

УДК 621.979

Квитницький А. М., Корчак Е. С.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ И УСТРОЙСТВ ВЫВОДА КРИВОШИПНЫХ ГОРЯЧЕШТАМПОВОЧНЫХ ПРЕССОВ ИЗ СОСТОЯНИЯ ЗАКЛИНИВАНИЯ

При неправильной эксплуатации кривошипных горячештамповочных прессов (КГШП) может возникнуть ситуация, когда главный исполнительный механизм займёт такое положение, при котором перемещение ползуна через крайнее нижнее положение становится невозможным. Такое состояние пресса называется заклиниванием [1, 2]. При заклинивании шатун и ползун становятся враспор, а заготовка, зажатая в штампе, охлаждается, тем самым увеличивая свое сопротивление. Маховик и главный вал останавливаются, а усилие заклинивания, которое увеличивается по причине остывания заготовки, деформирует узлы и станину пресса [3]. Остановка кривошипного вала может произойти по причинам нарушения технологического режима штамповки, таким как:

- увеличенная высота штампуемых заготовок;
- сдваивание или слипание заготовок при подаче в штамп;
- недогрев заготовок;
- недостаточный разгон маховика;
- неправильное регулирование высоты штампового пространства;
- наличие посторонних предметов на зеркале штампа;
- неправильный выбор режима смазывания опорных подшипников скольжения главного исполнительного механизма.

Целью данной работы является анализ методов и устройств вывода КГШП из состояния заклинивания на базе исследования условий его возникновения и степени стопорения.

В общем случае заклинивание КГШП происходит в результате резкого увеличения коэффициента трения опорных подшипников скольжения главного исполнительного механизма при остановке кривошипного вала под нагрузкой в зоне угла заклинивания (угла «мертвого трения») $\alpha_{\text{зак}}$ [2]. С увеличением коэффициента трения увеличивается величина приведенного плеча крутящего момента M_k на главном валу.

Приведенное плечо крутящего момента в реальном кривошипно-ползунном механизме определяется как сумма идеального $M_k^{\text{и}}$ и плеча трения M_k^f [3,4]. При этом:

$$M_k^{\text{и}} = R \left(\sin \alpha + \frac{\lambda}{2} \sin 2\alpha + k\lambda \cos \alpha \right);$$

$$M_k^f = \frac{f}{2} [(1 + \lambda)d_A + \lambda d_B + d_0];$$

$$\alpha_{\text{зак}} = \cos \left(\frac{M_k^f}{R(1 + \lambda)} \right).$$

где R – радиус кривошипа, мм; α – угол поворота кривошипа, град; λ – коэффициент шатуна; k – коэффициент смещения ползуна; f – коэффициент трения в опорных подшипниках скольжения; d_0, d_A, d_B – диаметры пальцев в шарнирных соединениях, мм.

В зависимости от соотношения величин $M_k^{\text{и}}$ и M_k^f выделяют следующие основные условия работы КГШП с точки зрения возможности возникновения заклинивания:

1. $M_k^{\text{и}} > M_k^f$ – вероятность заклинивания очень низкая и заклинивание не произойдет.

2. $M_k^H = M_k^f$ – кривошип доходит до границы $\alpha_{\text{зак}}$ с возникновением легкой формы заклинивания.

3. $M_k^H < M_k^f$ – глубокое заклинивание, происходящее при переходе через угол $\alpha_{\text{зак}}$ и остановке кривошипа в «мертвой» зоне трения.

4. $M_k^H = 0$ – наиболее тяжелый случай заклинивания, не поддающийся преодолению традиционными способами без разрушения базовых элементов машины.

Условие 1 является нормальным режимом работы КГШП.

При условии 2 в момент заклинивания сразу же, не позволяя заготовке остыть, предпринимают следующие меры:

- выключают муфту, электродвигателем разгоняют маховик до номинальных оборотов и резко включают муфту, стараясь провернуть главный вал через крайнее нижнее положение;
- стараются провернуть главный вал в обратном направлении, для чего перебрасывают клеммы электродвигателя таким образом, чтобы ротор электродвигатель вращался в обратном направлении, расслабляя конструкцию и приподнимая ползун для изъятия заготовки из штампа;
- нагревают стяжные шпильки станины для снятия напряжений в металлоконструкции прессы за счет их термического расширения, пытаясь провернуть главный вал или выбить штамп.

Первые два способа являются простым в исполнении и незатратным, но эффективны они только при легкой форме заклинивания, поэтому используется только тогда, когда заготовка не успела остыть. Третий же способ гораздо более трудоемкий и менее эффективный. Его использование не всегда возможно вследствие длительности процесса нагрева группы стяжных шпилек и их труднодоступности в пределах станины.

В случае глубокого заклинивания (условия 3 и 4), перед принятием кардинальных мер по выведению машины из заклинивания, ее оставляют на некоторое время в состоянии распора для релаксации внутренних напряжений в металлической конструкции, после чего пробуют вывести машину из заклинивания ранее рассмотренными способами. Если релаксация прошла успешно, то появляется возможность изъять штамп. В противном случае разрезают (автогеном) штамп или шатун, что влечет за собой большие материальные затраты.

Во избежание подобных ситуаций в конструкции прессов вводят специальные устройства, предохраняющие от заклинивания или позволяющие вывести машину из такого состояния с наименьшими потерями.

Наибольшее применение в КГШП, особенно мощных, нашли гидрогайки, совмещающие в себе функции устройства для затяжки шпилек станины с устройством вывода прессы из состояния заклинивания. Типовая конструкция гидрогайки приведена на рис. 1.

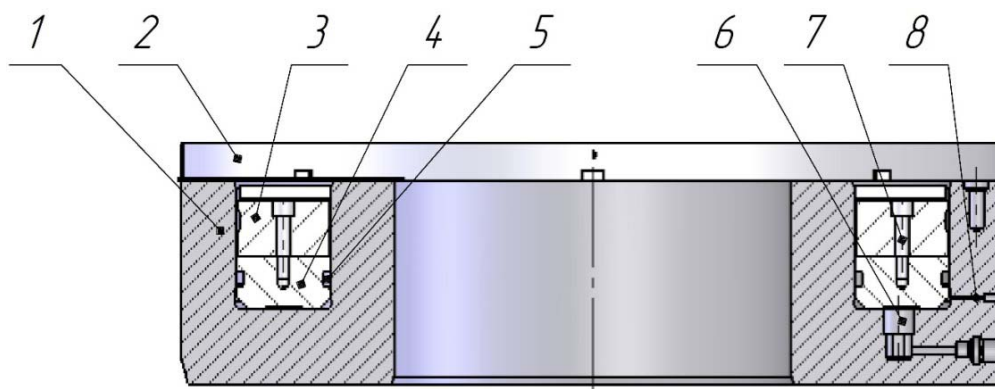


Рис. 1. Гидрогайка типовой конструкции:

1 – корпус гидроцилиндров; 2 – проставка; 3 – втулка направляющая; 4 – поршень; 5 – уплотнения; 6 – подвод жидкости; 7 – винт соединительный; 8 – отверстие для сброса сжатого воздуха из рабочего пространства

Гидрогайка (рис. 1) содержит четыре гидроцилиндра, рабочие полости которых соединены в одну систему. Гидроцилиндры растягивают стяжные шпильки станины КГШП посредством перемещающихся под давлением рабочей жидкости кольцевых поршней 4. В пространство, образованное между проставкой и корпусом 1 гидроцилиндра, устанавливаются дистанционные прокладки. После их установки давление сбрасывается.

На рис. 2 показана схема установки и последовательность затяжки гидрогаек.

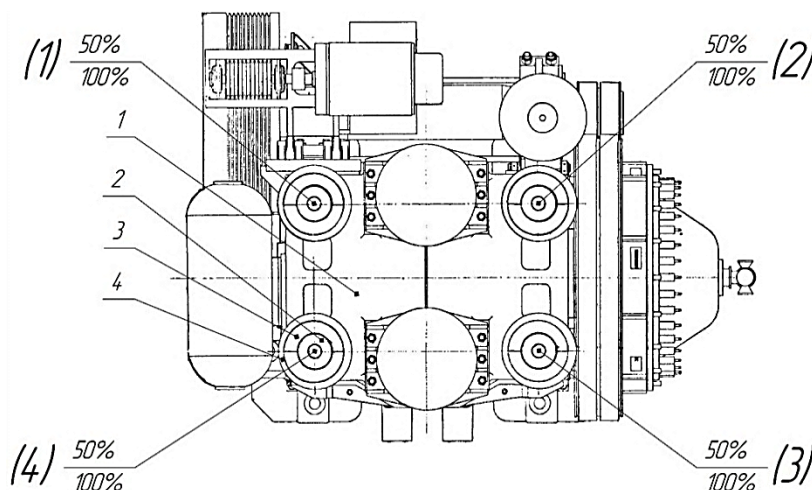


Рис. 2. Схема установки и последовательности затяжки гидрогаек:
1 – станина; 2 – стяжная шпилька; 3 – гидрогайка; 4 – проставка

При монтаже пресса затяжку стяжек необходимо выполнить в два этапа:

- 1 этап – равномерная затяжка четырех стяжек усилием, равным 50 % рабочего усилия;
- 2 этап – равномерная затяжка всех стяжек усилием, равным 100 % рабочего усилия.

При этом на каждом этапе в образовавшийся зазор помещают прокладки необходимой толщины. При выведении пресса из состояния заклинивания прокладки, установленные на втором этапе, извлекаются.

Перед установкой гидрогаек, следует соблюсти следующие требования.

1. Шпильки с гайками должны быть установлены в яму фундамента пресса.
2. Следует навинтить нижние гайки. Верхние грани нижних гаек должны находиться в соприкосновении с нижней поверхностью стола.
3. Прокладки под верхними проставками следует удалить. После этого следует навинтить верхние гайки на шпильки до упора в проставку.
4. Включают насос высокого давления, систему заполняют маслом с тонкостью фильтрации не более 50 мкм.
5. Масло подается в гидравлические цилиндры под давлением, равным номинальному давлению, необходимому для затяжки станины. Зазор, образовавшийся между проставкой и корпусом гидроцилиндра, следует измерить. Полученное значение зазора следует сравнить с толщиной прокладок.

6. Для облегчения установки прокладок в гидравлических цилиндрах создают давление, превышающее необходимое для затягивания станины не более чем на 10 %.

7. Прокладки следует установить на место, давление сбросить, после чего затягивание станины завершено.

При последующей эксплуатации КГШП и возникновении заклинивания для вывода пресса из распора выполняют следующие действия:

1. отключают главный двигатель от источника питания;
2. подключают шланг насосной установки к гидросистеме пресса;

3. включают насос и заполняют систему маслом;
4. спускают воздух из гидроцилиндров;
5. включают насос и поднимают давление в системе до тех пор, пока можно будет извлечь прокладки, установленные на втором этапе;
6. удалив прокладки между корпусом гидроцилиндра и проставками, сбрасывают давление в системе, включают главный двигатель и поднимают ползун;
7. устранив причины заклинивания прессы, затягивают станину описанным ранее способом в соответствии с приведенной последовательностью.

Гидрогайки широко применяются в современном кузнечно-прессовом машиностроении, особенно в конструкциях мощных КГШП. За счет своей универсальности, они позволяют не только значительно снизить трудоемкость затяжки стержневых шпилек разъемных станин прессов, но и одновременно с этим обеспечить вывод машины из состояния заклинивания с наименьшими потерями. Однако наряду с положительными сторонами данных устройств, существует и ряд их недостатков, а именно:

- сложность в изготовлении и сборке;
- необходимость предусмотреть в конструкции механического прессы гидропривод для нагнетания жидкости высокого давления в гидрогайки;
- замена уплотнений и прокладок, используемых в цилиндрах гидрогаек;
- давление в гидрогайках создает дополнительное нагружение стержневых шпилек сверх усилия затяжки и нагрузки от заклинивания;
- область применения ограничивается прессами с составной станиной.

ВЫВОДЫ

В общем случае использование предохранительных устройств усложняет конструкцию и без того сложного кузнечно-прессового оборудования. Однако это является абсолютно необходимым во избежание значительных материальных затрат при преодолении аварийных ситуаций. При этом следует помнить, что использование предохранительных устройств не гарантирует полную защиту КГШП от перегрузок при реализации технологического процесса. Поэтому лучшим способом защиты машины является создание таких условий работы, при которых перегрузки станут невозможными. Для этого следует обеспечить:

- необходимую точность изготовления узлов трения главного исполнительного механизма и контроль нормального режима смазывания опорных подшипников скольжения для поддержания минимального значения коэффициента трения;
- постоянный контроль максимальной силы на ползуне;
- контроль частоты вращения маховика для устранения штамповки при его разгоне;
- применение датчика нулевой частоты вращения кривошипного вала, отключающего муфту при остановке вала для его незамедлительного реверса;
- четкое соблюдение технологического режима штамповки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Cold and hot forging : fundamentals and applications / Taylan Altan, Gracious Ngai, Gangshu Shen. – ASM International, 2004. – 334 p. ISBN 0-87170-805-1.*
2. Пруцков Р. Н. К вопросу заклинивания кривошипных горячештамповочных прессов / Р. Н. Пруцков, В. В. Ковалев // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2002. – № 1. – С. 35 – 39.
3. 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.
4. *Проектування та розрахунок кривошипних пресів. Курсове проектування : навчальний посібник / О. В. Явтушенко, А. В. Глебенко, Т. О. Васильченко. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2012. – 448 с.*