



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
Институт материаловедения и металлургии
Кафедра обработки металлов давлением

**ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ
ПОЛУЧЕНИЯ ПОКОВОК ШТАМПОВАННЫХ «ТЯГА ШАССИ»
ИЗ ТИТАНОВОГО СПЛАВА Ti-10V-2Fe-3Al**

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Руководитель к.т.н., доцент,

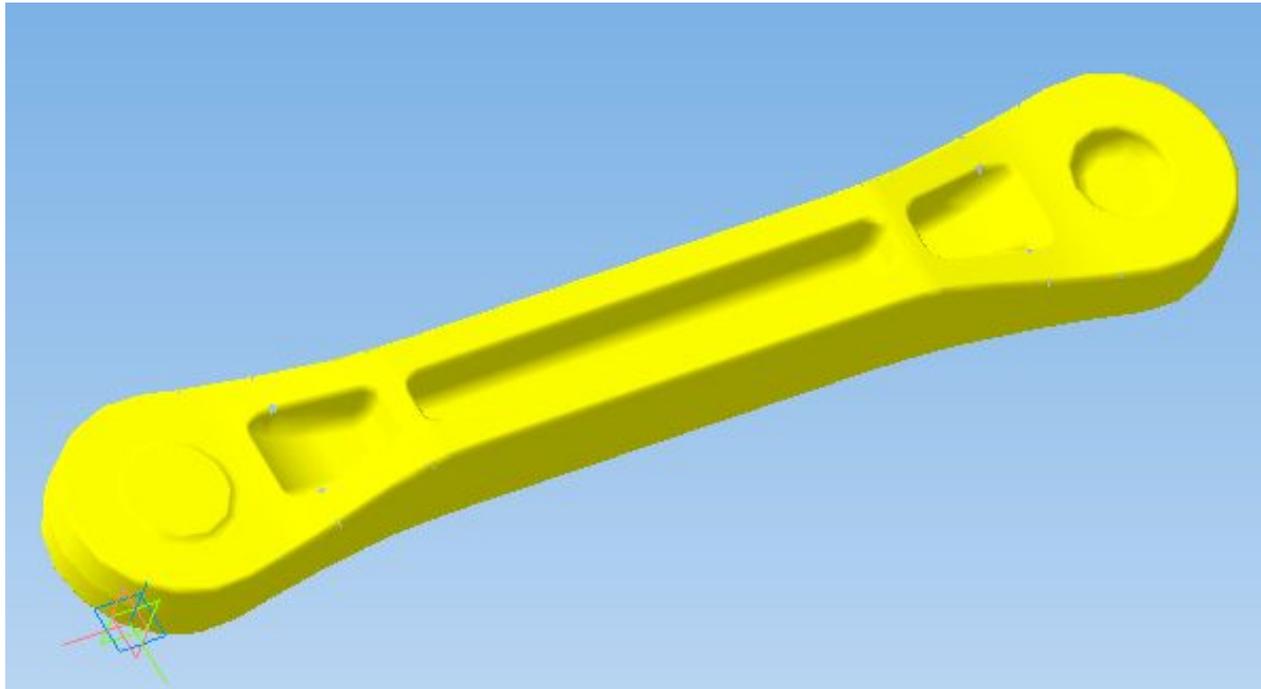
Литвинов К.И.

Студент

Кручинина Н.С.
Группа НМТВ-523202-ВС

Екатеринбург
2017

Поковка штампованная “Тяга шасси”



Характеристика материала поковки

Титановый сплав Ti10V2Fe3Al - титановый деформируемый сплав.

Высоколегированный промышленный деформируемый β -сплав Ti-10V-2Fe-3Al относится к классу сплавов, упрочняемых термообработкой.

Применяется в конструкциях планера самолета, дверях, шарнирах, цапфах, деталях шасси.

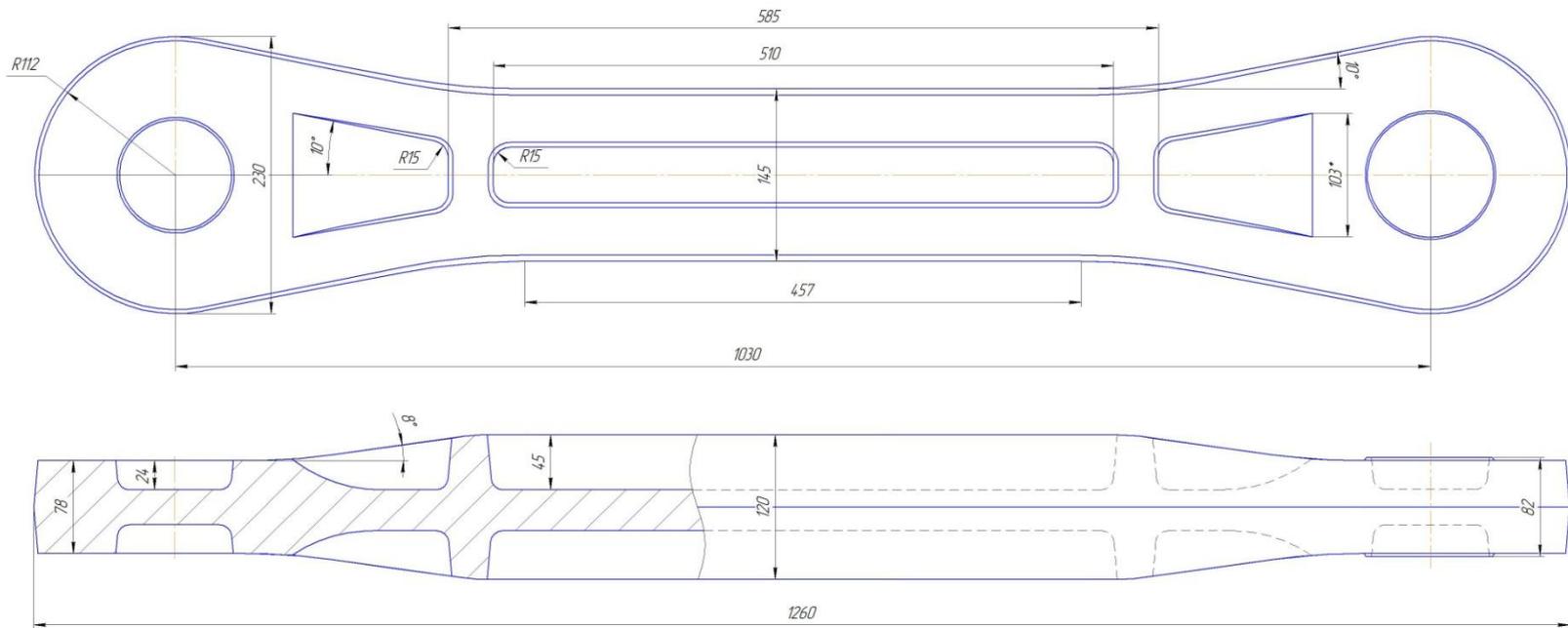
Химический состав сплава Ti-10V-2Fe-3Al, BMS7-260

Содержание легирующих элементов и примесей, %										
Al	Mo	Si	Cr	Fe	V	Zr	C	N	H	O
2,6-3,4	-	-	-	1,6-2,2	9,0-11,0	-	≤0,005	≤0,005	≤0,015	≤0,13

Механические свойства сплава

$\sigma_{0.2}$, МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %	KCU, МДж/м
1000-1200	900-1400	4,0-8,0	15-25	0,6-0,9

Поковка штампованная "Тяга нижняя"



- По ОСТ 1.90002-86 "Поковки штампованные крупногабаритные и детали из них. Конструктивные элементы. Припуски на обработку и предельные отклонения на размеры" припуски и предельные отклонения на размеры:
1. Штамповочный уклон 5° ;
 2. Смещение не более 5 мм (разностенность не более 10 мм);
 3. Неуказанные радиусы 3 мм;
 4. Предельные отклонения на недоштамповку $+2,0$
 $-0,5$ мм.

Эскиз исходной заготовки



Эскиз фасонной заготовки под штамповку

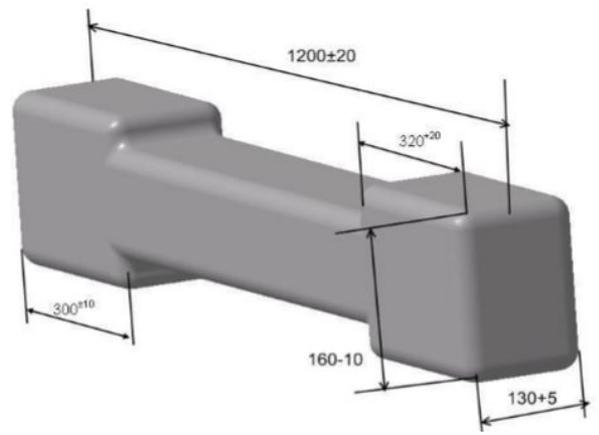
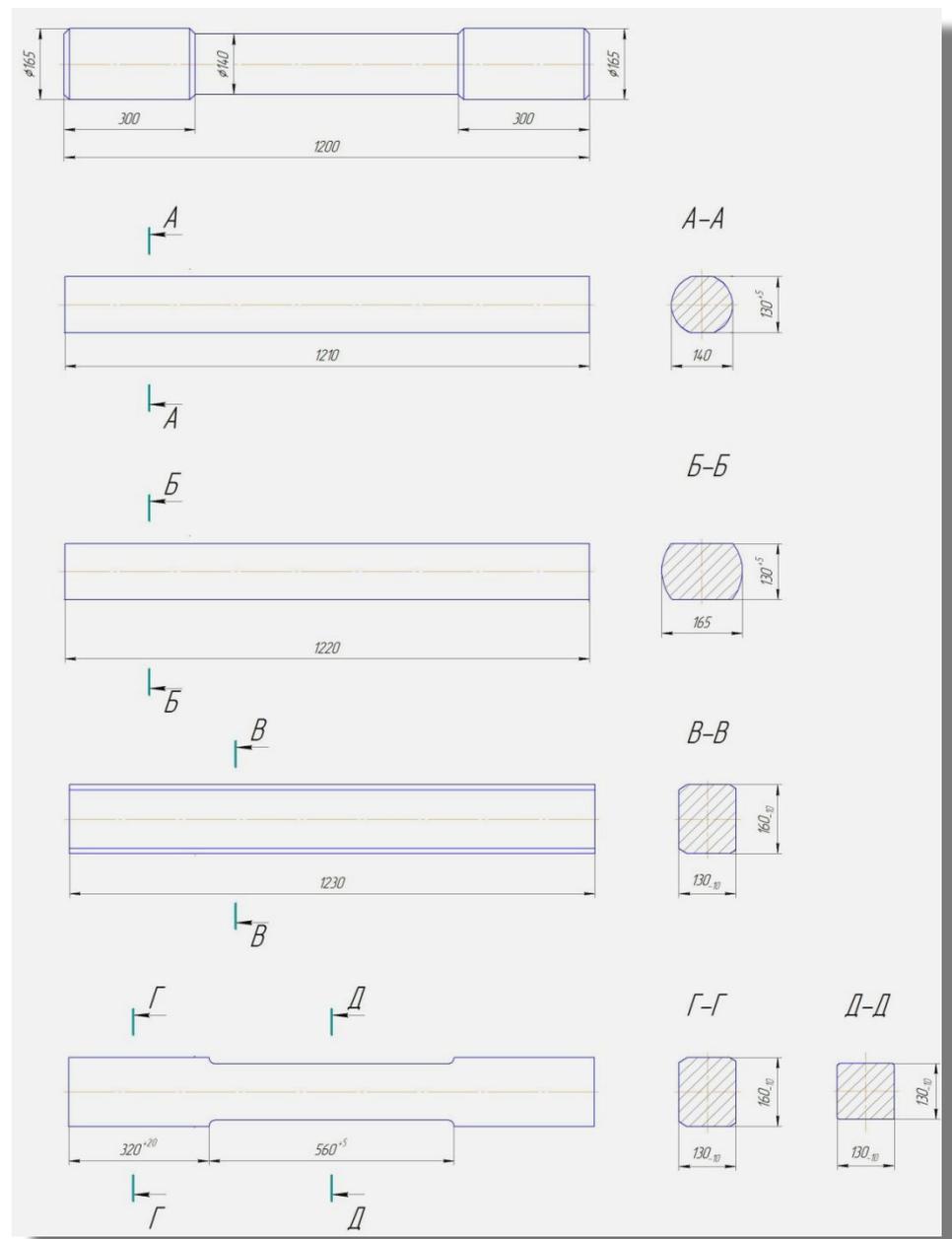


Схема фасонирования заготовки



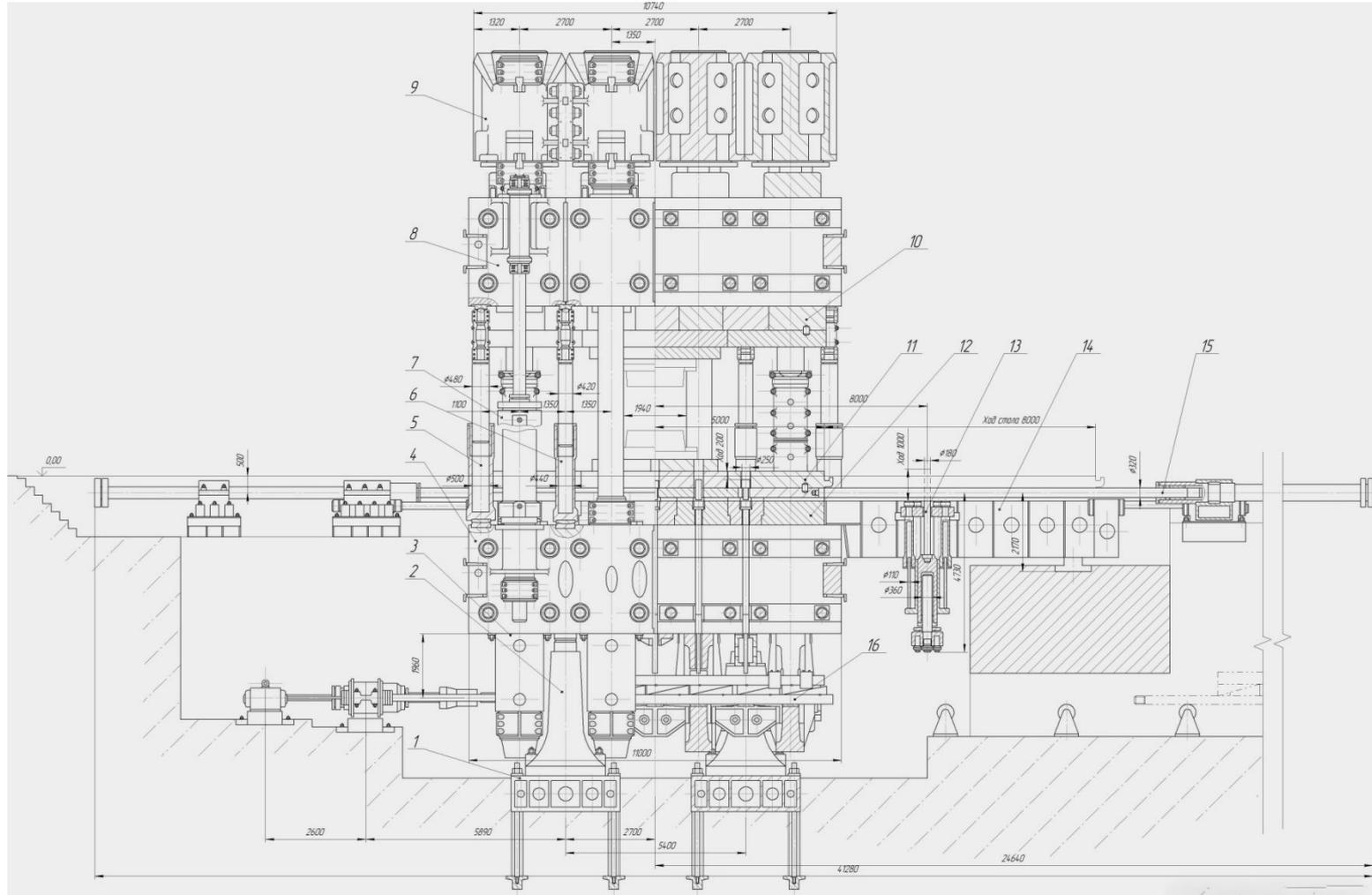
Основное технологическое оборудование

Пресс вертикальный гидравлический усилием 300 МН

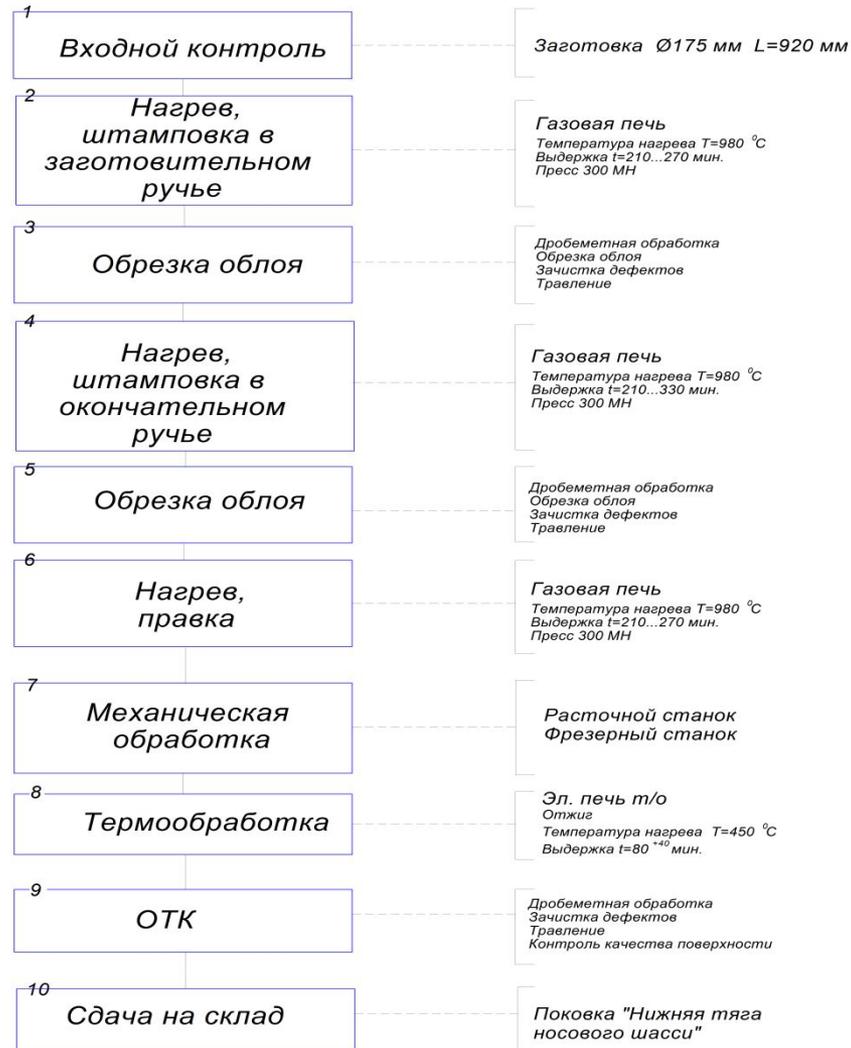


№ п/ п	Наименование параметра	Единица измерени я	Значение
1	Номинальное усилие пресса	МН	300
2	Количество рабочих цилиндров	шт.	8
3	Количество подъемных цилиндров	шт.	4
4	Количество уравнивающих цилиндров	шт.	4
5	Количество выравнивающих цилиндров	шт.	4
6	Ход пресса	мм	1800
7	Расстояние между осями колонн	мм	5400×5400
8	Размеры стола	мм	3300×1000 0
9	Ход стола	мм	8000

Конструкция гидравлического штамповочного пресса усилием 300 МН



Блок-схема технологического процесса изготовления поковки штампованной "Тяга нижняя"



Усилие штамповки

Полное усилие окончательной штамповки:

$$P = 1,15 \sigma_s \left(1 + 0,25 \frac{B}{H_3} \right) \cdot F_n, \text{ МН}$$

где σ_s – сопротивление деформации, МПа;
 B – ширина поковки, мм;
 H_3 – длина поковки, мм.
 F_n – площадь проекции в плане, мм²; $F_n = 317000 \text{ мм}^2$.
 Сопротивление деформации:

$$\sigma_s = a_0 \cdot \varepsilon^{a_1} \cdot e^{a_2 \cdot \varepsilon} \cdot \xi^{a_3} \cdot e^{a_4 \cdot T},$$

где ε – логарифмическая степень деформации;
 ξ – скорость деформации, с⁻¹;
 T – температура конца деформации, °С;
 a_0, a_1, a_3, a_4 – коэффициенты: $a_0=3042$, $a_1=0,2286$, $a_2=-0,6885$, $a_3=0,1213$,
 $a_4=-0,002364$.

$$\varepsilon = \ln \frac{H_0}{H_1},$$

где H_0 – высота полотна до деформации, мм;
 H_1 – высота полотна после деформации, мм.

$$\varepsilon = \ln \frac{175}{165} = 0,06.$$

Скорость деформации:

$$\xi = \frac{\varepsilon}{\tau}, c^{-1},$$

где τ – время деформации, с.

$$\tau = \frac{H_0 - H_1}{v_c},$$

где v_c – скорость движения траверсы при деформации, м/с ($v_c = 0,2 \text{ м/с}$).

$$\tau = \frac{0,175 - 0,165}{0,2} = 0,05 \text{ с.}$$

Скорость деформации:

$$\xi = \frac{0,06}{0,05} = 1,2 c^{-1}.$$

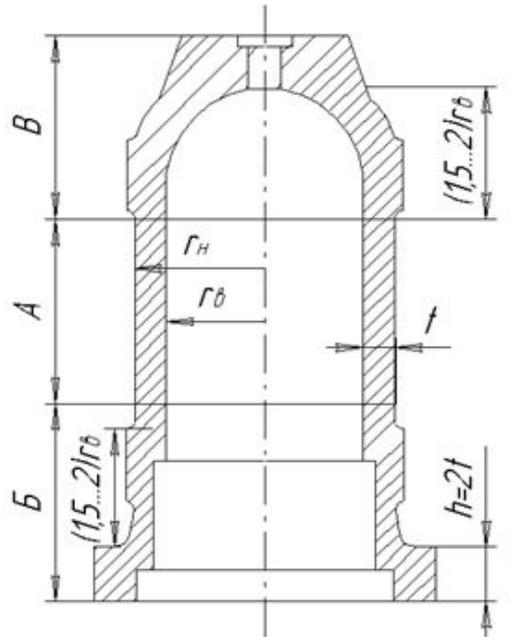
При $t=980^\circ\text{C}$, $\varepsilon=0,06$, $\xi = 1,2 c^{-1}$:

$$\sigma_s = 350 \text{ МПа.}$$

$$P = 1,15 \cdot 350 \cdot \left(1 + \frac{160}{1260} \right) \cdot 317000 = 143 \text{ МН.}$$

Из расчета можно сделать вывод о том, что поковку штампованную можно штамповать в заданном режиме на гидравлическом штамповочном прессе номинальным усилием 300 МН.

Прочностные расчеты рабочего цилиндра



На внутренней стенке при $r = R_v$ радиальные напряжения равны:

$$\sigma_r = \frac{p_2 R_n^2}{R_n^2 - R_v^2} \cdot \left(1 - \frac{R_n^2}{R_v^2} \right) < 0;$$

$$\sigma_r = \frac{32 \cdot 0,525^2}{0,840^2 - 0,525^2} \cdot \left(1 - \frac{0,840^2}{0,525^2} \right) = -32 \text{ МПа.}$$

Тангенциальные напряжения:

$$\sigma_r = \frac{p_2 R_n^2}{R_n^2 - R_v^2} \cdot \left(1 + \frac{R_n^2}{R_v^2} \right) > 0;$$

$$\sigma_r = \frac{32 \cdot 0,525^2}{0,840^2 - 0,525^2} \cdot \left(1 + \frac{0,840^2}{0,525^2} \right) = 73,03 \text{ МПа.}$$

$$\sigma_z = \frac{32 \cdot 0,525^2}{0,840^2 - 0,525^2} = 20,51 \text{ МПа.}$$

Наибольшие напряжения возникают на внутренней стенке цилиндра.

Эквивалентное напряжение:

$$\sigma_3 = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{(\sigma_r - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_r)^2 + (\sigma_r - \sigma_r)^2}.$$

$$\sigma_3 = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{(73,03 - 20,51)^2 + (20,51 - (-32))^2 + (-32 - 73,03)^2} = 90,96 \text{ МПа.}$$

Цилиндр гидравлического пресса - кованный, выполнен из низколегированной стали.

Условие прочности:

$$n = \frac{\sigma_r}{\sigma_3} \geq [n],$$

где σ_r – предел текучести материала цилиндра при растяжении, МПа;

σ_3 – эквивалентное напряжение, МПа;

n – коэффициент запаса прочности по пределу текучести.

Для стали 45Л: $\sigma_r = 300$ МПа, [6]; $[n] = 2,4 - 2,6$, [7].

$$n = \frac{300}{90,96} = 3,3 > [n] = 2,4 - 2,6.$$

Спасибо за внимание!