

**ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ НАПРАВЛЯЮЩИХ УЗЛОВ КОВОЧНЫХ
ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРЕССОВ КОЛОННОГО ТИПА****Корчак Е. С., Быковский В. Н.**

Выполнен аналитический обзор существующих способов монтажа гидравлических прессов, выявлены их основные недостатки при последующей эксплуатации. Приведен расчет общей деформации элементов соединения колонны с поперечиной при затяжке направляющих колонн. Разработаны мероприятия и технические решения, повышающие надежность и безотказность работы ковочных гидравлических прессов. Новый способ монтажа обеспечивает упрощение этого процесса, снижение его трудоемкости и сокращение срока. Разработанный способ предупреждения отклонения колонн гидравлического пресса от геометрической оси повышает надежность работы пресса. Предложенная конструкция направляющего узла подвижной поперечины обеспечивает необходимую жесткость конструкции пресса при эксцентричном приложении технологической нагрузки.

Виконано аналітичний огляд існуючих способів монтажу гідравлічних пресів, виявлені їх основні недоліки при наступній експлуатації. Приведено розрахунок загальної деформації елементів з'єднання колони з поперечиною при затягуванні направляючих колон. Розроблено заходи та технічні рішення, що підвищують надійність та безвідказність роботи ковальських гідравлічних пресів. Новий спосіб монтажу забезпечує спрощення цього процесу, зниження його трудомісткості та скорочення терміну. Розроблений спосіб запобігання відхиленню колон гідравлічного преса від геометричної осі підвищує надійність роботи преса. Запропонована конструкція направляючого вузла рухомої поперечини забезпечує необхідну жорсткість конструкції ковальського гідравлічного преса при ексцентричному прикладенні технологічного навантаження.

Analytical review of existing ways of hydraulic presses assembling is performed, the main disadvantages of it while following operation are revealed. Calculation of general deformation of column and cross-bar assembling elements while guiding columns drawing-up is given. Measures and technical decisions which increase reliability and failure-free performance of hydraulic forging presses are developed. New assembling way provides the simplification of this process, reducing its labour-intensiveness and duration. Developed way of hydraulic press columns deflection from geometrical axis forestalling increases reliability of press maintenance. Proposed construction of ram guiding assembly provides necessary rigidity of press construction while eccentric application of technological force.

Корчак Е. С.

канд. техн. наук, доц. кафедры МТО ДГМА
helen_korchak@ukr.net

Быковский В. Н.

магистр ДГМА

УДК 621.733

Корчак Е. С., Быковский В. Н.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ НАПРАВЛЯЮЩИХ УЗЛОВ КОВОЧНЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРЕССОВ КОЛОННОГО ТИПА

Надежность конструкции ковочных гидравлических прессов напрямую зависит от жесткости их направляющих узлов. К этим узлам относятся направляющие колонны и сопрягаемые с ними подвижные поперечины. Колонны служат для соединения верхней и нижней неподвижных поперечин в единую жесткую раму. Кроме того, они выполняют функцию направляющих для подвижной поперечины. Необходимость обеспечения длительной и надежной эксплуатации гидравлических прессов определяет актуальность разработки и внедрения технических решений, направленных на совершенствование процесса монтажа и последующей эксплуатации гидравлических прессов для упреждения разрушения их базовых деталей, особенно в условиях эксцентричного приложения технологического усилия [1].

При затяжке гаек колонн гидравлического пресса величина обмятия контактных поверхностей пресса принимается ориентировочно и от этой величины рассчитывается усилие затяжки гаек колонн [2]. Именно на этом принципе основан известный способ затяжки гаек колонн гидравлического пресса, при котором предварительно осуществляют холодную затяжку гаек, а после нагрева колонн и их удлинения внешние гайки проворачивают на расчетный угол. При затяжке участок колонны, проходящий через поперечину, удлиняется, а участок поперечины, находящийся между гайками, укорачивается. Помимо этого, происходит обмятие стыков гаек с поперечиной и резьб в гайках. При остывании длина колонн уменьшается и торцы гаек плотно прижимаются к верхней и нижней поперечинам с усилием, равным расчетному и обусловленному выше упомянутой ориентировочной величиной обмятия контактных поверхностей. Однако этот способ затяжки гаек имеет существенный недостаток, который заключается в ориентировочном (т. е. приблизительном) выборе величины обмятия. Нередко после проведения термической затяжки гаек уже после нескольких нагружений пресса затяжка колонн ослабевает.

Применяют также способ затяжки колонн гидравлического пресса [3], в котором процесс обмятия контактных поверхностей осуществляется перед окончательной термической затяжкой гаек путем многократного нагружения пресса максимальным рабочим усилием и поворота внутренних гаек для исключения зазора, образовавшегося между ними и поперечинами. Недостатком этого способа есть то, что в каждой колонне с обеих сторон выполняются центральные отверстия для размещения в них электронагревателей, обеспечивающих термическую затяжку гаек. Это повышает трудоемкость изготовления колонн. Также необходимо длительное время для их нагрева и охлаждения, увеличивая сроки монтажа. Дополнительно к этому повышаются прямые трудозатраты, связанные с выполнением этих отверстий.

Целью работы является создание эффективного способа крепления направляющих колонн гидравлического пресса к неподвижным поперечинам, а также совершенствование направляющего узла подвижной поперечины, обеспечивающих необходимую жесткость металлоконструкции пресса во время эксцентричного приложения технологической нагрузки.

Общая деформация элементов соединения «колонна – поперечина» при затяжке гаек колонн представляет собой сумму следующих составляющих:

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_K + \Delta_{II} + 2 \cdot \Delta_C + 2 \cdot \Delta_P, \quad (1)$$

где Δ_K – удлинение верхнего затягиваемого участка колонны, мм; Δ_{II} – осадка углового участка поперечины, находящегося между гайками, мм; Δ_C – обмятие стыковых поверхностей между гайками и поперечиной, мм; Δ_P – обмятие резьб в гайках, мм.

Значения составляющих Δ_K и Δ_{II} формулы (1) определяются следующими зависимостями в соответствии с рис. 1:

$$\Delta_K = \frac{T_3 \cdot H}{E \cdot F_K}; \tag{2}$$

$$\Delta_{II} = \frac{T_3 \cdot H}{E \cdot F_{II}}, \tag{3}$$

где T_3 – усилие предварительной затяжки одной колонны ($T_3 = k \cdot P_K$, где k – коэффициент запаса на нераскрытие стыков в диапазоне 1,5...2,0; P_K – осевая нагрузка на одну колонну прессы, Н), H – высота поперечины, м; E – модуль упругости материала колонны и поперечины, МПа; F_K – площадь поперечного сечения колонны, m^2 ; F_{II} – площадь сечения обжимаемого участка поперечины ($F_{II} = \frac{\pi}{4} \cdot (D_H^2 - D_{BH}^2)$, где D_H , D_{BH} – соответственно наружный и внутренний диаметры обжимаемого участка поперечины, м), m^2 .

Значения составляющих Δ_C и Δ_P формулы (1) принимаются в зависимости от конструктивных особенностей элементов соединения «колонна – поперечина» и равны эмпирически полученным значениям, выбираемым в диапазоне 0,1...0,5 мм.

Наибольшее применение нашло крепление колонн с помощью гаек с упорной резьбой, предварительная затяжка которых с целью обеспечения необходимого натяга осуществляется либо с нагревом, либо с использованием гидрогаек. Гайки применяют разъемные (рис. 1), состоящие из двух половин, стянутых шпильками. В результате нагрева или вытяжки гидрогайкой участок колонны удлиняется, а гайка проворачивается на определенный угол, величина которого при затяжке составляет:

$$\alpha_{\Gamma} = \frac{360^{\circ} \cdot \Delta_{\Sigma}}{t_P}, \tag{4}$$

где t_P – шаг резьбы на колонне, мм.

Для монтажа прессы используют также способ [4], суть которого заключается в том, что сначала колонны затягивают предварительно, а потом под нагрузением прессы, которое осуществляют ступенчато при обжатии заготовки от минимального усилия до максимального рабочего.

Затяжку гаек производят после каждого нагружения прессы с последующим многоразовым перемещением подвижной поперечины. Для этого процесс характерным есть то, что нагружение от минимального усилия до максимального рабочего осуществляют при обжатии заготовки. Это повышает трудоемкость процесса монтажа. Кроме того, необходимо время для манипулирования заготовкой, что продлевает срок монтажа прессов, особенно мощных.

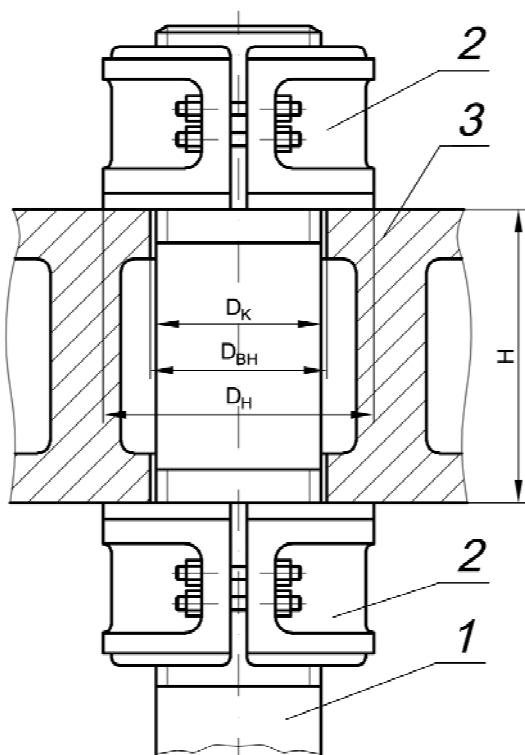


Рис. 1. Соединение колонны с верхней неподвижной поперечиной:

- 1 – колонна; 2 – разъемная гайка;
- 3 – верхняя поперечина

К тому же процесс монтажа является зависимым от механических свойств заготовки и ее расположения – при возникновении эксцентриситета во время нагружения качество монтажа ухудшается.

Подытоживая вышеизложенное, предлагается усовершенствовать процесс монтажа направляющих колонн гидравлического пресса таким образом, чтобы нагружение осуществлять путем нажатия бойка на боек без заготовки, при этом использовать плоские бойки [5].

За счет исключения заготовки и ее влияния на процесс монтажа последний упрощается и осуществляется со снижением трудоемкости и сроков. Применение плоских бойков и их нажатие друг на друга позволяет избежать эксцентриситета во время нагружения и сделать конструкцию пресса более жесткой. Как результат этого – повышение эффективности и качества монтажа. Новый усовершенствованный способ монтажа направляющих колонн гидравлического пресса осуществляется в следующей последовательности действий:

- 1) крепят колонны в поперечинах с помощью внешних и внутренних гаек и выставляют размер между поперечинами с помощью внутренних гаек;
- 2) предварительно затягивают колонны внешними гайками;
- 3) ступенчато нагружают пресс путем нажатия бойка на боек без заготовки от минимального усилия до максимального рабочего с затягиванием упруго растянутых колонн внутренними гайками после каждого нагружения пресса до выборки зазора с последующими многократными перемещениями подвижной поперечины вдоль колонн;
- 4) дополнительно затягивают гайки при частотном нагружении пресса в пульсирующем режиме от максимального рабочего усилия до предельно допустимого рабочего усилия с одновременной окончательной затяжкой гаек до выборки зазора.

Частотное нагружение пресса может быть осуществлено быстродействующим клапаном, в качестве которого может использоваться клапан, конструкция которого приведена на рис. 2 [6]. Главная его особенность заключается в том, что каналы внутри плунжера 1 выполнены таким образом, чтобы в процессе подъема разгрузочного клапана 2 полость 3 над плунжером 1 отсекала от высокого давления, что обеспечивает высокое быстродействие клапана.

Эффективное дросселирование и отсутствие гидроударных явлений в процессе срабатывания клапана обеспечивается выполнением дросселирующего элемента в виде конической юбки 4, обращенной против направления потока рабочей жидкости, а дросселирующий канал 5 выполнен коническим с вершиной конуса, обращенной по направлению потока жидкости. Такое исполнение клапана обеспечивает быструю и безударную разгрузку рабочего цилиндра пресса от давления во время дополнительного нагружения. Экспериментальные исследования клапана этой конструкции подтверждают его эффективную работу при осуществлении быстрой и безударной разгрузки силовых цилиндров от высокого давления.

Наряду с обеспечением качественного монтажа гидравлического пресса важным также является наличие высокого уровня культуры его эксплуатации.

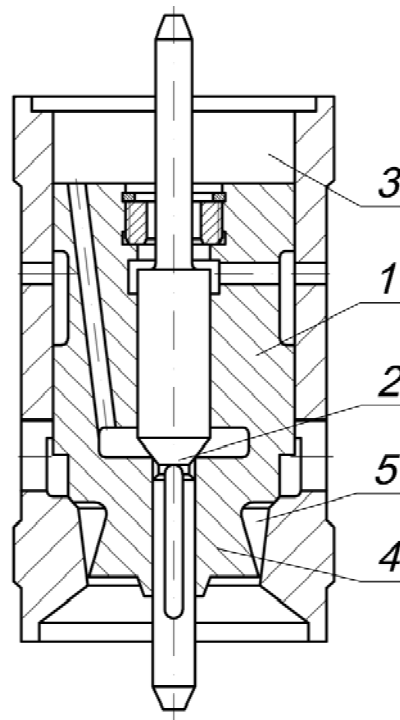


Рис. 2. Быстродействующий разгрузочно-сливной клапан:

- 1 – плунжер; 2 – разгрузочный клапан; 3 – надклапанная полость; 4 – коническая юбка; 5 – дросселирующий канал

Поэтому необходимость разработки и внедрения мероприятий постоянного контроля и упреждения приближения работы направляющих подвижной поперечины к аварийному пределу является решающим фактором обеспечения надежной и безотказной работы прессы [7]. В процессе эксплуатации гидравлических прессов максимально допустимый эксцентриситет приложения технологической нагрузки определяется, исходя из условия прочности колонн. Это расчетное значение максимально допустимого эксцентриситета превышать нельзя. Однако при эксцентричном приложении нагрузки, даже в пределах допустимых значений эксцентриситета, происходит отклонение колонн и верхней неподвижной поперечины от вертикальной геометрической оси прессы.

Упругая деформация колонн под воздействием изгибающего момента приводит к перекосу подвижной поперечины и инструмента, снижая тем самым точность изготовления заготовки и вызывая появление опасных напряжений в колоннах. Это снижает долговечность прессы и может привести к его поломке. Поэтому, важным является разработка предохранительной системы отклонения колонн от их геометрической оси [8]. Измерение отклонения колонн от геометрической оси (рис. 3) осуществляется бесконтактным датчиком 7 перемещения, который установлен непосредственно на подвижной поперечине 3 и измеряет текущее значение расстояния между подвижной поперечиной 3 и нижней неподвижной 2.

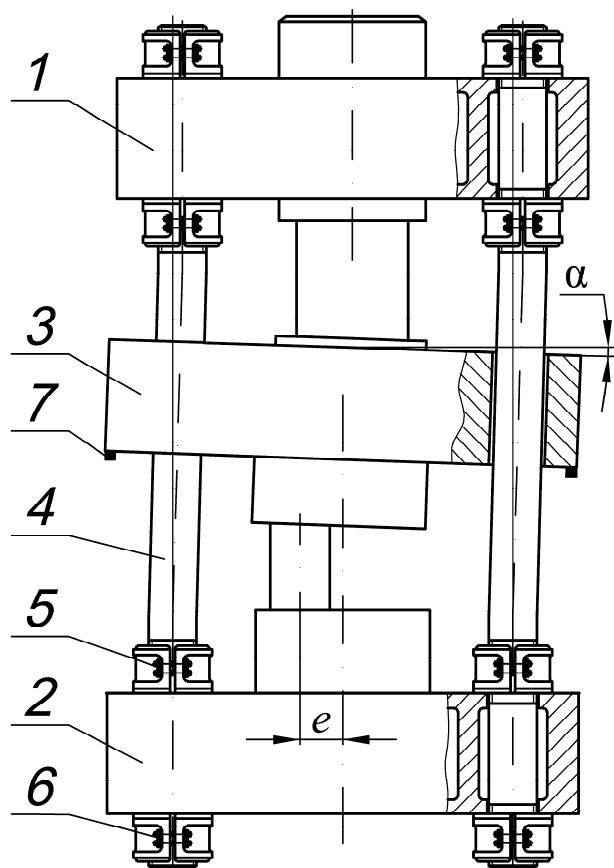


Рис. 3. Деформация конструкции прессы при эксцентричном приложении технологической нагрузки:

- 1 – поперечина верхняя неподвижная;
- 2 – поперечина нижняя неподвижная;
- 3 – поперечина подвижная;
- 4 – колонна направляющая;
- 5, 6 – гайки внутренняя и наружная;
- 7 – бесконтактный датчик

При касании с заготовкой давление в рабочих цилиндрах увеличивается, а колонны 4 в случае наличия эксцентриситета e деформируются, вызывая перекос подвижной поперечины 3 на угол α . Чтобы этот процесс не перешел предел режима аварийности, датчик перемещения 7 посредством соответствующих элементов системы автоматического управления (САУ) преобразует получаемый сигнал и постоянно сравнивает текущую величину отклонения колонн 4 от геометрической оси с расчетной критической, предварительно внесенной в программу обработки сигнала САУ. При превышении текущим значением отклонения критического САУ осуществляет открытие соответствующих сливных клапанов, чем обеспечивается падение давления в рабочих цилиндрах.

При установке датчика перемещения на стационарной опоре [9] измерение отклонения колонн представляет собой не прямое измерение, которое дает погрешность – измерению поддается не непосредственно угол перекоса, а деформация сложной системы, состоящей из колонн и поперечин. Эта деформация нелинейно зависит как геометрически, так и физически от угла перекоса. Кроме того, при таком расположении датчика вибрация здания, фундамента и самого прессы оказывает влияние на его показания, увеличивая погрешность измерений.

Угол α отклонения колонн 4 от геометрической оси определяется в соответствии с зависимостью:

$$\alpha = \arcsin \frac{\Delta h}{L}, \tag{5}$$

где Δh – разница показаний диагонально установленных датчиков, м;

L – расстояние от центра подвижной поперечины до датчика, измеренная вдоль ее диагонали, м.

Исходя из этого, текущее значение эксцентриситета приложения технологического усилия составляет:

$$e = L \sqrt{1 - \frac{\Delta h^2}{L^2}}. \tag{6}$$

Параметры, входящие в состав зависимостей (5)–(6), определяются в зависимости от конструктивных особенностей конкретного гидравлического пресса и заносятся в программу обработки сигнала САУ.

При расположении датчика непосредственно на подвижной поперечине [8], исключается не прямое измерение и влияние вибраций, повышая тем самым точность измерений, а с ней – надежность и долговечность работы гидравлического пресса.

Помимо этого конструкции подвижной поперечины и ее направляющих под колонны должны быть такими, чтобы во время перекосов подвижной поперечины (рис. 4) вследствие эксцентриситета приложения технологической нагрузки обеспечивалась необходимая жесткость металлоконструкции пресса [10].

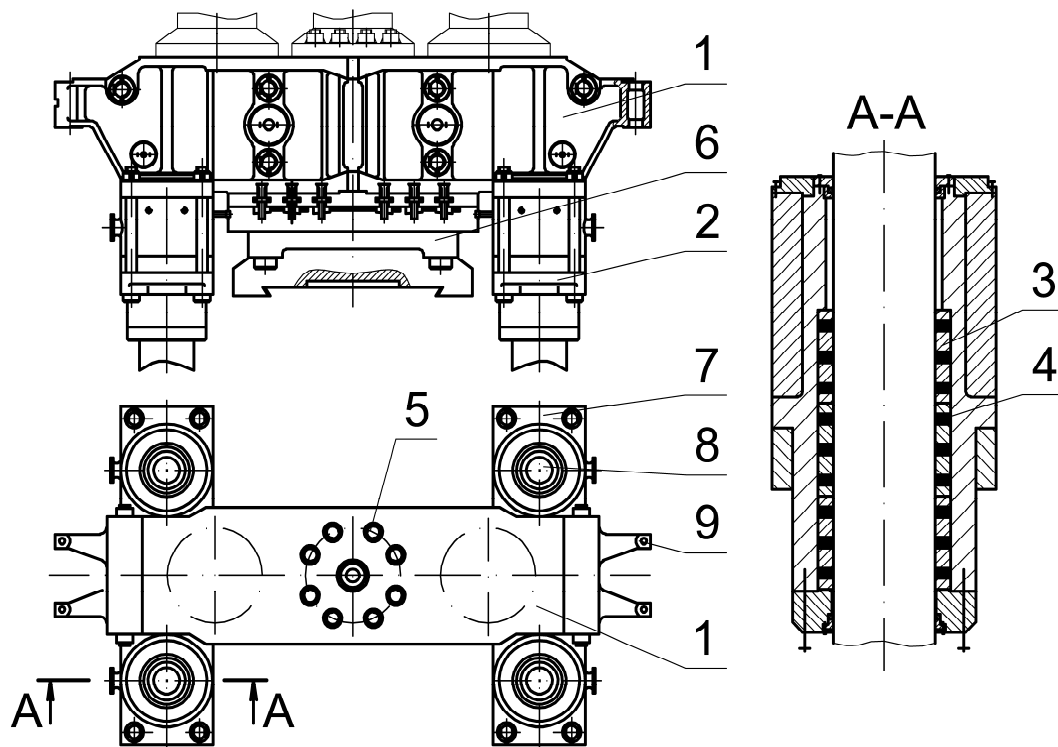


Рис. 4. Подвижная поперечина гидравлического пресса

1 – подвижная поперечина; 2 – подколонник; 3 – направляющая втулка; 4 – графитовая самосмазывающаяся вставка; 5 – место крепления плунжера рабочего цилиндра, 6 – крепление инструмента; 7 – прилив; 8 – отверстия под направляющие колонны; 9 – отверстия под возвратные цилиндры

С этой целью подвижная поперечина 1, представленная на рис. 4, оснащается съемными подколонниками 2, которые крепятся к ней с помощью шпилек, а внутри подколонников 2 установлены направляющие втулки 3 с графитовыми самосмазывающимися вставками 4. Такая конструкция направляющего узла позволяет снизить трение, обеспечивая легкое и быстрое перемещение подвижной поперечины, а также увеличить площадь контакта направляющих втулок с колоннами, повышая тем самым жесткость конструкции пресса при эксцентричном приложении нагрузки.

Комплексная реализация выше перечисленных технических решений позволит существенно повысить эффективность эксплуатации направляющих подвижной поперечины, что в свою очередь значительно продлит срок службы гидравлических прессов, обеспечит их надежную и безотказную работу.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что после проведения термической затяжки гаек традиционным способом уже после нескольких нагружений пресса затяжка колонн ослабевает, что является недопустимым.

2. Новый разработанный способ монтажа гидравлических прессов обеспечивает упрощение этого процесса, снижение его трудоемкости и сокращение срока. При этом нет необходимости выполнять в каждой колонне центральные отверстия для размещения в них электронагревателей, обеспечивающих термическую затяжку гаек.

3. Повышение точности измерения отклонения колонн от геометрической оси при эксцентричном приложении технологической нагрузки обеспечивает повышение надежности и долговечности эксплуатации гидравлического пресса.

4. Конструкция направляющего узла подвижной поперечины должна обеспечивать необходимую жесткость металлоконструкции пресса во время эксцентричного приложения технологической нагрузки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. П. Коркин *Влияние эксцентриситета нагружения на напряженное состояние колонн мощного гидравлического пресса* / Н. П. Коркин, И. А. Сурков, И. В. Тимохин // *Кузнечно-штамповочное производство. Обработка металлов давлением*. – 2008. – № 5. – С. 40–43.
2. Корчак О. С. *Удосконалення процесу монтажу гідравлічних пресів* / О. С. Корчак // *Машинознавство*. – Львів, 2008. – № 12 (138). – С. 45–47.
3. Пат. 2252874 Россия, МПК В30 В15/00. *Способ затяжки гаек колонн гидравлического пресса* / И. А. Сурков, А. П. Моисеев, Д. А. Кулагин. – № 20030134915; заявл. 03.12.2003; опубл. 27.05.2005, Бюл. № 15.
4. Пат. 26532 Украина, МПК В30 В15/00. *Спосіб монтажу гідравлічного преса* / Г. С. Суков, О. Г. Кисельов, О. Є. Вольвач, О. П. Онишко, Ю. В. Зоненко. – № 200774975; заявл. 21.05.2007; опубл. 25.09.2007, Бюл. № 14.
5. Пат. 31440 Украина, МПК В30 В15/00. *Спосіб монтажу гідравлічного преса* / О. С. Корчак, М. М. Сухіна. – № 200713244; заявл. 28.11.2007; опубл. 10.04.2008, Бюл. № 7.
6. Пат. 21420 Украина, МПК F16 K17/00. *Розвантажувально-зливний клапан* / О. М. Шинкаренко, О. С. Корчак. – № 200610271; заявл. 26.09.2006; опубл. 15.03.2007, Бюл. № 3.
7. Корчак Е. С. *Повышение эффективности монтажа и эксплуатации направляющих колонн гидравлических прессов* / Е. С. Корчак // *Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением*. – 2010. – № 2. – С. 25–29.
8. Пат. 37323 Украина, МПК В21 В15/00. *Спосіб запобігання відхиленню колон гідравлічного преса від геометричної осі* / О. С. Корчак. – № 200807470; заявл. 30.05.2008; опубл. 25.11.2008, Бюл. № 22.
9. Пат. 26466 Украина, МПК В30 В1/00, В30 В15/00. *Гідравлічний прес* / Г. С. Суков, О. Г. Киселев, О. Є. Вольвач, В. Ф. Колесник. – № 200765123; заявл. 21.02.2007; опубл. 25.09.2007, Бюл. № 15.
10. Пат. 37324 Украина, МПК В30 В15/00. *Рухома поперечина гідравлічного преса* / О. С. Корчак, М. М. Сухіна. – № 200807471; заявл. 30.05.2008; опубл. 25.11.2008, Бюл. № 22.