

УДК 621.97-231.32:621.96

Роганов Л. Л.
Чоста Н. В.

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ СМАЗКИ КОНТАКТНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ КЛИНОШАРНИРНОГО МЕХАНИЗМА НА КПД ПРЕССА

Одним из важнейших путей повышения экономичности кузнечно-прессового оборудования является системная оценка машин по различным показателям. Так, критерием, наиболее полно отражающим энергетическую эффективность машины, является механический коэффициент полезного действия (КПД) [1].

Из всех известных главных исполнительных механизмов прессов наиболее предпочтительным для осуществления разделительных операций является клиношарнирный механизм, созданный в Донбасской государственной машиностроительной академии и подробно исследованный в работах [2–4] для большинства операций ОМД.

Для типового клиношарнирного механизма [2] характерно наличие четырех поверхностей трения («клин – направляющие», «клин – шарнир», «шарнир – ползун», «ползун – направляющие»), имеющих, по сравнению с габаритными размерами самого механизма, достаточно большие площади. Это приводит к тому, что условия трения оказывают существенное влияние на соотношение между приводной силой на клине и рабочей силой на ползуне, а, следовательно, и на КПД клиношарнирного механизма.

Силовой анализ клиношарнирного механизма [4] показал, что по сравнению с «идеальным» механизмом, в котором отсутствуют силы трения, у реального клиношарнирного механизма, работающего в условиях трения скольжения (коэффициент трения $f = 0,1$), выигрыш в силе уменьшается в 4...7 раз в начале хода клина и в 2...2,5 раза – в конце. Ухудшение условий трения, т. е. увеличение коэффициента f , ведет к еще более значительным потерям в силовом соотношении, а, следовательно, и к снижению КПД механизма. Так, при увеличении f с 0,1 до 0,2, КПД клиношарнирного механизма уменьшается на 10...20 %.

Таким образом, существенно расширить возможности клиношарнирного механизма, повысить его КПД можно за счет снижения потерь на трение в кинематических парах. Для этого существуют конструктивные способы (использование различных накладок и вставок, замена трения скольжения трением качения, биметаллизация); технологические (химико-термическая обработка рабочих поверхностей деталей, наплавка, металлизация напылением, графитирование, покрытие дисульфидом молибдена) и эксплуатационные (подбор рационального смазочного материала, способа его подвода и распределения по сопрягаемым поверхностям трения) [5, 6].

Целью работы являются экспериментальные исследования влияния видов смазки на соотношение сил в клиношарнирном механизме с вогнутым клином.

Для проведения экспериментальных исследований и проверки математических моделей клиношарнирного механизма с вогнутым клином была разработана экспериментальная установка, представленная на рис. 1, 2.

Установка состоит из нижней плиты 1 и верхней плиты 2, соединенных шпильками 3, стянутыми гайками 4. На шпильки 3 установлена промежуточная плита 5 с закрепленным ползуном 6, в пазу которого размещен шарнир 7 с радиусом r , опертый на вогнутый клин 8, имеющий поверхность с радиусом R . На плите 2 закреплена болтами 9 траверса 10, к которой прикреплен приводной гидроцилиндр 11, шток 12 которого упирается в клин 8. На плиту 1 установлен втулочный нож 13, прикрепленный к плите подпружиненными болтами 14. Верхний полувтулочный нож 15 закреплен болтами 16 к промежуточной плите 5. В пазу ползуна 6 установлен клин 17, который опирается на плиту 5. Винт 18 упирается в плиту 5 и может смещать клин 17. Втулочный нож 13 имеет упор 19, прикрепленный к плите 1, и размещает в себе заготовку 20. Между плитами 1 и 5 установлены пружины 21.

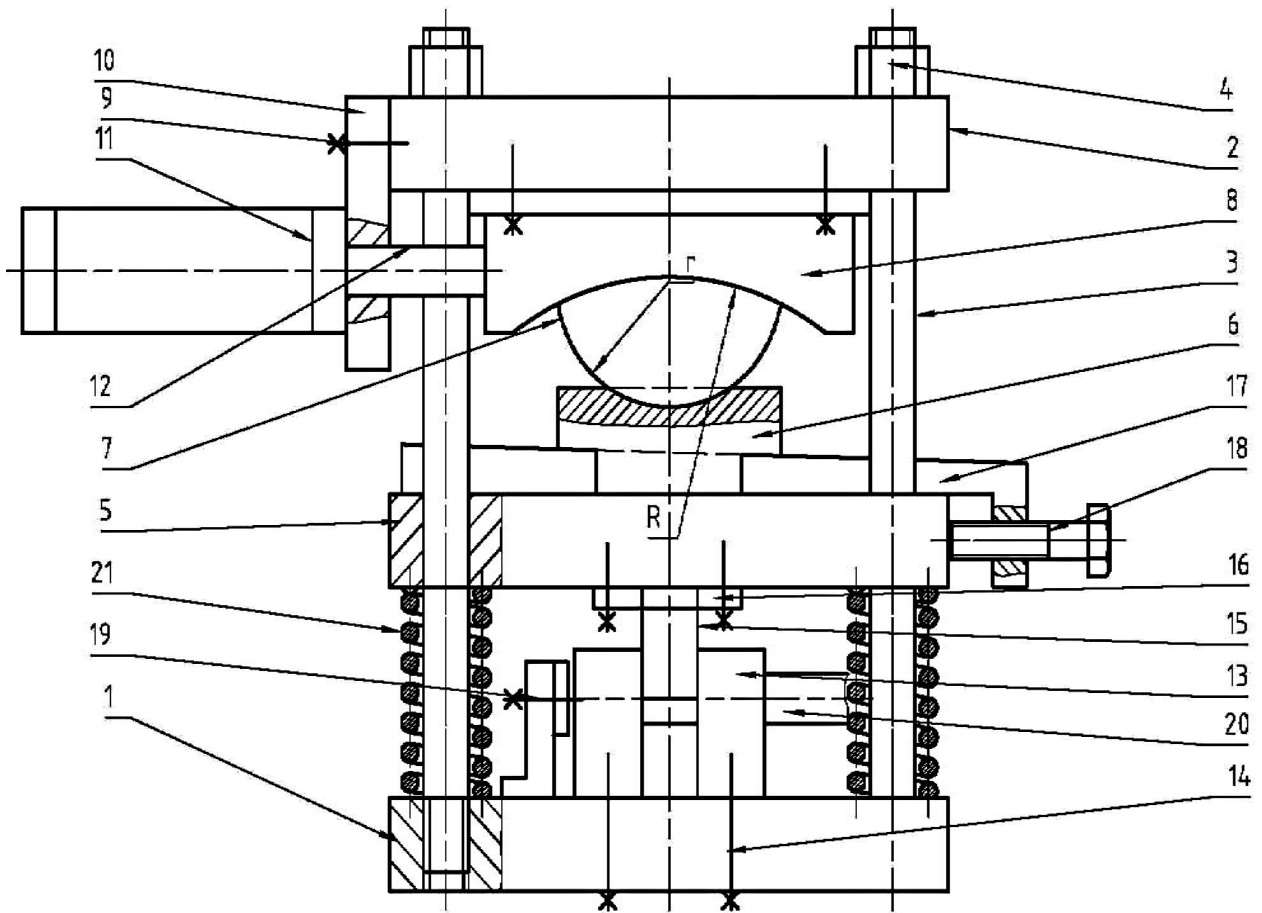


Рис. 1. Схема экспериментальной установки



а



б



в



г

Рис. 2. Экспериментальная установка:

а – установка в сборе; б – шарнир и ползун; в – узел отрезки; г – приводной клин в направляющих

Установка работает следующим образом. Заготовка 20 устанавливается во втулочный нож 13 и ее консольный конец упирается в упор 19. Винтом 18 перемещается клин 17 и полувтулочный нож 15 упирается в заготовку 20, выбирая зазоры и упруго деформируя плиту 5, ползун 6, шарнир 7, клин 8, плиту 2, шпильки 3 и плиту 1 с ножом 13. Эти детали составляют силовую цепь установки. Подается давление в приводной цилиндр 11, шток 12 начинает смещать клин 8 в пазу плиты 2. За счет поворота шарнира 7 сила от клина 8 передается на шарнир 7, ползун 6, клин 17, плиту 5, нож 15, на консольный конец заготовки 20, который от нее отделяется по мере смещения клина 8. После разделения заготовки 20 шток 12 возвращает в исходное положение клин 8. Детали поз. 7, 6, 5, 15 возвращаются в исходное положение пружинами 21. Клин 17 также смещается в исходное положение винтом 18. Установка готова к новому циклу.

Смазка наносилась на поверхности клина 8 и шарнира 7 (см. рис. 1, 2), а также на направляющие плиты 5. Рассматривались следующие варианты:

- без смазки;
- с жидкой смазкой (масло «Индустриальное 20»);
- смазка с дисульфидом молибдена MoS_2 (до 40 % MoS_2 в масле);
- смазка в виде слоев полиэтиленовой пленки (рис. 3).

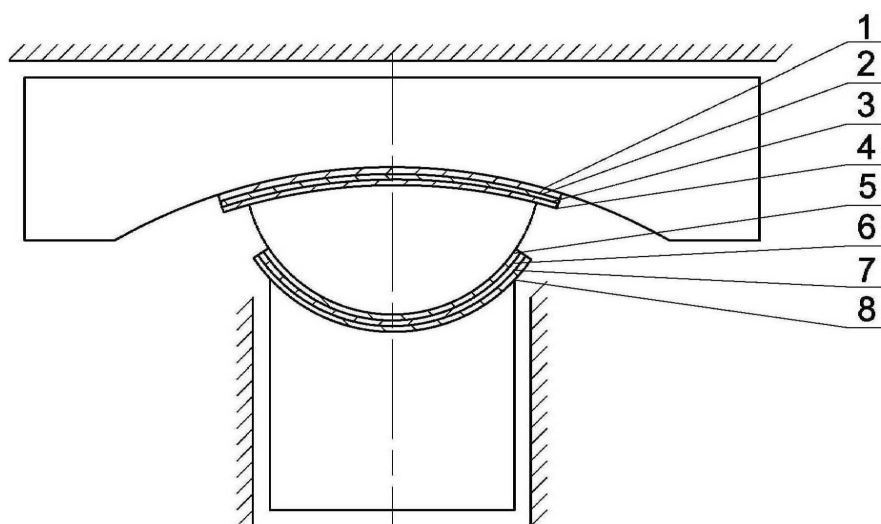


Рис. 3. Схема нанесения 3-х слоев полиэтиленовой пленки на криволинейные поверхности клиношарнирного механизма с вогнутым клином:

1...8 – число поверхностей трения

Исследования проводились при отрезке по двухсрезной схеме прутков диаметром 10 мм и 12 мм из стали Ст3. Результаты испытаний видов смазки приведены в табл. 1.

По результатам испытаний видов смазки можно сделать вывод, что жидкая смазка и смазка с MoS_2 дают близкие результаты, но наносить жидкую смазку значительно проще, чем смазку с MoS_2 . Наибольший эффект дает разделение поверхностей металла слоями полиэтиленовой пленки. Пленка сохраняет целостность после 10 опытов.

Также была проведена серия экспериментов по отрезке по двухсрезной схеме прутка диаметром 16 мм из стали Ст3. При этом параметры процесса отрезки составили: $F_T = 49,063$ кН, $F_B = 120$ кН, $F_B/F_T = 2,42$ при давлении в гидроцилиндре 25 МПа. Полученные результаты показывают, что пленка сохранила свою целостность, сдвига слоев пленки относительно друг друга не наблюдалось. Однако применение полиэтиленовой пленки в качестве смазывающего материала может быть затруднено из-за условий ее подачи в зону трения и сложности замены. Но в экспериментальных условиях она может применяться, особенно с нанесением ее между слоями жидкой густой смазки или MoS_2 .

Таблица 1

Результаты испытаний видов смазки

№ п/п	Тип смазки	Давление в гидроцилиндре, МПа		Сила гидроцилиндра F_G , кН		Сила отрезки F_B , кН		F_B / F_G	
		Ø10	Ø12	Ø10	Ø12	Ø10	Ø12	Ø10	Ø12
1	Без смазки	22,0	–	43,17	–	46,340	–	1,07	–
2	С жидкой смазкой	19,0	25,0	37,29	49,10	46,350	66,740	1,24	1,36
		15,0	24,0	31,40	47,10	46,345	66,735	1,66	1,42
		15,5	20,0	30,42	39,25	46,330	66,738	1,71	1,70
3	Смазка с MoS ₂		20,0		39,2		66,741		1,91
		16,0	21,0	31,38	41,2	46,44	66,739	1,48	1,82
			22,0		43,2		66,737		1,73
4	С полиэтиленовой пленкой $\delta = 0,1$ мм по 3 слоя	12,0	–	23,55	–	46,343	–	1,96	–

ВЫВОДЫ

Одним из решающих факторов, влияющих на КПД пресса, является создание на контактных поверхностях исполнительного механизма условий для снижения трения, в том числе за счет подбора смазки.

В результате экспериментальных исследований влияния различных видов смазок (жидкой, пластичной с дисульфидом молибдена MoS₂ и смазки в виде слоев полиэтиленовой пленки на контактных поверхностях клиношарнирного механизма с вогнутым клином) на энергосиловые параметры процесса отрезки по двухсрезной схеме. Установлено: жидкая смазка и смазка с MoS₂ обеспечивают близкие результаты; смазки с MoS₂ и полиэтиленовой пленкой имеют сложности с нанесением, но предохраняют поверхности от попадания на них окалины и пыли.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Живов Л. И. Кузнечно-штамповочное оборудование : учебник для вузов / Л. И. Живов, А. Г. Овчинников, Е. Н. Складчиков ; под ред. Л. И. Живова. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. – 560 с.
2. Харлашкин В. В. Разработка и внедрение механических прессов с клиношарнирным приводом ползуна для точной штамповки : дис. ... канд. техн. наук : 05.03.05 / В. В. Харлашкин. – Краматорск, 1986. – 188 с.
3. Трофимов В. И. Разработка винтоклинового пресса на основе клиношарнирного механизма для точной штамповки низких заготовок : дис. ... канд. техн. наук : 05.03.05 / В. И. Трофимов. – Краматорск, 1990. – 231 с.
4. Чоста Н. В. Влияние условий трения на силовые параметры клиношарнирного механизма / Н. В. Чоста // Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском у машинобудуванні та металургії : зб. наук. пр. – Краматорськ : ДДМА, 1999. – С. 266–268.
5. 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.
6. 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.

Роганов Л. Л. – д-р техн. наук, проф. кафедры 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

Статья поступила в редакцию 20.04.2012 г.