

М 88086

МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА, ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени Н. Э. Баумана

На правах рукописи

КОНОНОВ Василий Иванович

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВИНТОВОГО
МУФТОВОГО ПРЕССА С СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ
ОТКЛЮЧЕНИЕМ МУФТЫ ПО УСИЛИЮ ДЕФОРМИРОВАНИЯ

Специальность 06.03.05 - Процесс и машины
обработки давлением

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва - 1993



Работа выполнена в Московском государственном техническом университете имени Н. Э. Баумана.

Научный руководитель:

доктор технических наук,
профессор А. В. Сафонов

Официальные оппоненты:

- доктор технических наук,
Кривонос Г. А.
- кандидат технических наук,
Ларионов Н. М.

Ведущее предприятие:

- АМО ЗИЛ г. Москва

Защита состоится " 20 12 1993 г. в 10⁰⁰ час.

На заседании специализированного совета К 053.15.13 в
Московском государственном техническом университете имени
Н. Э. Баумана по адресу: 107005, Москва, 2-я Бауманская ули-
ца, дом 5.

Ваш отзыв на ака-
дemicкий печатный, просим

С диссертацией
им. Н. Э. Баумана. Тел

Автореферат ре

Ученый секрет
специализированного
с 053.15.13
к. т. н., доцент

Тип. МГТУ

M88086

Актуальность проблемы. В области обработки металлов давлением (ОМП) весомую роль при освоении новых технологических процессов играет своевременное создание научно обоснованных методик проектирования, позволяющих производить соответствующую модернизацию и разработку новых типов кузнечно-штамповочных машин (КШМ).

Одним из широко распространенных и универсальных типов КШМ являются винтовые прессы. Несмотря на существенные преимущества по сравнению с другими видами кузнечно-штамповочного оборудования, широкое внедрение винтовых прессов в промышленность сдерживается отсутствием высокоэффективного привода, удовлетворяющего современным требованиям прессостроения. Приводы современных винтовых прессов имеют низкий к. п. д. и как следствие — большую установленную мощность. Указанные недостатки винтовых прессов затрудняют их использование для выполнения энергоемких операций ОМП, а также усложняют создание прессов больших усилий.

В связи с этим понятен интерес, проявляемый в нашей стране и за рубежом к новым конструкциям винтовых муфтовых прессов (ВМП), обладающих существенными преимуществами по сравнению с винтовыми прессами с традиционными приводами. Однако конструктивные особенности известны: ВМП создают ряд проблем при их эксплуатации, связанных с отсутствием достаточно эффективных систем управления муфтой ВМП.

В научно-технической литературе отсутствуют систематизированный анализ, научно обоснованные рекомендации и методики проектирования ВМП с различными системами управления отключением муфты. Кроме того для получения достоверных расчетных значений динамических параметров ВМП требуется проведение исследования работы муфты при ее отключении под нагрузкой и влияния frictionных свойств материала муфты на энергосиловые параметры и динамику ВМП при различных условиях его эксплуатации.

Поэтому актуальным является проведение изучения и анализа развития находящихся в промышленной эксплуатации ВМП, а также разработка и создание простых и надежных конструкций ВМП, и научно обоснованных методик их проектирования.

Настоящая работа является частью комплекса поисковых, ис-

НТБ МГТУ им. Н.Э. Баумана



1088086

Кононов В.И. Разработка м



следовательских, изобретательских и проектно-конструкторских работ по созданию новых конструкций винтовых прессов, в том числе гаммы специализированных винтовых прессов двойного действия для безоблойной штамповки в закрытых штампах с разъемными матрицами. Работа проводится в МГТУ им. Н.Э.Баумана (г.Москва), ЧПО КПО (г.Чимкент) и ПО "Тяжмехпресс" (г.Воронеж).

Цель работы состоит в разработке новой конструкции ВМП с механической системой управления отключением муфты по усилию деформирования, создании математической модели разработанной конструкции, раскрытии динамики взаимодействия технологической нагрузки и узлов ВМП на всех этапах машинного цикла, получении значений основных кинематических, динамических и энергосиловых параметров пресса, определении и исследовании факторов, влияющих на выходные параметры ВМП разработанной конструкции, разработке научно обоснованной методики проектирования ВМП с механической системой управления отключением муфты по усилию деформирования.

Методы исследования. Теоретическое исследование созданной конструкции ВМП осуществлялось на ЭВМ при помощи составления и решения математической модели пресса с использованием программного обеспечения комплекса анализа динамических систем ПА-8, адаптированного к моделированию КИМ и другого технологического оборудования; а также аналитическими методами.

Экспериментальная часть исследований выполнена на разработанных экспериментальных установках, оснащенных современными приборами, электронно-усилительной и регистрирующей аппаратурой, позволяющих производить необходимые экспериментальные исследования параметров ВМП.

Научная новизна. В результате работы создана математическая модель ВМП с механической системой управления отключением муфты по усилию деформирования. Установлено взаимовлияние величин коэффициента трения фрикционных поверхностей муфты, температуры фрикционных поверхностей, давления сжатого воздуха в цилиндре муфты и максимального усилия деформирования при наиболее характерных для ВМП технологических операциях ОМД. Установлены зависимости между значениями основных кинематических параметров пресса и величиной времени отключения муфты ВМП.

На основе проведенных исследований разработана научно обоснованная методика проектирования ВМП с механической системой уп-

равления отключением муфты по усилию деформирования в виде трифилярного механизма.

Практическая ценность и реализация результатов работы. Разработана новая патентно-чистая конструкция ВМП с механической системой управления отключением муфты по усилию деформирования. Разработаны рабочие чертежи, создан, испытан и принят в промышленную эксплуатацию первый отечественный опытно-промышленный образец ВМП усилием 2,5 МН. Разработана научно обоснованная методика проектирования ВМП с механической системой управления по усилию деформирования в виде трифилярного механизма. Получены расчетные зависимости, графики, таблицы и номограммы, позволяющие определять параметры ВМП при проектировании и эксплуатации прессы. Разработанные методика проектирования и конструкторская документация приняты к использованию на ЦПО КПО (г. Чимкент) для проектирования гаммы специализированных ВМП двойного действия усилием 4,0; 6,3; 10,0; 16,0 МН. Созданный опытно-промышленный образец ВМП усилием 2,5 МН принят в промышленную эксплуатацию на ЦО "Строймаш", г. Москва. Суммарный экономический эффект от применения методики проектирования, конструкторской документации и использования опытно-промышленного образца ВМП усилием 2,5 МН составляет 49,6 тыс. руб. в год (по индексу цен конца 1990 г.).

Апробация работы. По основным разделам работы сделаны доклады на научно-технических конференциях: "Экономичность технологических процессов и оборудования в кузнечно-штамповочном производстве (г. Пенза, 1987 г.)", "Состояние и основные направления совершенствования винтовых кузнечно-прессовых машин" (г. Чимкент, 1989 г.), "Прогрессивное отечественное и зарубежное кузнечно-прессовое оборудование" (г. Москва, 1992 г.), кафедры МТ-6 МТУ им. Н. Э. Баумана (г. Москва, 1987, 1989 г.г.).

Публикации. По теме диссертации опубликованы три статьи, получено три авторских свидетельства.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, общих выводов, списка литературы, семи приложений и содержит 111 страниц машинописного текста, 72 рисунка, 5 таблиц и библиографию из 78 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, сформулирована цель исследований, приведены основные положения, выносимые на

защиту, определены научная новизна, практическая ценность и реализация результатов работы.

В первой главе приведен обзор развития винтовых прессов, в том числе ВМП. Изучен опыт проектирования ВМП зарубежных фирм: G. Siempelkamp GmbH &, SMS Hasenkleeven Maschinenfabrik GmbH, Eumiko Umformtechnik GmbH, Bäche & Crohs GmbH, Lasko Umformtechnik GmbH (ФРГ) и отечественных предприятий: МГТУ им. Э. Баумана (г. Москва), ПО "Тяжмехпресс" (г. Воронеж), ЧПО КПО (г. Чимкент).

Определены основные условия работоспособности ВМП:

- время отключения t_m муфты ВМП не должно превышать длительности технологической операции штамповки (что составляет обычно для винтовых прессов не более 10...20 мс);

- время отключения муфты t_m должно иметь стабильные значения.

Разработан новый метод анализа структур конструкций ВМП, включающийся в построении и анализе алгоритмов срабатывания основных узлов пресса и позволяющий производить сравнение рассматриваемых конструкций в соответствии с указанными выше условиями работоспособности ВМП. Разработаны способы оптимизации конструктивных схем систем управления отключением муфт ВМП, позволяющие сократить и повысить стабильность значений t_m , упростить конструкцию и повысить надежность работы ВМП. Проведен анализ существующих конструкций и определены перспективные направления развития конструкций ВМП. Сформулированы выводы о целесообразности совершенствования ВМП с механическими системами управления отключением муфт по усилию деформирования, обладающих широкими технологическими возможностями, имеющих минимальное количество узлов, участвующих в процессе отключения муфты, стабильные значения времени отключения муфты t_m , наиболее простую и надежную конструкцию. Полученные выводы одобрены в результате обсуждения на научно-технических конференциях в г. Пензе и г. Чимкенте. Намечен комплекс мероприятий по проведению изобретательской и конструкторской деятельности для разработки надежной и эффективной конструкции ВМП с механической системой управления отключением муфты по усилию деформирования в виде трифилярного механизма.

Анализ существующих методик проектирования винтовых прессов и других КШМ показал, что они не могут в полной мере использоваться для определения параметров ВМП с механической системой управления отключением муфты по усилию деформирования.

В соответствии с целью работы и полученными результатами

анализа в данной работе поставлены следующие задачи:

- на базе полученных сведений, опыта и проведения изобретательской и конструкторской деятельности, разработать и создать первый отечественный опытно-промышленный образец ВМП с механической системой управления отключением муфты по усилию деформирования;
- разработать математическую модель ВМП и на ее основе провести теоретическое исследование разработанной конструкции прессы с целью анализа его кинематических, динамических и энергосиловых параметров;
- осуществить экспериментальное исследование опытно-промышленного образца прессы с целью проверки адекватности параметров ВМП, полученных теоретическим и экспериментальным путем, и правомерности использования разработанной математической модели при проектировании ВМП;
- получить экспериментальные значения коэффициента трения материалов фрикционных поверхностей муфты ВМП, исследовать их значения и влияние на кинематические, динамические и энергосиловые параметры прессы в зависимости от различных факторов, действующих во время эксплуатации прессы;
- произвести сравнительный анализ основных параметров ВМП и винтовых прессов других конструкций с целью определения направлений проведения дальнейших работ по совершенствованию конструкций ВМП;
- разработать методику проектирования ВМП с механической системой управления отключением муфты по усилию деформирования в виде трифилярного механизма.

Вторая глава посвящена разработке нового алгоритма срабатывания узлов системы управления отключением муфты ВМП, созданию на его основе новой патентно-чистой конструктивной схемы, конструкторской документации и первого отечественного опытно-промышленного образца ВМП усилием 2,5 МН.

Разработанный алгоритм срабатывания систем управления отключения муфт ВМП (рис. 1) позволяет изменить схему связи между узлами систем управления отключением муфты, а также совместить функции некоторых узлов (например, фрикционные поверхности муфты являются одновременно чувствительными элементами и устройствами передачи крутящего момента), что сокращает количество узлов, участвующих в процессе отключения муфты, приводит к сокра-

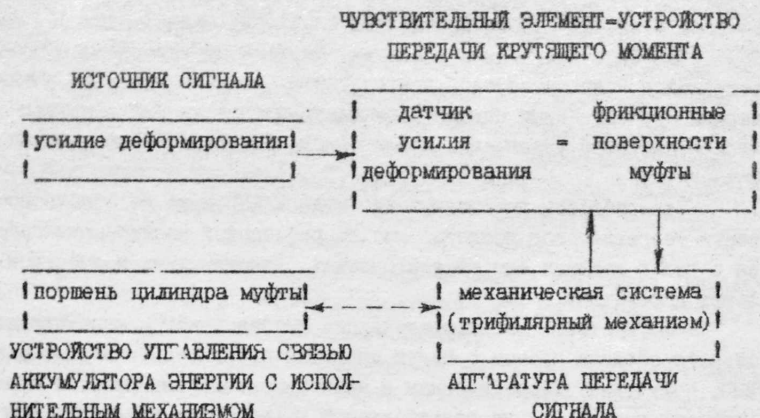


Рис. 1. Разработанный алгоритм срабатывания систем управления отключением муфт ВМП.

дению времени отключения муфты t_m , упрощает конструкцию и повышает надежность работы ВМП.

Разработанный алгоритм реализован в конструктивной схеме ВМП (рис. 2). ВМП состоит из станины 1, на которой установлены направляющие 2, сопряженные с ползуном 3, жестко связанным с гайкой 4, сочлененной резьбой с винтом 5, установленным с возможностью вращения на станине 1. На последней установлен с возможностью вращения маховик 6, связанный шлицевыми соединениями с поршнем цилиндра муфты 7 и ведущим диском 8. Пресс снабжен ведомыми дисками 9, связанными шлицевым соединением с винтом 5. Маховик 6 связан клиноремной передачей 10 со шкивом 11 электродвигателя 12. Система управления отключением муфты 13 связана шарнирно с поршнем цилиндра муфты 7 и нажимным диском 14. В конструкции предусмотрены цилиндры возвратного хода 15.

Конструкторская документация ВТ разработана на кафедре МТ-6 МГТУ им. Н.Э. Баумана. Основная часть работ по изготовлению и сборке первого отечественного опытно-промышленного образца ВМП усилием 2,0 МН проведена на ЦТО КПО (г. Чимкент) с непосредственным участием специалистов МГТУ им. Н.Э. Баумана.

С целью обеспечения условий для определения значений коэффициента трения и его изменений в зависимости от удельных усилий

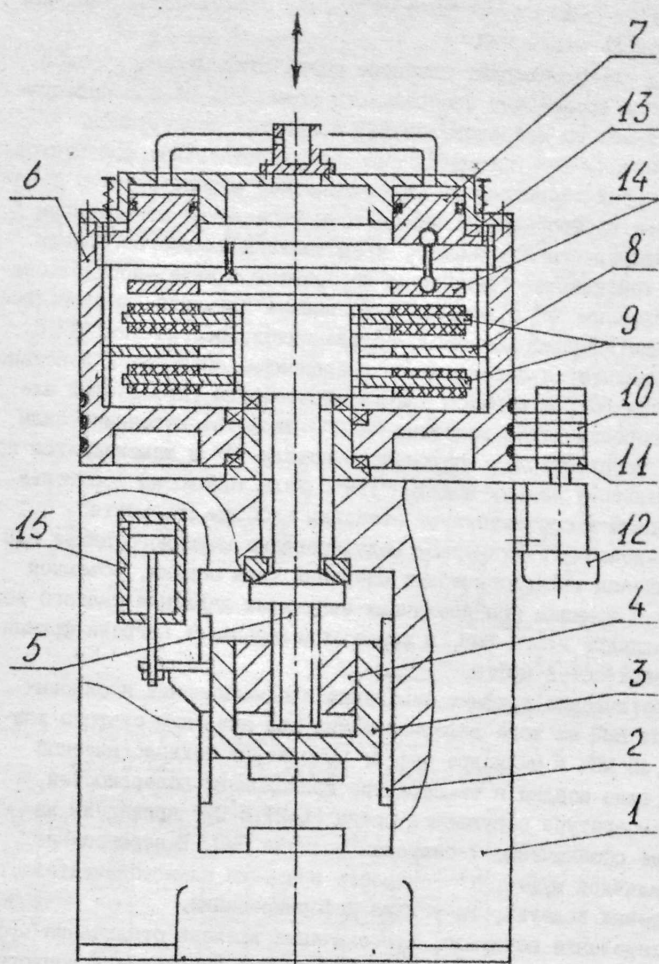


Рис.2. Конструктивная схема ВМП

и температуры, действующих на фрикционных поверхностях ВМП, разработана модель муфты ВМП.

Третья глава содержит описание разработки математической модели пресса средствами программного комплекса ПА-6 и проведения теоретического исследования ВМП созданной конструкции.

Разработаны три математические модели отдельных фрагментов ВМП, из которых сформирована математическая модель пресса. Топология одного из фрагментов ВМП-системы управления отключением муфты (трифилярного механизма), представлена на рис. 3. Модели элементов трифилярного механизма изображены в виде многополюсников и обозначены "М" с номером и названием элемента. Модели, воспроизводящие инерционные свойства элементов, обозначены "С" с номером элемента, а одновременно инерционные свойства и действие силы тяжести - "CV" с номером элемента. Свойства управляющих элементов воспроизводятся моделями "ETR". Свойства источника силы (момента) воспроизводят: постоянного - модели "I" и изменяющихся по трапецеидальному закону - модели "ITR". Узлы топологии фрагмента пронумерованы и соответствуют степеням свободы фрагмента.

Проведено математическое моделирование машинного цикла ВМП при выполнении технологических операций типа осадки, объемной штамповки и чеканки при различных значениях давления сжатого воздуха в цилиндре муфты ВМП, а также моделирование нагрева фрикционных поверхностей муфты.

Теоретические графики изменения кинематических и силовых параметров ВМП на ходе деформирования при давлении сжатого воздуха $p=0,45$ МПа в цилиндре муфты, выполнении технологической операции типа осадки и температуре фрикционных поверхностей, равной температуре окружающей среды ($t=27,5^{\circ}\text{C}$), приведены на рис. 4, где обозначены: V - скорость ползуна ВМП, H - перемещение поршня цилиндра муфты, ω - скорость вращения электродвигателя, l - перемещение ползуна, R_d - усилие деформирования.

Исследование показало, что значения времени отключения муфты t_m изменяются в пределах 12...14 мс, что находится в допустимых пределах для муфт ВМП (не более 10...20 мс). Получены графики и номограммы, позволяющие определять необходимые значения давления сжатого воздуха в цилиндре муфты для получения заданного максимального усилия деформирования ВМП при выполнении технологических операций типа осадки, объемной штамповки и чеканки для различных значений температуры нагрева фрикционных поверх-

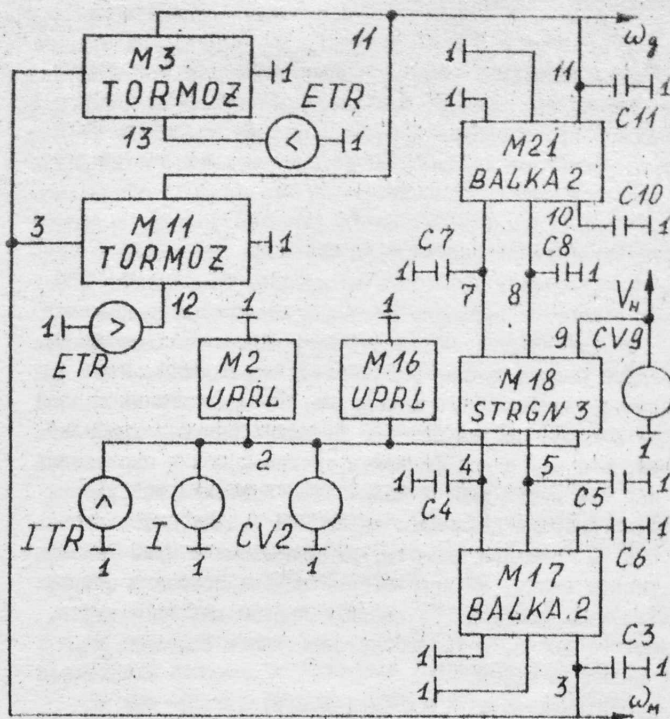


Рис. 3. Топология системы управления отключением муфты ВМП (трифилярного механизма)

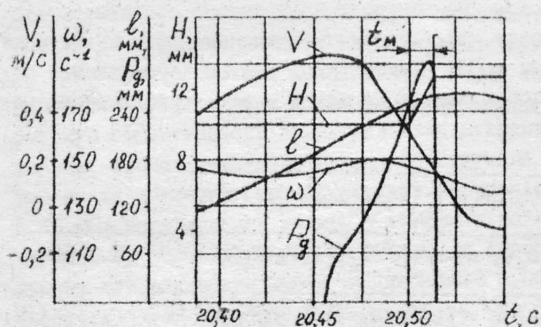


Рис. 4. Теоретические графики изменения кинематических и силовых параметров ВМП на ходе деформирования

ностей муфты ВМП усилием 2,5 МН.

Для получения расчетных значений кинематических параметров, наиболее существенно влияющих на работоспособность ВМП, проведено аналитическое исследование прессы по методу Даламбера-Лагранжа. Получены уравнения движения ведущих и ведомых частей прессы во время процесса деформирования:

$$\begin{aligned} \ddot{\varphi} [I_m + m_n \cdot \rho_c \cdot R^2 \cdot (\mu_s \cdot Z - \mu_p) \cdot (I_m + I_d - I_v) / I_v \cdot l_1 + \\ + I \cdot (I_m + I_d) \cdot (P_d \cdot \Gamma_v \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \beta) / 2 + M_t)] / I_v - \\ - \rho_c \cdot (\mu_s \cdot Z - \mu_p) \cdot (I_m + I_d - I_v) \cdot (P \cdot F_p + m_g \cdot g + m_n \cdot g) / (I_m + I_d) = 0 \quad (1) \end{aligned}$$

где $\ddot{\varphi}$ - угловое ускорение вращения маховика относительно нажимного диска, I_m - момент инерции маховика, m_n - масса поршня цилиндра муфты, ρ_c - средний радиус трения фрикционных плоскостей, R - радиус крепления шарниров трифилярного механизма, I_v - приведенный осевой момент инерции ведомых частей прессы, l_1 - длина рычагов трифилярного механизма, μ_p и μ_s - коэффициенты трения покоя и скольжения фрикционных пар пар муфты ВМП, Z - количество поверхностей трения муфты, I_d - момент инерции нажимного диска, P_d - усилие деформирования ВМП, α , β , ρ - средний диаметр, угол подъема и приведенный угол трения резьбы винта, M_t - приведенный момент трения в опорах винта и направляющих лагуна, F_p - площадь поршня цилиндра муфты, m_g - масса нажимного диска, g - ускорение свободного падения, m_n - масса поршня цилиндра муфты.

$$\begin{aligned} \rho_c \cdot (P \cdot F_p + m_n \cdot g + m_g \cdot g) \cdot (\mu_p - (\mu_s \cdot Z - \mu_p) \cdot I_d / I_v) + \\ + (P_d \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \beta) \cdot D_v / 2 + M_t) \cdot I_d / I_v - (P \cdot F_p + m_n \cdot g) \cdot R^2 \cdot \ddot{\varphi} / l_1 + \\ + m_n \cdot R^4 \cdot \ddot{\varphi} \cdot \varphi / l_1^2 - R^2 \cdot \ddot{\varphi} \cdot \rho_c \cdot m_n \cdot (\mu_p - (\mu_s \cdot Z - \mu_p) \cdot I_d / I_v) / l_1 = 0 \quad (2) \end{aligned}$$

где φ - угол поворота ведомых частей муфты относительно ведущих во время процесса отключения муфты.

Установлена зависимость времени отключения муфты t_M от кинематических параметров ВМП с механической системой управления отключением муфты по усилию деформирования в виде трифилярного механизма:

$$\begin{aligned} t_M = \sqrt{2 \cdot l_1 \cdot [\rho_c \cdot (\mu_p - (\mu_s \cdot Z - \mu_p) \cdot I_d / I_v) \cdot \\ \cdot (P \cdot F_p + m_n \cdot g + m_g \cdot g - m_n \cdot \ddot{\varphi} \cdot R^2 / l_1) + (P_d \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \beta) \cdot D_v / 2 + M_t) \cdot \\ \cdot I_d / I_v] / R^2 \cdot ((P \cdot F_p + m_n \cdot g) \cdot \ddot{\varphi} - m_n \cdot \ddot{\varphi}^2 \cdot R^2 / l_1)} \quad (3) \end{aligned}$$

Анализ проведенного исследования показал, что расчеты, выполненные с использованием полученных аналитических зависимос-

тей, дают разброс результатов по сравнению с теоретическими значениями параметров ВМП, полученных при помощи ЭВМ, не более 2...13%, что позволяет использовать указанные зависимости для приближенных расчетов параметров ВМП.

В четвертой главе сформулированы цель, задачи и приведена методика экспериментального исследования созданного опытно-промышленного образца ВМП усилием 2,5 МН и модели муфты ВМП. Дано описание разработанных и использованных датчиков, приборов и схем подключения. Изложены результаты, выводы и анализ результатов экспериментального исследования.

Экспериментальное исследование проводилось с целью получения опытных значений кинематических, динамических и энергосиловых параметров пресса для сопоставления их с результатами теоретического исследования.

Согласно поставленной цели задачами экспериментального исследования являются:

- определение значений основных кинематических, динамических и энергосиловых параметров ВМП при выполнении характерных для ВМП технологических операций штамповки; получение технической характеристики ВМП усилием 2,5 МН;
- проверка возможности регулирования величины максимального усилия деформирования ВМП разработанной инструкции; определение предельных величин регулировки устройств управления прессом;
- выявление и исследование факторов, влияющих на стабильность параметров ВМП; получение эмпирических зависимостей и номограмм, необходимых при проектировании и эксплуатации пресса;
- получение опытных данных о безотказности работы первого отечественного опытно-промышленного образца ВМП усилием 2,5 МН; получение и оценка эргономических характеристик пресса.

Экспериментальное исследование ВМП с механической системой управления отключением муфты по усилию деформирования показало высокую эффективность взаимодействия механизмов и узлов пресса на всех этапах машинного цикла. Конструкция позволяет при регулировании давления сжатого воздуха в цилиндре муфты от 0,05 до 0,45 МПа регулировать величину максимального усилия деформирования в пределах 1,30...3,61 МН, время разгона ведомых частей пресса при включении муфты не превышает 0,05 с, а их разгон осуществляется на ходе не более 70 мм, что составляет менее 20% от максимального хода ползуна, что обеспечивает широкие техноло-

ческие возможности пресса. Установлена зависимость эффективности работы ВМП от условий эксплуатации муфты. Исследования показали, что изменение давления сжатого воздуха в цилиндре муфты от 0,05 МПа до 0,45 МПа незначительно влияет на коэффициент трения фрикционных поверхностей (увеличивает не более чем на 2%). Более существенно (до 14%) величина коэффициента трения уменьшается при увеличении температуры фрикционных поверхностей от 27,5° до 53,5°С. По результатам исследования получены графики и номограммы, позволяющие определять температуру нагрева фрикционных поверхностей муфты в зависимости от продолжительности работы прессы и частоты ходов ползуна, а также производить корректировку давления сжатого воздуха в цилиндре муфты, для получения заданных значений максимального усилия деформирования заготовки при выполнении характерных для ВМП технологических операций штамповки.

Получены экспериментальные данные о влиянии температуры поверхности фрикционной пары: материал В-45-60...сталь 45 с шероховатостью поверхности 6,3 Ra на значения коэффициента трения покоя μ п. Получены значения μ п для материала В-45-60, взятого из пяти партий, в том числе из партии, применявшейся при изготовлении фрикционных накладок муфты ВМП. После обработки результатов исследования методами Лагранжа и Ньютона получена эмпирическая зависимость:

$$\mu_{\text{п}} = B \cdot k \cdot (\tau - \tau_0) \cdot [1,8 \cdot 10^{-3} - (\tau - \tau_0 - 10) \cdot 10^{-5} - 4,2 \cdot 10^{-8} \cdot (\tau - \tau_0 - 10) \cdot (\tau - \tau_0 - 30)] \quad (4)$$

где $B=0,4$ -безразмерная константа, определяющая верхний предел значений μ п фрикционной пары В-45-60...сталь 45; $k=0 \dots 0,1$ -безразмерный коэффициент, учитывающий индивидуальные свойства конкретной пары трения (для фрикционного материала из партии, применявшейся при изготовлении муфты ВМП, $k=0,07$); τ -безразмерная величина, численно равная текущему значению температуры нагрева поверхности фрикционной пары в градусах Цельсия; τ_0 -безразмерная величина, численно равная температуре окружающей среды при проведении эксперимента (30,0°С).

Проведенное исследование безотказности работы опытно-промышленного образца ВМП в течении 1000 часов показало высокую надежность прессы в работе-откагов ВМП по вине муфтового привода не было.

Результаты исследования показали, что шумовые характеристи-

ки созданного пресса при неподвижном ползуне не превышают 60 ДБа, что находится в пределах общего уровня звука в помещении лаборатории ЧПО КПО. При выполнении технологической операции уровень звука составляет не более 94 ДБа, что не превышает допустимого значения 111 ДБа (по ГОСТ 12.1.026-80... ГОСТ 12.1.028-80).

Пятая глава посвящена анализу и сопоставлению результатов теоретического и экспериментального исследований; разработке методики проектирования ВМП с механической системой управления отключением муфты по усилию деформирования; сопоставлению выходных параметров базового серийного винтового пресса и ВМП усилием 2,5 МН; определению положительного эффекта от разработки и исследования ВМП.

Сопоставление результатов теоретического и экспериментального исследований показало удовлетворительную сходимость исследуемых параметров, что подтверждает правильность принятых в теоретическом исследовании допущений и возможность использования разработанной математической модели пресса при проектировании ВМП. Отклонения расчетных и экспериментальных значений кинематических и динамических параметров не превышают 12%; силовых-9%, энергетических-10%.

На базе сопоставительного анализа результатов исследований разработана научно обоснованная методика проектирования ВМП с механической системой управления отключением муфты по усилию деформирования, позволяющая производить динамический анализ конструкции ВМП с заданными технологическими параметрами. Методика включает в себя этапы: выбора класса КШМ; выбора конструктивной схемы КШМ; эскизной проработки конструкции и приближенного расчета параметров ВМП; динамического анализа ВМП; корректировки параметров ВМП и разработки рабочих чертежей конструкции. Методика принята к использованию на ЧПО КПО, г. Чимкент, для проектирования гаммы ВМП двойного действия усилием 4,0; 6,3; 10,0; 16,0 МН.

Сопоставление параметров ВМП и базового серийного винтового дугостаторного пресса с одинаковым номинальным усилием (2,5 МН) показало, что ВМП обеспечивает снижение среднецикловой мощности привода в 1,2 раза, удельного расхода энергии-в 2,6 раза, повышение эффективной энергии-в 2,5 раза, электромеханического к. п. д.-в 2,8 раза. ВМП обеспечивает при выполнении идентичной технологической операции снижение уровня звукового давления на

5 ДБа, а при неподвижном ползуне не превышает уровня звукового давления в производственном помещении.

Первый отечественный опытно-промышленный образец ВМП усилием 2,5 МН принят к использованию в производстве на ПО "Строймаш", г. Москва. Экономический эффект от разработки методики проектирования, конструкции и внедрения в производство опытно-промышленного образца ВМП составил 49,6 тыс. руб. в год по индексу цен конца 1990 г.

ОСНОВНЫЕ ИТОГИ И ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

1. В результате использования разработанного метода анализа существующих конструкций винтовых прессов установлено, что целесообразным является создание ВМП с механическими системами управления отключением муфты по усилию деформирования. Установлено, что для создания таких конструкций требуется проведение поисковых, изобретательских и проектно-конструкторских работ.

2. Предложена новая патентно-чистая конструкция ВМП с механической системой управления отключением муфты по усилию деформирования в виде трифидарного механизма. В результате создания и апробации первого отечественного опытно-промышленного образца ВМП усилием 2,5 МН установлена работоспособность предложенной конструкции пресса.

Разработана и создана модель муфты ВМП, обеспечивающая получение значений коэффициента трения покоя в зависимости от температуры фрикционных поверхностей муфты.

3. Создана математическая модель ВМП разработанной конструкции. Проведен анализ закономерностей движения элементов конструкции и изменения значений кинематических, динамических и энергосиловых параметров ВМП в зависимости от характера технологической нагрузки и условий эксплуатации пресса. Анализ моделирования работы пресса при нагреве фрикционных поверхностей муфты показал, что при максимальном нагреве фрикционных поверхностей максимальное усилие деформирования ВМП уменьшается не более, чем на 11%, что легко компенсируется увеличением давления в цилиндре муфты с пульта оператора.

Установленные аналитические зависимости позволяют производить расчет кинематических параметров ВМП с погрешностью не более 2...13% от значений, полученных на ЭВМ, что позволяет использовать их для приближенных расчетов параметров прессов.

4. В результате экспериментальных исследований установлена высокая надежность ВМП в работе, что подтверждает целесообразность промышленного освоения разработанной конструкции. Время отключения муфты ВМП составляет 12...14 мс; разгон ведомых частей пресса осуществляется на ходе не более 70 мм, что составляет менее 20% от максимального хода подауна; конструкция обеспечивает регулирование максимального усилия деформирования в пределах 1,3...3,61 МН, что позволяет сделать вывод о широких технологических возможностях ВМП. Экспериментальное значение электромеханического к. п. д. ВМП при технологической операции типа осадки составило 0,43, что характеризует высокие энергетические показатели созданного пресса.

5. На основе анализа результатов теоретического и экспериментального исследований установлена удовлетворительная сходимость значений исследуемых параметров. Расхождения составили: кинематических и динамических параметров - не более 12%, силовых - 9%, энергетических - 10%, что подтверждает правильность принятых в математической модели допущений и достаточность полноты описания ВМП в математической модели.

На базе математической модели разработана научно обоснованная методика проектирования ВМП с механической системой управления отключением муфты по усилию деформирования в виде трифилярного механизма. Методика может использоваться при проектировании как универсальных, так и специализированных ВМП.

6. Сопоставлением выходных параметров ВМП и серийного винтового дугостаторного пресса одинаковым номинальным усилием (2,5 МН) установлено, что ВМП обеспечивает снижение среднечисловой мощности привода в 1,2 раза, удельного расхода энергии - в 2,6 раза, повышение эффективной энергии - в 2,5 раза, электромеханического к. п. д. - в 2,8 раза. ВМП имеет предпочтительные эргономические параметры - снижение уровня звукового давления на 5 дБ_а при выполнении технологической операции и до уровня звукового давления в производственном помещении при неподвижном подауне.

7. Разработанная методика проектирования принята к использованию на ЧПУ КЧУ (г. Чимкент) при разработке гаммы ВМП двойного действия усилием 4,0; 6,3; 10,0; 16,0 МН. Созданный опытно-промышленный образец ВМП усилием 2,5 МН принят к использованию в производстве на ПО "Строймаш", г. Москва. Экономический эффект от разработки методики проектирования и внедрения в производство

первого отечественного опытно-промышленного образца ВМП составляет 49,6 тыс.руб. в год по индексу цен конц 1990 г.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Исследование отклонения муфт винтовых прессов с электрическим приводом/А. В. Сафонов, В. А. Твердохлеб, В. И. Кононов, В. В. Поцелуйко//Труды МВТУ. -1989. -№520. -С. 3-15.

2. Сафонов А. В., Кононов В. И., Поцелуйко В. В. Конструкции, особенности работы и эксплуатации винтовых муфтовых прессов//Машины и автоматизация кузнечно-штамповочного производства: Межвузовский сборник научных трудов. -М.: МИП, 1990. -С. 29-38.

3. Сафонов А. В., Кононов В. И. Расчет параметров устройств отклонения муфты винтового пресса//Известия высших учебных заведений. -1990. -№1. -С. 133-136.

4. А. с. 1323394 СССР, МКИ В30В 1/18. Винтовой пресс/А. В. Сафонов, Е. С. Луньков, В. А. Твердохлеб, В. И. Мякиненков, В. И. Кононов и др. -Опубл. 23. 11. 89. Бюл. N43//Открытия. Изобретения. Промышленные образцы. Товарные знаки. -1989. -N43.

5. А. с. 1497043 СССР, МКИ В30В 1/18. Винтовой пресс/А. В. Сафонов, В. И. Кононов и др. -Опубл. 30. 07. 89. Бюл. N28//Открытия. Изобретения. Промышленные образцы. Товарные знаки. -1989. -N28.

6. А. с. 1662868 СССР, МКИ В30В 1/18. Винтовой пресс/А. В. Сафонов, В. И. Кононов и др. -Опубл. 27. 07. 91. Бюл. N26//Открытия. Изобретения. Промышленные образцы. Товарные знаки. -1991. -N26.