

УДК 621.733

Канд. техн. наук Е. С. Корчак, Д. И. Щербаков, О. А. Ковалёва
Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА В НАПРАВЛЯЮЩИХ УЗЛАХ МОЩНЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРЕССОВ

Рассмотрены условия работы направляющих узлов подвижных поперечин мощных ковочных гидравлических прессов. Описаны факторы технологического процесса, наиболее влияющие на их работоспособность. Проанализированы свойства композиционных материалов на основе политетрафторэтилена и условия их использования в направляющих узлах. Даны практические рекомендации по рациональному проектированию их конструкции и созданию эффективной системы смазки и охлаждения.

Ключевые слова: пресс, поперечина подвижная, втулка, смазка, трение.

Актуальность исследований

Направляющие узлы мощных ковочных гидравлических прессов работают в тяжелых условиях, воспринимая в пределах каждого машинного цикла факторы технологического процесса – рабочие усилия, тепловое воздействие от обрабатываемой заготовки, пыль, окалину [1]. В среднем температура нагретой заготовки составляет 1100...1200 °С, а вызванный этим нагрев колонн – 400...450 °С. Вследствие температурного расширения колонн зазор в направляющих узлах изменяется, что требует соответствующей компенсации [2]. При этом эксцентричное приложении технологического усилия приводит к перекосам подвижной поперечины, вызывая неравномерное распределение зазора по высоте (длине) направляющего узла. Указанные факторы вызывают значительный износ деталей направляющих узлов, приводя к изменению базовых (исходных) зазоров и нарушению режимов смазки. В связи с этим важным является создание направляющих узлов подвижных поперечин повышенной износостойкости [3].

Постановка цели исследований

При работе мощных гидравлических прессов износ в деталях направляющих узлов подвижной поперечины существенно возрастает вследствие температурного воздействия горячей поковки, а также при дефиците смазочного материала, что приводит к их быстрому изнашиванию, образованию зазоров и, соответственно, снижению жесткости конструкции станины. Для снижения износа контактных поверхностей в направляющих узлах необходимо внедрение принципиально новых антифрикционных материалов и эффективных технологий смазывания, для которых требуется минимальные текущие затраты на обслуживание, эксплуатацию и ремонт.

Методика исследований

Типовая конструкция подвижной поперечины мощных ковочных гидравлических прессов (рис. 1) представляет собой плоскую отливку 1, в приливах которой выполнены отверстия под направляющие колонны 2 и плунжеры возвратных цилиндров 3. На верхней поверхности отливки 1 выполнены места 4 под крепление плунжеров рабочих цилиндров, а на нижней – под крепление инструмента 5. Кроме того, поперечина оснащается съемными подколонниками 6, внутри которых устанавливаются направляющие узлы [3]. Такая конструкция позволяет снизить трение, обеспечивая легкое и быстрое перемещение подвижной поперечины, а также увеличить площадь контакта направляющих узлов с колоннами, повышая тем самым жесткость конструкции пресса при эксцентричном приложении нагрузки.

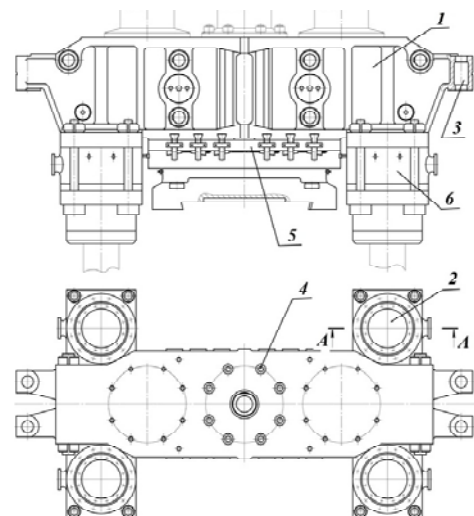


Рис. 1. Типовая конструкция подвижной поперечины мощного ковочного гидравлического пресса

Традиционно элементы направляющих узлов выполняют в виде разъемных бронзовых втулок или вкладышей различной конфигурации. Однако в последнее время всё большее предпочтение отдается применению в направляющих узлах элементов из композиционных материалов, в том числе и на основе политетрафторэтилена (ПТФЭ) [4].

Вязкоупругие свойства, сочетание высокой химической и термической стойкости (вплоть до 450 °С) с самым низким и стабильным среди полимеров коэффициентом трения позволяет эксплуатировать ПТФЭ в кузнечно-прессовом производстве и делает его перспективным полимером триботехнического назначения. Вместе с тем пониженные механические свойства, хладотекучесть, малая теплопроводность, высокая скорость изнашивания, малая стойкость к истиранию, возрастание коэффициента трения при увеличении скорости скольжения существенно ограничивает использование ПТФЭ в чистом виде, обуславливая необходимость улучшения его свойств путем сочетания с другими антифрикционными материалами, главным образом на базе меди и графита [5].

Для создания направляющих узлов с повышенными эксплуатационными характеристиками важным является правильный подбор антифрикционных материалов, усиливающих положительные качества ПТФЭ, в сочетании с рациональным проектированием конструкции элементов трения и режимов подвода смазки.

Анализ полученных результатов

На практике данная идея реализуется путем создания направляющих узлов в виде наборного пакета из разъемных поочередно чередующихся колец (втулок) из бронзы и ПТФЭ. Элементы из бронзы непосредственно не контактируют с колоннами. Они служат, прежде всего, для повышения жесткости направляющего узла и отведения тепла от ПТФЭ-элементов. При этом эти элементы имеют форму, позволяющую им легко скользить по сопрягаемым поверхностям бронзовых колец (втулок) для компенсации температурного расширения колонн и перекосов подвижной поперечины, устраняя заклинивание. Для усиления антифрикционных свойств в состав бронзовых элементов могут быть добавлены включения графита различной дисперсности.

Описанное сочетание материалов (бронза + ПТФЭ + графит) в узле трения позволяет существенно повысить его триботехнические характеристики, обеспечивая образование сервовитной пленки в паре трения «ПТФЭ-сталь». При деформировании элементов направляющего узла под действием эксцентрично приложенных технологических усилий сервовитная пленка не разрушается.

Гарантированное наличие сервовитной пленки достигается:

- наличием в смазочном материале слабых кислот, способных растворять элементы бронзы с насыщени-

ем трущихся поверхностей ионами меди;

- созданием в зоне трения условий образования слабых кислот при окислении контактирующих поверхностей смазочным материалом.

Температурное воздействие технологического процесса и последующий нагрев направляющих колонн повышают интенсивность окислительных процессов и, следовательно, насыщение соответствующих контактирующих поверхностей ионами меди. При этом коэффициент трения в направляющем узле и интенсивность износа колонн пресса существенно уменьшаются.

На рисунке 2 представлена конструкция направляющего узла (разрез А–А на рис. 1) на базе композиционных материалов. Бронзовые втулки 1 чередуются с ПТФЭ-втулками 2. При этом указанные втулки могут иметь несколько конструктивных исполнений в виде:

- трапеций, где втулки 2 обращены к колонне 3 большим основанием, а втулки 1 – меньшим;
- спирально расположенных относительно колонн 3 чередующихся элементов трапециевидного поперечного сечения с образованием спиралевидного канала циркуляции смазки между поверхностью колонны 3 и бронзовым элементом.

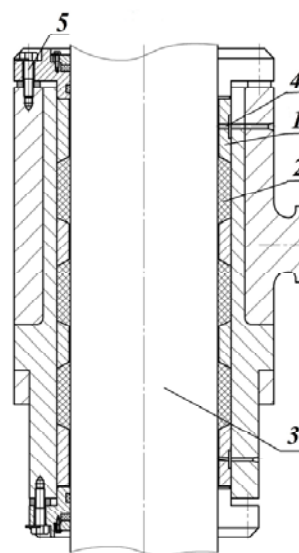


Рис. 2. Направляющий узел подвижной поперечины

Направляющий узел снабжают каналами 4 (подвода/отвода смазки) и элементами 5 регулирования зазора между втулками.

Система смазки должна быть циркуляционного типа с присутствием в баке мелкорубленой медной проволоки для улучшения критериев температурной стойкости смазочного материала – повышения значения критической температуры и снижения уровня температуры химической модификации. При этом давление и расход смазки рассчитывают таким образом, чтобы температура в направляющих не выходила за диапазон допустимого нагрева колонн (в среднем 400...450 °С для мощных прессов) с учетом скорости скольжения и свойств ПТФЭ в сочетании с бронзовыми элементами.

Теоретико-экспериментальными исследованиями установлены зависимости температуры T и расхода смазки Q от величины коэффициента трения f_{mp} в рассмотренном направляющем узле для мощных ковочных гидравлических прессов усилием 63, 100 и 150 МН. Соответствующие графики приведены на рисунке 3.

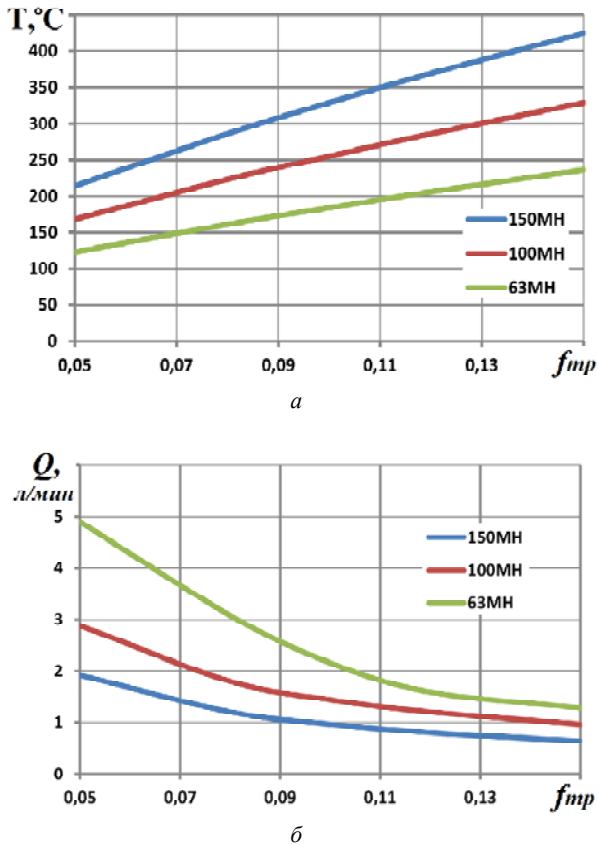


Рис. 3. Графики зависимости температуры (а) и расхода смазки (б) от коэффициента трения в направляющем узле для мощных ковочных гидравлических прессов номинального ряда усилий

Начальные значения температуры (рис. 3, а) соответствуют термическому воздействию технологического процесса, т. е. горячей заготовки, и обуславливают начальное термическое расширение направляющих колонн, исходя из которого рассчитывают величину минимально допустимого зазора в направляющем узле для плавного скольжения без заклинивания. В процессе работы температура повышается от длительного воздействия технологического процесса и трения втулок о поверхность колонны. В результате этого повышается коэффициент трения, уменьшаются зазоры для циркуляции смазки и, как следствие, снижается ее расход (рис. 3, б).

Данные исследования проводились для традиционных систем циркуляционной смазки, установленных на действующих ковочных гидравлических прессах. Однако приведенное на рисунке 3 повышение температур (в 1,5...2,0 раза по сравнению с начальными значениями) является недопустимым для нормальной эксплуатации рассмотренного направляющего узла на базе композиционных материалов. Для обеспечения его удовлетворительной работы в системе циркуляционной смазки необходимо предусмотреть кулеры, препятствующие повышению температуры в зоне трения не более чем на 25 % по сравнению с начальными значениями.

Выводы

Композиционные материалы на базе ПТФЭ являются перспективными для использования в направляющих узлах мощных ковочных гидравлических прессов. Для достижения их удовлетворительной работы важным является разработка как рациональной конструкции отдельных элементов из композиционных материалов, так и режимов эксплуатации всего узла с целью обеспечения баланса между значением коэффициента трения, режимом смазки и температурной стойкостью смазочного материала.

Список литературы

1. Сурков И. А. Проект рационального и технологического обновления мощных гидравлических прессов / И. А. Сурков // Технология легких сплавов. – 2009. – № 1. – С. 86–94.
2. Новиков В. И. Повышение эффективности монтажа и эксплуатации направляющих колонн гидравлических прессов / В. И. Новиков, В. И. Кадошников, Е. В. Куликова // КШП. ОМД. – Москва, 2012. – № 2. – С. 24–28.
3. Корчак Е. С. Повышение эффективности монтажа и эксплуатации направляющих колонн гидравлических прессов / Е. С. Корчак // КШП. ОМД. – Москва, 2010. – № 2. – С. 25–29.
4. Корчак Е. С. Использование композиционных материалов на основе политетрафторэтилена при производстве направляющих узлов мощных гидравлических прессов / Е. С. Корчак, О. А. Ковалёва, Д. И. Щербаков // Перспективные технологии, материалы и оборудование в литейном производстве : материалы V международной научно-технической конференции, 21–25 сентября 2015 г. / под общ. ред. А. Н. Фесенко, М. А. Турчанина. – Краматорск : ДГМА, 2015. – С. 101.
5. Композиционные материалы на основе политетрафторэтилена. Структурная модификация / Ю. К. Машков, З. Н. Овчар, В. И. Суриков, Л. Ф. Калистратова – М. : Машиностроение, 2005. – 240 с.

Одержано 09.12.2015

Корчак О.С., Щербаков Д.І., Ковальова О.О. Дослідження умов експлуатації композиційних матеріалів на основі політетрафторетилену у напрямних вузлах потужних гідравлічних пресів

Розглянуті умови роботи напрямних вузлів рухомих поперечин потужних ковальських гідравлічних пресів. Описані фактори технологічного процесу, що найбільш впливають на їх працездатність. Проаналізовані властивості композиційних матеріалів на основі політетрафторетилену та умови їх використання в спрямувальних вузлах. Надано практичні рекомендації з раціонального проектування їх конструкції та створення ефективної системи змащення і охолодження.

Ключові слова: прес, поперечина рухома, втулка, змащення, тертя.

Korchak E.S., Scherbakov D.I., Kovaliova O.A. Investigation of working conditions of composite materials on the basis of polytetrafluoroethylene in power hydraulic presses guiding units

Working conditions of power hydraulic forging presses rams' guiding units are considered. Technological process factors, most acting on its working ability, are described. Composite materials' properties on the basis of polytetrafluoroethylene and conditions of its usage in the guiding units are analyzed. Practical recommendations of its rational construction designing and effective lubricating and cooling systems creating are given.

Key words: press, ram, bush, lubrication, friction.
