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

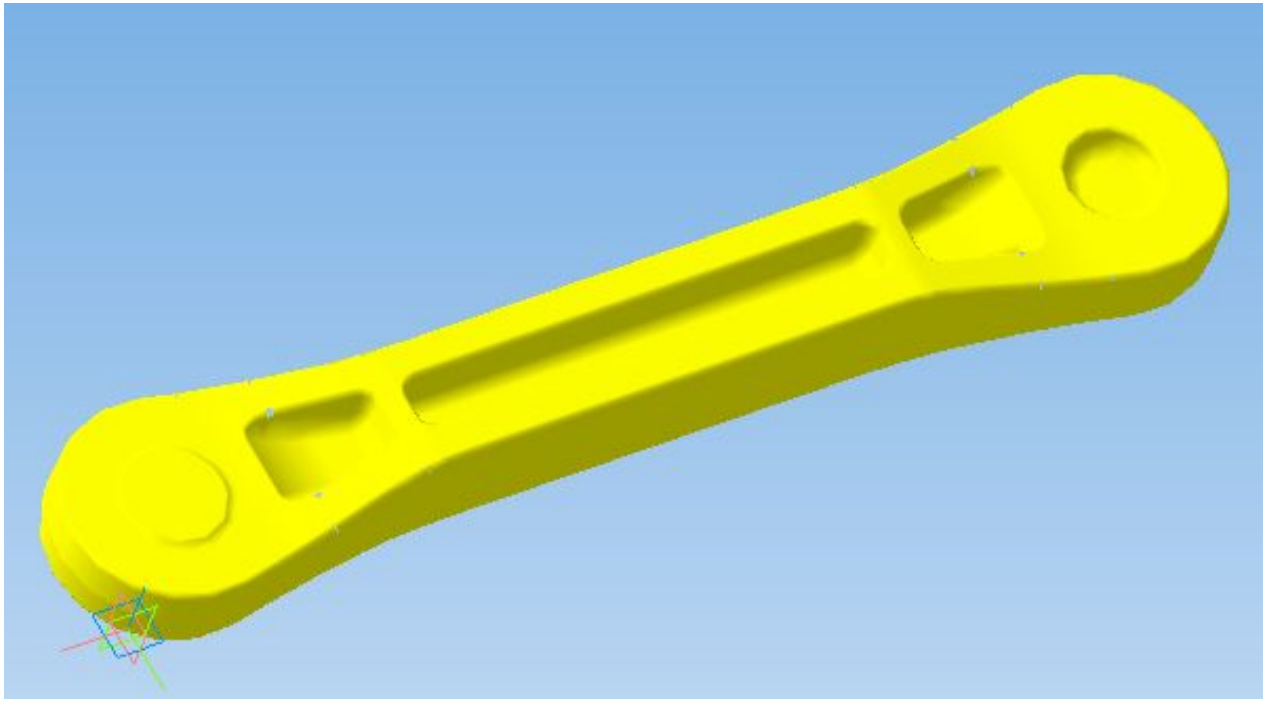
Руководитель к.т.н., доцент, Литвинов К.И.

Студент Кручинина Н.С.
Группа НМТВ-523202-ВС

Екатеринбург
2017

Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н.Ельцина

Поковка штампованная “Тяга шасси”



Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина

Характеристика материала поковки

Титановый сплав Ti10V2Fe3Al - титановый деформируемый сплав.
Высоколегированный промышленный деформируемый β-сплав Ti-10V-2Fe-3Al относится к классу сплавов, упрочняемых термообработкой.
Применятся в конструкциях планера самолета, дверях, шарнирах, цапфах, деталях шасси.

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

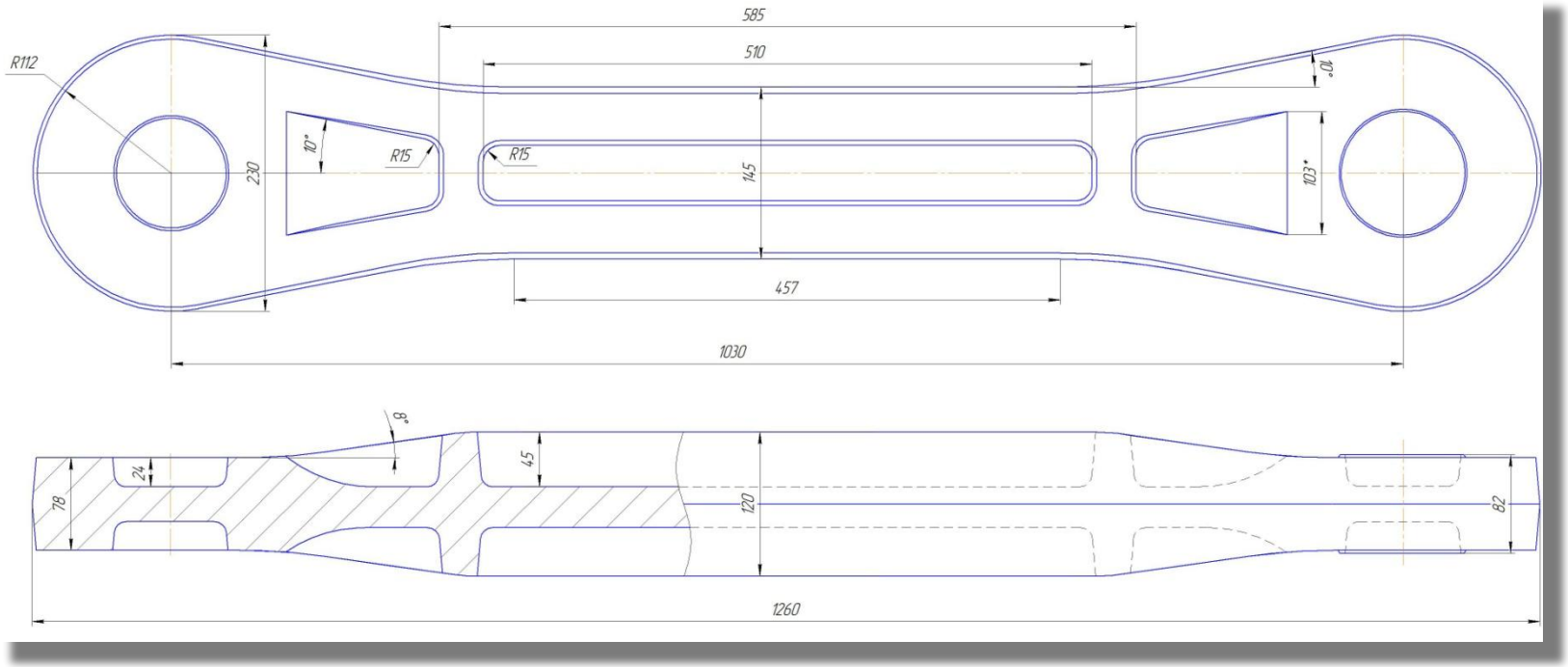
Содержание легирующих элементов и примесей, %										
Al	Mo	Si	Cr	Fe	V	Zr	C	N	H	O
2,6-3,4	-	-	-	1,6-2,2	9,0-11,0	-	≤0,005	≤0,005	≤0,015	≤0,13

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

Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н.Ельцина

Поковка штампованная “Тяга нижняя”

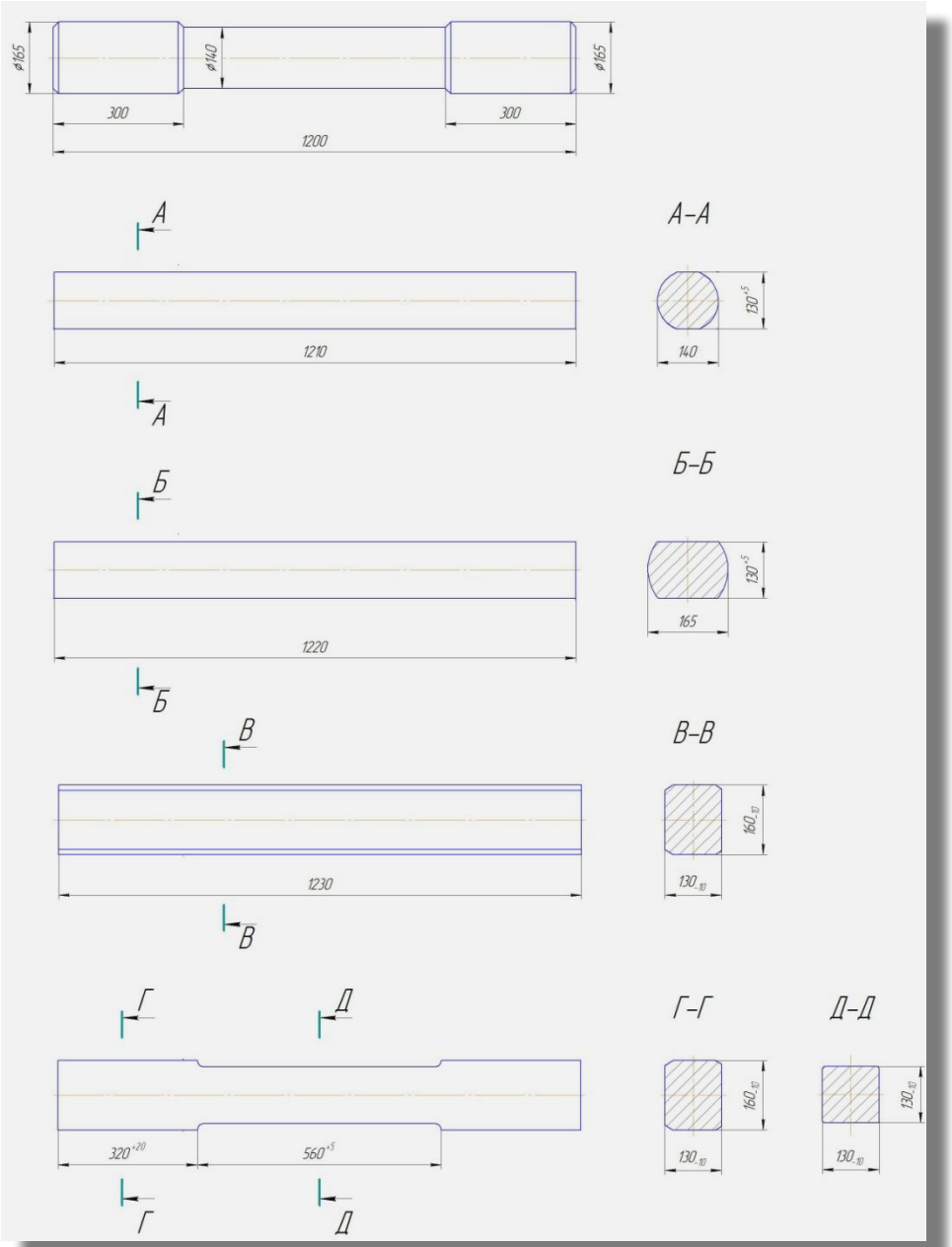


По ОСТ 1.90002-86 "Поковки штампованные крупногабаритные и детали из них. Конструктивные элементы. Припуски на обработку и предельные отклонения на размеры" припуски и предельные отклонения на размеры:

1. Штамповочный уклон 5^0;
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.

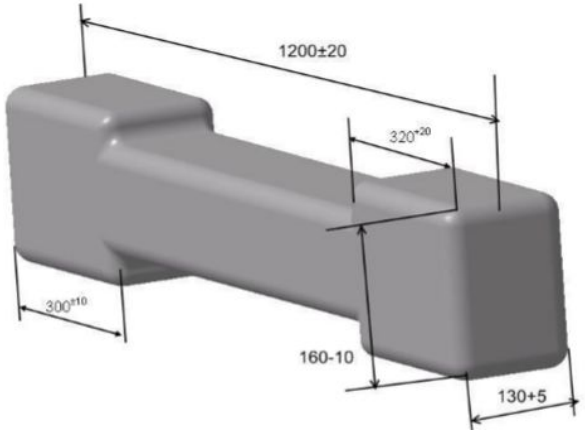
Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н.Ельцина

Схема фасонирования заготовки



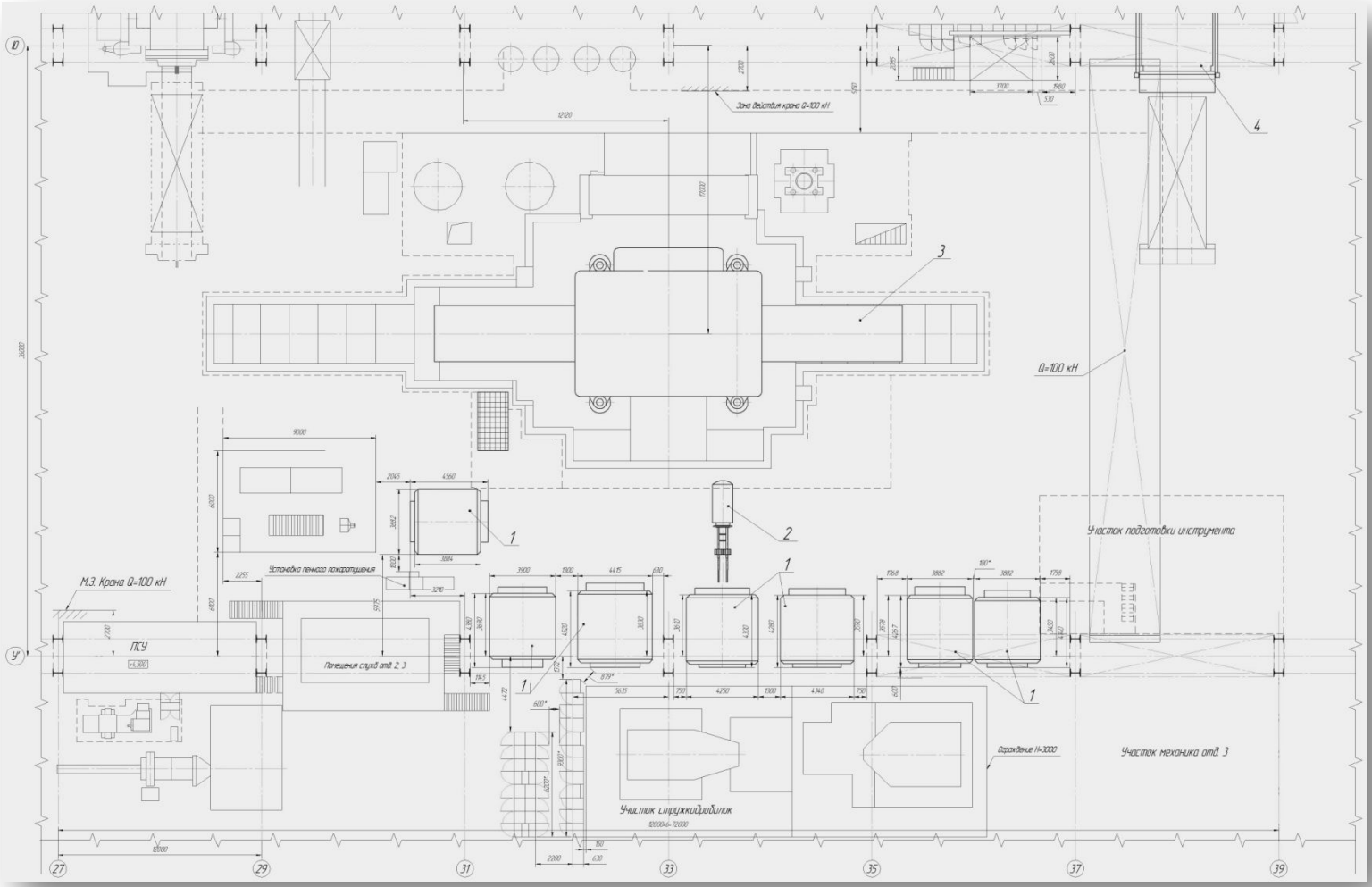
Эскиз исходной заготовки

Эскиз фасонной заготовки под штамповку



Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н.Ельцина

Штамповочный участок



Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина

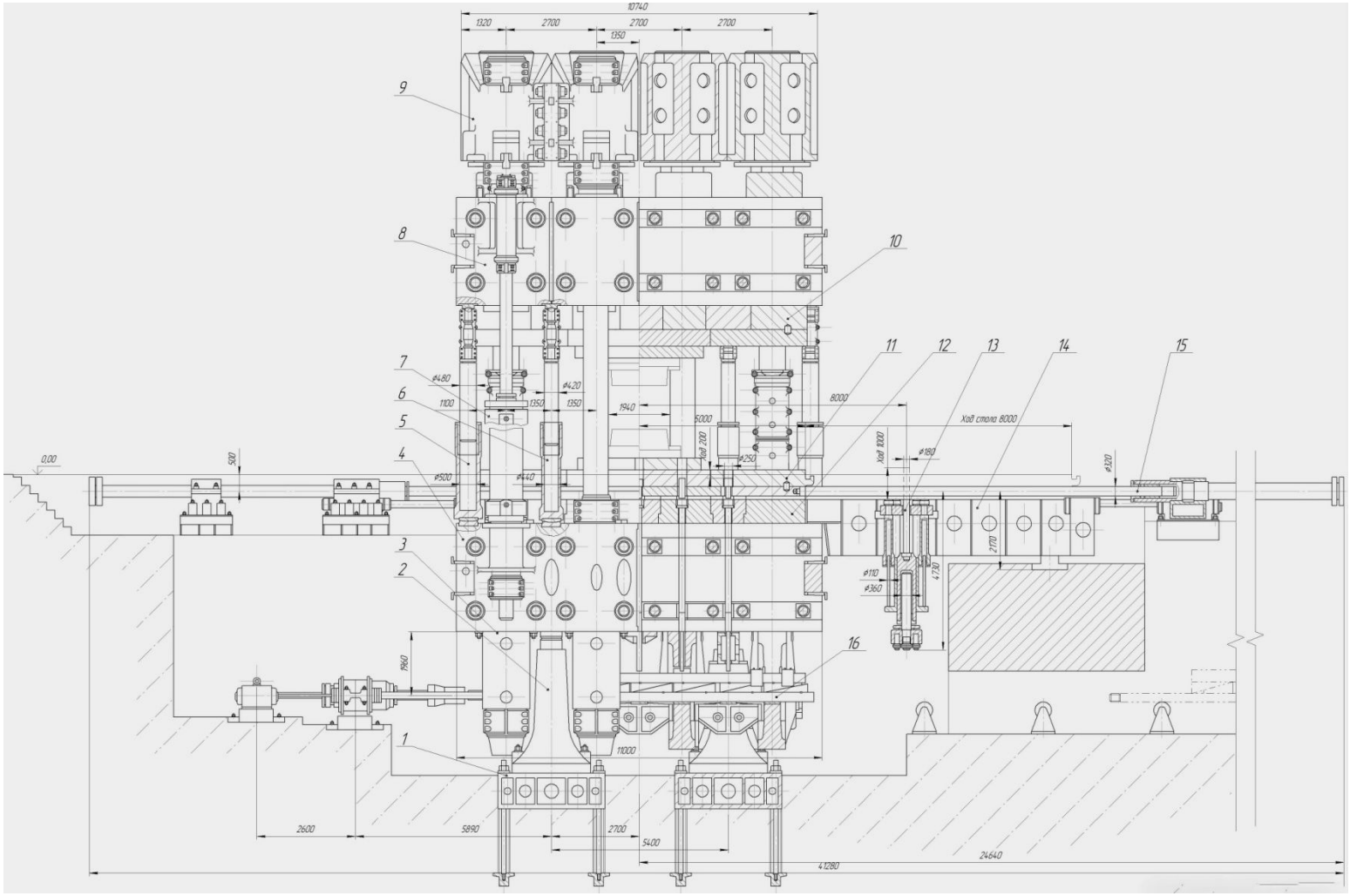
Основное технологическое оборудование

Пресс вертикальный гидравлический усилием 300 МН

№ п/п	Наименование параметра	Единица измерения	Значение
1	Номинальное усилие пресса	МН	300
2	Количество рабочих цилиндров	шт.	8
3	Количество подъемных цилиндров	шт.	4
4	Количество уравновешивающих 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	3300×10000
9	Ход стола	мм	8000

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина

Конструкция гидравлического штамповочного пресса усилием 300 МН



Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н.Ельцина

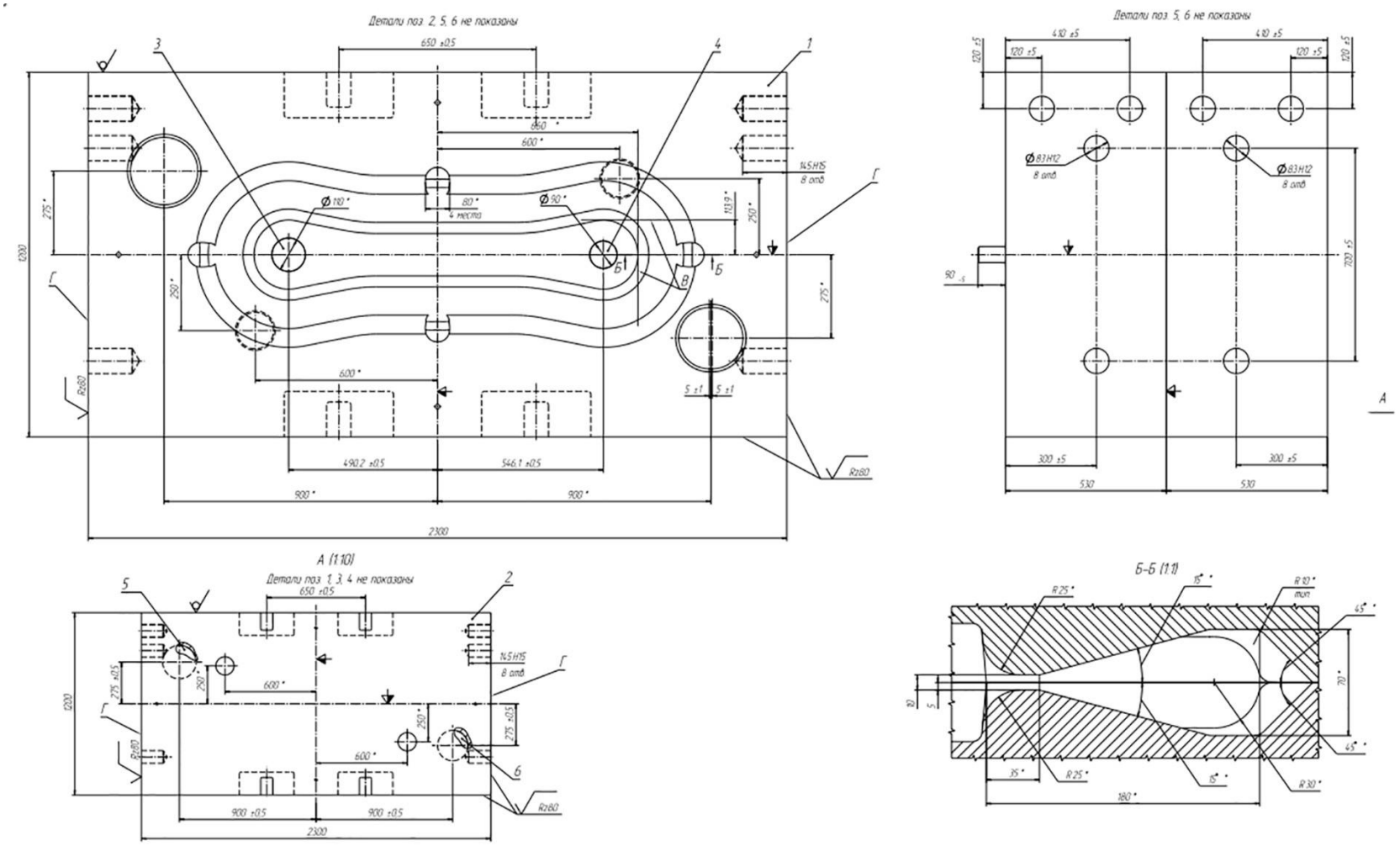
Блок-схема технологического процесса изготовления поковки штампованной “Тяга нижняя”

1	Входной контроль	Заготовка Ø175 мм L=920 мм
2	Нагрев, штамповка в заготовительном ручье	Газовая печь Температура нагрева T=980 °C Выдержка t=210...270 мин. Пресс 300 МН
3	Обрезка облоя	Дробеметная обработка Обрезка облоя Зачистка дефектов Травление
4	Нагрев, штамповка в окончательном ручье	Газовая печь Температура нагрева T=980 °C Выдержка t=210...330 мин. Пресс 300 МН
5	Обрезка облоя	Дробеметная обработка Обрезка облоя Зачистка дефектов Травление
6	Нагрев, правка	Газовая печь Температура нагрева T=980 °C Выдержка t=210...270 мин. Пресс 300 МН
7	Механическая обработка	Расточной станок Фрезерный станок
8	Термообработка	Эл. печь т/о Отжиг Температура нагрева T=450 °C Выдержка $t=80^{+40}$ мин.
9	ОТК	Дробеметная обработка Зачистка дефектов Травление Контроль качества поверхности
10	Сдача на склад	Поковка "Нижняя тяга носового шасси"

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина

Основной рабочий инструмент

Штамп окончательный



Усилие штамповки

Полное усилие окончательной штамповки:

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

где σ_s – сопротивление деформации, МПа;

B – ширина поковки, мм;

$H_з$ – длина поковки, мм.

$F_п$ – площадь проекции в плане, мм^2; $F_п$ = 317000 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, c^{-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 м/с).

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

Скорость деформации:

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

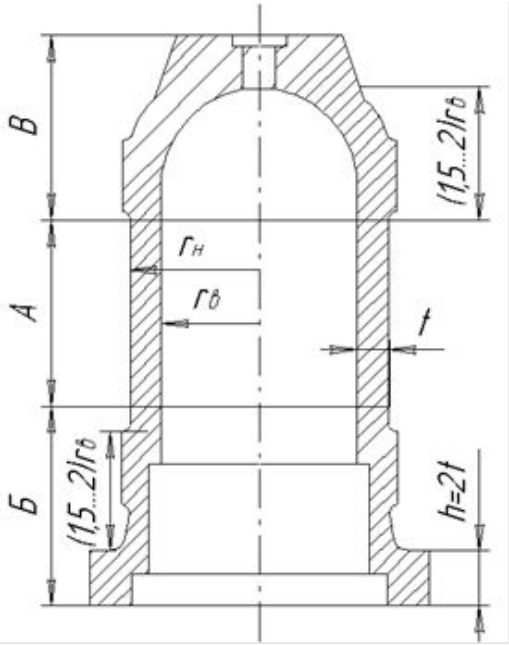
При t=980^{0}С, ε=0,06, $\xi = 1{,}2\,c^{-1}$:

σ_s=350 МПа.

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

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 $r = R_в$ радиальные напряжения равны:

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

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

Тангенциальные напряжения:

$$\sigma_\tau = \frac{p_2 R_в^2}{R_н^2 - R_в^2} \cdot \left(1 + \frac{R_н^2}{R_в^2}\right) > 0;$$

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

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

Наибольшие напряжения возникают на внутренней стенке цилиндра.

Эквивалентное напряжение:

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

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

Цилиндр гидравлического пресса - кованый, выполнен из низколегированной стали.

Условие прочности:

$$n = \frac{\sigma_\tau}{\sigma_Э} \geq [n],$$

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

$\sigma_э$ – эквивалентное напряжение, МПа;

n – коэффициент запаса прочности по пределу текучести.

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

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

Спасибо за внимание!