

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет)

Факультет «Материаловедение и металлургические технологии»  
Кафедра «Процессы и машины обработки металлов давлением»

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ**

Заведующий кафедрой, степень, звание

\_\_\_\_\_  
/В.Г. Шеркунов, д.т.н., проф./

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

Тема работы: «Модернизация открытого кривошипного прессы простого действия»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**ЮУрГУ–15.03.02.2017.00000.ВКР**

**Руководитель**

В.П. Созыкин / \_\_\_\_\_ /

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

**Автор**

студент группы П-439

М.Д. Тихонов / \_\_\_\_\_ /

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

**Челябинск 2017**

## **Аннотация**

Тихонов М.Д. Челябинск: ЮУрГУ,  
П-439; 2017, 28с., 16 ил., библиогр.  
список – 6 наим.

В данной выпускной квалификационной работе изложены конструкция и принцип работы открытого кривошипного пресса простого действия и ползуна, выполнено описание процессов заклинивания и расклинивания, выполнено описание модернизации ползуна пресса.

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ОТКРЫТОГО КРИВОШИПНОГО ПРЕССА УСИЛИЕМ 1 МН .....	6
2. УСТРОЙСТВО ПОЛЗУНА И СТАНИНЫ.....	10
3. ЗАКЛИНИВАНИЕ КРИВОШИПНЫХ ПРЕССОВ .....	12
4. СПОСОБЫ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ ВЫВЕДЕНИЯ ПРЕССОВ ИЗ ЗАКЛИНЕННОГО СОСТОЯНИЯ (ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР) .....	14
5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОЛЗУНА С РАСКЛИНИВАЮЩИМ УСТРОЙСТВОМ.....	19
6. РАСЧЁТЫ .....	21
ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЙ ДЕЙСТВУЮЩИХ НА КЛИНОВЫЙ РАСКЛИНИВАТЕЛЬ.....	21
РАСЧЁТ БОЛТА НА ПРОЧНОСТЬ.....	25
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	29
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	30

## **ВВЕДЕНИЕ**

Рост производительности увеличивает динамическую загруженность технологических машин, что в ряде случаев приводит к возникновению усилий, превышающих допустимые, и как следствие, к поломкам деталей и узлов оборудования. В связи с этим возникает задача надежного предохранения от перегрузок вновь создаваемых и находящихся в эксплуатации машин и механизмов.

Анализ аварий технологического оборудования показывает, что наибольший процент поломок приходится на машины возвратно-поступательного действия с маховичным приводом, в частности, на механические прессы. Кроме этого, механические прессы в силу особенностей работы исполнительного кривошипно-шатунного механизма часто подвержены явлению заклинивания, что также затрудняет нормальные условия их эксплуатации и ведёт к непроизводительным потерям времени. Поэтому, до настоящего времени остается актуальной задача надёжного предохранения механических прессов от перегрузок и заклинивания.

В комплексе мероприятий, обеспечивающих решение указанной задачи, большую роль играет оснащение механических прессов расклинивающими устройствами. Осуществить выбор рациональной области применения того или иного типа устройств можно лишь при условии четкого представления об особенностях конструкции предохранителя, предохраняемой машины и характере выполняемой на ней штамповочной операции.

Вместе с тем, в литературе имеются лишь разрозненные, явно недостаточные сведения о типах и особенностях работы расклинивающих устройств.

## 1. Устройство и принцип действия открытого кривошипного пресса усилием 1 МН

Рассмотрим устройство и принцип действия открытого кривошипного пресса на модели пресса К-2130Б со следующими техническими характеристиками:

Тип.....	однокривошипный открытый простого действия ненаклоняемый
Модель.....	К-2130Б
Номинальное усилие, тс.....	100
Ход ползуна регулируемый, мм:	
наибольший.....	130
наименьший .....	25
Число ходов в минуту.....	80
Число ходов в минуту, тихоходный вариант.....	40
Размеры стола, мм.....	850x560
Наибольшее расстояние между столом и ползуном в его нижем положении при наибольшем ходе, мм.....	400
Регулировка расстояния между столом и ползуном, мм.....	100
Размеры отверстия в столе, мм:	
слева направо.....	420
спереди назад.....	280
диаметр.....	360
Толщина подштамповой плиты, мм.....	100

Размеры ползуна, мм:	
слева направо.....	330
спереди назад.....	275
Размеры отверстия в ползуне, мм:	
диаметр.....	60A <sub>3</sub>
глубина.....	65
Расстояние от оси ползуна до станины, мм.....	320
Расстояние между стойками в свету, мм.....	400
Высота стола над уровнем пола, мм.....	700
Электродвигатель:	
мощность, кВт.....	10
мощность, кВт, тихоходный вариант.....	7,5
число оборотов в минуту.....	1350
число оборотов в минут, тихоходный вариант.....	675
Приводные ремни:	
тип.....	Б
длина, мм.....	2800
количество.....	5
Габаритный размеры, мм:	
длина.....	1965
ширина.....	1585
высота.....	2750
Масса пресса, кг.....	6645

Открытый кривошипный пресс модели К-2130Б (рис.1) предназначен для вырубki, гибки, неглубокой вытяжки и других холодноштамповочных работ.

Пресс рассчитан для работ как на одиночных, так и на автоматических ходах. Подача материала может производиться вручную или автоматически.

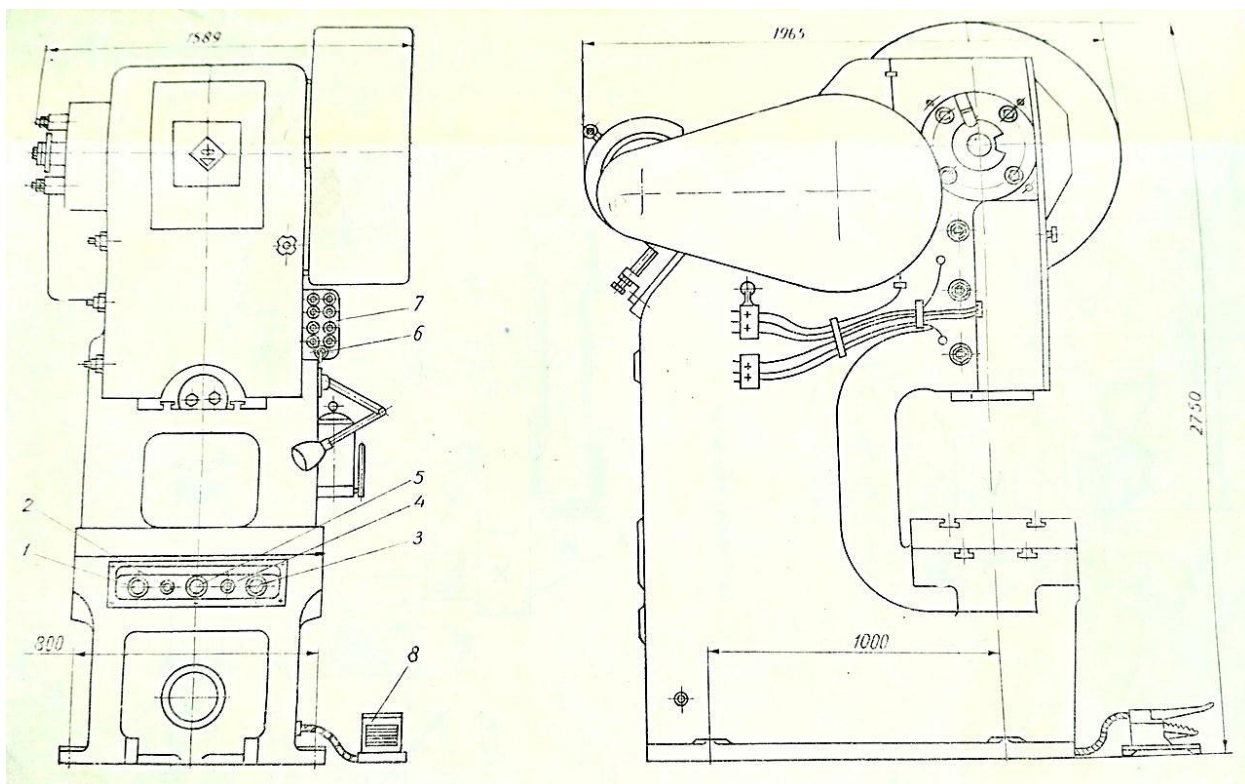


Рис1. Общий вид пресса

Рабочей частью (инструментом) пресса является штамп, неподвижную часть которого крепят к столу, подвижную — к ползуну пресса. Ползун перемещается кривошипно-шатунным механизмом. За один оборот кривошипа шатун совершает полный ход, во время которого при движении ползуна вперед происходит штамповка.

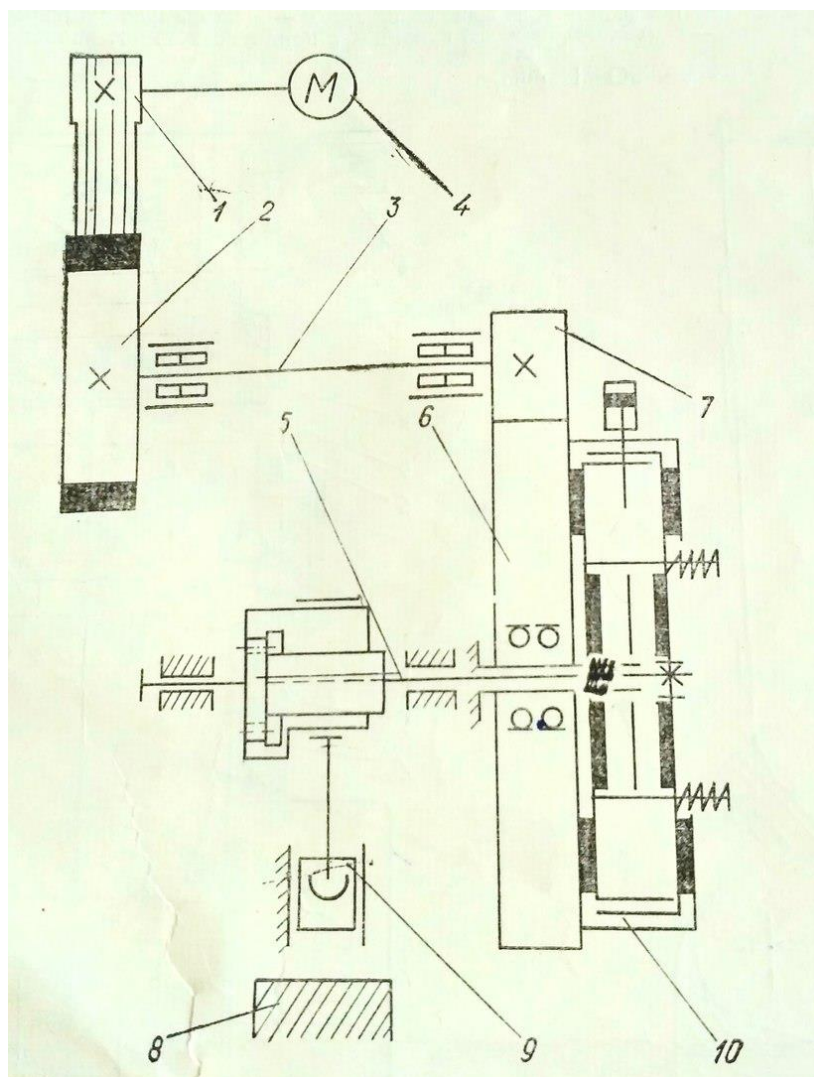


Рис. 2. Кинематическая схема прессы модели К-2130Б: 1- шкив; 2 – маховик; 3 – вспомогательный вал; 4 – электродвигатель; 5- вал главный; 6,7 – шестерни; 8 – стол; 9 – ползун; 10- муфта-тормоз.

Усилие прессы создаётся за счёт крутящего момента, передаваемого кривошипному валу электроприводом. Привод состоит из электродвигателя, маховика, муфты включения, тормоза и понижающей зубчатой передачи, от которой вращение передаётся кривошипному валу. Электродвигатель вращает маховик, за счёт силы инерции которого на кривошипном валу возникает крутящий момент. Пресс может работать в режиме одиночных ходов, т. е. с выключением муфты после каждого полного хода, или в автоматическом режиме, когда муфта включена постоянно.



Важнейшие характеристики прессы, в определяющие его технологические возможности:

- размеры стола
- ход ползуна
- номинальное усилие
- число ходов ползуна в минуту в автоматическом режиме

## **2. Устройство ползуна и станины**

### **Устройство станины прессы**

Станина прессы отлита из чугуна. В верхней её части расположены буксы главного вала, а на передней части – закреплены направляющие. Положение направляющих и зазоры в них регулируются регулировочными болтами. Суммарный зазор должен быть в пределах 0,06-0,12мм. Спереди, на боковых стенках крепятся упоры планки выталкивателя. На рабочей плоскости стола закреплена подштамповая плита. Для крепления штампа на плите имеются Т-образные пазы. Внутри стола предусмотрено место для установки пневмоподушки.

### **Описание и регулировка ползуна прессы**

Ползун прессы (рис.3) коробчатой формы отлит из чугуна. На нижней плоскости ползуна имеются Т-образные пазы для крепления штампов. Крепление штампов за хвостовик осуществляется двумя цилиндрическими штамподержателями, которые стягиваются гайками 16. Хвостовик стопорится винтом 14.

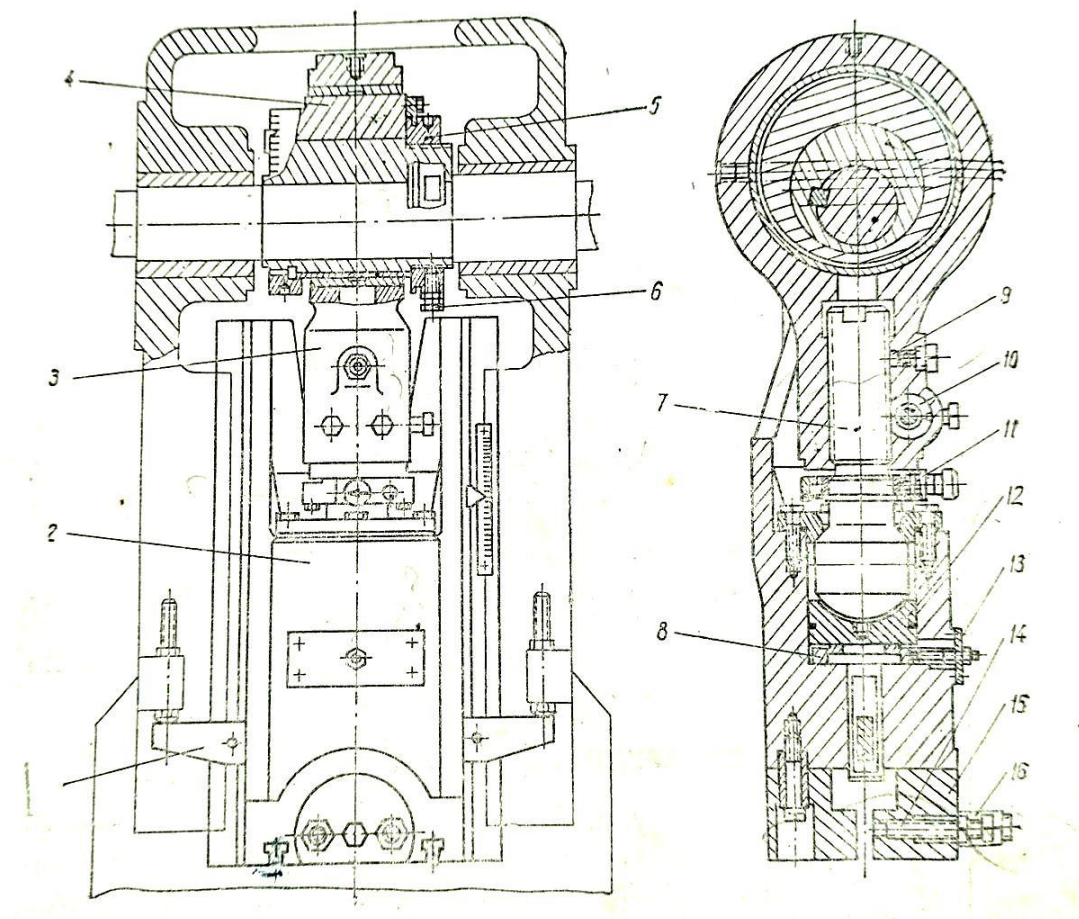


Рис.3. Ползун: 1- планка выталкивателя; 2- ползун; 3 – шатун; 4 – втулка эксцентриковая; 5 – гайка; 6 – фиксатор; 7 – шток; 8 – предохранитель; 9 – фиксатор; 10 – зажим; 11 – храповой механизм; 12 – подпятник; 13- крышка; 14 – винт; 15 – сухарь; 16 – гайка.

В средней части ползуна размещена планка выталкивателя 1. Наибольший ход планки – 45мм. С главным валом ползун связан через шату 3 и шток 7 с шаровой опорой. Необходимый зазор в шаровой опоре регулируется набором прокладок.

Опорой подпятника служит предохранительная шайба 8, рассчитанная на срез при перегрузках прессы.

Механизм регулировки позволяет изменять ход ползуна в пределах от 25 до 130 мм. При регулировке следует: -вывернуть наполовину фиксатор 6 и вращая гайку 5, вывести из зацепления

эксцентрикковые втулки;  
-вращай эксцентрикковую втулку 4, установить требуемый ход ползуна;  
-гайкой 5 ввести в зацепление эксцентрикковые втулки, гайку застопорить фиксатором 6.

Регулировку штампового пространства производить воротком при помощи храпового механизма 11. Стрелка на ручке указывает направление вращения штока. Для предотвращения самопроизвольного поворота механизма стрелку установить вертикально. Шток фиксируется зажимами 10. Нижний предел регулировки ограничен фиксатором 9.

### **3. Заклинивание кривошипных прессов**

Работа кривошипных прессов характеризуется существенной неравномерностью расхода энергии за цикл. Для выравнивания нагрузки на электродвигателе в кривошипном прессе применяется маховичный привод. С учётом допустимого коэффициента скольжения приводного электродвигателя падение кинетической энергии маховика при рабочем ходе не превышает 20...30% общей энергии, накопленной маховиком.

Обладая излишним запасом энергии, кривошипные прессы в состоянии развивать усилия, значительно выше номинальных. Если сопротивление деформируемой заготовки по каким-либо причинам (неправильная наладка штампов, попадание в штамп двух заготовок и т.п.) окажется выше расчётного, большая часть энергии будет расходоваться на упругую деформацию самого прессы. Возникает перегрузка прессы по усилию. Очевидно, что при силовых перегрузках в различных деталях прессы может быть превышен предел прочности материала, что ведёт к их разрушению.

Это, прежде всего, касается таких дорогостоящих деталей, как станина, главный вал, зубчатые колёса и шатун.

При эксплуатации кривошипных прессов из-за случайных и неизбежных нарушений технологического режима бывают случаи остановки ползуна в момент совершения рабочего хода, когда момент для поворота кривошипно-шатунного механизма оказывается недостаточным, данное явление приобрели название – заклинивание кривошипно-ползунного механизма.

С данным явлением приходится сталкиваться в случае перегрузки при недостаточном запасе энергии маховика или при перегрузке и нарушении связи коленчатого вала с приводом (проскальзывание фрикционной муфты).

При этом система деталей «кривошипно-ползунный механизм – станина» будет находиться под нагрузкой. Упругие силы, возникающие в этой системе деталей стремятся повернуть шатун и кривошип так, чтобы снять возникшие деформации, но повороту препятствуют моменты трения в шарнирах. Для снятия упругих сил необходимо приложить дополнительный момент на приводе. Если этот момент недостаточен, то механизм остается в покое, или как принято говорить, заклинится.

Процесс заклинивания, как правило, сопровождается значительной перегрузкой пресса по усилию, которое может превышать номинальное усилие пресса в 1.5-1.8 раза, т.е.  $P_з = (1,5 \dots 1,8)P_n$ .

Заклиниванию подвержены прессы, на которых выполняются технологические операции с максимальным усилием в конце рабочего хода (объёмная штамповка, чеканка, калибровка, гибка, выдавливание и т.п.).

#### 4. Способы и устройства для выведения прессов из заклиненного состояния (патентный обзор)

Расклинивающие устройства позволяют снять упругие деформации в звеньях кривошипного пресса и повторным включением привода вернуть ползун в исходное положение.

Существуют несколько способов расклинивания кривошипных прессов. Есть способы расклинивания кривошипных прессов, сущность которых заключается в устранении упругих деформаций деталей пресса посредством приложения к кривошипно-шатунному механизму внешней нагрузки определённой величины.

В зависимости от места приложения усилия расклинивания предлагаются три варианта реализации указанного способа (рис.4): усилие прикладывается к шатуну (рис.4,а), к кривошипу (рис.4,б) и к рычагу, закреплённому на кривошипном валу (рис.4,в).

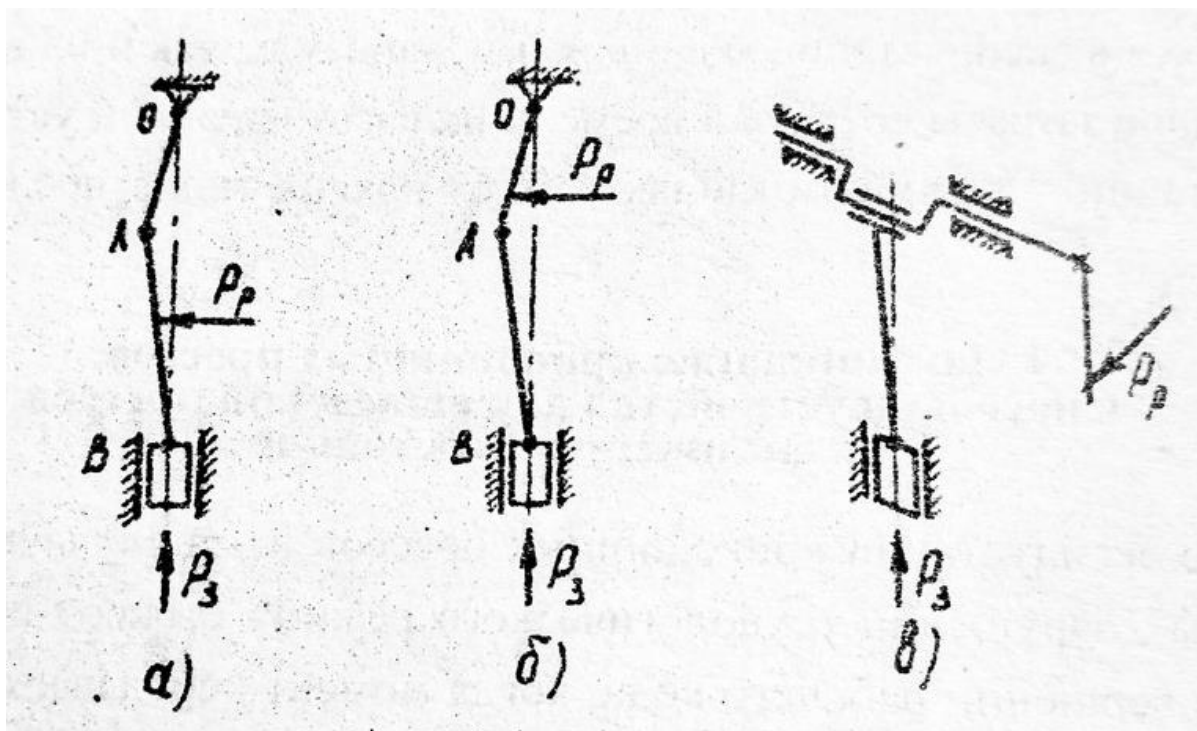


Рис.4.

Теоретическим анализом выявлено, что вариант схемы нагружения, изображенный на рис.4,в, по сравнению с остальными двумя, обеспечивает наименьшую величину усилия расклинивания.

Однако наибольшим эффектом обладает способ, когда расклинивание прессы осуществляется специально предназначенным для этой цели устройствами. Принцип действия таких устройств основан на том, что установленные в силовую цепь прессы и находящиеся под действием упругих сил они разрушаются или деформируются только при внешнем воздействии на них со стороны обслуживающего персонала.

Например расклинователь из термопластичного материала с нагревательными элементами (рис.5). Данный тип устройства представляет собой элемент 1, выполненный из термопласта с впаянными в него электродами 2 и установленного под опорой 3 шатуна прессы. Для выведения прессы из заклиненного состояния достаточно подключить электроды 2 к источнику тока и элемент 1 начинает пластически деформироваться. Тем самым снимаются упругие деформации в звеньях исполнительного механизма прессы.

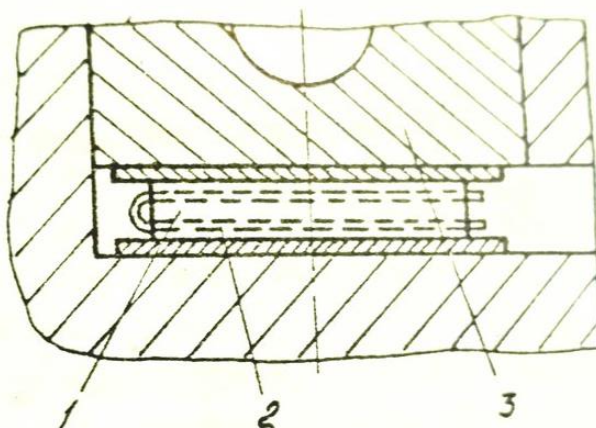


Рис 5.

Расклинователи с различной рабочей средой: жидкой рабочей средой, эластичным элементом или стальной металлической дробью (рис.6). Данные

типы устройств позволяют снять упругие деформации в деталях заклиненного пресса за счёт вытеснения рабочей среды из замкнутой полости расклинителя. Принцип действия данных устройств ясен из рисунков. [5].

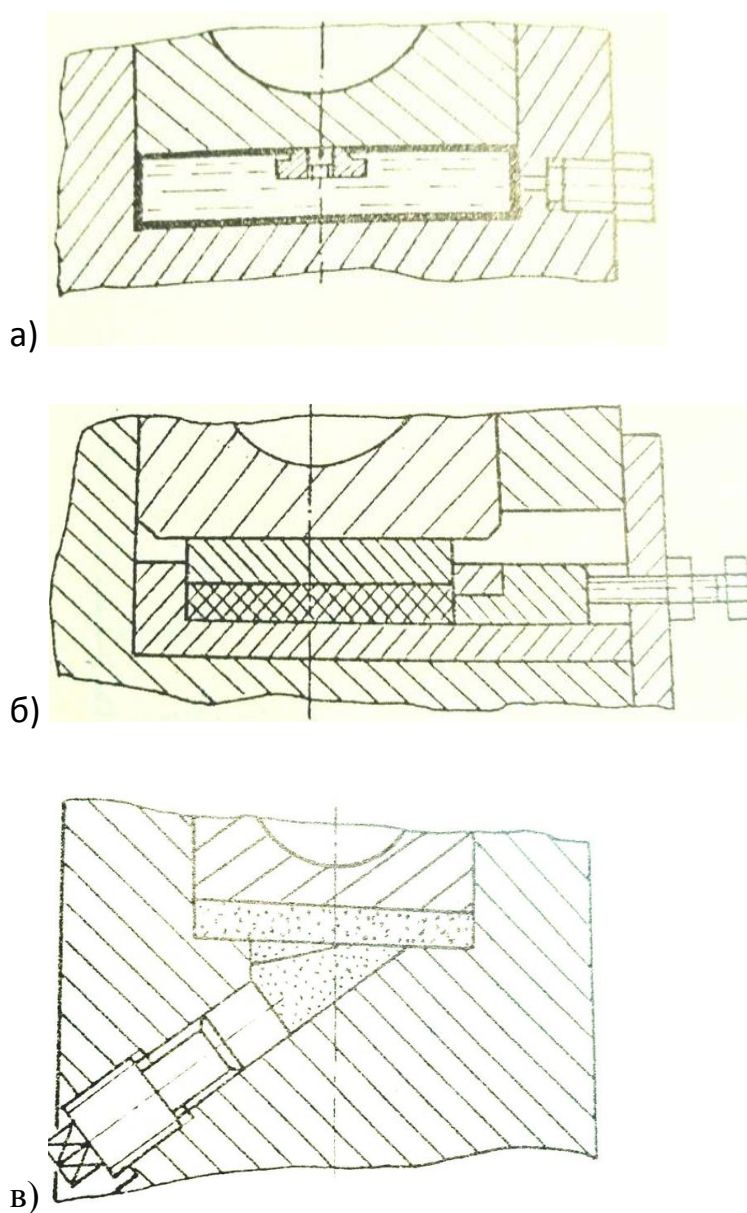


Рис 6. Варианты расклинителей с различной рабочей средой: а- с жидкой рабочей средой; б – с эластичной рабочей средой; в- со стальной металлической дробью.

Достоинством таких расклинителей являются простота и небольшие габариты, что позволяет устанавливать их не место чашечных разрушающихся предохранителей без каких-либо переделок ползуна.

Наиболее рациональной является конструкция устройства, совмещающая в себе функции как предохранителя от перегрузки, так и расклинвателя. Такие предохранители наиболее приемлемы для установки только на крупных листоштамповочных прессах ( $P_n > 1\text{МН}$ ) из-за сложности и больших габаритов.

Расклинватель имеющий в качестве рабочего элемента тонкостенной цилиндрическое кольцо (рис.7). Под подпятником 4 ползуна 5 установлен выдвижной блок, состоящий из опорного кольца 3, в стенке которого выполнены пазы 7, опоры 1 и предохранительного кольца 2. В опорное кольцо 3 ввёрнут винт 8, на котором находится конус 9, взаимодействующий с четырьмя ползушками 6, расположенными в пазах опорного кольца 3. [6].

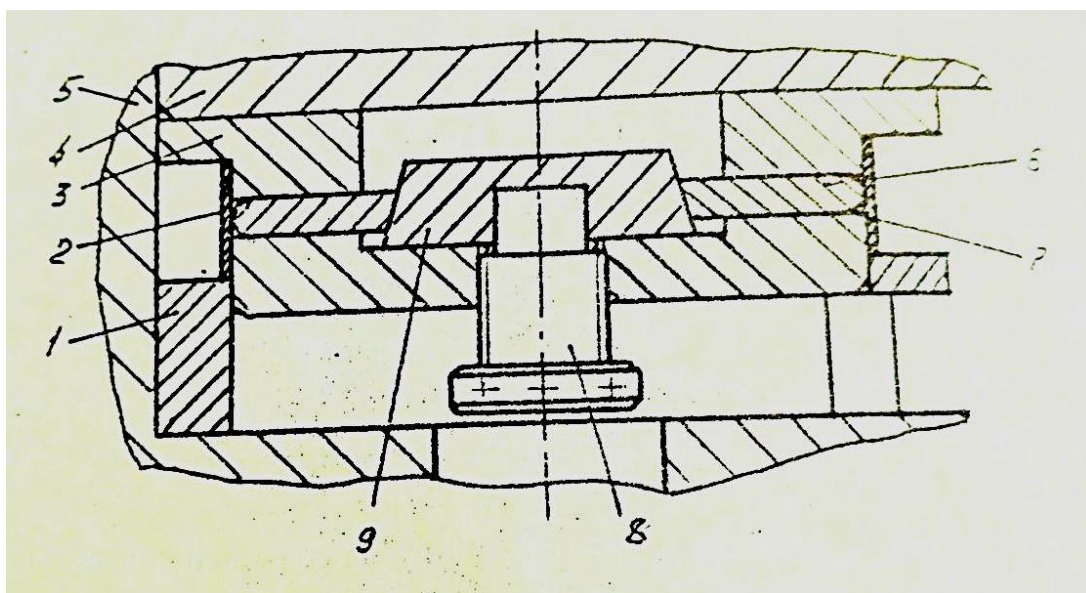


Рис.7. Расклинватель с тонкостенным кольцом.

При перегрузке пресса, когда усилие на ползуне становится равным расчётному усилию, кольцо 2 деформируется в радиальном направлении теряя устойчивость (рис.8). Шатун получает возможность пройти крайнее



нижнее положение при остановившемся ползуне.



Рис.8. Стадии деформирования кольцевого предохранителя

В случае необходимости вывести пресс из заклиненного состояния вращают винт 8, ползушки 6 расходятся и скругленными концами деформируют в радиальном направлении предохранительное кольцо 2. Кольцо теряет устойчивость, и усилие в прессе снижается. После этого включением привода выводят ползун прессы в верхнее положение. После устранения причин перегрузки или заклинивания производят замену предохранительного кольца на новое, возвращают элементы устройства в исходное положение и устанавливают блок в сборе в полость ползуна прессы.

Анализ достоинств и недостатков рассмотренных конструкций, расклинивающих устройств позволяет сделать вывод о том, что для кривошипных прессов небольшого усилия ( $P_n \leq 1\text{МН}$ ) наиболее приемлемой является конструкции расклинивателя с эластичной средой.

## 5. Проектирование ползуна с расклинивающим устройством

Кривошипный пресс К-2130Б получил большое распространение за свой функционал. Однако и он не лишён недостатков. К таковым относится нередкое заклинивание пресса из-за большого количества ходов и неизбежных нарушений технологического режима бывают случаи остановки ползуна, оказывается недостаточным для поворота кривошипно-шатунного механизма. В ползуне данного пресса используется предохранительная шайба, рассчитанная на срез при перегрузках пресса. Благодаря проведённому в пункте 5 анализу и рассмотрению патентов, на основе авторского издательства [4], в данной работе в качестве модификации был выбран ползун, дополненный расклинивающим устройством в виде клинового расклинителя совмещённым с эластичным элементом (Рис.9). Он будет обеспечивать более равномерную нагрузку на ползун и на систему пресса в целом. Данная конструкция будет исключать необходимость удаления и замены сломанного предохранителя и установки нового, что сократит время его обслуживания в случае заклинивания и время простоя, а следовательно удешевит производство.

Рассмотрим рисунок и схему ползуна с клиновым расклинителем подробнее.

В полости ползуна (1) установлен эластичный элемент (4) из полиуретана и размещённый на нём подпятник (3) шатуна (2). В осевом отверстии ползуна расположен толкатель (5), опирающийся на клин (6), поверхности которого взаимодействуют с ползушками (7), (8). Ползушки расположены в поперечном пазу ползуна и стянуты винтом (9).

При нормальной работе пресса эластичный элемент (4) находится в замкнутой полости и работает как жёсткое тело. Для вывода пресса из заклиненного состояния вращают винт (9). Толкатель (5) воспринимает силу давления со стороны эластичного элемента (4) и раздвигает посредством клина (6) ползушки (7),(8). Часть объёма эластомера вытесняется в осевое

отверстие, освобождаемое толкателем. Происходит упругая разгрузка силовой системы пресса.

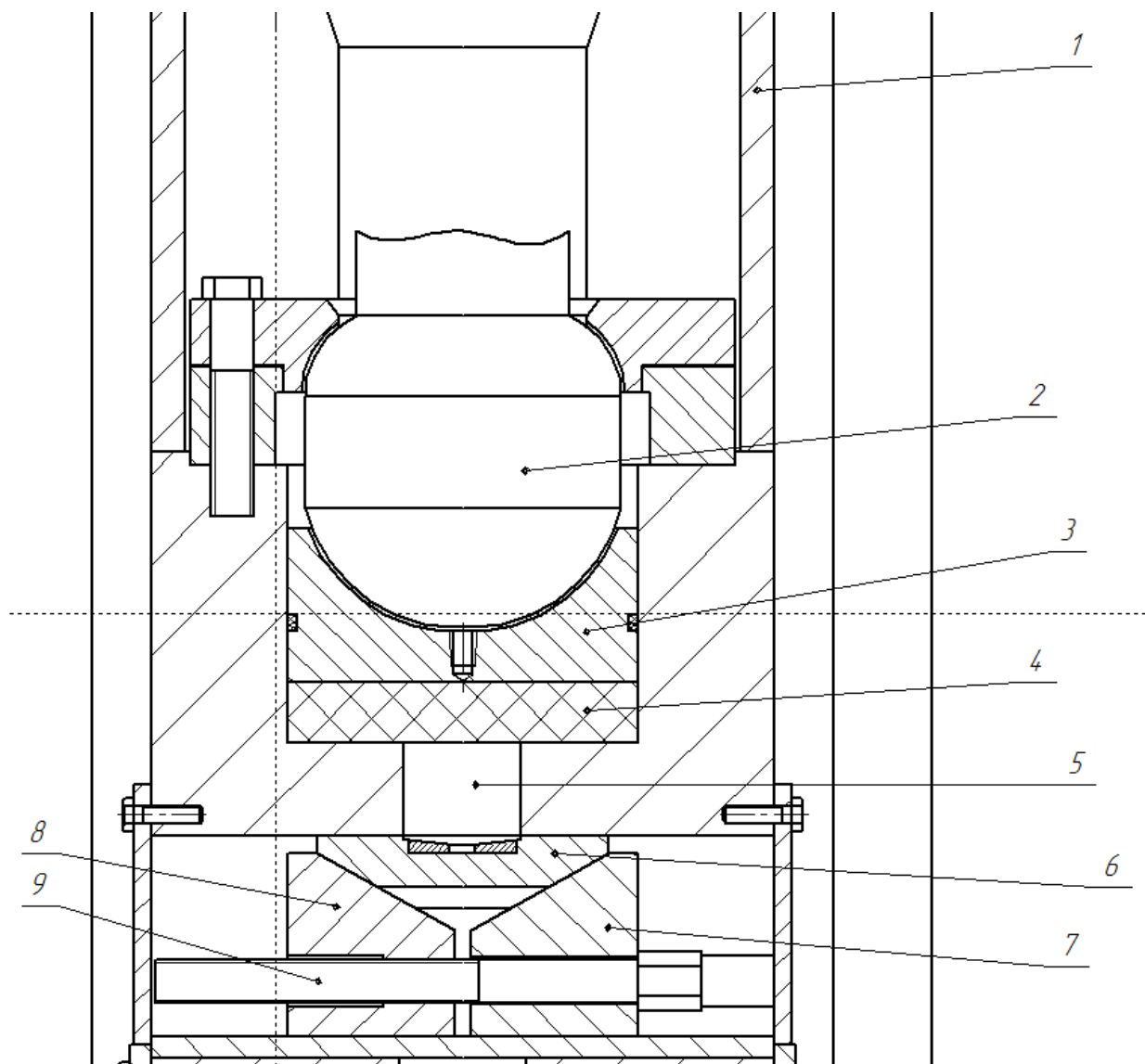


Рис.9.

## 6. Расчёты

### Определение усилий действующих на клиновый расклинователь

На заданный ползун согласно конструкции прессы действует усилие

$$F_{\text{п}} = 1 \text{ МН}$$

Определим давление оказываемое на полиуретановую вставку (Рис.10).

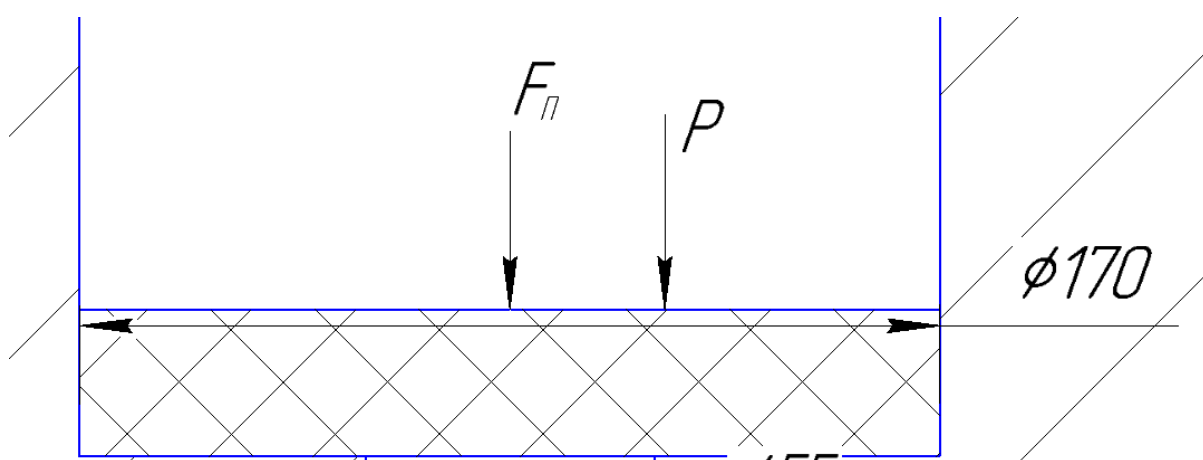


Рис 10.

Площадь вставки:  $S_{\text{в}} = \pi R_{\text{в}}^2 = 3,14 \times (85 \text{ мм})^2 = 22687 \text{ мм}^2 \approx 0,023 \text{ м}^2$

$$P = \frac{F_{\text{п}}}{S_{\text{в}}} = \frac{1 \times 10^6 \text{ Н}}{0,023 \text{ м}^2} = 43478261 \text{ Па} \approx 43,5 \text{ Мпа.}$$

Определим силу передаваемую на торцевую поверхность толкателя через эластичную вставку (Рис.11).

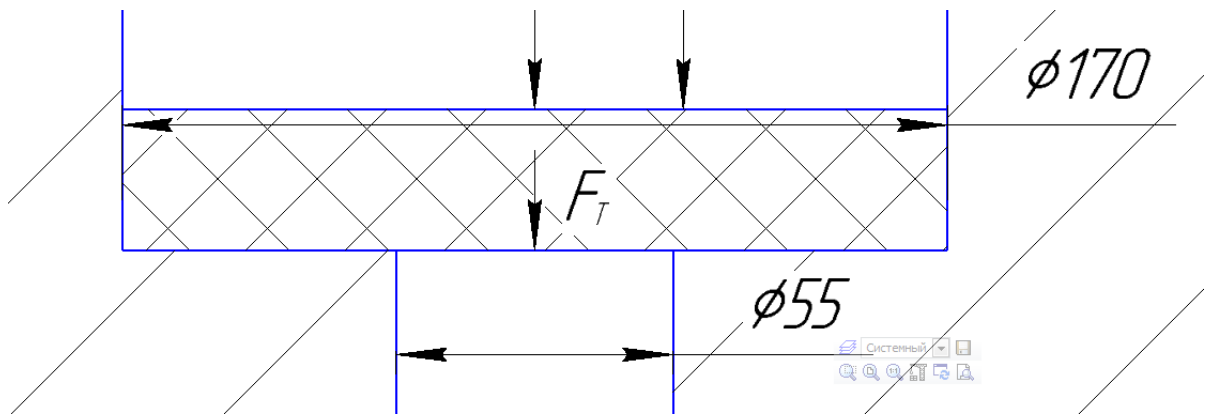


Рис.11.

Площадь торцевой поверхности толкателя:

$$S_T = \pi R_T^2 = 3,14 \times (27,5\text{мм})^2 = 2374,625 \text{ мм}^2 \approx 0,0024\text{м}^2$$

$$F_T = P S_T = 43,5 \text{ Мпа} \times 0,0024\text{м}^2 = 104400 \text{ Н} \approx 104,4 \text{ кН.}$$

Определим силы действующие со стороны клина на одну из ползушек (Рис.12).

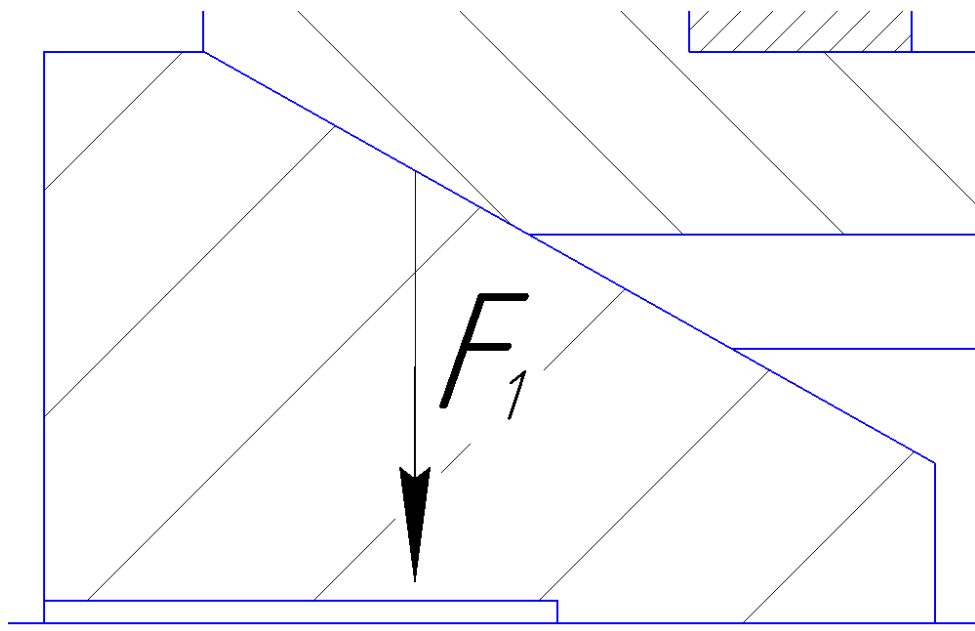


Рис.12.

Известна сила действующая со стороны клина  $F_T = 104,4 \text{ кН}$

Определим силу  $F_1$ , она будет равна половине действующей силы со стороны клина, так как сила распределяется на две ползушки.

$$F_1 = \frac{F_T}{2} = \frac{104,4 \text{ кН}}{2} = 52,2 \text{ кН} = 52200 \text{ Н}$$

Определим силу  $F_2$ , для её нахождения необходимо достроить  $F_3$  по правилу параллелограмма и найти необходимые силы по правилу прямоугольных треугольников, так как между силами  $F_2$  и  $F_1$  образуется угол  $90^\circ$ .  $F_3$  приложена перпендикулярно поверхности и образует с силой  $F_1$  угол равный  $30^\circ$  (Рис.13).

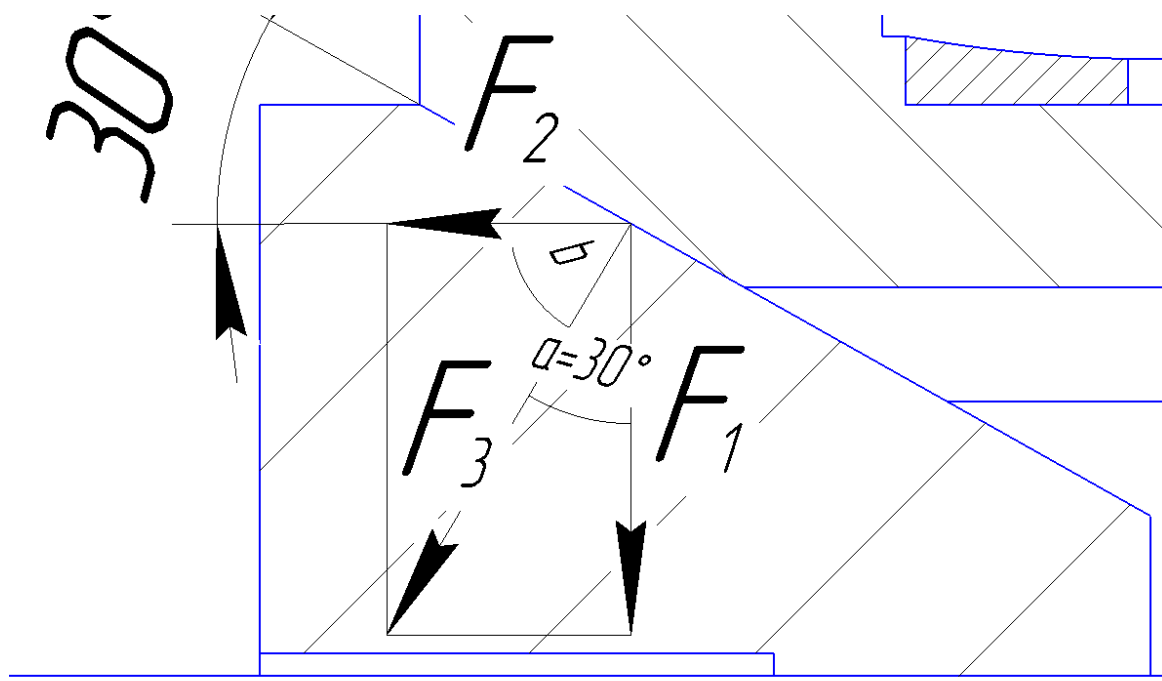


Рис.13.

Определим значение силы  $F_3$  по правилу прямоугольных треугольников из соотношения прилежащего катета к гипотенузе:

$$\cos \alpha = \frac{F_1}{F_3}$$

$$\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$F_3 = \frac{F_1}{\cos a} = \frac{52200 \text{ Н}}{0,866} = 60277 \text{ Н}$$

Далее следует определить силу  $F_2$ , её можно определить так же из правила прямоугольных треугольников через соотношение катетов и гипотенузы или из правила прямоугольника о сумме квадратов диагоналей.

Определим значение силы  $F_2$  по правилу прямоугольных треугольников из соотношения прилежащего катета к гипотенузе:

$$\cos b = \frac{F_2}{F_3}$$

$$\cos 60^\circ = 0,5$$

$$F_2 = \cos b F_3 = 0,5 \times 60277 \text{ Н} \approx 30139 \text{ Н}.$$

## Расчёт болта на прочность

Из условий нагружения конструкции видно что ответственным элементом в данной конструкции выступает болт, на который действуют растягивающие усилия от двух ползушек, поэтому необходимо провести расчёт болта на разрыв (Рис.14).

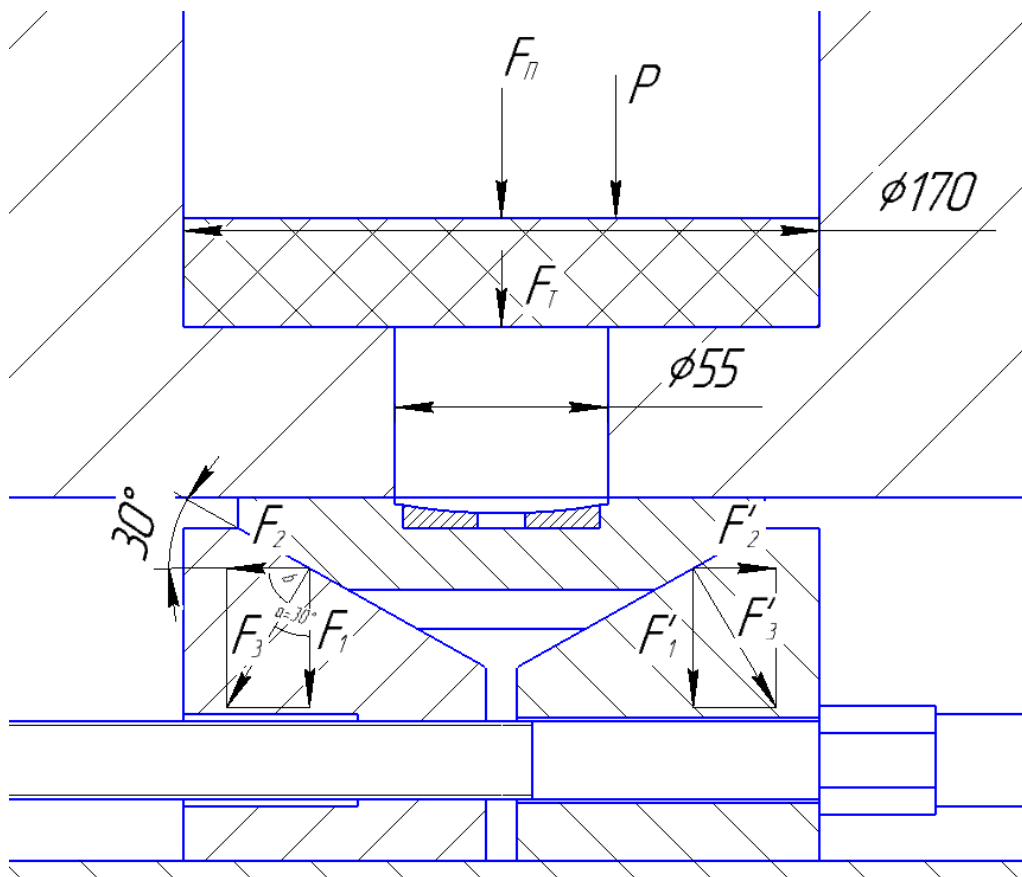


Рис.14.



Результаты расчета болта М24х2 на прочность

Осевое усилие на болт (Рис.15):  $F_w = 60278$  Н.

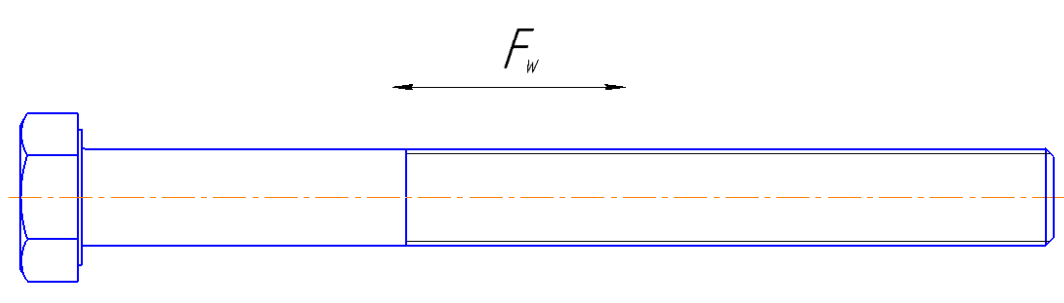


Рис.15.

Номинальный диаметр резьбы болта:  $D = 24$  мм.

Шаг резьбы болта:  $P = 2$  мм.

Диаметр резьбы по впадинам:  $d_3 = 21.55$  мм.

Диаметр резьбы средний:  $d_2 = 22.7$

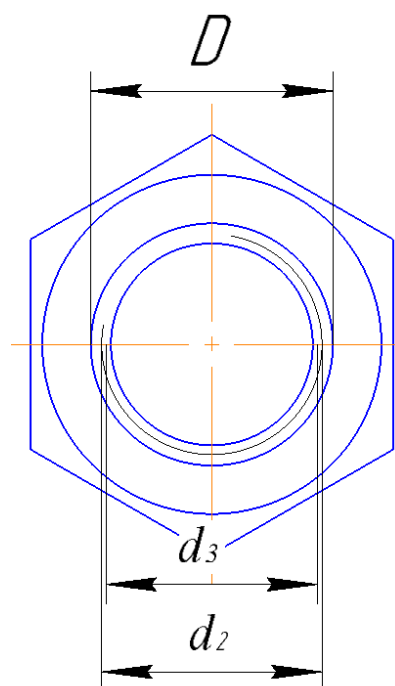


Рис.16.

Марка стали болтов: 45Х.

Допускаемое напряжение:

- на растяжение:  $[\sigma]^{20} = 295$  МПа;

- на срез:  $[\tau]^{20} = 147.5$  МПа.

Коэффициент полноты резьбы болта:  $K_1 = 0.75$ ;

Коэффициент деформации витков:  $K_m = 0.7$ .

Коэффициенты наличия смазки:

$\zeta = 0.13$ ;  $\zeta_1 = 0.26$ .

Площадь сечения болта:

$$A_w = \frac{\pi}{4} \left( \frac{d_3 + d_2}{2} \right)^2 \approx 384 \text{ мм}^2$$

Площадь сечения тела болта:

$$A_D = \frac{1}{4} \pi (D^2 - d^2) \approx 452$$

Момент сопротивления сечения кручению:

$$W_w = \frac{1}{16} \pi D^3 = 1988 \text{ мм}^3$$

Крутящий момент при затяжке:

$$M_K = \frac{\zeta F_w D}{z} = \frac{0,13 \times 60278 \times 24}{1} = 188067,4 \text{ Нмм.}$$

Момент на ключе для обеспечения усилия  $F_w$ :

$$M_{\text{кл}} = \frac{\zeta_1 F_w D}{z} = \frac{0,26 \times 60278 \times 24}{1} = 376134,7 \text{ Нмм}$$
$$= 38,3 \text{ кгс} \cdot \text{м (со смазкой)}.$$

Напряжения растяжения в болте:

$$\sigma_w = \frac{F_w}{A_w z} = \frac{60278}{384 \times 1} = 157 \text{ Мпа}$$

Напряжения среза резьбы в болте:

$$\tau_p = \frac{F_w}{\pi d_3 h z K_1 K_m} = \frac{60278}{3,14 \times 21,55 \times 24 \times 1 \times 0,75 \times 0,7} = 70,7 \text{ Мпа}$$

Напряжения кручения в болте:

$$\tau_{sw} = \frac{M_{\text{к}}}{W_w} = \frac{188067,4}{1988} = 94,6 \text{ Мпа}$$

Из расчётов видно, что напряжение растяжения, напряжение среза и напряжение кручения в болте входят в зону допустимых напряжений для данного материала болта

## **Заключение**

В ходе данной работы были рассмотрены конструкция и принцип работы открытого кривошипного пресса простого действия и ползуна, выполнено описание процессов заклинивания и расклинивания, проведён обзор патентных аналоговых устройств, выполнено описание модернизации ползуна пресса, проведены расчёты.

## Библиографический список

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. Т.1. – 9-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001-920с.
2. Банкетов А.Н. Кузнечно-штамповочное оборудование: Учебник для машиностроительных вузов. Под ред. А.Н. Банкетова, Е.Н. Ланского. -2-е изд., перераб и доп. – М.: Машиностроение, 1982 – 576с.
3. Живов Л.И. Кузнечно-штамповочное оборудование. Прессы. – 2-е изд., перераб. И доп. – Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1981 – 376с.
4. Созыкин В.П. Предохранительные устройства к кривошипным машинам: Учебное пособие. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2002 – 51с.
5. Созыкин В.П. Устройство для вывода кривошипных прессов из заклиненного состояния. – Челябинск: ЦНТИ, 1991. – (Информ. Листок: Сер.55.16.85. - №91-50).
6. А.с. 1088935, СССР, МКИ в 30 В15/28. Устройство для предохранения пресса от перегрузок/ В.П. Созыкин, Ю.П. Гажало, В.Д. Кайзер (СССР). - №3546309/25-27; Заявлено 02.02.83; Опубл. 30.04.84, Бюл.№16.