п. нсопа в горизонтальном направлении - б.

ных вибраций.

В разработанной конструкции (см. рис. 1а) применена схема соединения рабочих гидроцилиндров 1, 2 и 3 с вибростолом 4 и элементами станины 5 пресса при помощи сферических опор.

Во время работы привода, создаваемые ГИД 6 импульсы давления, поступают в рабочую полость гидроцилиндра 1, создавая периодические вертикальные перемещения вибростола. Возврат вибростола в исходное положение происходит под действием усилия, создаваемого четырьмя элементами упругого возврата 7.

Исполнительными элементами приводов горизонтальных вибраций являются гидроцилиндры 2 и 3, снабжённые сферическими опорами 8 и 9. Рабочий поток жидкости от ГИД 10 подводится в поршневую полость 11 цилиндра. Штокковая полость является нерабочей и в ней установлена пружина 12, осуществляющая возврат вибростола в горизонтальном направлении.

Исполнительными звеньями привода подвижной поперечины являются гидроцилиндры 13, корпуса которых используются в качестве колонн станины вибропресса. Такая компоновка машины позволяет существенно уменьшить высоту вибропресса.

Возможность свободного перемещения пуансона 14 относительно подвижной поперечины 15 в горизонтальной плоскости обеспечивает шариковая обойма 16.

В другом варианте конструкции подвижной поперечины, рис. 1б, усилие прессования передается пуансону 1 при помощи гибких связей, в качестве которых используется стальной канат 2.

С целью повышения стабильности работы привода вертикальных вибраций, упрощения его регулирования и снижения габаритов, в конструкции вибропресса применен одноцикловогой пружинный гидроаккумулятор вместо чисто гидравлического. Энергия, накапливаемая гидроаккумулятором за время одного импульса, регулируется путем ограничения хода его поршня, так как традиционный способ регулирования изменением давления настройки гидроаккумулятора оказался малоэффективным при регулировании амплитуд импульса осевого давления в заготовке и скорости её деформирования.

Установка оснащена системой диагностики рабочих параметров, позволяющей проводить их непрерывный контроль и, при необходимости, регистрацию.

поперечины с инерционной массой, подвижных частей пружинного гидроаккумулятора, приведенная к началу гидролинии инерционная составляющая вращающихся частей привода насоса;

f_I, f_{II}, f_d - площади поршней гидроцилиндров приводов вертикальных (I) и горизонтальных (II) вибраций и площадь плунжера гидроаккумулятора; f_s, L_s, f_g, L_g - площади поперечных сечений и длины напорных гидролиний приводов вертикальных и горизонтальных вибраций;

$K_I, K_{II}, K_d, K_T, K_g, K_z$ - жесткости элементов упругого возврата приводов I и II, пружинного аккумулятора, жидкости в напорных гидролиниях приводов I и II, жесткость заготовки; C_I, C_2, C_d, C_{II} - коэффициенты вязкого трения подвижных элементов приводов.

$$1. m_I \ddot{x}_I + C_I \dot{x}_I + k_I (x_{0I} + x_I) + P_3 - f_I p_2 = 0;$$

$$2. m_2 \ddot{x}_2 + C_2 \dot{x}_2 + P_{CT} + R_2 - P_3 = 0;$$

$$3. [\beta_1 W_1 + (f_d^2 / k_d) x_d] \cdot \dot{p}_1 + A_1 \sqrt{\rho_1 - \rho_2} \cdot H_5 = 0;$$

$$4. \beta_2 W_2 \cdot \dot{p}_2 + f_I \dot{x}_I + A_2 \sqrt{\rho_2} \cdot H_6 - A_1 \sqrt{\rho_1 - \rho_2} \cdot H_5 = 0;$$

$$\text{где } P_3 = K_3 (V_{30}) \cdot x_3 + C_3 (V_{30}) \cdot \dot{x}_3; \quad x_3 = x_2 - x_I;$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{если } \rho_1 \geq \rho_{01} \\ \rho_{01} > \rho_1 > \rho_{02} \text{ и } H_5 = 1 \end{array} \right\} \text{то } H_5 = 1; H_6 = 0;$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{если } \rho_1 \leq \rho_{02} \\ \rho_{01} > \rho_1 > \rho_{02} \text{ и } H_5 = 0 \end{array} \right\} \text{то } H_5 = 0; H_6 = 1$$

$$\text{если } x_4 > x_{04} \text{ то } x_4 = x_{04}; \text{ если } x_I < 0 \text{ то } x_I = 0;$$

$$\text{если } x_3 > 0 \text{ то } x_3 = 0;$$

$$5. m_{II} \ddot{x}_{II} + C_{II} \dot{x}_{II} + k_{II} (x_{0II} + x_{II}) - f_{II} p_g = 0;$$

$$6. J_6 \ddot{\Omega}_6 + q \cdot p_g - M_3 = 0;$$

$$7. J_9 W_9 \dot{p}_g + A_3 \sqrt{\rho_g} \cdot H_4 + f_{II} \dot{x}_{II} - q \cdot \Omega_6 = 0;$$

$$8. \ddot{x}_{CT} = \sqrt{(\ddot{x}_I)^2 + (\ddot{x}_{II})^2},$$

$$\text{где } M_3 = 10 M_H (1 - \Omega_6 / 2\pi n_0);$$

$$\text{если } p_g \geq \rho_{05} \text{ то } H_4 = 1;$$

$$\text{если } \rho_{05} > p_g > \rho_{06} \text{ и } H_4 < 0 \text{ то } H_4 = 0;$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{если } p_g \leq \rho_{06} \\ \rho_{05} > p_g > \rho_{06} \text{ и } H_4 > 0 \end{array} \right\} \text{то } H_4 = 1 - (t - t_0)^2 / 2.$$

где H_4, H_5, H_6 - функции положения золотников ГИД;
усилие статического прижима; W_1, W_2, W_9 - объемы аккумуляторной полости и напорных гидролиний приводов I и II;

A_1, A_2, A_3 - гидравлические проводимости рабочих каналов ГИД;
 Q_1 - подача насосной станции; P_1, P_2, P_3 - текущие значения давлений в аккумуляторной полости и рабочих полостях гидроцилиндров приводов I и II; X_1, X_H, X_2 - текущие значения перемещений вибростола в вертикальной и горизонтальной плоскостях и подвижной поперечины; q - рабочий объем гидронасоса привода II; M_H, n_0 - номинальные момент на валу и частота вращения электродвигателя привода II;
 R_2 функция "сухого" трения в направляющих подвижной поперечины; $\alpha_1(P), \alpha_2(P_3)$ - функции переключения ГИД; $P_{01}, P_{02}, P_{05}, P_{06}$ - давление включения и отключения ГИД приводов I и II соответственно; X_{04} - регулируемый ход плунжера гидроаккумулятора.

В результате теоретического исследования математической модели изучено влияние конструктивных параметров пресса на характер динамического нагружения заготовки, а именно: массы вибростола с оснасткой, соотношения давлений включения и отключения ГИД, жесткости пружины гидроаккумулятора, площади поршней исполнительных гидроцилиндров приводов I и II.

В четвертом разделе изложена цель и методика экспериментального исследования вибропресса; определены диапазоны регулирования и закономерности изменения условий нагружения заготовки при изменении параметров регулирования и настройки приводов; изучены закономерности изменения физико-механических характеристик порошкового материала на основе карбида кремния от режимов вибронагружения; экспериментально подтверждена технологическая эффективность многокомпонентного вибропрессования при изготовлении полуфабрикатов изделий из порошка карбида кремния; выполнена проверка адекватности динамической и математической моделей реальной установке и достоверности результатов теоретического исследования.

В результате проведенных экспериментальных исследований установлено, что наиболее эффективное управление режимами нагружения заготовки на первом этапе вибропрессования как для привода вертикальных вибраций, так и горизонтальных - обеспечивается при изменении давления включения ГИД и величины предварительной деформации пружин упругого возврата вибростола.

На втором этапе вибропрессования условия нагружения заго-

товки в вертикальной плоскости (амплитуды импульсов осевого давления - P_{oa} и скорости деформирования заготовки - V_{3a}) целесообразно регулировать изменением параметров: давления включения ГИД, хода поршня пружинного гидроаккумулятора и усилия статического прижима.

Установлено, что использование в качестве циклового пружинного гидроаккумулятора с изменением энергии импульса путем ограничения хода его поршня, позволило обеспечить широкий диапазон регулирования амплитуд импульса осевого давления в заготовке и скоростей ее деформирования, а также устойчивость работы привода.

С использованием специальной пресс-формы исследовано влияние интенсивности вибронагружения на степень подвижности порошкового материала на основе карбида кремния, определено пороговое значение амплитуды ускорения вибростола $a_{cr} = 150 \text{ м/с}^2$ позволяющее значительно снизить коэффициент эффективной вязкости порошкового материала.

Разработаны оснастка и методика определения характеристик порошкового материала (коэффициент бокового давления и модуль объемной упругости) в процессе вибропрессования, которые использованы при определении оптимальных режимов нагружения заготовки на втором этапе.

Применение двухкомпонентного вибронагружения позволило увеличить среднюю плотность заготовки на первом этапе по сравнению с однокомпонентной вибрацией с 63% до 66% для материала С2и с 66% до 71% для "сухого" карбидкремниевое порошка. Использование режима с двухкомпонентным силовым нагружением заготовки позволило отпрессовать полуфабрикаты изделий типа "опорный изолятор" со средней плотностью 67% и равномерностью распределения плотности по объему заготовки 92%.

Сопоставление результатов теоретического и экспериментального исследований показало их удовлетворительную сходимость, что свидетельствует о правомерности принятых при динамическом и математическом моделировании допущений, а также позволяет считать эти модели адекватными реальной системе.

В пятом разделе представлена научно-обоснованная методика проектного расчета вибропрессов с индивидуальными гидроимпульсными приводами для создания вертикальных и горизонтальных вибраций. При разработке методики использованы результаты

экспериментальных исследований вибропресса и моделирования его работы на ЭЦМ. Предложено новое схемное решение для гидроимпульсного привода стола, которое позволяет управлять двумя приводами, включенными по различным схемам (с ГИД "на входе" и с ГИД "на выходе") от одного генератора импульсов давления.

В качестве технологических параметров используемых при расчете конструкции вибропресса приняты амплитуда ускорения вибростола на первом этапе вибропрессования, амплитуды импульса осевого давления и скорости деформирования заготовки, целесообразность применения которых обоснована в предыдущих разделах.

Методика проектного расчета и конструктивные решения использованы при разработке конструкции экспериментального вибропресса с трехкоординатным движением вибростола, рабочие чертежи которого переданы Броварскому заводу порошковой металлургии для внедрения.

ОБЩИЕ ИТОГИ И ВЫВОДЫ

1. В результате анализа технологических особенностей процесса компактирования заготовок из порошков непластичных материалов выявлено, что в процессе их прессования необходимо выделять два этапа отличающихся механизмом уплотнения порошка и, следовательно, требующих различных режимов вибронагружения. Исследования по вибропрессованию таких материалов показали, что на первом этапе основным технологическим параметром, определяющим качество полуфабриката, является амплитуда ускорения вибростола с заготовкой, а на втором этапе - амплитуда импульса осевого давления в заготовке и скорость ее деформирования.

2. Экспериментальные исследования по прессованию порошкового материала на основе карбида кремния показали, что совместное действие разнонаправленных вибраций (многокомпонентное вибронагружение) повышает эффективность упаковки частиц на первом этапе вибропрессования и улучшает условия прессования на втором, что проявляется в снижении трения между материалом и стенкой пресс-формы и возрастании коэффициента бокового давления в материале.

3. На основе предложенных нами принципиальных схем разработаны новые конструкции вибропрессов с двух- и трехкоординат-

ным движением рабочего стола (а.с. СССР № 1351043) обладающие широким диапазоном изменения технологических параметров, что позволяет проводить сложное силовое нагружение заготовки в процессе прессования; оригинальные конструкции генератора импульсов давления (а.с. СССР № 1425605) и оснастки (а.с. СССР № 1468755).

4. Учитывая технологические требования к вибропрессам с многокомпонентным нагружением заготовки, признано целесообразным привод вертикальных вибраций рабочего стола выполнить по схеме с аккумулятором (с ГИД "на входе"), а приводы горизонтальных вибраций по безаккумуляторной схеме (с ГИД "на выходе"), что позволило более эффективно использовать мощность насосов и упростить регулирование приводов. Регулирование режимов работы привода вертикальных вибраций целесообразно производить изменением следующих параметров: давления открытия ГИД, величины хода плунжера пружинного гидроаккумулятора и величины усилия статического прижима; привода горизонтальных вибраций - давления открытия ГИД и окна дросселя первого каскада ГИД.

5. Используя методику общей теории кузнечно-штамповочных машин, на основе анализа взаимодействия звеньев вибропресса разработаны структурная схема и динамическая модель, составлены математические модели приводов. Проведенные исследования математических моделей в широком диапазоне изменения конструктивных параметров позволили определить наиболее эффективные способы регулирования режимов и выявить оптимальные значения конструктивных параметров вибропресса.

6. Применение двухкомпонентного силового виброн нагружения в процессе изготовления полуфабрикатов изделий типа "изолятор", отличающихся сложной формой, из порошка SiC на основе карбида кремния позволило достичь средней плотности - 67 % от теоретической и равноплотности 92% (при однокомпонентном прессовании плотность около 62%, равноплотность 83%).

7. На основании теоретического и экспериментального исследований разработана научно-обоснованная методика проектного расчета вибропресса с трехкоординатным движением вибростола и многокомпонентным силовым нагружением заготовки, в которой использована в качестве технологических параметров амплитуда ускорения вибростола в горизонтальной плоскости, амплитуда импульса осевого давления и скорость деформирования заготовки

в вертикальной плоскости. Рекомендуется использовать методику при проектировании вибропрессового оборудования с многокомпонентным динамическим воздействием на прессуемый порошковый материал.

Основные положения диссертации изложены в следующих работах:

1. А.с.1323195 СССР, МКИ В21 J 9/06. Гидроимпульсный вибропресс // Ю.А.Бочаров, Р.Р.Обертох, А.А.Гуменчук и др. - №4034778/31-27; Заявлено 06.03.86; Опубл. 15.07.87, Бюл. №26 // Открытия. Изобретения - 1987. - № 26. - С.96.
2. А.с. 1426684 СССР, МКИ В21 J 9/06. Гидроимпульсный привод вибропресса // Р.Р.Обертох, Р.Д.Искович-Лотоцкий, А.А.Гуменчук - 4228388 /31-27; Заявлено 13.04.87; Опубл. 30.09.88, Бюл. № 36 // Открытия. Изобретения. - 1988. - № 36. - С.96.
3. А.с. 1581843 СССР, МКИ В21 J 9/06. Трехкоординатный гидроимпульсный вибропресс // Р.Д.Искович-Лотоцкий, Р.Р.Обертох, А.А.Гуменчук, А.П.Терещенко и др. - № 4485205/31-27; Заявлено 20.09.88; Опубл. 30.07.90. Бюл № 28 // Открытия. Изобретения. - 1990. - № 28 - С.84.
4. Гуменчук А.А., Обертох Р.Р. Экспериментальное определение физико-механических свойств заготовки из порошкового материала в процессе вибропрессования // : Повышение эффективности и надежности машин и процессов / Редкол. В.Ф.Лидинский (отв.ред.) - Киев: УМК ВО, 1989. - С.76-80.
5. Гуменчук А.А., Терещенко А.А. Система программного управления установки для виброударного прессования изделий из металлопорошков // Автоматизация и механизация в машиностроении: Тез. научно-техн. конф. - Кемерово, 1988. - С.125.
6. Искович-Лотоцкий Р.Д., Гуменчук А.А. Применение вибраций при формообразовании полуфабрикатов изделий из порошковых материалов // Прогрессивные технологические решения в области машиностроения: Оперативная информация. : ВНИИТЕМ. - 1990. - Вып.2. - С.12-19.

7. Исследование процессов виброударного прессования керамических масс, разработка и освоение нового вибропрессового оборудования на базе ИВМ: Отчет о НИР / Винницкий политехнический институт. - Руководитель Р.Д.Искович-Лотоцкий. - № Р01880053647 Инв. №02890019796 - Винница, 1989. - с: ил. - Отв. исполн. А.А.Гуменчук.