

ГИДРОКОЛЕННЫЙ ПРЕСС ДЛЯ ШТАМПОВКИ МЕТАЛЛА В ТВЕРДОЖИДКОМ СОСТОЯНИИ

Бонокин Т.А.

МГТУ им. Н.Э.Баумана

Кафедра «Машины и технология обработки материалов давлением»

Научный руководитель: д.т.н, проф, Бочаров Ю.А.

Во всех индустриально развитых странах конец XX века характеризуется заметным ростом интереса к технологиям формообразования фасонных заготовок деталей и к производству полуфабрикатов повышенной весовой эффективности, надежности и технологичности, разработанных на стыке традиционных технологий литья и штамповки. По оценкам экспертов, сущность таких технологий, получивших общее наименование «тиксотормирование», определит развитие заготовительных производств в машиностроении в XXI веке, а их широкое освоение в массовом производстве индустриально развитых государств произойдет в ближайшие 5-10 лет. В России подобные производства находятся на стадии разработки. Новизна разрабатываемых технологий состоит в том, что процессы формообразования начинаются и осуществляются при твердожидком (ТЖ) состоянии металла из специальных нагреваемых заготовок или порций частично затвердевшего вне формообразующей оснастки металла, но с подготовленной, особого типа глобулярной структурой первично кристаллизующейся фазы.

Для реализации данного процесса мы рассматриваем два вида прессов:

- гидроколенный пресс;
- гидравлический пресс с насосным приводом.

Для начала проанализируем кинематические схемы прессов.

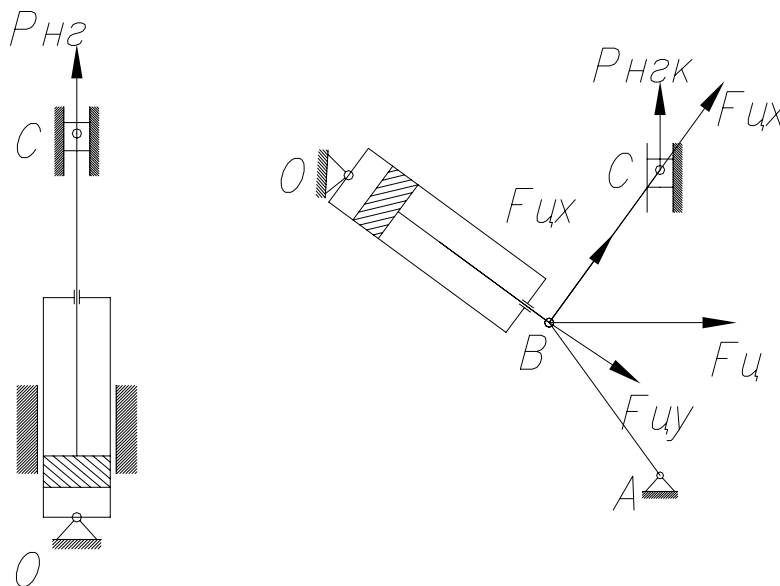


Рис.1. Кинематические схемы прессов

После несложных геометрических вычислений получаем зависимость:
(допущения: трением в шарнирах пренебрегаем, так же, как и весом звеньев, поскольку они малы по сравнению с силой штамповки)

$R_{HГК} = R_{HГК} / \sin(Y)$,
 где угол Y - между направлением силы $R_{HГК}$ и горизонталью.

Для примера рассмотрим деталь.

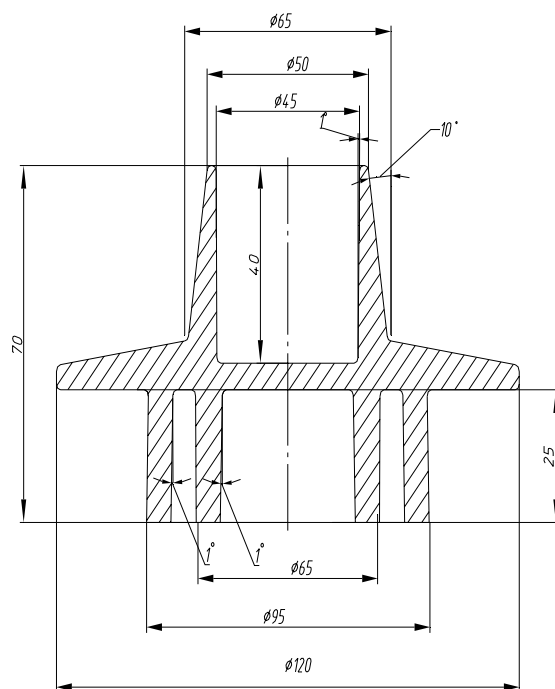


Рис.2 Деталь с фланцем

Для детали получаем следующий график усилия по ходу на гидроколенном прессе:

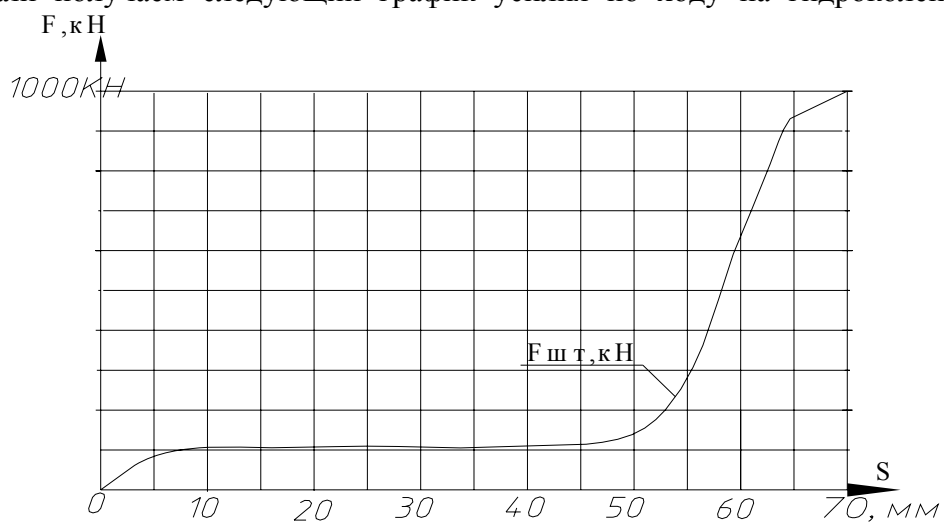


Рис.3 График усилия по ходу для гидроколенного пресса

Если график преобразовать с помощью формулы $R_{HГК} = R_{HГК} / \sin(Y)$, то получаем следующий график:

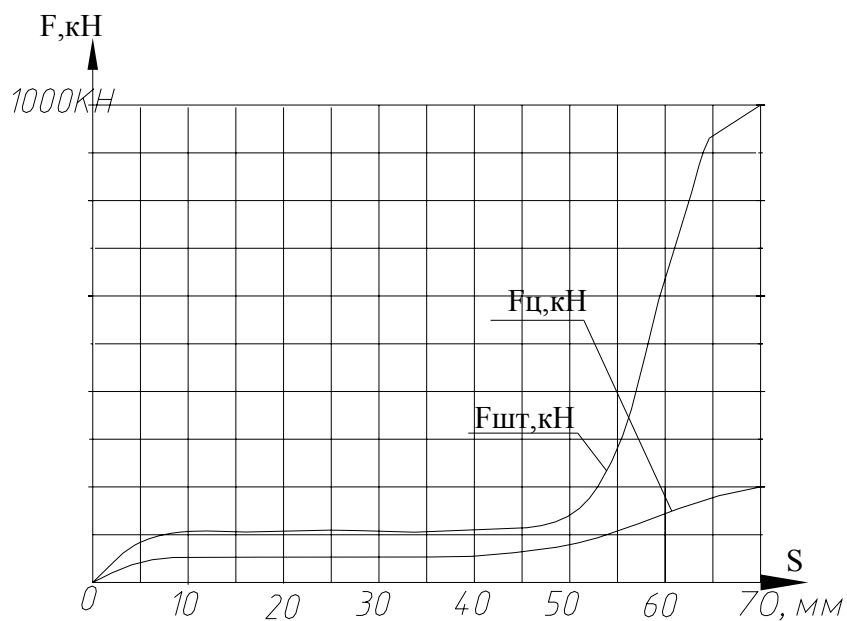


Рис.4 Сравнение график усилия по ходу для гидроколенного пресса с графиком усилия по ходу для гидроцилиндра

$F_{\text{ц}}$.- сила на гидроцилиндре гидроколенного пресса

$F_{\text{шт}}$.- сила штамповки для гидроколенного пресса.

После анализа двух графиков мы имеем следующий вывод: при использовании гидроколенного пресса- выигрыш в силе – 5 раз;

Пресса рассматриваются по следующим параметрам:

- площадь гидроцилиндра;
- объем жидкости в гидроцилиндре;
- объем жидкости для подпитки цилиндра во время паузы;
- упругая деформация вдоль оси штампа при номинальной силе штамповки;
- компенсация усадки металла при затвердевании под нагрузкой.

Для сравнения приведем следующую таблицу:

Характеристика	Гидропресс НП	Гидроколенный пресс
1.Площадь гидроцилиндра	$S=F_H/P_m$	$S=0,2F_H/P_m$
2.Объем жидкости в гидроцилиндре	$S=S \cdot S_m$	$S=0,2S \cdot 0,5S_m$
3.Объем жидкости давлением для подпитки цилиндра жидкостью во время паузы (2...20) в НП	1 (Требуется для компенсации утечек и усадки в НП)	0, 2 (Требуется для компенсации металла во время паузы в НП)
4.Упругая деформация z, мм вдоль оси штампа при номинальной силе штамповки	1 (Модуль упругой деформации жидкости гидроцилиндре) $Z = \frac{p_m \cdot V}{k_{жс}} = 2.1$ $k_{жс} = 1.8 \cdot 10^3 \text{ МПа}$	0,1 (Модуль упругой деформации звеньев из стали $E_{ст}=2 \cdot 10^5$ МПа т.е в 100 раз больше, но с учетом контактных деформаций z принято в 10 раз меньше) $Z = \frac{p_m \cdot V}{k_{жс}} = 0.21$
5.Компенсация усадки металла при затвердевании под нагрузкой	Компенсируется перемещением плунжера	Компенсируется перемещением плунжера и коленного шарнира в зоне кругов трения
6.Потенциальная энергия П упругой деформации жидкости, теряемая при разгрузке гидроцилиндра	$\Pi = P_m \cdot P_m \cdot V / 2K_{ж}$	0,0...0,1 ($\Pi=0,0$-при положении среднего коленного шарнира в зоне кругов трения; $\Pi=0,1$ при компенсации усадки) $\Pi = P_m \cdot P_m \cdot 0,1 V / 2K_{ж}$

Таблица 1. Сравнение гидроколенного пресса с гидравлическим.

Из таблицы видно, что по параметрам гидроколенный пресс превосходит гидравлический пресс.

Для гидроколенного пресса мы можем использовать гидроцилиндр с площадью в 5 раз меньше, чем для гидропресса.

Соответственно объем жидкости в гидроцилиндре в 10 раз меньше.

Эти следствия мы получаем за счет того, мы рассчитываем гидроцилиндр для гидроколенного пресса на силу в 5 раз меньше, чем у гидравлического.

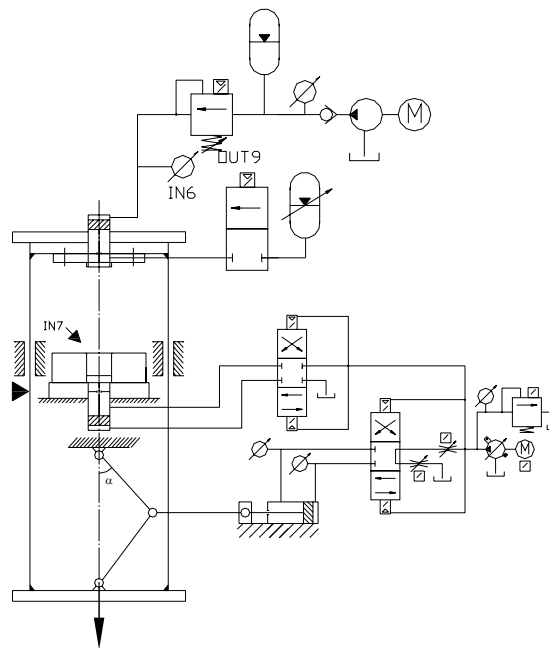


Рис.5 Гидравлическая схема гидроколенного пресса.

На Рис.5 показана гидравлическая схема пресса с насосным приводом.

Также здесь мы можем увидеть подвод и отвод жидкости к верхнему и нижнему выталкивателям.

Существенным плюсом рассматриваемого гидроколенного пресса является наличие верхнего и нижнего выталкивателя.- наличие выталкивателей необходимо для тиксоштамповки тонкостенных деталей.

В противном случае- возможность застревания штампуемой детали в матрице, либо в пуансоне.

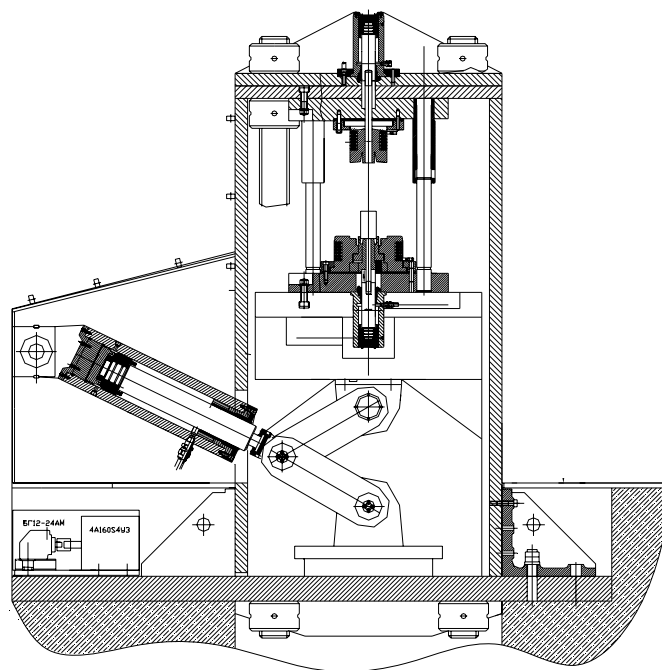


Рис.6 Общий вид гидроколенного пресса

На (Рис. 6) показан общий вид гидроколенного пресса.

Конструкция держится за счет колонн и за счет ребер жесткости.

В момент, когда коленный механизм попадает в зону трения - за счет жесткости колен, мы можем прекратить подачу жидкости в цилиндр, экономя при этом электроэнергию.

Гидроколенный пресс легко управляем, что необходимо для процесса тиксоштамповки.

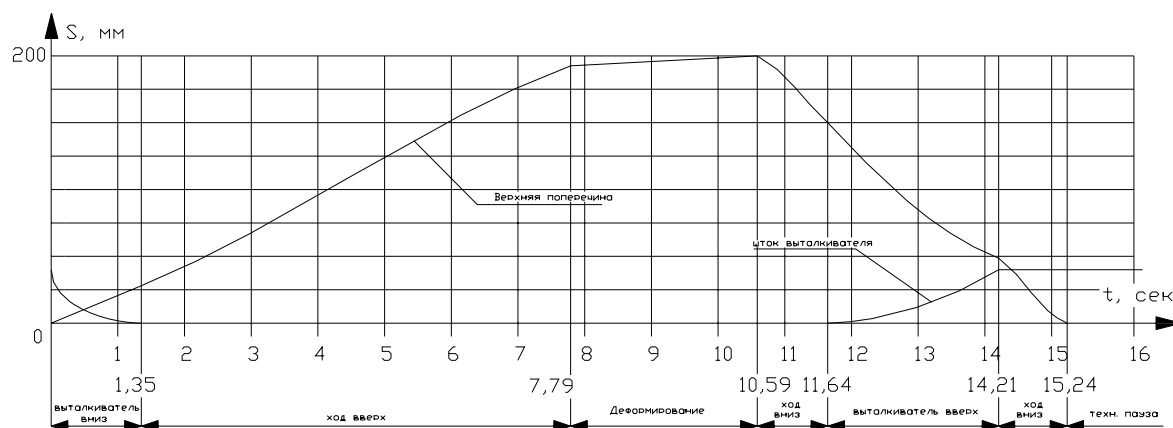


Рис.7 Общий вид диаграмма работы пресса.

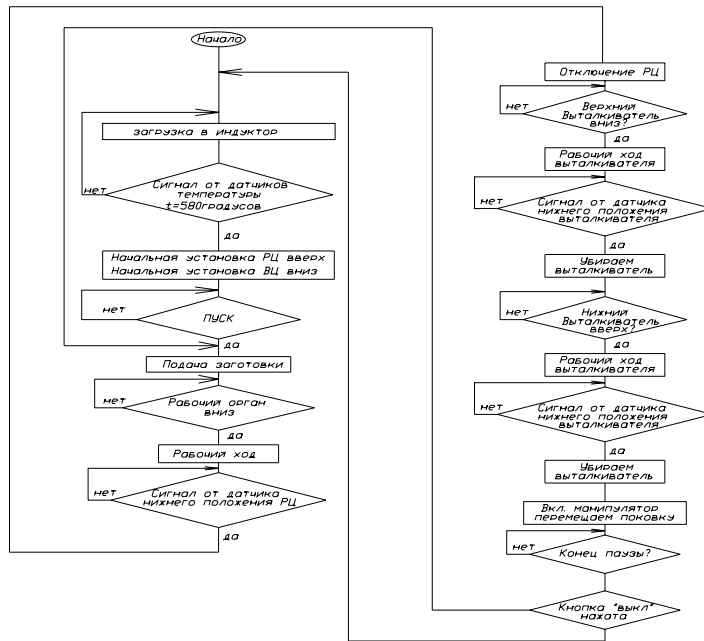
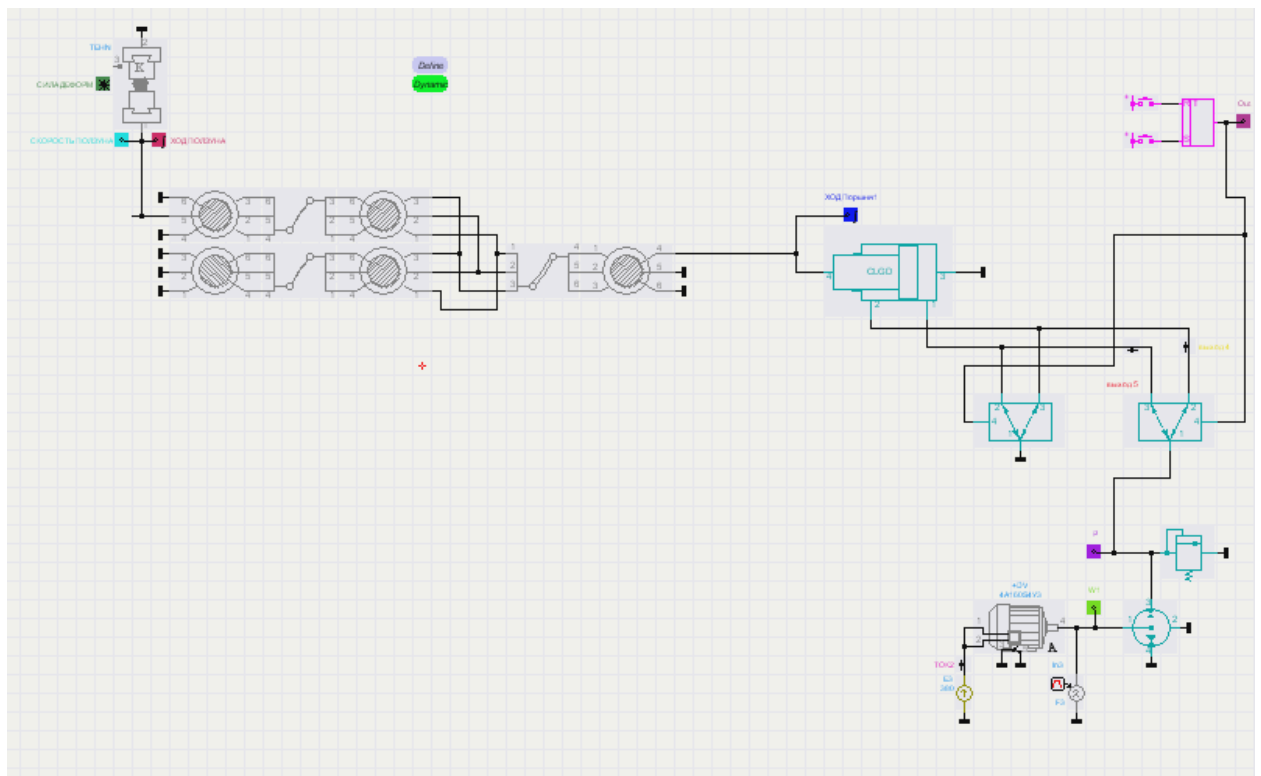


Рис.8 Алгоритм процесса

Для управления работы процесса необходимо по алгоритму (Рис.8) написать программу. Для оптимизации параметров работы пресса возможно составление модели пресса в программном комплексе ПА9.



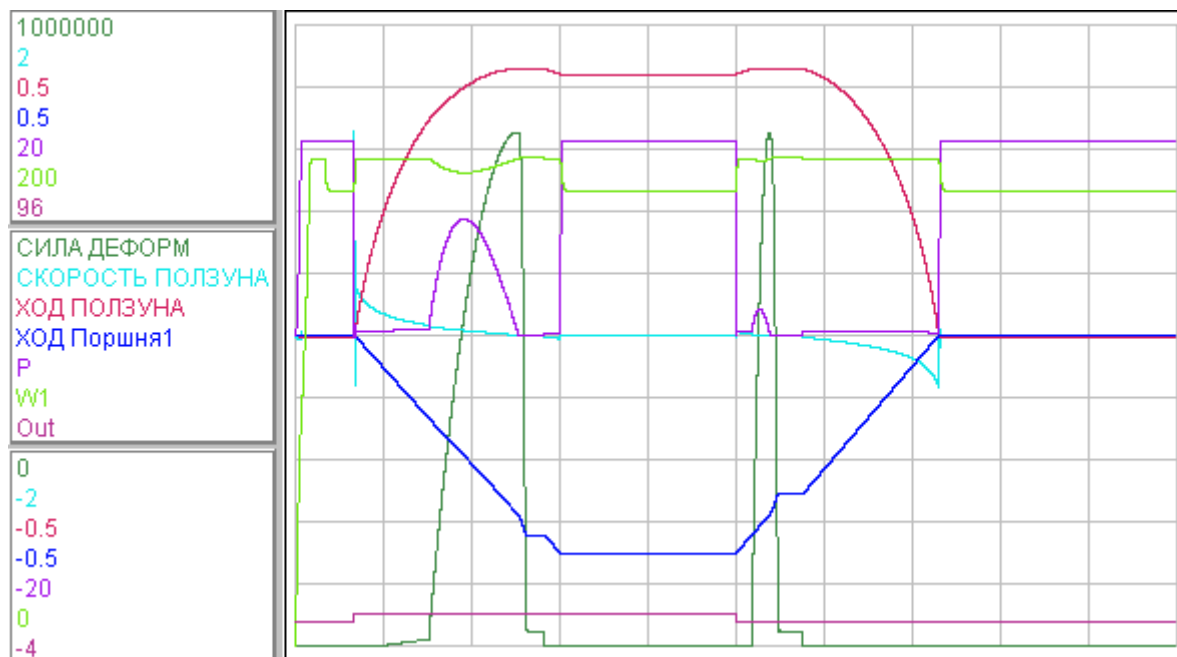


Рис.9 Моделирование в программном комплексе ПА9

Гидроколенный пресс по многим параметрам подходит для процесса тиксоштамповки, но один из недостатков прессы по сравнению с гидравлическим – дополнительные затраты на установку и изготовление коленного механизма.