

**ВОСТОЧНОУКРАИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

на правах рукописи

БУРКО ВАЛЕРИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ

**РАЗРАБОТКА СПИРОИДНЫХ ПЕРЕДАЧ
МЕХАНИЗМОВ РЕГУЛИРОВКИ ЗАКРЫТОЙ
ВЫСОТЫ КРИВОШИПНЫХ ПРЕССОВ**

Специальности: 05.03.05 - Процессы и машины
обработки давлением

05.02.02 - Машиноведение

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук**

Луганск, 1995г.

00. 22
1
Работа выполнена в Восточноукраинском государственном университете на кафедре материалов давлением

ЛНБ України ім.В.Стефаніка



00761594 (W)

Научные руководители:

доцент Шипшов В.П.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук,
профессор Роганов Л.Л.
доктор технических наук,
профессор Кириченко А.Ф.

Ведущая организация -

Луганский центральный
кузнечный завод

Защита состоится "21" декабря 1995г. в 10 часов
на заседании специализированного совета К 18.02.03 в
Восточноукраинском государственном университете по адресу:
348034, г.Луганск, кв.Молодежный 20-а.

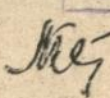
Справки по телефону: (0642) 46-71-98.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке
Восточноукраинского государственного университета.

Автореферат разослан "20" ноября 1995г.

Ученый секретарь
специализированного совета
кандидат технических наук,
доцент

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України


Л.А.Рябичева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность и степень исследованности тематики. Совершенствование конструкций кривошипных кузнечно-прессовых машин для различных технологических процессов обработки материалов давлением (листовой штамповки, горячей и холодной объемной штамповки и других) является важной задачей, решение которой позволяет расширить технологические возможности машин и повысить их надежность.

Одним из важных вопросов, обуславливающих решение указанной выше задачи, является повышение несущей способности привода механизмов регулировки закрытой высоты прессов. Несмотря на то, что механизм регулировки выполняет вспомогательные функции, уменьшение его габаритов и повышение несущей способности позволяет улучшить технологические характеристики машины. Однако применение существующих редукторов не позволяет решить эту задачу. Использование спироидных передач взамен червячных в этом случае дает возможность увеличить нагрузочную способность узла и уменьшить его габариты в плане вследствие особенностей их компоновки.

Среди всех видов передач зацеплением особо следует выделить червячные и спироидные. Несмотря на относительно низкий коэффициент полезного действия доля их в общем объеме механических передач постоянно растет и составляет около 45%. Это объясняется высокой потребностью различного оборудования в передачах, обеспечивающих большие передаточные числа при малых габаритах, высокой плавности и бесшумности работы.

Спироидные передачи по методам изготовления и эксплуатационным показателям близки к червячным. Но вместе с тем они обладают рядом ценных достоинств: значительным коэффициентом

перекрытия, улучшенными значениями геометро-кинематических показателей зацепления, обеспечивающих более высокую нагрузочную способность. Изготовление спироидных передач может производиться на существующем резьбо- и зубообрабатывающем оборудовании.

Основными факторами, определяющими несущую способность зубчатых передач, являются геометрические характеристики зацепляющихся поверхностей зубьев, свойства материалов, из которых они изготовлены, и условия смазки.

Совершенствование геометрии рабочих поверхностей зубьев является одним из путей создания новых, более совершенных, обладающих повышенными показателями работоспособности спироидных передач. Поэтому исследование и внедрение таких передач является актуальной задачей.

Степень исследованности тематики диссертации можно определить следующими положениями. Разработка передач зацеплением с новой геометрией известными методами сводится к заданию геометрии рабочих поверхностей зубьев и последующему анализу полученной передачи по показателям нагрузочной способности в сравнении с существующими передачами. Такой путь является трудоемким и длительным, а кроме того, не всегда приводит к желаемым результатам.

Более перспективным является путь разработки геометрии зацепления синтезом по показателям несущей способности, определяемым условиями работы проектируемой передачи. Такой путь принят в настоящей работе.

Цель и задачи исследования. Создание цилиндрических спироидных передач с рациональной геометрией зацепления, обеспечивающей увеличение нагрузочной способности и повышение к.п.д., а также разработка рекомендаций по выбору параметров

передач и методики инженерного расчета их для механизмов регулировки закрытой высоты кривошипных прессов.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- анализ энергосиловых параметров процесса регулировки закрытой высоты кривошипного пресса при шаровой и плунжерной подвеске ползуна и разработка задания на проектирование механизма регулировки;
- разработка метода и синтез спироидных передач по заданным и экстремальным значениям основных качественных показателей несущей способности, в частности, приведенной кривизне контактирующих поверхностей звеньев;
- аналитические исследования и оптимизация геометрии спироидного зацепления;
- сравнительные экспериментальные исследования нагрузочной способности синтезированных передач и передач с традиционной геометрией;
- разработка конструкции спироидного редуктора с предложенной передачей для привода узла регулировки закрытой высоты и промышленные испытания его на кривошипных прессах.

Теоретическая и практическая ценность работы и ее научная новизна. На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований спироидных передач получены:

- метод синтеза спироидного зацепления по заданным или экстремальным значениям качественных показателей нагрузочной способности;
- расчетные зависимости для сравнительной оценки несущей способности спироидных передач при задании профиля осевого сечения витков червяка произвольной кривой;
- рациональная форма профиля осевого сечения витков червяка

увеличенного диаметра, обеспечивающая повышение нагрузочной способности при отсутствии подрезания зубьев колеса;

- экспериментальные данные, подтверждающие повышенную несущую способность предложенной разновидности спироидного зацепления.

Практическая ценность работы заключается:

- в получении математических зависимостей для определения вращающих моментов на спироидном колесе в приводах механизмов регулировки закрытой высоты прессов с плунжерной и шаровой подвеской ползуна;

- в разработке рекомендаций по расчету на прочность и геометрическому расчету исследованных спироидных передач;

- в разработке конструкции спироидных редукторов повышенной нагрузочной способности и уменьшенных габаритов для модернизации приводов узлов регулировки закрытой высоты кривошипных прессов, а также опытных данных, подтверждающих высокую эффективность их применения;

- в возможности применения данной разновидности спироидных редукторов в качестве высоконагруженных элементов приводов кузнечно-прессового, обогатительного, транспортного и других видов оборудования.

Реализация и внедрение разработок. Разработанные спироидные редукторы использованы ПО "Лугансктепловоз" для модернизации приводов механизмов регулировки закрытой высоты кривошипных прессов, Луганским цехом ПО "Донецкцветмет" на установке магнитной сепарации стружки. Рекомендации по расчету и проектированию спироидных передач приняты к использованию институтом "Гипромашуглеобогатение".

Личный вклад диссертанта в разработку научных результатов, которые выносятся на защиту:

- выполнен анализ конструкций механизмов регулировки закрытой высоты кривошипных прессов, на основании которого выявлена целесообразность применения более компактных и имеющих повышенную нагрузочную способность спироидных редукторов взамен червячных;

- разработан метод синтеза цилиндрических спироидных передач по минимальной приведенной кривизне в зацеплении, а также расчетные зависимости для сравнительной оценки нагрузочной способности исследуемых передач;

- проведен синтез и численные исследования передач по основным геометро-кинематическим показателям и критериям несущей способности, позволившие выявить рациональную геометрию зацепления;

- произведена экспериментальная оценка нагрузочной способности и к.п.д. предложенных передач;

- разработаны рекомендации по расчету на прочность и геометрическому расчету передач, использованные для проектирования опытных редукторов применительно к приводам механизмов регулировки закрытой высоты кривошипных прессов.

Методология и методы исследования. Решение поставленных в работе задач выполнено на основе теоретических и экспериментальных исследований. Теоретические исследования базируются на уравнениях теории зацепления и теории упругости, моделирующих процесс зацепления и взаимодействия рабочих поверхностей зубьев передач. В работе используются аналитические методы современной математики: математического анализа, дифференциальной геометрии и теории поверхностей. Разработанный метод синтеза зацеплений основан на численных методах решения дифференциальных уравнений, связывающих геометрию сопряженных поверхностей и показатели нагрузочной способности передачи. Эк-

спериментальные исследования синтезированных передач проходились на современном стенде с использованием принятых методик для экспериментов с передачами зацеплением. Обработка результатов производилась с использованием метода наименьших квадратов.

Апробация работы. Основные положения работы доложены, обсуждены и получили положительную оценку на научно-технических конференциях Луганского машиностроительного института в 1985...1993 г.г., республиканской научно-технической конференции "Повышение надежности и снижение металлоемкости зубчатых передач и редукторов общего машиностроительного применения" Харьков, 1983; научно-технической конференции "Снижение металлоемкости зубчатых передач и редукторов" Свердловск, 1984; республиканской научно-технической конференции "Совершенствование методов расчета, конструирования и зубообработки цилиндрических и конических зубчатых, спироидных, гипоидных и червячных передач" Ижевск, 1989; республиканской научно-технической конференции "Проблемы повышения прочности и надежности элементов конструкций" Харьков, 1990; научно-технической конференции "Проблемы зубчатых передач и редукторостроения" Харьков, 1993, международной научно-технической конференции "Качество и долговечность зубчатых передач и редукторов" Харьков, 1995.

Публикации. По основным результатам проведенных исследований опубликовано 11 работ, в том числе 2 авторских свидетельства на изобретение.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 5 глав, общих выводов и результатов работы, списка использованной литературы и приложений. Она содержит 91 страницу основного текста, 69 рисунков, 12 таблиц и 133 литературных источника.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность диссертационной работы, цель и задачи исследования, сформулированы основные положения, которые выносятся на защиту.

В первой главе проанализированы различные конструкции механизмов регулировки закрытой высоты кривошипных прес-сов. Во многих из них применяются приводы с червячными редукторами. Установка этих механизмов, относящихся к вспомо-гательным, в ползуне прес-са приводит к дополнительным потерям на трение в подшипниках главного вала, поэтому уменьшение габаритов и массы приводов регул.ровки может обеспечить улучшение технико-экономических показателей прес-са. На однокривошипных прес-сах средней мощности, кро-ме того, трудно осуществить механизированную регулировку закрытой высоты вследствие ограниченных размеров ползуна в пласе (рис.1). По этим причинам можно сделать вывод о целесообразности замены червячных редукторов спирoidalными с передачами повышенной нагрузочной способности и к.п.д., которые будут иметь меньшие габариты и вес.

Проведен анализ состояния и направлений исследований червячных и спирoidalных передач.

Повышению нагрузочной способности пространственных зубчатых передач, а также вопросам их проектирования, изго-товления и исследования показателей работоспособности посвящены работы В.А. Гавриленко, Я.С. Давыдова, И.И. Дусева, М.Л. Ерихова, Л.В. Коростелева, И.С. Кривенко, Ф.Л. Литвина, В.В. Шульца, И.П. Бернацкого и других авторов. В этих работах определились основные направления совершен-ствования передач зацеплением, основанные на разработке

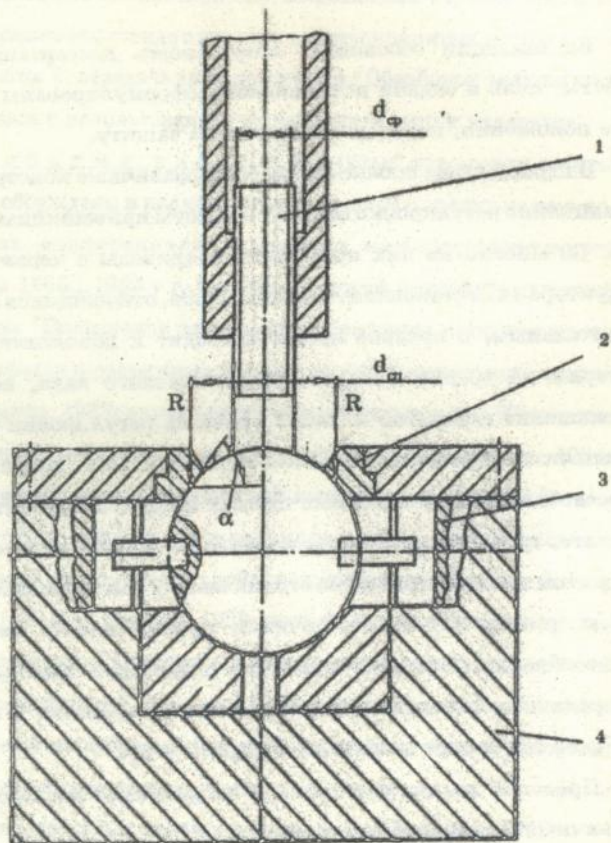


Рис.1.Конструкция механизма регулировки закрытой высоты
однокривошипного пресса. 1-шатун, 2-кольцевой подшипник, 3-
чёрвячное или спиройдное колесо, 4-ползун.

рациональной геометрии рабочих поверхностей, обеспечивающей улучшение геометро-кинематических показателей и условий контактирования.

Вопросам исследования, проектирования, изготовления спиральных передач посвящен ряд работ, выполненных Н.С. Голубковым, В.Д. Зотовым, А.К. Георгиевым, В.И. Гольдфарбом, В.А. Шубиным, В.М. Васильевым, А.М. Фефером и другими авторами. В этих работах в достаточно полной мере исследована геометрия передач, ее влияние на нагрузочную способность, технологические возможности изготовления и вопросы, связанные с применением их в различных типах машин и оборудования.

Исследованиями Л.В. Коростелева, Ю.Н. Дроздова, Д.С. Коднира, А.К. Георгиева, В.И. Гольдфарба установлено, что на величину напряжений в зоне контакта рабочих поверхностей и условия образования стабильного масляного слоя между ними, а следовательно, на нагрузочную способность передачи оказывают приведенная кривизна контактирующих поверхностей, относительная скорость, угол между вектором относительной скорости и направлением контактной линии, суммарная скорость перемещения точек контакта в нормальном направлении к характеристике и другие качественные показатели. В связи с этим в основу диссертационной работы положены разработка и исследования метода синтеза цилиндрических спиральных передач по заданным или экстремальным значениям качественных показателей нагрузочной способности.

Во второй главе разработана математическая модель ортогональной цилиндрической спиральной передачи, позволяющая выполнить анализ геометрии рабочих поверхностей червяка и спирального колеса. Полученные выражения дают возможность выполнять исследования передач при задании профиля

осевого сечения витков червяка произвольной кривой. Для численного анализа качественных показателей использованы зависимости вида

$$\Omega = \Omega (f_1, f_2, f_2', f_2'', \mu, \varphi_1, a_w, u_{21}), \quad (1)$$

где Ω - определяемый качественный показатель; f_1, μ - параметры поверхности витков червяка; f_2, f_2', f_2'' - функция, описывающая профиль осевого сечения витков червяка и ее производные; φ_1 - параметр вращения червяка; a_w - межосевое расстояние передачи; u_{21} - передаточное отношение.

При заданном значении качественного показателя Ω выражение (1) становится дифференциальным уравнением относительно неизвестной функции $f_2 = f_2(f_1)$.

Поверхность витков червяка в неподвижной системе координат описывается радиусом-вектором

$$\bar{r}(f_1, \mu, \varphi_1) = x\bar{i} + y\bar{j} + z\bar{k}, \quad (2)$$

с координатами

$$x = -(f_1 - R) \sin(\mu + \varphi_1), \quad y = (f_1 - R) \cos(\mu + \varphi_1), \quad z = f_2 + p\mu,$$

где R - радиус начального цилиндра червяка; p - винтовой параметр.

Образование сопряженных спироидных зацеплений предполагается по второму способу Оливье, связь между огибаемой и огибающей поверхностями описывает уравнение зацепления

$$F(f_1, \mu, \varphi_1) = (f_1 - R)[a_w - p/u_{21} - (f_1 - R) \sin(\mu + \varphi_1)] - \\ - (f_2 + p\mu)[p \cos(\mu + \varphi_1) - f_2'(f_1 - R) \sin(\mu + \varphi_1)] = 0. \quad (3)$$

Дифференциальное уравнение для синтеза спироидных передач по заданному значению приведенной кривизны имеет вид

$$f_2'' = \frac{-A \pm (A^2 - B)^{0.5} - A_k}{B_k}, \quad (4)$$

$$\text{где } A_k = u_{21}(a_w - 2(f_1 - R) \sin(\mu + \varphi_1) - f_2'(f_2 + p\mu) \sin(\mu + \varphi_1) - f_2'[p \cos(\mu + \varphi_1) + f_2'(f_1 - R)]),$$

$$B_k = -(f_1 - R)(f_2 + p\mu) \sin(\mu + \varphi_1) u_{21},$$

$$A = [k_{mp}(E_1 G_1 - F_1^2)^{0.5} S_1 - 2F_1 F^v] / 2G_1,$$

$$B = -(k_{mp}(E_1 G_1 - F_1^2)^{0.5} [S_2 F^v - S_3] - E_1 (F^v)^2) / G_1.$$

$$\text{Здесь } S_1 = (\bar{r}^t \bar{V}^{(12)}) G_1 - (\bar{r}^t \bar{V}^{(12)}) F_1,$$

$$S_2 = (\bar{r}^t \bar{V}^{(12)}) F_1 - (\bar{r}^t \bar{V}^{(12)}) E_1,$$

$$S_3 = (E_1 G_1 - F_1^2) F^v,$$

k_{mp} - приведенная кривизна в зацеплении; \bar{r}^t и \bar{r}^n - частные производные радиуса-вектора (2); F^v и F^v - частные производные уравнения зацепления (3); $\bar{V}^{(12)}$ - вектор относительной скорости; E_1, G_1, F_1 - коэффициенты первой квадратичной формы поверхности витков червяка.

Для определения минимальной приведенной кривизны получена зависимость

$$k_{mp}^{\min} = -a_k \pm (a_k^2 - b_k)^{0.5},$$

$$\text{где } a_k = 2(E_1 G_1 - F_1^2)^{0.5} [F^v G_1 - (\bar{r}^n \bar{V}^{(12)}) F^v] / S_1^2,$$

$$b_k = -4(F^v)^2 / S_1^2.$$

Для синтеза передач по минимальному значению приведенной кривизны дифференциальное уравнение принимает вид

$$f_2'' = \frac{-A - A_k}{B_k}. \quad (5)$$

Уравнение (5) позволяет получить единственное решение, дающее профиль витков червяка, при котором вдоль заданной линии, лежащей на поверхности зацепления, выполняется условие $k_{mp} = k_{mp}^{\min}$. Уравнение этой линии есть допустимое уравнение связи переменных f_1, μ и φ_1 и задано в общем случае как $\psi_1 = \theta - \mu + \varphi_1$.

В третьей главе выполнен численный синтез цилиндрических спироидных передач по минимальной приведенной

кривизне рабочих поверхностей зубьев. Для этой цели методом Рунге-Кутты осуществлялось решение дифференциального уравнения (5). В работе принята базовая цилиндрическая спирондная передача со следующими геометрическими параметрами:

$a_w/m = 16,67$; $z_1 = 1$; $z_2 = 36$; $x_1 = 0$; $q = 8$; $m = 1$; $r_{w1} = 4$. С целью выявления рациональной геометрии зацепления исследовано влияние начальных условий интегрирования дифференциального уравнения и способа задания дополнительного уравнения связи переменных. Под начальными условиями здесь принимались f_{10} и f'_{20} - координаты точки θ профиля осевого сечения витков червяка, причем f_{10} определяется в зависимости от коэффициента смещения, f'_{20} - тангенс угла наклона профиля осевого сечения в начальной точке интегрирования. Задание дополнительного уравнения связи переменных производилось изменением угла ψ_1 . Для исследования синтезированных передач определялось положение контактных линий, вычислялись значения качественных показателей, коэффициента перекрытия и расчетных критериев нагрузочной способности. Установлено, что уменьшение приведенной кривизны в исследуемой передаче положительно сказывается на значениях других показателей, то есть возрастает суммарная скорость качения и угол, который контактные линии составляют с вектором относительной скорости. С целью повышения нагрузочной способности были проведены исследования передач, имеющих увеличенный по сравнению с базовым, диаметр червяка. Анализ передач с синтезированным профилем производился в сравнении с традиционными передачами, имеющими круговой профиль витка, при одинаковых диаметрах червяка.

Так как спирондная передача имеет несимметричный профиль витка червяка и зубьев колеса, исследования проводились

отдельно для левой и правой сторон витка.

Сопоставлением синтезированных передач с передачами, имеющими традиционную геометрию, установлены: целесообразность увеличения диаметра червяка с целью достижения высоких значений качественных показателей, обеспечивающих условия образования стабильного масляного слоя между рабочими поверхностями; характер контактирования левой и правой сторон витка червяка, где следует отметить существенную разницу в условиях зацепления; возможность получения методом синтеза рациональных геометрических параметров передач при отсутствии подрезания, что особенно важно в передачах с увеличенным диаметром червяка. Проведенные исследования позволяют сделать вывод о возможности повышения значений расчетных критериев несущей способности синтезированных передач в сравнении с существующими на 15 - 20% для левой стороны витка и 5 - 7% для правой при одинаковых диаметрах червяков, увеличение диаметра способно повысить эти критерии в 1,5...1,7 и 1,4...1,5 раза соответственно для левой и правой сторон.

В четвертой главе представлены результаты экспериментального исследования, целью которого являлась сравнительная оценка работоспособности синтезированных спирондных передач с увеличенным диаметром червяка и передач с существующей геометрией. Объектом для проведения испытаний служили: базовая цилиндрическая спирондная передача с червяком выпукло-вогнутого профиля - СП1, синтезированные спирондные передачи с червяками увеличенного диаметра - СП2 и СП3, причем передача СП2 имела выпукло-вогнутый, а СП3 - выпуклый профиль левой и правой сторон витка червяка. Испытуемые передачи имели следующие геометрические параметры: $a_w = 50$

мм; $z_1 = 1$; $z_2 = 36$; $m = 3$ мм; $d_{a2} = 180$ мм; $b_2 = 25$ мм; $q = 8$ (передача СП1), $q = 14$ - (СП2 и СП3). Венцы экспериментальных спирондных колес были изготовлены из бронзы БР А9Ж3Л ГОСТ 493-79, червяки - из стали 40Х ГОСТ 4543-71, термообработка - объемная закалка до твердости HRC 50...55. Для нарезания передач был спроектирован и изготовлен комплект зуборезного и мерительного инструмента. Испытания производились на стенде с разомкнутой схемой нагружения. В процессе испытаний регистрировались замеры вращающих моментов на валах редуктора и температуры масляной ванны. Испытания проводились в два этапа: первый - до выявления термической мощности редуктора при воздушном охлаждении корпуса, второй - до предельной нагрузочной способности, ограниченной заеданием, при водяном охлаждении масляной ванны. Данные экспериментальных исследований были подвергнуты математической обработке методом наименьших квадратов. По их результатам построены графики зависимости к.п.д. редуктора от величины вращающего момента на выходном валу. Эти графики представлены на рис.2 для левой стороны витка червяка, на рис.3 - для правой, разрыв в графиках соответствует переходу от воздушного к водяному охлаждению редуктора.

В результате испытаний установлено, что нагрузочная способность синтезированной спирондной передачи с червяком увеличенного диаметра может быть повышена на 30 - 35% при одновременном увеличении к.п.д. до 5%.

В пятой главе рассмотрены возможности применения спирондных редукторов с передачами повышенной нагрузочной способности в приводах механизмов регулировки закрытой высоты кривошипных прессов. Анализом конструкций однокривошипных прессов с изменяющейся длиной шатуна и

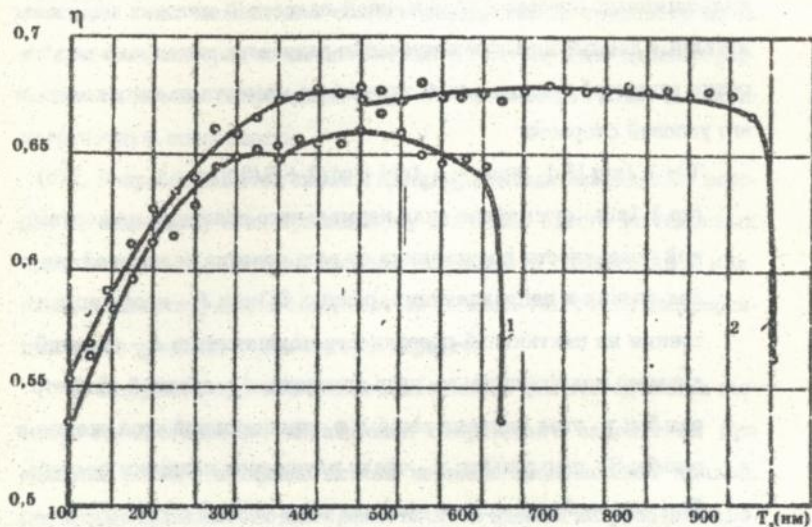


Рис.2. Результаты экспериментального исследования левой стороны витка спиральных передач : 1 - передача СП № 1, 2 - передачи СП № 2 и СП № 3

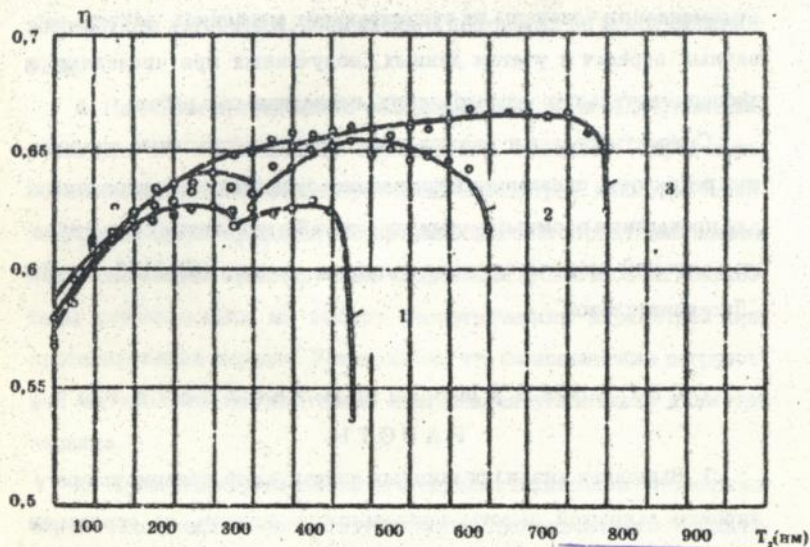


Рис.3 Результаты экспериментального исследования правой стороны витка спиральных передач : 1 - передача СП № 1, 2 - передача СП № 2, 3 - передача СП № 3

ЛНБ им. В. Стефанова

Україна

кривошипных прессов с плунжерной подвеской ползуна получены исходные данные для проектирования редуктора механизма регулировки закрытой высоты в виде крутящего момента на валу колеса и его угловой скорости

$$T = 1,1mg [f_1 d_m / \cos \alpha + d_r \operatorname{tg}(\gamma + \varphi) / 2 + S / 2\pi] / n, \quad (6)$$

где $1,1mg$ - суммарная сила нормального давления на контактной поверхности подшипника от веса ползуна величиной mg и сил трения в направляющих, равных $0,1mg$; f_1 - коэффициент трения на контактной поверхности подшипника; d_m - средний диаметр подшипника; α - угол контакта; d_r - средний диаметр резьбы; γ - угол подъема резьбы; φ - приведенный угол трения в резьбе; S - шаг резьбы; n - число плунжеров подвески ползуна. Для шаровой подвески $n = 1$, для плунжерной $n = 0$.

Разработаны рекомендации для расчета на прочность по контактным напряжениям и напряжениям изгиба, а также геометрическому расчету синтезированных спироидных передач. Рекомендации основаны на существующих методиках расчета червячных передач с учетом данных, полученных при численных и экспериментальных исследованиях, проведенных в работе.

Спроектированы и изготовлены экспериментальные спироидные редукторы, оказавшиеся компактнее существующих червячных, для проведения промышленных испытаний в механизмах регулировки закрытой высоты однокривошипных прессов KB 2132. на ПО "Лугансктепловоз".

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Выполнен анализ различных конструкций механизмов регулировки закрытой высоты кривошипных прессов, на основании которого установлено, что применение червячных редукторов в

приводах этих механизмов создает определенные трудности из-за габаритных размеров червячных передач. Поэтому здесь целесообразно использование спироидных редукторов, имеющих более высокую нагрузочную способность.

2. Разработан метод синтеза цилиндрических спироидных передач по заданному и экстремальному значению одного из основных качественных показателей несущей способности - приведенной кривизне контактирующих поверхностей зубьев. Получены дифференциальные уравнения для синтеза передач.

3. Получены аналитические зависимости для исследования метро-кинематических показателей спироидного зацепления при задании осевого профиля витков червяка произвольной кривой, расчетные зависимости для сравнительной оценки нагрузочной способности передач по контактной прочности и из условия отсутствия заедания.

4. Для синтеза и численного анализа исследуемых передач разработаны алгоритмы, блок-схема и программа по использованию ЭВМ.

5. На основе проведенного численного анализа передач, синтезированных по минимальной приведенной кривизне, определены оптимальные значения геометрических параметров: диаметра червяка, угла и радиуса профиля, обеспечивающих благоприятные условия контактирования при отсутствии подрезания зубьев колеса. Разработаны рекомендации по выбору геометрических параметров при проектировании передач. Установлено, что на повышении нагрузочной способности положительно сказывается увеличение диаметра червяка.

6. Проведены сравнительные стендовые испытания спироидных передач полученной синтезом геометрии с традиционными передачами. Результаты этих испытаний позволяют сделать вывод о повышении

нагрузочной способности предложенных передач на 30-35% при одновременном увеличении к.п.д. до 5%.

7. На основании анализа конструкций механизмов регулировки закрытой высоты однокривошипных прессов с изменяющейся длиной шатуна и кривошипных прессов с плунжерной подвеской ползуна получены исходные данные для проектирования редукторов приводов этих механизмов.

8. С учетом проведенных теоретических и экспериментальных исследований предложенной разновидности спироидных передач разработаны рекомендации по расчету на прочность и геометрическому расчету их применительно к редукторам названных механизмов.

9. Спроектированы и изготовлены экспериментальные спироидные редукторы, оказавшиеся более компактными в сравнении с червячными, которые установлены в приводах механизмов регулировки закрытой высоты однокривошипных прессов модели КВ 2132. Испытания подтвердили их высокую нагрузочную способность и надежность.

Основное содержание диссертации изложено в работах:

1. Подройко В.И., Шевченко С.В., Бурко В.В. К вопросу об исследовании червячных передач с локализованным контактом// Конструирование и производство транспортных машин. Харьков: В.Ш. 1984. №16. С.80-83.

2. Шишов В.П., Бурко В.В. Экспериментальные исследования спироидных передач с выпуклым профилем витков червяка// Конструирование и производство транспортных машин. Харьков: Основа. 1993. №22. С. 84-87.

3. Шишов В.П., Каплун А.М., Бурко В.В., Панкратов А.И. А.С. 879104 (СССР). Червячная передача. Оpubл. в В.И. №41. 1981.

4. Каплун А.М., Шевченко С.В., Бурко В.В. А.С. 1527436

(СССР). Червячная передача. Оpubл. в Б.И. №45. 1989.

5. Бурко В.В. Оптимизационный синтез спироидного зацепления // Снижение металлоемкости зубчатых передач и редукторов: Тез. докл. научно-технической конференции. Свердловск. 1984. С. 39.

6. Подройко В.И., Бурко В.В. Исследование спироидных передач по показателям качества зацепления с применением персональных ЭВМ//Проблемы повышения прочности и надежности элементов конструкций: Тез. докл. республ. научно-технической конференции. Харьков. 1990. С.32.

7. Бурко В.В., Подройко В.И., Шишов В.П. Анализ показателей нагрузочной способности спироидных передач с различной геометрией червяка//Проблемы прочности, надежности и долговечности зубчатых передач и редукторов: Тез. докл. республ. научно-технической конференции. Харьков. 1991. С. 86.

8. Бурко В.В. Применение спироидных передач в механизмах регулировки закрытой высоты кривошипных прессов//Качество и долговечность зубчатых передач и редукторов: Тез. докл. международной научно-технической конференции. Харьков. 1995. С. 43.

9. Подройко В.И., Бурко В.В. Повышение нагрузочной способности червячных и спироидных передач//Теория передач в машинах. Новочеркасск. 1983. С. 50-56. Рукопись депонирована в НИИмаше. №345. Мш-Д83.

10. Бурко В.В., Рей Р.И. Механизм регулировки закрытой высоты кривошипного пресса с плунжерной подвеской ползуна// Восточноукр. гос. ун-т. Луганск. 1995. 5 с. Деп. в ГНТБ Украины 10.05.95, № 1090 - Ук 95.

11. Рей Р.И., Бурко В.В. Механизм регулировки закрытой высоты кривошипного пресса с изменяющейся длиной шатуна// Восточноукр. гос. ун-т. Луганск. 1995. 5с. Деп. в ГНТБ Украины 10.05.95, № 1091 - Ук 95.

А Н Н О Т А Ц И Я

Бурко В.В. Разработка спирeidных передач механизмов регулировки закрытой высоты кривошипных прессов.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям: 05.03.05 - Процессы и машины обработки давлением и 05.02.02 - Машиноведение, Восточноукраинский государственный университет, Луганск, 1995.

Проведены теоретические и экспериментальные исследования нагрузочной способности цилиндрических спирeidных передач. Произведен синтез геометрии зацепления по основным качественным показателям, который позволил разработать передачи повышенной нагрузочной способности и к.п.д. Опытные спирeidные редукторы прошли промышленные испытания в приводах механизмов регулировки закрытой высоты кривошипных прессов взамен червячных.

A N N O T A T I O N

Burko V.V. The development of the spiroid gear transmissions of the mechanism of controlling closed height of crank presses.

Dissertation on competition of an academic degree of candidate of technical sciences on specialities: 05.03.05 - Processes and machines of plastic metal working and 05.02.02 - Science of machines, East-Ukrainian State University, Lugansk, 1995.

The theoretical and experimental investigations of loading ability of cylindrical spiroid gearings have been carried out. The synthesis of geometry of an engagement on the main qualitative indexes has been realized in the work, this enabled to work out the gearings with heightened loading ability and efficiency. The experimental spiroid reduction gears stood the industrial tests in the mechanism of controlling closed height of crank presses instead of worm ones.

Ключові слова: передача зацепленням, синтез, критерій, робоча поверхня, навантажувальна здатність, кривошипний прес, повзун.

Подписано к печати 9.11.95г. Формат 60x84 1/16, п.л.1
Зак.459 Тираж 100 экз.

Ротапринт ВУГУ, г.Луганск, кв. Молодежный, 20-а

47/181

AB 33.569