

УДК 621.7.06-231.321

Роганов Л. Л.
Чоста Н. В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕНИЯ НА КОНТАКТНЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ КЛИНОШАРНИРНОГО МЕХАНИЗМА

Новый качественный уровень развития заготовительного производства возможен при условии создания нового кузнечно-прессового оборудования с повышенными энергетическими возможностями, жесткостью и использованием нестандартных исполнительных механизмов. Такими механизмами являются разрабатываемые в Донбасской государственной машиностроительной академии (ДГМА) клиношарнирные механизмы (КШМ), состоящие, в основном, из трех звеньев: приводного клина, шарнира, ползуна. КШМ отличаются следующими преимуществами: большими опорными поверхностями деталей; небольшой высотой звеньев по направлению действия рабочей силы; возможностью вынесения податливых деталей и узлов пресса из зоны действия максимальной силы; переменностью соотношения между приводной и рабочей силами и др. [1].

КШМ имеют значительное количество поверхностей трения, имеющих большие площади, условия трения на которых оказывают существенное влияние на силовые характеристики механизма. Поэтому для обеспечения надежной работы КШМ, повышения энергосиловых параметров и КПД, важным является исследование сил трения и возможностей их снижения [2].

Высокие значения КПД клиношарнирного механизма можно получить либо при замене трения скольжения трением качения [3], что приводит к усложнению конструкции и увеличению размеров поверхностей трения, либо в условиях жидкостного трения, когда между рабочими поверхностями клина, шарнира и ползуна создается масляный слой, давление в котором поддерживается на требуемом уровне. Подобные условия можно создать, закачивая между рабочими поверхностями КШМ смазку под давлением большим, чем давление, возникающее от рабочей силы. При этом важно, чтобы количество смазки, поступающей от насоса (или гидроцилиндра подачи смазки) было не меньше количества смазки, вытекающей по периметру рабочих поверхностей КШМ.

Целью работы является исследование влияния давления смазки, подаваемой на контактные поверхности клиношарнирного механизма, на величину коэффициента трения.

Значительной проблемой является удержание смазки на опорных поверхностях шарнира, поскольку они имеют свободные периферийные поверхности. Установлено, что если подавать достаточное количество смазки, то она сохраняет слой, разделяющий металлические поверхности, в случае, если время их нагружения ограничено (около 0,1 с). Для этого привод клина в КШМ должен быть высокоскоростным (от гидроупругого цилиндра). При обычных же видах привода желательнее уплотнить трущиеся силовые поверхности по периметру.

Рассматривались два возможных варианта размещения резинового кольца по периметру опорных поверхностей шарнира (рис. 1, а, б). По варианту, изображенному на рис. 1, а, кольцо расположено в прямоугольной канавке по дуге шарнира. По варианту на рис. 1, б – кольцо расположено в канавке, выполненной в горизонтальной плоскости опоры. Изготовление канавок по двум вариантам представляет определенные сложности (фрезерование пальцевой фрезой на фрезерном станке с ЧПУ или с копиром).

Выбор был сделан в пользу варианта, представленного на рис. 1, а, как более технологичного. Площадь опорной поверхности (проекция) составила 1000 мм^2 , длина периметра фигуры кольца равна длине периметра круглого кольца диаметром 3,6 мм. Было выбрано кольцо 046-052-36 ГОСТ 9833-73 [4] и под него выполнена соответствующая канавка.

Для проведения исследования влияния давления подаваемой смазки в нагруженные контактные поверхности КШМ на коэффициент трения, была создана экспериментальная установка, конструктивная схема и общий вид которой приведены на рис. 2, 3.

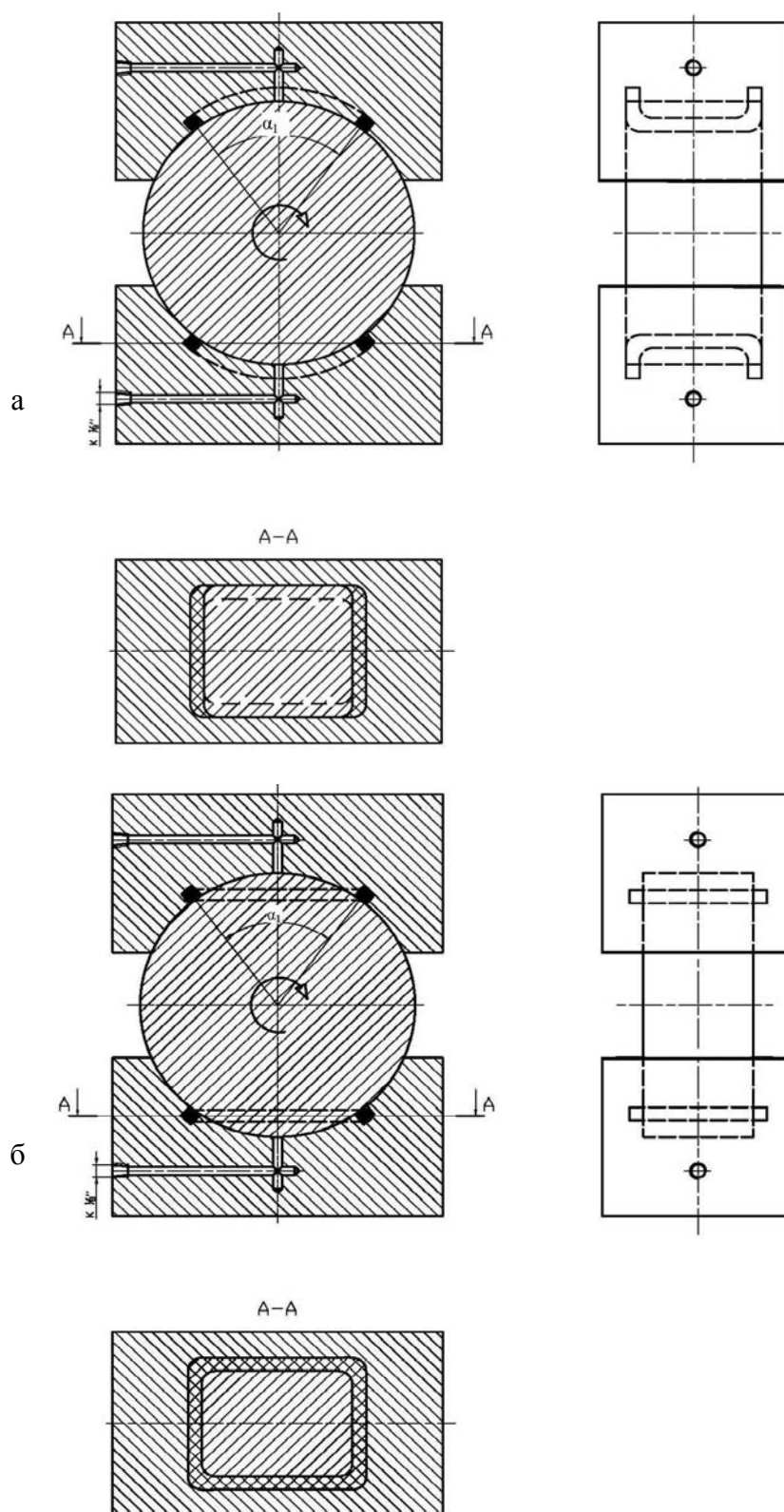


Рис. 1. Схема размещения уплотнения по опорным поверхностям шарнира КШМ

Установка состоит из цилиндрического шарнира 1 и рычага 2 с грузом 3. Рычаг 2 закреплен на оси шарнира диаметром $d_{ш}$.

Шарнир размещен на цилиндрических опорах 4 и 5, в которых выполнены прямоугольные в сечении канавки с уплотнениями 6, 7 и каналы подвода смазки 8, 9, соединенные трубами 10 с ручным насосом 11. Трубы снабжены манометром 12. Под опорой 5 установлен поддон 13 для сбора утечек. Над опорой 4 установлен силоизмеритель 14 с индикатором 15. Вся установка смонтирована на столе испытательной машины ИМ-50. По индикатору 15

устанавливалась вертикальная сила F_B , грузом 3 и рычагом 2 на шарнир воздействовал крутящий момент $T_1 = G \cdot l_1$, который был равен моменту трения $T_{тр} = F_{тр} \cdot d_{ш}$. При превышении $T_1 \geq T_{тр}$, рычаг 2 повернет шарнир 1. Индикатор 15 позволял также определить изменение толщины слоя смазки в поверхностях опор 4 и 5 под действием вертикальной силы F_B и давления смазки.

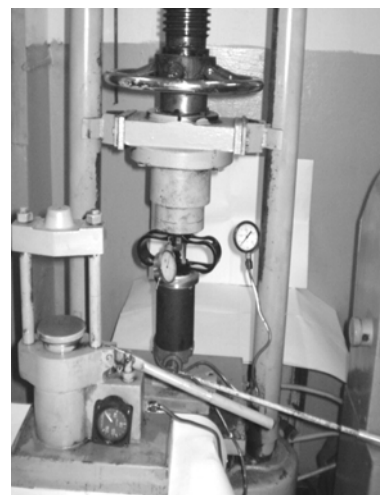
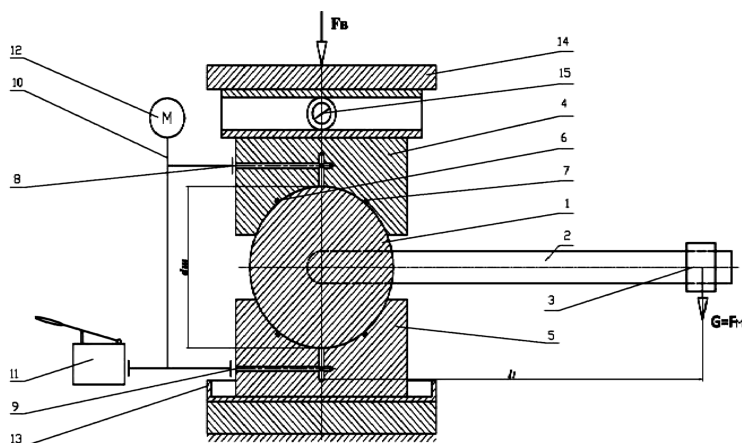


Рис. 2. Конструктивная схема экспериментальной установки для исследования влияния величины давления на контактных поверхностях КШМ на коэффициент трения

Рис. 3. Общий вид экспериментальной установки для исследования влияния величины давления на контактных поверхностях КШМ на коэффициент трения

Выполнялось по 5 испытаний на каждом уровне вертикальной силы F_B , соответственно: 5, 10, 15 и 20 кН. Смазка подавалась от ручного насоса давлением: 8, 16 и 20 МПа.

Фиксировалось начало поворота шарнира 1 и связанного с ним рычага 2 длиной 0,3 м (min) и 0,6 м (max) с грузом $G = 10$ кг или $F_M = 100$ Н. Утечки собирались в поддон 13, давление смазки фиксировалось манометром 12. Результаты эксперимента приведены в табл. 1.

Таблица 1
Коэффициенты трения в шарнире при различных значениях вертикальной силы и давления смазки

Давление смазки $p_{см}$, МПа	F_B , кН	$F_{ТР}$, Н	f
Без смазки	5	550	0,11
	10	800	0,08
	15	900	0,06
	20	1000	0,05
8	5	240	0,048
	10	440	0,044
	15	600	0,040
	20	720	0,036
16	5	100	0,020
	10	180	0,018
	15	225	0,015
	20	200	0,010
20	5	40	0,008
	10	60	0,006
	15	60	0,004
	20	60	0,003

Зависимость коэффициента трения от величины вертикальной силы и давления смазки приведена на рис. 4.

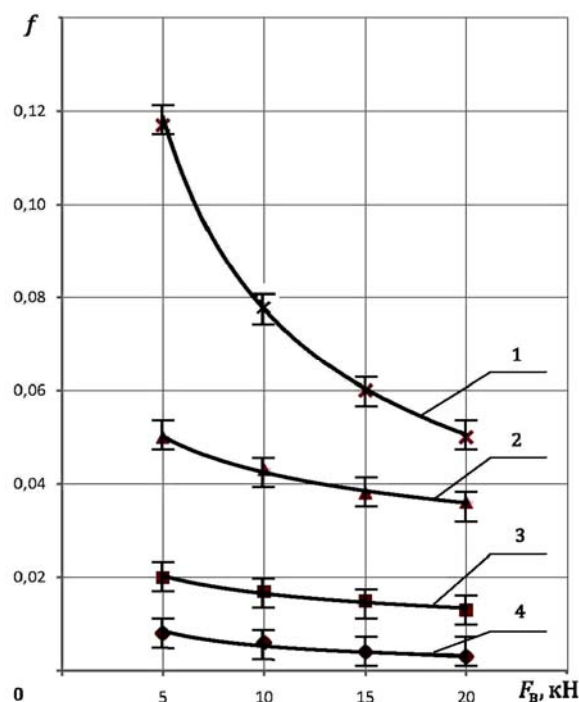


Рис. 4. Зависимость коэффициента трения от величины вертикальной силы и давления смазки:

1 – без смазки; 2 – $p_{см} = 8$ МПа; 3 – $p_{см} = 16$ МПа; 4 – $p_{см} = 20$ МПа.

ВЫВОДЫ

На основе результатов экспериментальных исследований влияния давления смазки, подаваемой на рабочие поверхности клиношарнирного механизма, установлено: с ростом давления смазки, подаваемой на контактные поверхности, интенсивность снижения коэффициента трения, при увеличении величины вертикальной силы, уменьшается; коэффициент трения в шарнирах без подачи смазки при увеличении нормальной силы в 4 раза – уменьшается в 2 раза, а при увеличении давления смазки – уменьшается до 10 раз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Роганов Л. Л. Совершенствование клиношарнирных механизмов прессов для разделительных процессов обработки давлением / Л. Л. Роганов, С. Г. Карнаух, Н. В. Чоста // Обработка материалов давлением : сб. научн. статей. – Краматорск : ДГМА, 2009. – Вып. 2 (21). – С. 333–338.
2. Роганов Л. Л. Определение КПД клиношарнирных механизмов / Л. Л. Роганов, Н. В. Чоста // Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском у металургії і машинобудуванні : зб. наук. пр. – Краматорськ : ДДМА, 2003. – С. 487–489.
3. Чоста Н. В. Повышение КПД клиношарнирных механизмов прессов / Н. В. Чоста // Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском у машинобудуванні та металургії : зб. наук. пр. – Краматорськ : ДДМА, 2000. – С. 474–476.
4. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. Т. 3 / В. И. Анурьев. – 8-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 2001. – 864 с.

Роганов Л. Л. – д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой МТО ДГМА;

Чоста Н. В. – канд. техн. наук, доц. кафедры ОПМ ДГМА.

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск.

E-mail: lev.roganov@dgma.donetsk.ua