

УДК 621.979

Корчак Е. С.
Квитницкий А. М.

СОЗДАНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ СМАЗКИ МОЩНЫХ КРИВОШИПНЫХ ГОРЯЧЕШТАМПОВОЧНЫХ ПРЕССОВ

Кривошипный горячештамповочный пресс (КГШП) состоит из ряда базовых узлов, между деталями которых в процессе относительного движения при выполнении ними своего функционального назначения возникает трение [1, 2]. При трении сопрягаемые детали подвергаются тепловому воздействию и ускоренному износу. Это заметно ухудшает эксплуатационные характеристики машины, а главное – параметры точности при реализации технологического процесса штамповки, что является неприемлемым [3]. Поэтому, чтобы уменьшить износ, а также обеспечить отвод тепла и продуктов изнашивания трущихся поверхностей, необходимо предусмотреть при разработке КГШП:

- создание эффективной системы смазки;
- проектирование пар трения рациональной конструкции;
- правильный подбор материалов сопрягаемых деталей и соответствующую марку (свойства) смазочного материала.

Наиболее нагруженным узлом КГШП является главный исполнительный механизм (ГИМ), состоящий из таких основных элементов, как главный вал, шатун и ползун [4]. Работоспособность ГИМ в наибольшей степени, в сравнении с другими узлами пресса, зависит от условий трения, определяющими вероятность и степень его заклинивания [5].

Заклинивание КГШП происходит в результате резкого увеличения коэффициента трения в опорных подшипниках скольжения ГИМ при остановке кривошипного вала под нагрузкой в зоне угла заклинивания. При этом шатун и ползун становятся враспор, а заготовка, зажата в штампе, охлаждается, тем самым увеличивая свое сопротивление. Маховик и главный вал останавливаются, а усилие заклинивания, которое увеличивается по мере остывания заготовки, деформирует узлы и станину пресса [6].

Таким образом, целью настоящей научной работы является установление взаимосвязи коэффициента трения в узлах ГИМ и режимов их смазывания для создания эффективной системы смазки мощных кривошипных горячештамповочных прессов.

При высоких динамических нагрузках, которые испытывает ГИМ, целесообразно использовать в узлах трения бронзовые подшипники скольжения, способные работать в широком температурном диапазоне с сохранением работоспособности при недостаточной смазке, виброустойчивые и бесшумные [4].

На рис. 1 (а) приведена типовая конструкция узла ползуна мощного КГШП. Поверхности трения 1 образованы сопряжением главного вала пресса и шатуна (опора d_A), а поверхности трения 2 – в результате сопряжения шатуна и ползуна (опора d_B).

Теоретико-экспериментальными исследованиями установлены зависимости температуры T (рис. 1, б) и расхода смазки Q (рис. 1, в) от величины коэффициента трения f_{mp} в узле ползуна для мощных прессов усилием 63, 100 и 150 МН.

Начальные значения температуры (рис. 1, б) соответствуют работе КГШП с оптимальной (теоретической) частотой ходов с точки зрения рационального соотношения между производительностью и динамической нагрузкой на узлы машины, в том числе и ГИМ [7]. Исходя из начального значения температуры, рассчитывают величину минимально допустимого зазора в опорах для плавного скольжения без заклинивания в условиях недостаточной смазки. В процессе работы ГИМ при реализации реального технологического процесса температура повышается от длительного воздействия нагрузок и увеличивающейся интенсивности трения. В результате этого повышается коэффициент трения, уменьшаются зазоры для циркуляции смазки и, как следствие, снижается ее расход (рис. 1, в).

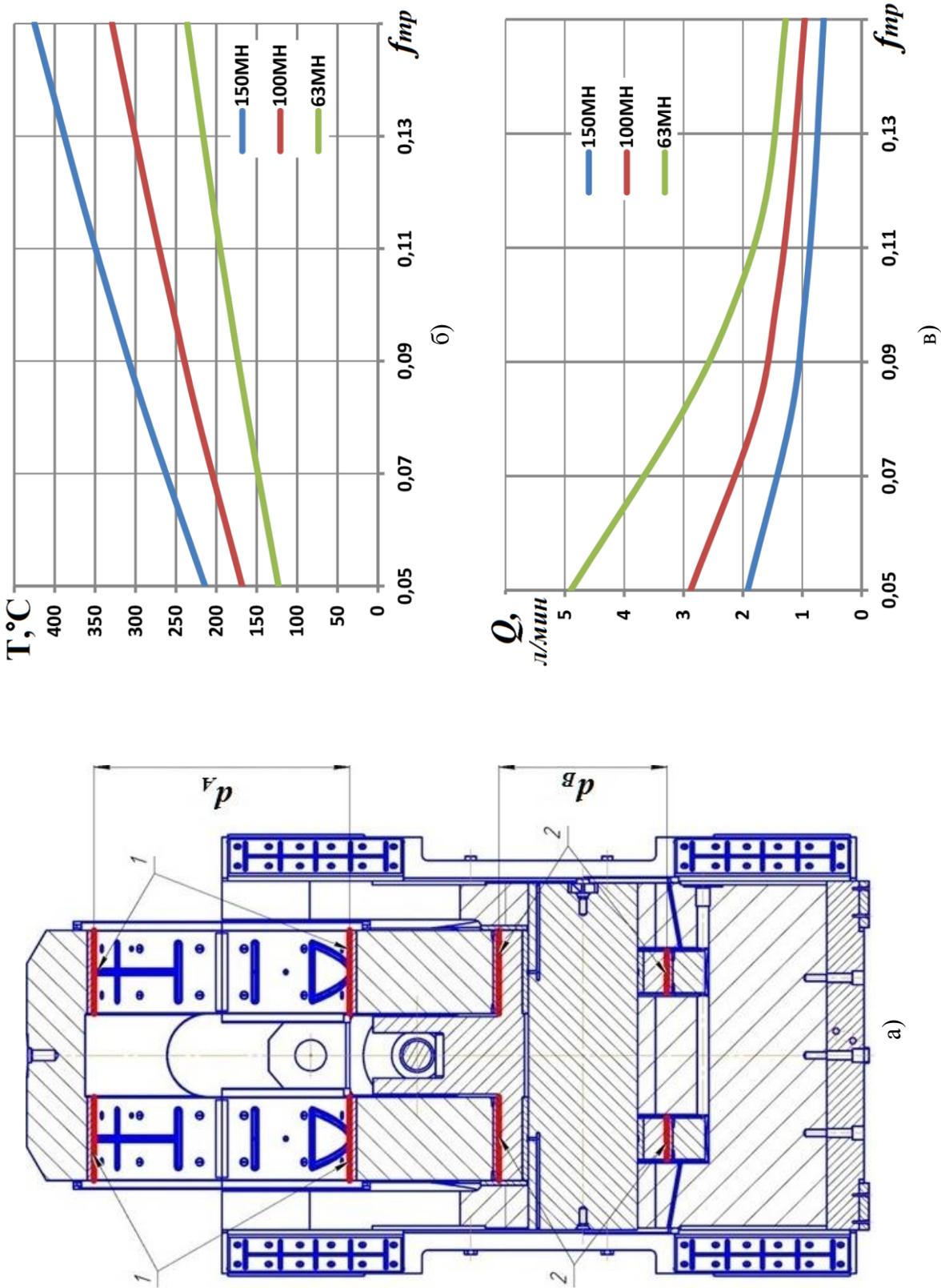


Рис. 1. Типовая конструкция узла ползуна (а) мощного КГШП и графики зависимости температуры (б) и расхода смазки (в) от величины коэффициента трения в опорах ГИМ

Данные исследования проводились для традиционных систем циркуляционной смазки, установленных на действующих прессах. Однако приведенное на рис. 1 повышение температур (в 1,5...2,0 раза по сравнению с начальными значениями) является недопустимым для нормальной эксплуатации опор скольжения. Для обеспечения их 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;
- изменить режимы работы системы смазки в зависимости от уровня технологических нагрузок, действующих на ГИМ, и моментов возникновения их пиковых значений.

В реальных условиях эксплуатации узлы КГШП испытывают высокие динамические нагрузки (и даже перегрузки) и действительные (мгновенные) значения коэффициента трения различны. Это увеличивает риск возникновения заклинивания, т. к. значение коэффициента трения в пределах рабочего угла операции является крайне важным параметром для оценки величины плеча трения крутящего момента [6].

В большинстве конструкций систем смазки действующих КГШП нагнетание смазывающей жидкости осуществляется от насосной установки постоянной подачи, гидравлически связанной с коллектором. На выходе из коллектора выполняют разводку гидролинии жидкой смазки к узлам и механизмам пресса. Такая система смазки эффективна для агрегатов, работающих в стационарных режимах трения, т. е. при постоянной нагрузке, скорости и температуре трущихся поверхностей, в которых коэффициент трения приблизительно одинаков на протяжении всего цикла нагружения. Реальные условия работы трущихся пар кривошипных прессов далеки от стационарных. Нагрузка в узлах ГИМ и скоростные условия при трении изменяются по мере вращения главного вала, т. е. зависят от угла его поворота.

Таким образом, работу системы жидкостной смазки, особенно ГИМ, необходимо связать с углом поворота главного вала пресса.

Данная идея реализована в системе смазки КГШП [8], представленной на рис. 2.

В системе смазки (рис. 2) имеется насосная станция 1, нагнетающая жидкую смазку в коллектор 2, от которого посредством гидролиний смазка поступает к различным узлам пресса – муфте, тормозу, выталкивателям, уравнивателям и др.

В насосной станции 1 предусматривается установка насоса 3 переменной подачи, подающего жидкую смазку в отдельный коллектор 6. Разводка гидролиний от коллектора 6 снабжает смазкой пары трения ГИМ 5 – опоры скольжения:

- опорные подшипники скольжения главного вала, установленные в станине;
- места сопряжения главного вала пресса и шатуна;
- места сопряжения шатуна и ползуна.

На главном валу КГШП устанавливают датчик 4 его положения, программно связанный посредством системы автоматического управления прессом с насосом 3.

Насосная установка 1 создает направленный поток жидкой смазки, которая через коллектор 2 питает все узлы и механизмы КГШП за исключением узлов ГИМ 5.

Система регулирования подачи насоса 3 управляется в автоматическом режиме в зависимости от показателей датчика 4 положения главного вала, вследствие чего изменяется расход смазки через коллектор 6 [9]. Исследования кривошипных прессов показывают, что существенное повышение удельного давления в опорах ГИМ возникает в пределах главного рабочего угла с пиковым значением в крайнем нижнем положении, ввиду чего требуется соответствующий расход смазочного материала.

Рассмотренная система смазки должна быть циркуляционного типа с присутствием в баке мелкорубленной 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 опорах ГИМ не выходила за диапазон допустимого нагрева с учетом скорости скольжения и зазоров в сопряжениях деталей.

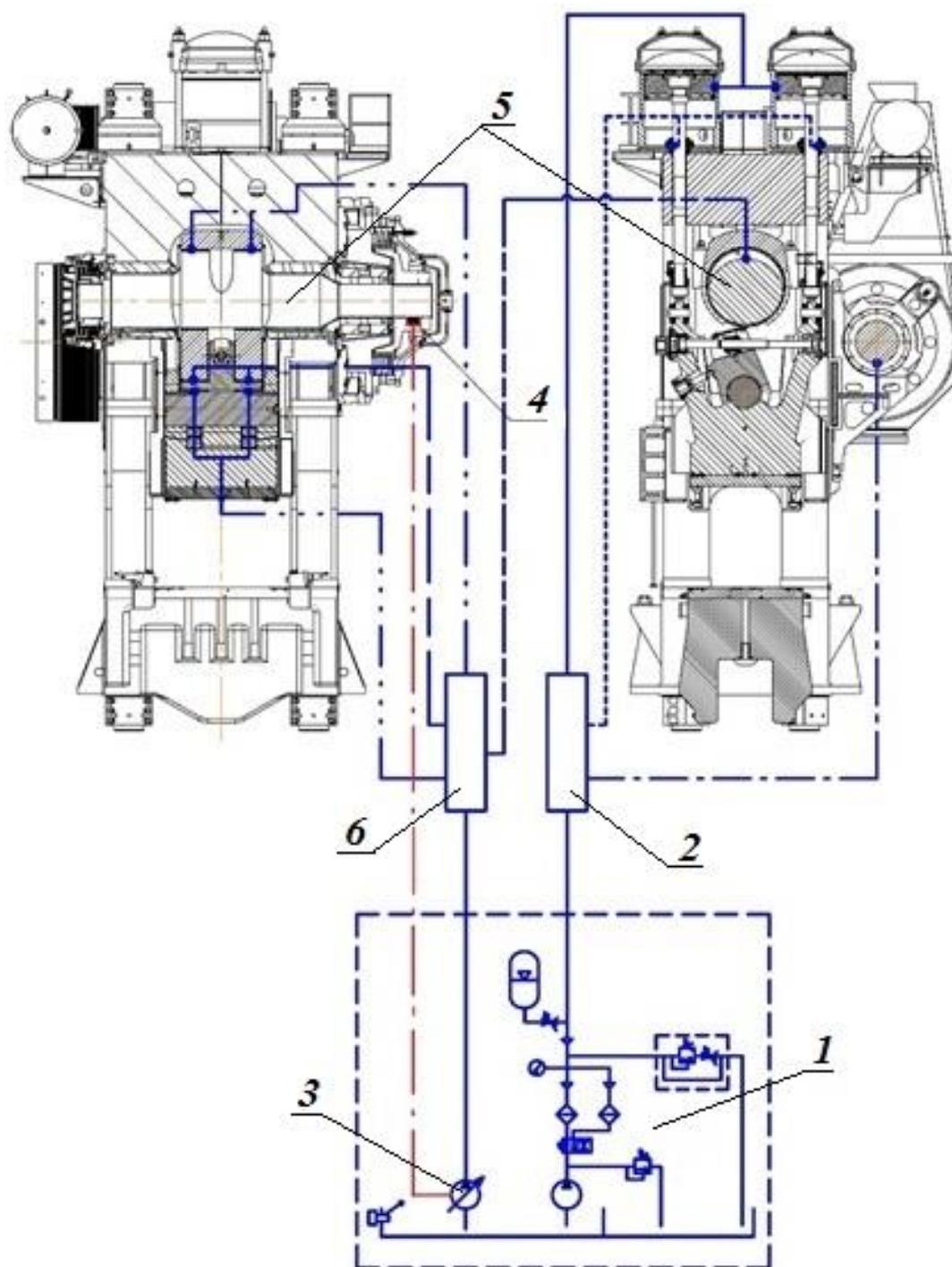


Рис. 2. Схема системы смазки с автоматическим регулированием подачи смазочной жидкости к узлам КГШП

ВЫВОД

Системы смазки с автоматическим регулированием подачи смазочной жидкости в зависимости от угла поворота главного вала являются перспективными для использования в мощных КГШП. Для достижения их удовлетворительной работы важна разработка:

- рациональной конструкции отдельных элементов и узлов ГИМ из антифрикционных материалов в соответствии с маркой выбранной смазочной жидкости;
- нагрузочных и скоростных режимов эксплуатации узлов трения, с целью обеспечения баланса между значением коэффициента трения, режимом подачи смазки и температурной стойкостью смазочного материала.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Cold and hot forging : fundamentals and applications / Taylan Altan, Gracious Ngaile, Gangshu Shen. – ASM International, 2004. – 334 p. ISBN 0-87170-805-1.*
2. *Медведев И.П. Выбор оборудования для изготовления крупногабаритных поковок / И.П. Медведев, А.Т. Крук // Заготовительные производства в машиностроении. – 2010. – №11. – С. 25–30.*
3. *Меделяев И.А. Трение как составная часть механизма изнашивания / И.А. Меделяев // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2007. – № 7. – С. 43–47.*
4. *Шинкаренко О.М. Расчет и проектирование основных узлов кривошипных кузнечно-прессовых машин / О. М. Шинкаренко, Е. С. Корчак. – Краматорск : ДГМА, 2013. – 70 с. ISBN 978-966-379-650-5.*
5. *Проектування та розрахунок кривошипних пресів. Курсове проектування : навчальний посібник/ О.В. Явтушенко, А.В. Глебенко, Т.О. Васильченко. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2012. – 448 с.*
6. *Квитницький А.М. Анализ методов и устройств вывода кривошипных горячештамповочных прессов из состояния заклинивания / А.М. Квитницький, Е.С. Корчак // Вісник ДДМА : зб. наук. праць – Краматорськ : ДДМА, 2015. – № 3 (36). – С. 50–53.*
7. *Квитницький А.М. Исследование влияния жесткости на работоспособность кривошипных горячештамповочных прессов / А.М. Квитницький, Е.С. Корчак // Науковий Вісник ДДМА : зб. наук. праць – Краматорськ : ДДМА, 2015. – № 3 (18 E). – С. 122–126.*
8. *Висновок про видачу патенту України від 10.03.2016 згідно з матеріалами заявки №u201512063 від 04.12.2015 «Система рідинного змащення потужного кривошипного гарячештампувального преса» / Корчак О.С., Квітницької О.М.*
9. *Висновок про видачу патенту України від 02.03.2016 згідно з матеріалами заявки №u201510627 від 30.10.2015 «Спосіб запобігання заклинюванню потужного кривошипного гарячештампувального преса» / Корчак О.С., Квітницької О.М.*

REFERENCES

1. *Cold and hot forging : fundamentals and applications / Taylan Altan, Gracious Ngaile, Gangshu Shen. – ASM International, 2004. – 334 p. ISBN 0-87170-805-1.*
2. *Medvedev I.P. Vybor oborudovaniya dlja izgotovlenija krupnogabaritnyh pokovok / I.P. Medvedev, A.T. Kruk // Zagotovitel'nye proizvodstva v mashinostroenii. – 2010. – №11. – S. 25–30.*
3. *Medeljaev I.A. Trenie kak sostavnaja chast' mehanizma iznashivaniya / I.A. Medeljaev // Sborka v mashinostroenii, priborostroenii. – 2007. – № 7. – S. 43–47.*
4. *Shinkarenko O.M. Raschet i proektirovanie osnovnyh uzlov krivoshipnyh kuznechno-pressovyh mashin / O. M. Shinkarenko, E. S. Korchak. – Kramatorsk : DGMA, 2013. – 70 s. ISBN 978-966-379-650-5.*
5. *Proektuvannja ta rozrahunok krivoshipnih presiv. Kursove proektuvannja : navchal'nij posibnik/ O.V. Javtushenko, A.V. Glebenko, T.O. Vasil'chenko. – Zaporizhzhja: ZNTU, 2012. – 448 s.*
6. *Kvitnickij A.M. Analiz metodov i ustrojstv vyvoda krivoshipnyh gorjacheshtampovochnyh pressov iz sostojanija zaklinivaniya / A.M. Kvitnickij, E.S. Korchak // Visnik DDMA : zb. nauk. prac' – Kramators'k : DDMA, 2015. – № 3 (36). – S. 50–53.*
7. *Kvitnickij A.M. Issledovanie vlijaniya zhestkosti na rabotosposobnost' krivoshipnyh gorjacheshtampovochnyh pressov / A.M. Kvitnickij, E.S. Korchak // Naukovij Visnik DDMA : zb. nauk. prac' – Kramators'k : DDMA, 2015. – № 3 (18 E). – S. 122–126.*
8. *Visnovok pro vidachu patentu Ukraini vid 10.03.2016 zgidno z materialami zajavki №u201512063 vid 04.12.2015 «Sistema ridinnogo zmeshhennja potuzhnogo krivoshipnogo garjacheshtampuval'nogo presa» / Korchak O.S., Kvitnic'koj O.M.*
9. *Visnovok pro vidachu patentu Ukraini vid 02.03.2016 zgidno z materialami zajavki №u201510627 vid 30.10.2015 «Sposib zapobigannja zaklinjuvannju potuzhnogo krivoshipnogo garjacheshtampuval'nogo presa» / Korchak O.S., Kvitnic'koj O.M.*

Корчак Е. С. – канд. техн. наук, доц. ДГМА, докторант

Квитницький А. М. – студент ДГМА

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск.

E-mail: helen_korchak@ukr.net

Статья поступила в редакцию 22.03.2016 г.