

УЧЕТ ТОЧНОСТИ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАР ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРЕССОВ ДЛЯ ФАЛЬЦЕВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ОДЕЖДЫ

В статье представлены результаты моделирования кинематической схемы пресса для фальцевания деталей одежды с наложением на нее ограничений по точности кинематических пар. В прессах, оказывающих прессующее воздействие на текстильный материал, технологический ход невелик, в связи с чем возрастает потребность в учете факторов, которые могут приводить к ошибкам технологического хода. Проведенный анализ точности кинематических пар в рычажном механизме пресса для фальцевания деталей одежды подтверждает необходимость учета этой точности на этапе проектирования прессов.

Ключевые слова: пресс для фальцевания, точность, кинематическая пара.

D. V. KORNEENKO, B. S. SUNKUEV
Vitebsk State Technological University, Vitebsk, Belarus

ACCURACY CALCULATION OF THE KINEMATIC PAIRS IN THE PRESS DESIGN FOR THE FOLGING OF THE CLOTHING PARTS

Abstract – The article presents the results of the simulation of the kinematic scheme of the press for creasing clothing parts with the restrictions on the accuracy in the kinematic pairs.

The creasing presses have small technological step, as thin treated textile material. This increases the factors number, that can lead to errors of technological step. Analysis of the accuracy of the kinematic pairs in the press mechanism for creasing clothing parts confirms the necessity of accuracy calculation in the design stage of the presses. This accuracy calculation method is compiled.

Keywords: press for creasing, accuracy, kinematic pair.

Постановка проблемы

Прессы легкой промышленности, в которых оказывается прессующее воздействие на текстильные детали или изделия, имеют небольшой технологический ход. Толщина слоя обрабатываемого текстильного материала или пакета материалов очень мала, при этом технологический ход охватывает не всю толщину обрабатываемого объекта, а ту часть, воздействие на которую достаточно для получения формоустойчивого эффекта. Поскольку технологический ход невелик, возрастает потребность в учете всех факторов, которые могут привести к ошибкам технологического хода: к примеру, рабочий инструмент завершил свое движение, но при этом не оказал прессующего воздействия на обрабатываемый объект. Среди таких факторов одним из определяющим служит точность кинематических пар рычажного механизма пресса.

Анализ последних публикаций

Вопросам точности кинематических пар рычажных механизмов прессов, используемых в легкой промышленности, в научных статьях и учебных изданиях уделено мало внимания. В работе [1] приведено применение теории точности [2], разработанной академиком Бруевичем Н. Г. и его учениками, к проектированию механизмов швейных машин. Однако в учебниках [3, 4], посвященных прессовому оборудованию легкой промышленности, и в учебниках [5, 6], содержащих методические рекомендации по проектированию прессов, методика, составленная на основании теории точности, не находит своего освещения.

Постановка задачи

В настоящей статье приводится анализ точности кинематических пар рычажного усилителя пресса для фальцевания деталей одежды с целью составления рекомендаций по учету этой точности на этапе проектирования прессов.

Изложение основного материала

Методика синтеза рычажного механизма пресса для холодного фальцевания деталей одежды представлена в статье [7]. Для оценки точности кинематических пар используется схема (рис. 1) идеального механизма, в которой пневмоцилиндр заменяется кулисной парой.

Выведем аналитически ход h рабочего инструмента (точки D_0) через входную координату s . Поочередно рассматривая различные треугольники в схеме механизма, получаем зависимости для углов

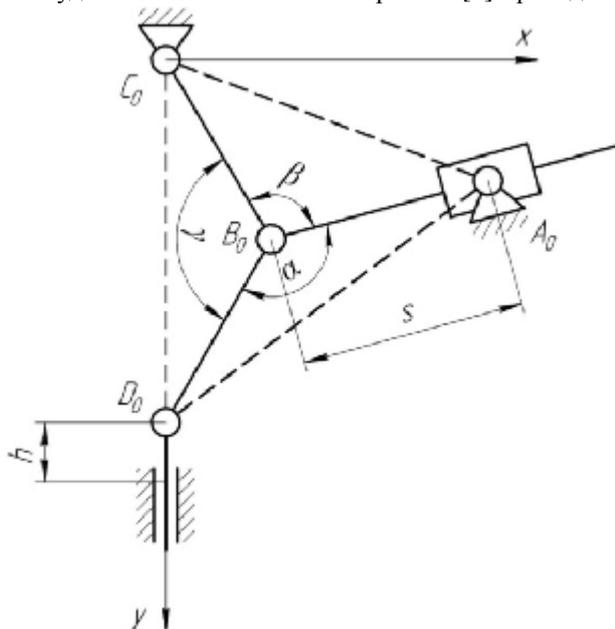


Рис. 1. Схема идеального рычажного механизма пресса для фальцевания деталей одежды

$$a = \arccos \frac{(A_0 B_0)^2 + (B_0 D_0)^2 - (A_0 D_0)^2}{2 \cdot A_0 B_0 \cdot B_0 D_0} = \arccos \frac{s^2 + (B_0 D_0)^2 - (A_0 D_0)^2}{2 \cdot s \cdot B_0 D_0}; \quad (1)$$

$$b = \arccos \frac{(A_0 B_0)^2 + (B_0 C_0)^2 - (A_0 C_0)^2}{2 \cdot A_0 B_0 \cdot B_0 C_0} = \arccos \frac{s^2 + (B_0 C_0)^2 - (A_0 C_0)^2}{2 \cdot s \cdot B_0 C_0}; \quad (2)$$

$$g = 2p - a - b. \quad (3)$$

В свою очередь, расстояние $C_0 D_0$ выражается через угол g

$$C_0 D_0 = \sqrt{(B_0 C_0)^2 + (B_0 D_0)^2 - 2 \cdot (B_0 C_0) \cdot (B_0 D_0) \cdot \cos g}; \quad (4)$$

Таким образом технологический ход h будет определен по формуле

$$h = C_0 D_0 - C_0'' D_0'' = C_0 D_0 - y_{D(n)}, \quad (5)$$

где $y_{D(n)}$ – координата исходного положения шарнира D_0 .

В полученных зависимостях используются заданные длины рычагов и координата исходного положения шарнира D_0 , а переменной служит только входная координата s . Поэтому технологический ход однозначно выражается через координату s .

Определим координаты подвижных шарниров (рис. 2), предварительно выразив необходимые углы

$$a_{CA} = 2p - \arccos \frac{y_A - y_C}{CA} = 2p - \arccos \frac{y_A}{CA}; \quad (6)$$

$$e = \arccos \frac{(A_0 C_0)^2 + (B_0 C_0)^2 - (A_0 B_0)^2}{2 \cdot A_0 C_0 \cdot B_0 C_0} = \arccos \frac{(A_0 C_0)^2 + (B_0 C_0)^2 - s^2}{2 \cdot A_0 C_0 \cdot B_0 C_0}; \quad (7)$$

$$a_{CB} = a_{CA} - e; \quad (8)$$

$$x_{B_0} = x_{C_0} + B_0 C_0 \sin a_{CB} = B_0 C_0 \sin a_{CB}; \quad (9)$$

$$y_{B_0} = y_{C_0} + B_0 C_0 \cos a_{CB} = B_0 C_0 \cos a_{CB}.$$

$$x_{D_0} = 0;$$

$$y_{D_0} = C_0 D_0. \quad (10)$$

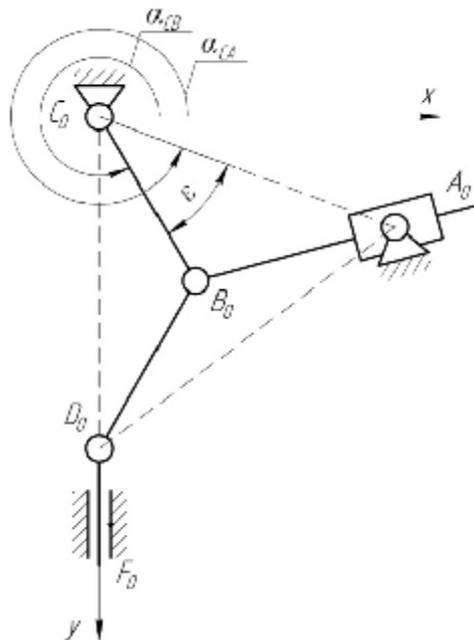


Рис. 2. Схема идеального рычажного механизма для определения координат подвижных шарниров

Строим схему механизма с зазорами (ΔA , ΔB , ΔC , ΔD , ΔF) (рис. 3). Поскольку движение механизма происходит на небольших скоростях, моменты, возникающие от инерционных нагрузок, будут незначительны. Реакции в таком случае следует направлять по звеньям механизма. Векторы зазоров направляются противоположно векторам реакций. Фактические координаты шарниров механизма будут определяться следующим образом:

$$x_{A\phi} = x_{A_0} + \Delta A \cos(p - a_{R21}); \quad (11)$$

$$y_{A\phi} = y_{A_0} + \Delta A \sin(p - a_{R21});$$

$$x_{B\phi} = x_{B_0} + \Delta B \cos(p - a_{R(53)2}); \quad (12)$$

$$\begin{aligned} y_{B\phi} &= y_{B0} + \Delta B \sin(p - a_{R(53)2}); \\ x_{C\phi} &= x_{C0} + \Delta C \cos(p - a_{R50}); \\ y_{C\phi} &= y_{C0} + \Delta C \sin(p - a_{R50}); \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} x_{D\phi} &= x_{D0} + \Delta D \cos(p - a_{R43}); \\ y_{D\phi} &= y_{D0} + \Delta D \sin(p - a_{R43}); \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} x_{F\phi} &= x_{F0} + \Delta F \cos(p - a_{R04}); \\ y_{F\phi} &= y_{F0} + \Delta F \sin(p - a_{R04}). \end{aligned} \quad (15)$$

Углы реакций находятся из идеальных координат шарниров и опор (см. формулу (6)). Определив фактические координаты всех шарниров механизма, выражаем входную координату s через них

$$s = AB_{\phi} = \sqrt{(x_{A\phi} - x_{B\phi})^2 + (y_{A\phi} - y_{B\phi})^2}. \quad (16)$$

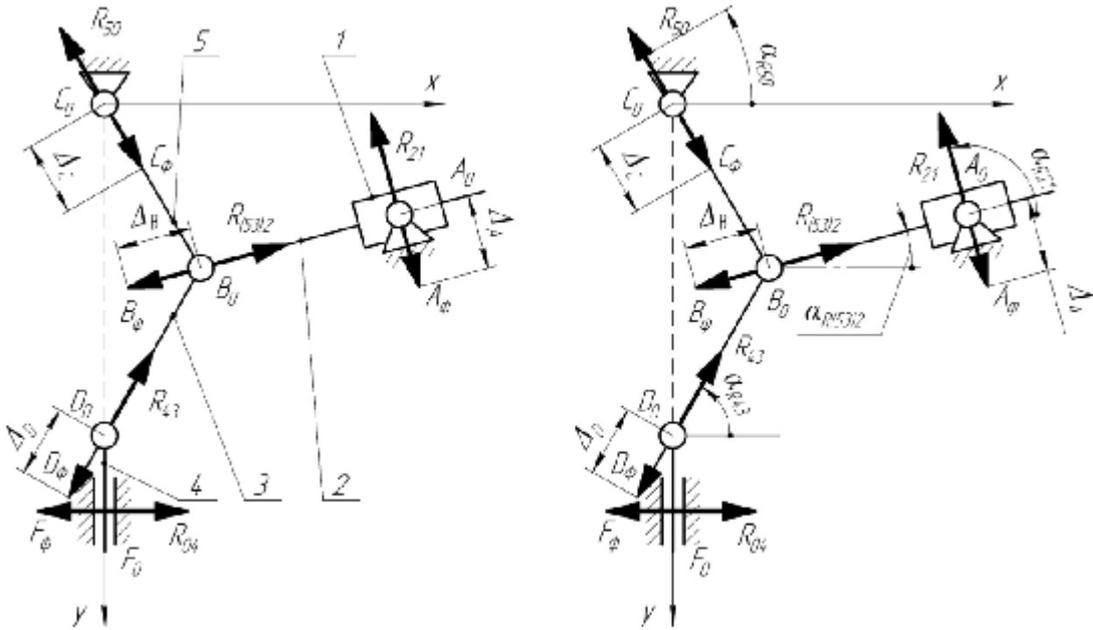


Рис. 3. Схема рычажного механизма с ошибками положения шарниров и опор

Поскольку опоры имеют фактические координаты, отличные от идеальных, координата исходного положения шарнира D также будет отличаться от идеальной. Пренебрегая ошибкой положения исходной координаты шарнира D по оси x , найдем ошибку положения ее по оси y

$$\Delta_{D(n)} = \sum e_i \Delta_{iy}, \quad (17)$$

где Δ_{iy} – проекция на ось y зазора в i -й опоре;

$$e_i = \frac{\partial y_{D(n)}}{\partial \Delta_i} \quad \text{– коэффициент значимости зазора в } i\text{-й опоре.}$$

Коэффициент значимости зазора для нужд решаемой задачи допускается определять путем замены частной производной отношением малых приращений, тогда коэффициенты значимости найдутся графическим путем. Установлено, что они все близки к 1, в дальнейших расчетах ими можно пренебречь.

Значения зазоров являются случайными величинами, подчиняющимися нормальному закону распределения, в связи с чем на этапе проектирования возможен лишь вероятностный учет величины зазоров, ориентированный на назначение допусков на диаметры посадочных отверстий головок рычагов и пальцев. Руководствуясь рекомендациями [2, с. 16], принимаем в качестве значений зазоров величину

$$\Delta_i = \frac{d_i}{4}, \quad (18)$$

где d_i – суммарная ширина поля допуска на диаметр посадочного отверстия головки рычага и на диаметр пальца.

В прессах легкой промышленности шарнирные соединения, как правило, выполняются по посадке $\frac{H7}{h7}$, соответственно величина зазора будет находиться в пределах $\Delta_i = 0,01 \dots 0,02$ мм.

Проведение расчетов по выше приведенной методике позволяет установить, что максимальная ошибка хода рабочего инструмента составляет около 0,04 мм. Технологический ход пресса для фальцевания различен для разных обрабатываемых материалов. Воспользуемся наименьшими значениями, когда

толщина сорочечного материала составляет 0,5 мм, прессующее воздействие сообщается краю сложенной в два слоя заготовки (одиночный сгиб без использования шаблона). Тогда толщина обрабатываемого пакета $t = 1 \text{ м.м.}$ При этом наименьшей достаточной относительной деформацией сжатия при прессовании (фальцевании) пакета является $e_{\text{сж}} = 0,6$. Технологический ход составит в таком случае $h_{\text{тех}} = e_{\text{сж}} \cdot t = 0,6 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$

Обнаруживаем, что ошибка хода, вызванная зазорами в кинематических парах, может занимать до 7 % от всего технологического хода при самых неблагоприятных условиях, что требует учета точности на этапе проектирования прессы. При этом анализ проводился только для одного представителя первичных ошибок – зазоров как векторных величин. Для полной оценки точности требуется расчет всех первичных ошибок механизма.

Выводы

К заданной схеме рычажного механизма прессы для фальцевания деталей одежды применены методические решения из теории точности механизмов. Составлена методика учета влияния зазоров в кинематических парах механизма на величину хода рабочего инструмента. Установлено, что предельное перекрытие зазоров величины хода достигает 7 %, что требует использования разработанной методики при проектировании прессов для фальцевания изделий из одежды.

Литература

1. Кимори Й.Д. Исследование основных механизмов швейной машины на базе синтеза точности : дис. ... канд. техн. наук : 05.02.13 / Йона Джинаи Кимори. – М., 2008. – 145 с.
2. Бруевич Н.Г. Основы теории точности механизмов / Бруевич Н.Г., Правоторова Е.А., Сергеев В.И. – М. : Наука, 1988. – 238 с.
3. Эппель С.С. Оборудование для влажно-тепловой обработки в швейном производстве / С. С. Эппель. – М. : Легкая индустрия, 1970. – 152 с.
4. Монтаж, наладка и ремонт прессов на швейных предприятиях / [Архангельский В.А., Салищев В.Н., Семенихин В.И. и др.] ; под ред. С.С. Эппеля. – М. : Легкая индустрия, 1973. – 168 с.
5. Проектирование и расчет машин обувных и швейных производств : учеб. пособие [для вузов по специальности «Машины и аппараты легкой промышленности»] / [А.И. Комиссаров, В.В. Жуков, В.М. Никифоров, В.В. Сторожев] ; под ред. А.И. Комиссарова. – М. : Машиностроение, 1978. – 431 с.
6. Сторожев В.В. Машины и аппараты легкой промышленности : учебник [для студ. высш. учеб. заведений] / В.В. Сторожев. – М. : Академия, 2010. – 400 с.
7. Корнеенко Д.В. Методы проектирования оборудования для холодного фальцевания текстильных изделий / Д.В. Корнеенко, Б.С. Сункуев // Вісник КНУТД. – 2012. – № 3. – С. 13–18.

References

1. Kimori Y. D. Issledovanie osnovny`kh mekhanizmov shveinoi mashiny na baze sinteza tochnosti : dis. na soiskanie uchenoj stepeni kand. tekhn. nauk : 05.02.13 / Jona Dzinai Kimori. Moscow, 2008, 145 p.
2. Bruevich N. G., Pravotorova E. A., Sergeev V. I. Osnovy teorii tochnosti mekhanizmov. Moscow, Nauka, 1988, 238 p.
3. E`ppel S. S. Oborudovanie dlya vlazhno-teplovoj obrabotki v shvejnom proizvodstve. Moscow, Legkaya industriya, 1970, 152 p.
4. Arxangel`skij V. A., Salishhev V. N., Semenixin V. I. Montzh, naladka i remont pressov na shvejny`x predpriyatiyakh. Ed by S. S. E`ppel. Moscow, Legkaya industriya, 1973, 168 p.
5. Komissarov A. I., Zhukov V. V., Nikiforov V. M., Storozhev V. V. Proektirovanie i raschet mashin obuvnyh i shvejny`x proizvodstv. Ed by A. I. Komissarov. Moscow, Mashinostroenie, 1978, 431 p.
6. Storozhev V. V. Mashiny` i apparaty legkoj promy`shlennosti. Moscow, Akademiya, 2010, 400 p.
7. Korneenko D. V., Sunkuev B. S. Metody proektirovaniya oborudovaniya dlya xolodnogo falcevaniya, Visnik KNUTD, 2012, No 3, pp. 13–18.

Рецензія/Peer review : 26.3.2013 р.

Надрукована/Printed :20.4.2013 р.

Рецензент: проф., д.т.н., кафедра механіки, Витебський державний технологічний університет, Сакевич В. Н.