

1554034

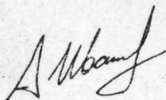
На правах рукописи

ИВАНОВ Андрей Владимирович

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОПУСТИМЫХ ОТКЛОНЕНИЙ РАЗМЕРОВ
ЭЛЕМЕНТОВ МЕХАНИЗМОВ КРИВОШИПНЫХ ПРЕССОВ
ПО ВЫХОДНЫМ ПАРАМЕТРАМ ТОЧНОСТИ

Специальность 05.03.05 - Процессы и машины
обработки давлением

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук



Москва - 1997

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

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Головин А. А.

Официальные оппоненты: - Действительный член Академии проблем качества, доктор технических наук, профессор **Миропольский Ю. А.**

кандидат технических наук, доцент
Складчиков Е. Н.

Ведущее предприятие: АМО ЗИЛ.

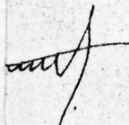
Защита диссертации состоится "18" февраля 1998 г. на заседании диссертационного Совета К С 3.15.13 в Московском государственном техническом университете им. Н.Э.Баумана по адресу: 107005, г. Москва, Б-5, 2-я Бауманская ул., 5.

Ваш отзыв на автореферат в одном экземпляре, заверенный
адресу.

ся в библиотеке МГТУ им.

Бря 1997 г.

1558034



Шубин И. Н.

Заказ N 231 Тираж 100 экз.
Э. Баумана

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Тенденциями развития технологии штамповки являются: усложнение технологических процессов, штамповка материалов с нетривиальными кинематическими и силовыми характеристиками, предъявление более жестких требований к качеству штампуемых изделий, в том числе повышение требований к точности обработки. Их реализация связана с поиском оптимальных соотношений между сложностью технологических процессов, сложностью инструмента и сложностью кузнечно-штамповочного оборудования (КШО). Поиск такого оптимума базируется на выделении групп технологических процессов, реализация которых целесообразна на специальных и специализированных кузнечно-штамповочных машинах. Наиболее распространенным классом исполнительных механизмов кривошипных прессов являются плоские рычажные механизмы. Для них, особенно для многозвенных, актуальными являются задачи позиционирования исполнительного звена (ползуна с закрепленным на нем инструментом) и обеспечения заданного ресурса по износу элементов машины, в том числе кинематических пар рычажного механизма.

Традиционный подход к задаче синтеза точности рычажных механизмов основан на рассмотрении обратной задачи точности, то есть на анализе функции ошибки исполнительных звеньев механизма при последовательном переборе возможных отклонений элементов механизма. В этом случае обычно не учитывают отклонения, вызванные внешними воздействиями на механизм, возможный износ кинематических пар, а назначение допусков во многом зависит от опыта, интуиции и удачливости разработчика.

Развитие вычислительной техники и численных методов позволяет перейти к решению прямой задачи точности, то есть к однозначному определению допустимых отклонений элементов механизмов (длины звеньев и размеров кинематических пар) рычажных механизмов по выходным параметрам точности и с учетом внешних воздействий.

Применение в специальных и специализированных прессах многозвенных рычажных механизмов позволяет предположить, что должна существовать связь между сложностью структуры механизма и точностью механизма. Этот вопрос может быть решен сравнением допустимых отклонений элементов механизмов, назначаемых на основе прямого метода синтеза точности.

Создание конкурентоспособного КШО на базе многозвенных

НТБ МГТУ им. Н. Э. Баумана



1557034

Иванов А. В. Разработка мет

МГТУ
им. Н. Э. Баумана
БИБЛИОТЕКА

рычажных исполнительных механизмов является актуальной проблемой, в состав которой входят задачи обоснованного назначения допустимых отклонений элементов механизмов с учетом их податливости и износа.

Таким образом, совершенствование методов определения допустимых отклонения элементов исполнительных механизмов кривошипных прессов и разработка формализма решения прямой задачи синтеза точности многозвенных плоских рычажных механизмов является актуальной задачей.

Цель исследования состоит в разработке методов определения допустимых отклонений элементов плоских рычажных механизмов по заданным условиям позиционирования исполнительного звена на основе решения прямой задачи синтеза точности и приложении этих методов к теории и практике определения допусков на длины звеньев и размеры кинематических пар механизмов кривошипных прессов по выходным параметрам точности с учетом податливости механической системы под действием приложенных внешних воздействий и заданной величины износа элементов механизма.

Поставленная цель достигается:

- решением прямой задачи синтеза точности, позволяющей определять допустимые отклонения длин звеньев и размеры кинематических пар плоских рычажных механизмов по выходным параметрам точности с учетом внешних воздействий и величины износа их элементов;

- определением оптимального числа точек позиционирования ползунов кривошипных прессов при условии достижения наиболее свободных допустимых отклонений элементов механизма при заданных выходных параметрах точности;

- оценкой значимости и взаимного влияния допустимых отклонений длин звеньев механизмов на выходные параметры точности позиционирования инструмента;

- пересчетом определенных допустимых отклонений размеров односторонних элементов различных кинематических цепей механизмов тяжелых кривошипных вытяжных прессов в стандартный допуск.

Методы исследования базируются на основных теоремах механики, методах линейной алгебры, результатах силового, точностного, геометрического и кинематического анализа операций холодного и горячей штамповки, математическом аппарате анализа плоских рычажных механизмов.

Научную новизну и ценность составляет:

- методика подготовки и решения прямой задачи точности позиционирования многозвенных плоских рычажных механизмов и ее расширение на задачи позиционирования механизмов кривошипных вытяжных прессов различной сложности с симметричными плоскопараллельными цепями;

- подход к оценке значимости и взаимного влияния допустимых отклонений длин звеньев механизмов кривошипных прессов на выходные параметры точности позиционирования инструмента;

- на основе анализа связи между допустимыми отклонениями элементов механизма и выбором положений позиционирования предложен подход определения оптимального числа точек позиционирования при условии достижения наиболее свободных допустимых отклонений элементов механизма при заданных выходных параметрах точности;

- обнаружен эффект зависимости между структурой механизма и необходимой точностью изготовления его элементов.

Практическая ценность и реализация результатов работы:

- на основе разработанной методики решения прямой задачи точности плоских рычажных механизмов найдены допустимые отклонения размеров элементов исполнительных механизмов кривошипных вытяжных прессов различной сложности с симметричными плоскопараллельными цепями. Учтена не только структура и геометрия механизмов, но и нагрузка и ресурс по износу кинематических пар;

- созданы предпосылки для обоснованного назначения допусков на элементы исполнительных механизмов вытяжных прессов с целью повышения качества КШО и точности штампуемых изделий;

- предложен прием пересчета допустимых отклонений элементов кривошипных вытяжных прессов в стандартное поле допуска.

Методика решения прямой задачи точности и результаты работы приняты для практического использования ОГК по прессостроению АМО ЗИЛ, а также для подготовки студентов специальности "Машины и технология обработки давлением" МГТУ.

Апробация работы. Основное содержание работы, а также ее отдельные положения доложены и обсуждались:

- на научно-технической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов "Студенческая научная весна МГТУ-94". Работа отмечена грантом СНТО им. Н. Е. Жуковского (г. Москва, 1994 г.);

- на конференции "Союза Кузнецов" (г.Москва, 1995 г.);
- на кафедре "Теория машин и механизмов" МГТУ (г.Москва, 1996г., 1997г.);
- на кафедре "Металлургические машины и агрегаты" МГТУ (г.Москва, 1997г.);

Публикации. По материалам диссертационной работы опубликовано 3 печатных работы.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, общих выводов по работе, приложения. Изложена на 179 страницах машинописного текста, содержит 65 рисунков, 8 таблиц, список литературы из 155 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована научная и практическая актуальность работы, ее цель, научная новизна, приведены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе рассмотрена связь между качеством штампуемых изделий и структурой и геометрией исполнительных механизмов прессов для различных технологий ОМД. Показано, что одним из основных факторов, существенно влияющим на точность позиционирования исполнительных звеньев механизмов прессов являются точностные параметры исполнительного механизма - отклонения размеров длин звеньев, зазоры в кинематических парах, их износ, деформации элементов механизма.

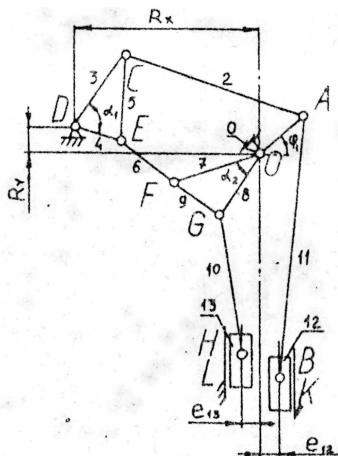
Специализированные прессы для листовой штамповки - одна из наиболее перспективных областей применения многозвенных исполнительных механизмов с нетривиальными функциональными свойствами. В качестве исполнительных механизмов привода прижимного (МПП) и вытяжного ползуна (МПВП) применяются рычажные механизмы разной степени сложности структуры. Это позволяет предположить, что существует связь между сложностью структуры механизма и точностью механизма. Данное обстоятельство в литературе не рассматривалось.

Вопросы точности изготовления штампованных изделий рассмотрены в работах А.Г. Овчинникова, Л.И. Живова, А.Ф. Нистратова, Е.А. Попова, В.П. Романовского, М.В. Сторожева, Н.П. Каткова, В.И. Попова, В.Н. Чувалова, И.И. Малева и др.

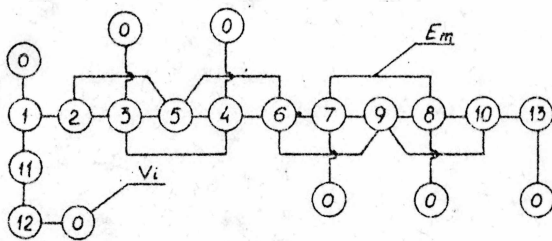
Вопросы проектирования механизмов кривошипных прессов

рассмотрены в работах Л. И. Живова, Д. А. Бочарова, В. И. Власова, А. Ф. Нистратова, Г. Н. Ровинского, Е. Н. Ланского, В. И. Балаганского, А. И. Зими́на, М. В. Сторожева, Д. А. Бочарова, Г. А. Навроцкого, А. В. Сафонова, С. А. Абдраимова, А. Н. Банкетова, А. А. Игнатов, В. И. Свистунова, Б. Д. Ялова и др.

Вопросы точности кривошипных прессов исследованы в ограниченном числе работ, среди которых следует отметить работы Н. П. Каткова, Е. Н. Ланского, Д. А. Миропольского, В. И. Балаганского, Е. Н. Складчикова, А. А. Мезенцева, Н. И. Титаренко.



а)



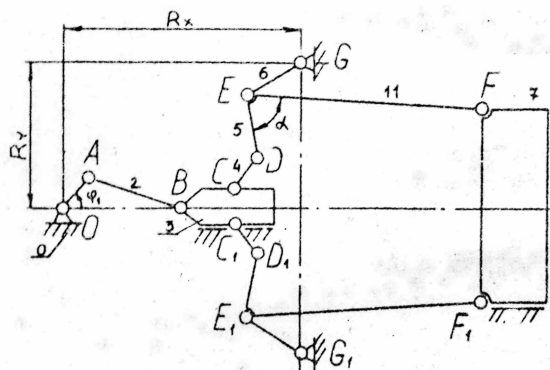
б)

Рис. 1. Структурная схема ИМ прессы ЗИЛ-4336 (а) и ее граф (б).

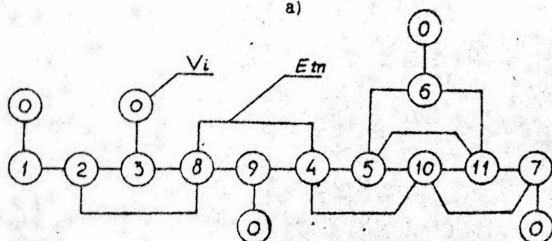
В их основе лежит традиционное рассмотрение обратной задачи точности, основанной на анализе функции ошибки положения исполнительных звеньев механизма при последовательном переборе возможных отклонений элементов механизма. Однако задача определения комплексного влияния случайных факторов (ошибок изготовления и особенностей функционирования системы) в многозвенных исполнительных механизмах на точность перемещения ползунов полностью не решена.

Сложность структуры плоских рычажных механизмов можно оценивать видом эквивалентного ей графа (Л. Т. Дворников, Э. Е. Пейсах, В. Г. Хомченко). Нами предлагается следующая укрупненная классификация слож-

ности рычажных механизмов. На рис. 1. а показана структурная схема МПП и МПВП ЗИЛ-4336, образованного последовательным присоединением четырехвекторных контуров, на рис. 1. б - ее граф $G = (V, E)$. Вершинами графа V являются звенья механизма, а ребрами E - кинематические пары. Так как маршрут данного графа состоит из простых циклов и не является цепью то механизм является структурно-простым. На рис. 2. а показана схема МПП ЗИЛ-4588, содержащего трехповодковую структурную группу, на рис. 2. б - ее граф. Маршрут графа не является цепью и имеет вложенный цикл. Такой механизм назовем структурно-сложным.



а)



б)

Рис. 2. Структурная схема МПП пресса ЗИЛ-4588 (а) и ее граф (б).

В частности, в работах В. И. Балаганского, Это позволяет перейти от реальной пространственной схемы к плоской двухкривошипной. Естественным его расширением при рассмотрении вопросов точности является дальнейший переход от двухкривошипной схемы к двум однокривошипным (рис. 3) и пересчет выходных параметров точности.

Как вытяжные, так и прижимные ползуны четырехкривошипных прессов имеют четырехточечную схему подвеса, а механизм их привода составлен из четырех одинаковых кривошипных механизмов, расположенных симметрично в двух взаимноперпендикулярных вертикальных плоскостях.

Такой подход принят, Это позволяет перейти от реальной пространственной схемы к плоской двухкривошипной. Естественным его расширением при рассмотрении вопросов точности является дальнейший переход от двухкривошипной схемы к двум однокривошипным (рис. 3) и пересчет выходных параметров точности.

записанных в ГОСТ, в приведенные отклонения плунжеров подвески левой и правой стороны прессы.

Вторая глава посвящена анализу существующих методов исследования функций ошибки плоских рычажных механизмов и

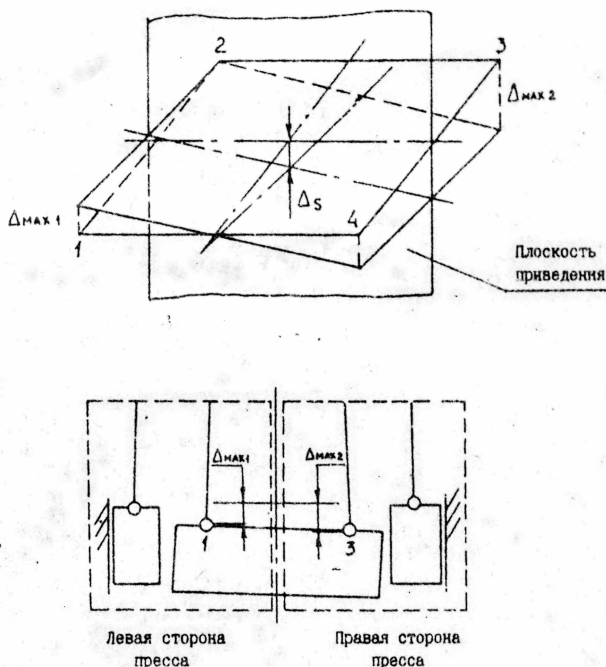


Рис. 3. Принцип приведения плоскопараллельной схемы механизма к плоской (четырёхточечной схеме подвеса ползуна к двухточечной).

современному состоянию проблемы решения прямой задачи точности плоских рычажных механизмов и механизмов прессов.

Теоретические основы учения о точности функционирования механизмов рассмотрены в работах отечественных и зарубежных ученых — А. П. Иванова, Н. Г. Бруевича, В. И. Сергеева, А. Е. Кобринского, Б. Г. Доступова, М. И. Коченова, Е. А. Правоторовой, Ю. Д. Первицкого.

Taguchi, Chakraborty J., Chase K.W., Cheng H., Gupta K.C., Cleghorn W.I., Craig J.J., Dhande S.G., Lakshminarayana K., Mallik A.K., Shan S.Q., Song S., Sutherland G.H., Yin Z.W., Yoshihiro A., Yufeng-Long и др.

Существует два подхода к решению задач позиционирования в теории точности и общей теории механизмов: анализ точности действия существующих систем по заданным отклонениям размеров элементов и синтез (проектирование) систем удовлетворяющих заданным нормам отклонений движения выходных звеньев. В основе всех методов лежит принцип независимости действия первичных ошибок, предложенный Н.Г.Бруевичем.

В литературе достаточно полно рассмотрен вопрос решения обратной задачи точности: по заданным допустимым отклонениям размеров элементов механизма (первичные ошибки) определяется ошибка положения ведомого звена (вторичные ошибки). Такой подход использован в работах В.И.Сергеева, А.Е.Кобринского, Б.Г.Доступова, Chakraborty J., Chase K.W., Cheng H., Cleghorn W.I., Craig J.J., Dhande S.G., Lakshminarayana K., Mallik Sutherland G.H., Yin Z.W., Yoshihiro A., и др.

Работы, посвященные прямому методу расчета точности прессов и месту этого расчета в процессе конструкторской подготовки, достаточно редки (Е.Н.Ланской, Ю.А.Миропольский, А.А.Боков и др.).

Традиционное решение прямой задачи синтеза точности осуществляется через обратную задачу, т.е. определение допустимых отклонений элементов механизма основывается на последовательном переборе парциальных возможных отклонений с последующей коррекцией принятых отклонений по результатам вычисления функции ошибки.

Анализ литературы последних лет (А.А.Головин, А.А.Боков, Angeles J., Chase K.W., Cheng H., Gupta K.C., Cleghorn W.I., Craig J.J., Shan S.Q., Song S., Yin Z.W., Yoshihiro A., Yufeng-Long) показывает, что наметились пути решения прямой и обратной задачи точности в плане комплексного анализа вторичных и первичных ошибок. В них определение допустимых отклонений основано на формировании матрицы Якоби при составлении функции ошибки положения (сравнение замкнутых векторных контуров идеальной и реальной кинематических цепей механизма (рис.4). В работах Angeles J., Craig J.J., Shan S.Q., Song S., Yin Z.W., Yoshihiro A., Yufeng-Long в принципе не рассматривается задача синтеза точности,

а дается направление поиска оптимальных по точности исполнительного звена допустимых отклонений. В работах

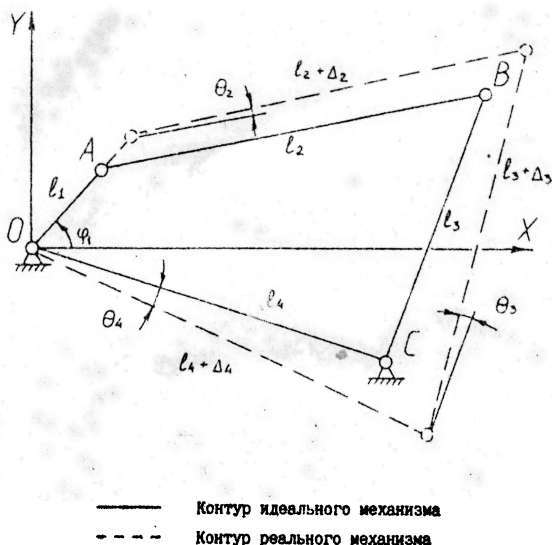


Рис. 4. Контуры реального и идеального четырехзвенного механизма.

А. А. Головина, Chase K. W., Cheng H., Gupta K. C., Sclaghorn W. I. предложено принципиально новое направление исследований в области решения прямой задачи точности, но не исследованы основы построения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) и численные методы их решения, что в одних случаях не сказывалось на конечном результате, а в других приводило к ошибочным результатам.

Анализ существующих работ по теории точности плоских рычажных механизмов, состояние современной вычислительной техники и численных методов анализа алгебраических систем показал, что наиболее перспективным направлением развития методов назначения допусков с учетом внешних воздействий и условий эксплуатации является развитие методов решения прямой задачи, позволяющей уже на стадии проектирования вместо традиционного перебора возможных вариантов отклонений, получаемых при решении обратной задачи, сводить ее к однозначному решению или существенно ограниченному числу возможных решений.

В третьей главе рассмотрим основы прямого метода синтеза точности одно- и многоконтурных плоских рычажных механизмов. Формализм решения задачи отработан на примере позиционирования четырехзвенных механизмов — шарнирного четырехзвенника и

криошипно-ползунного механизма.

Положение механизма на плоскости описывается векторным уравнением:

$$L = \sum_k L_j = \sum_k \sum_t l_t = 0. \quad (1)$$

где $j = 1 \dots k$ - номер независимого контура механизма;

$t = 1 \dots t$ - номер звена контура.

Обозначим: $\Delta q_1 = \Delta_1 \vee \theta_1$ - первичные и вторичные ошибки звена - линейное и угловое отклонение параметров l_1 и ϕ_1 соответственно. Первичные и вторичные ошибки могут включать в себя не только погрешности изготовления элементов механизма, но и величины износа и результаты иных воздействий, например погрешности сборки.

Ограничивая разложение уравнения (1) в ряд Маклорена линейными членами, получаем матричную форму записи вектор-функции ошибки относительно первичных и вторичных ошибок

$$\begin{vmatrix} \cos \phi_1 & -l_1 \sin \phi_1 \\ \sin \phi_1 & l_1 \cos \phi_1 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \Delta_1 \\ \theta_1 \end{vmatrix} = 0. \quad (2)$$

Система (2) дополняется соотношением

$$\sum_t \theta_t = 0, \quad (3)$$

и в уравнениях,

$$\theta_i = (\Delta_{i-1} \cdot \sin(\phi_i - \phi_{i-1}) + \Delta_{i+1} \cdot \sin(\phi_i - \phi_{i+1})) / l_i. \quad (4)$$

связывающими угловые отклонения подвижных звеньев с линейными отклонениями, где v - количество подвижных звеньев механизма.

Таким образом, для единичного контура механизма вектор-функция ошибки сводится к системе из 3 линейных алгебраических уравнений с вещественными коэффициентами, относительно искомым Δ_i и θ_i отклонений

$$|A_c| \cdot |x_c|^T = b, \quad (5)$$

где A_c - матрица коэффициентов перед искомыми параметрами, не зависящих от положений позиционирования; x_c - вектор искомым параметров.

Принимаем, что

$$\Delta_1 = \Delta_{y1} + \Delta_{11} + \Delta_{d1}; \quad \theta_1 = \theta_{y1} + \theta_{11} + \theta_{d1}. \quad (6)$$

Здесь индексы y , 1 , d обозначают соответственно составляющие от внешних воздействий на 1 -ый элемент механизма, отклонений от неточностей изготовления и зазоров в кинематических парах.

Величины Δ_{y1} и θ_{y1} могут задаваться, исходя из условий прочности, жесткости звеньев и пар, известных нагрузках, размерах звеньев и пар, их сечений. Величины Δ_{11} и θ_{11} , Δ_{d1} и θ_{d1} назначаются конструктором в зависимости от конструкции и назначения машины. Перечисленные составляющие возмущений Δ_1 и θ_1 могут выступать в качестве неизвестных - искомых параметров.

Тогда система (5) преобразуется к виду

$$\begin{bmatrix} A_v; A_c \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_v; x_c \end{bmatrix}^T = b. \quad (7)$$

Вектор b систем (5) и (7) составляется из заданных в положениях позиционирования параметров, вычисляемых или назначаемых по каким-либо соображениям. Вектор x_v составляется из искомых параметров, зависящих от положений позиционирования механизма. Вектор x_c состоит из искомых параметров, не зависящих от положений позиционирования.

Разработанная методика решения прямой задачи проверена на задачах синтеза точности четырехшарнирного и кривошипно-ползунного механизмов. Рассмотрены особенности позиционирования поступательных пар. Решены частные задачи синтеза точности длин звеньев, зазоров в кинематических парах без учета и с учетом податливости элементов механизмов, а так же общий случай. Характерным для СЛАУ, описывающих функцию ошибки рычажных механизмов, является высокая вероятность плохой обусловленности системы. Для преодоления сложностей, связанных с этим, выбраны и встроены в формализм задачи синтеза точности вычислительные процедуры приведения плохо обусловленных СЛАУ к хорошо обусловленным.

Проведен анализ связи между допустимыми отклонениями элементов механизма КШО и выбором положений позиционирования, на основании чего предложена методика определения оптимального числа точек позиционирования при условии достижения наиболее свободных допустимых отклонений элементов механизма при заданных выходных параметрах точности.

Показано влияние технологической нагрузки на позиционирование механизмов и определено, что учет внешних воздействий меняет допустимые отклонения длин звеньев и размеры кинематических пар.

Предложен подход к оценке значимости и взаимного влияния допустимых отклонений длин звеньев механизмов на выходные параметры точности позиционирования инструмента прессов. Данный подход может быть использован при разработке рекомендаций по наладке прессов, а при конструировании - для выбора регулируемых элементов механизма.

Четвертая глава посвящена синтезу точности многозвенных механизмов тяжелых вытяжных прессов двойного действия ЗИЛ-4336 (рис.1) и ЗИЛ-4588 (рис.2). Решено три задачи точности с учетом и без учета внешних воздействий на механизм: 1) определение допустимых отклонений длин звеньев; 2) определение зазоров в кинематических парах; 3) общая задача - определение допустимых отклонений длин звеньев, размеров кинематических пар. Каждая задача решена относительно 2-х, 3-х, 5-и и 8-и положений позиционирования. На рис.5а показана блочная форма основной матрицы Якоби размерности (18×18) для одного положения позиционирования пресса ЗИЛ-4336. Общая система уравнений имеет размерность от (18×36) при 2 положениях позиционирования ($s = 2$)

Контур	Пресс ЗИЛ-4336					
OAB	/					
OGH		/				
OFGH			/		/	
DEFO		/		/		
OACD	/			/		/
OACED	/		/	/	/	/

а)

Контур	Пресс ЗИЛ-4588					
OAB	/					
BC		/				
CDG			/	/		
CDEFO			/		/	
OFEG			/	/	/	/

б)

Рис. 5. Блочный вид основной матрицы СЛАУ, составленной для позиционирования прессов ЗИЛ-4336 и ЗИЛ-4588.

до (18×144) при $s = 8$. На рис.5б блочная форма основной матрицы

Якоби размерности (15×15) для одного положения позиционирования прессы ЗИЛ-4588. Общая система уравнений имеет размерность от (15×30) при $s = 2$ до (15×120) при $s = 8$.

Анализ полученных результатов показал применимость прямого метода синтеза точности для решения задач позиционирования механизмов любой степени сложности. Определено достаточное число положений позиционирования для обеспечения выходных параметров точности. Показано, что допустимые отклонения элементов многозвенных рычажных механизмы сложной структуры по сравнению с механизмами образованными последовательным присоединением четырехвекторных контуров, могут быть более свободными. Это позволяет говорить о перспективности применения структурно-сложных механизмов для прессов с нетривиальными функциональными требованиями.

В пятой главе рассмотрена методика пересчета определенных допустимых отклонений элементов механизма правой и левой сторон прессы в стандартное поле допуска.

Рассчитанные допустимые отклонения на длины звеньев механизмов исследуемых прессов пересчитаны в общее для обеих цепей стандартное поле допуска. Расчет проводился как с учетом внешних воздействий, так и без учета нагрузки. Проведено сравнение полученных результатов с допусками на длины звеньев существующих прессов (рис. 6). Нумерация звеньев соответствует рис. 1 и рис. 2. Показано, что для рассмотренных схем учет внешних воздействий позволяет делать допуски на элементы механизмов менее жесткими. На производстве заданные выходные параметры точности исполнительного звена прессы обеспечивают за счет ужесточения допуска на кривошип (рис. 6). Это приводит к тому, что заданные нормы точности могут не выдерживаться по всему ходу ползуна. Предлагаемый подход, при том же числе положений позиционирования, позволяет выдержать заданные параметры позиционирования.

При заданных выходных параметрах точности для многозвенных механизмов сложной структуры допуск на длины звеньев свободнее, чем у механизмов, образованных последовательным присоединением простейших (четыре-векторных) механизмов.

В приложении приведены результаты синтеза точности исполнительных механизмов прессов ЗИЛ-4531, ЗИЛ-4186, КА-7040 и направляющего механизма, акт о внедрении методики и результатов

расчета на АМО ЗИЛ.

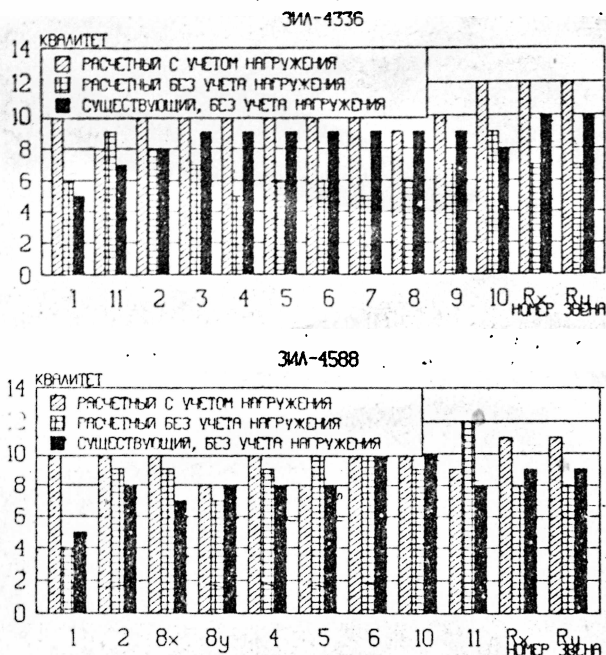


Рис. 6. Сравнение квалитетов допусков на длины звеньев механизмов прессов ЗИЛ-4336 и ЗИЛ-4588.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ.

1. Перспективность применения многозвенных механизмов в специализированных кривошипных прессах связана с определенными требованиями к точности позиционирования их исполнительных звеньев, технологичности изготовления, сборки и эксплуатации системы. Эти требования в значительной мере определяются точностными параметрами элементов исполнительного механизма пресса, технологическими ошибками и условиями эксплуатации (характером нагружения и эксплуатационным износом).

2. В настоящее время допуски на элементы механизмов прессов

определяются исходя из опыта и интуиции конструктора, или на основе анализа функции положения исполнительных звеньев механизма при последовательном переборе возможных отклонений элементов механизма (обратная задача точности). Этот подход характеризуется практически необозримым полем перебора вариантов и существенно затрудняет на стадии проектирования учет износа кинематических пар и деформаций элементов механизма, связанных с технологическими нагрузками. Задача сертификации и наладки прессового оборудования по выходным параметрам точности, а также управление точностью системы в процессе эксплуатации при таких подходах становится трудноразрешимой.

3. Предложено определять допуски на элементы механизмов, прессов на основе решения прямой задачи точности, что, в принципе, позволяет учитывать все вышеуказанные факторы, и обосновывать перспективность или нерациональность применения тех или иных конкурирующих технических решений.

4. Разработана методика решения прямой задачи синтеза точности плоских рычажных механизмов произвольной сложности по выходным параметрам точности исполнительных звеньев с учетом возможных отклонений размеров длин звеньев, кинематических пар, износа и внешних воздействий. Приемлемость метода проверена на задачах синтеза точности четырехшарнирного и кривошипно-ползунного механизмов.

5. Дано обоснование методики определения оптимального числа точек позиционирования при условии достижения наиболее свободных допустимых отклонений элементов механизма при заданных выходных параметрах точности, что позволяет предложить ее в перспективе как основу при разработке норм сертификации и наладки.

6. Сформулированы принципы оценки значимости и взаимного влияния допустимых отклонений длин звеньев механизмов на выходные параметры точности позиционирования инструмента, что может быть в перспективе использовано при разработке рекомендаций по наладке прессов и назначении при конструировании регулируемых элементов механизма.

7. На примере позиционирования вытяжных прессов двойного действия ЗИЛ-4336 и ЗИЛ-4588 впервые показано, что многозвенные рычажные механизмы прессов сложной структуры (ЗИЛ-4588) позволяют, по сравнению с механизмами, образованными последовательным

присоединением четырехвекторных контуров (ЗИЛ-4336), назначать более свободные допуски на элементы, что говорит о перспективности применения механизмов сложной структуры в специальных машинах КШО. Показано, что при одних и тех же параметрах точности позиционирования исполнительного звена у механизма ЗИЛ-4588 имеется только 2 звена с жесткими допусками, а у механизма ЗИЛ-4336 - 6.

8. Предложена и обоснована методика пересчета допустимых отклонений элементов в стандартное поле допуска на одноименные элементы различных кинематических цепей многозвенных рычажных механизмов вытяжных прессов. Рассчитанные допуски на элементы механизмов вытяжных прессов сопоставлены с допусками на элементы существующих прессов. На практике, для обеспечения заданных параметров позиционирования ползунов записанных в ГОСТ, допуск на кривошип принимают равным в пределах 3-4 качества. Однако на основе расчетов показано, что в многозвенных рычажных механизмах для обеспечения выходных параметров точности допуск на кривошип не является определяющим, и отклонения его размера достаточно выполнить в пределах 5-7 качества.

9. Разработанные методики, программы и результаты расчета приняты ОГК по прессостроению АМО ЗИЛ.

Основное содержание диссертации отражено в работах:

1. Головин А.А., Боков А.А., Иванов А.В. Вопросы синтеза точности механизмов вытяжных прессов //КШП. -1997. -N.5. -С.22-28.
2. Головин А.А., Иванов А.В. Определение допустимых отклонений длин звеньев исполнительных механизмов кривошипных прессов по условиям позиционирования инструмента //КШП. -1995. -N. 11. -С.21-26.
3. Головин А.А., Иванов А.В. Оптимизационный синтез циклограмм кузнечных машин с несколькими исполнительными органами //КШП. -1997. -N.1. -С.27-31.