

*Національний університет “Запорізька
політехніка”
Кафедра обробки металів тиском*

Дослідження методів зниження технологічного зусилля при розподільних операціях листового штампування

Виконав: студент групи М-818м *Штепа Віталій*

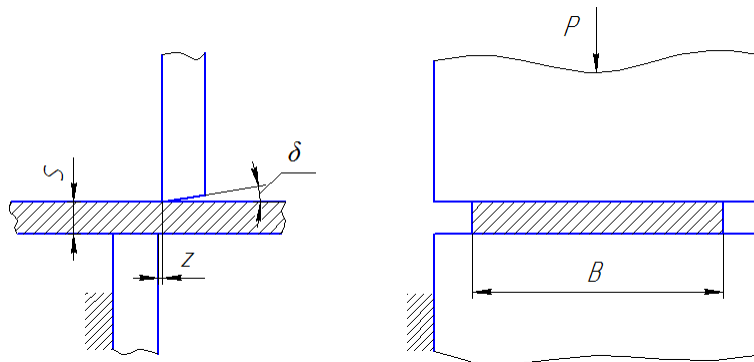
Керівник: кандидат технічних наук, доцент
Явтушенко Анна Володимирівна

Мета роботи

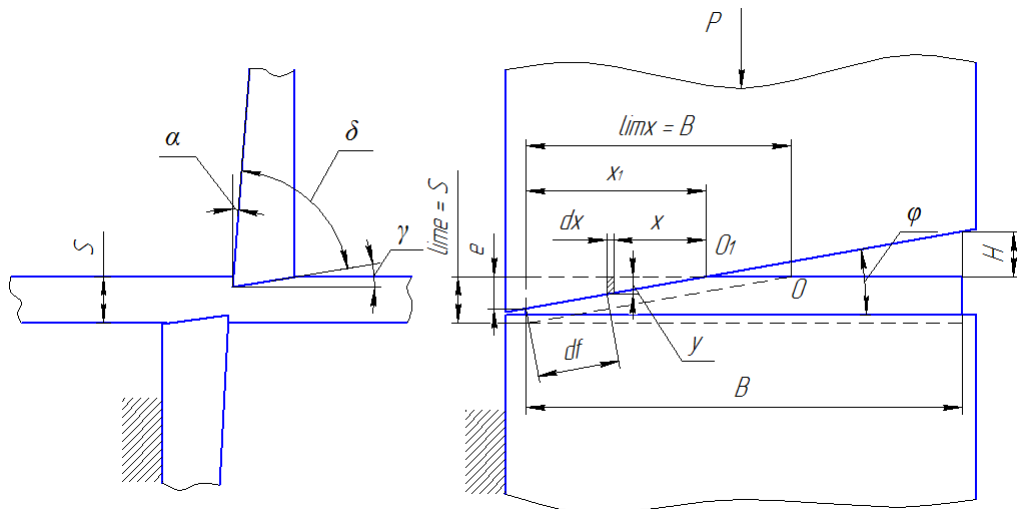
- отримання аналітичних залежностей для визначення поточного та максимального зусилля операції;
- визначення оптимальної геометрії інструменту;
- визначення положення пуансону при досягненні максимального зусилля.

Різання та вирубка металу

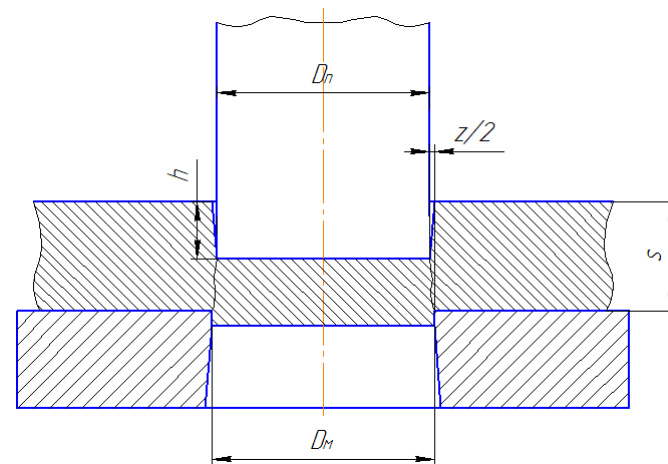
Різання на ножицях з прямими ножами



Різання на ножицях з похилими ножами



Вирубка в штампах



Зусилля вирубки

Зусилля вирубки

$$P = L \cdot S \cdot \tau_{cp}$$

Опір різання

$$\tau_d = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot \tau_0 = (1,0 \div 1,3) \tau_0$$

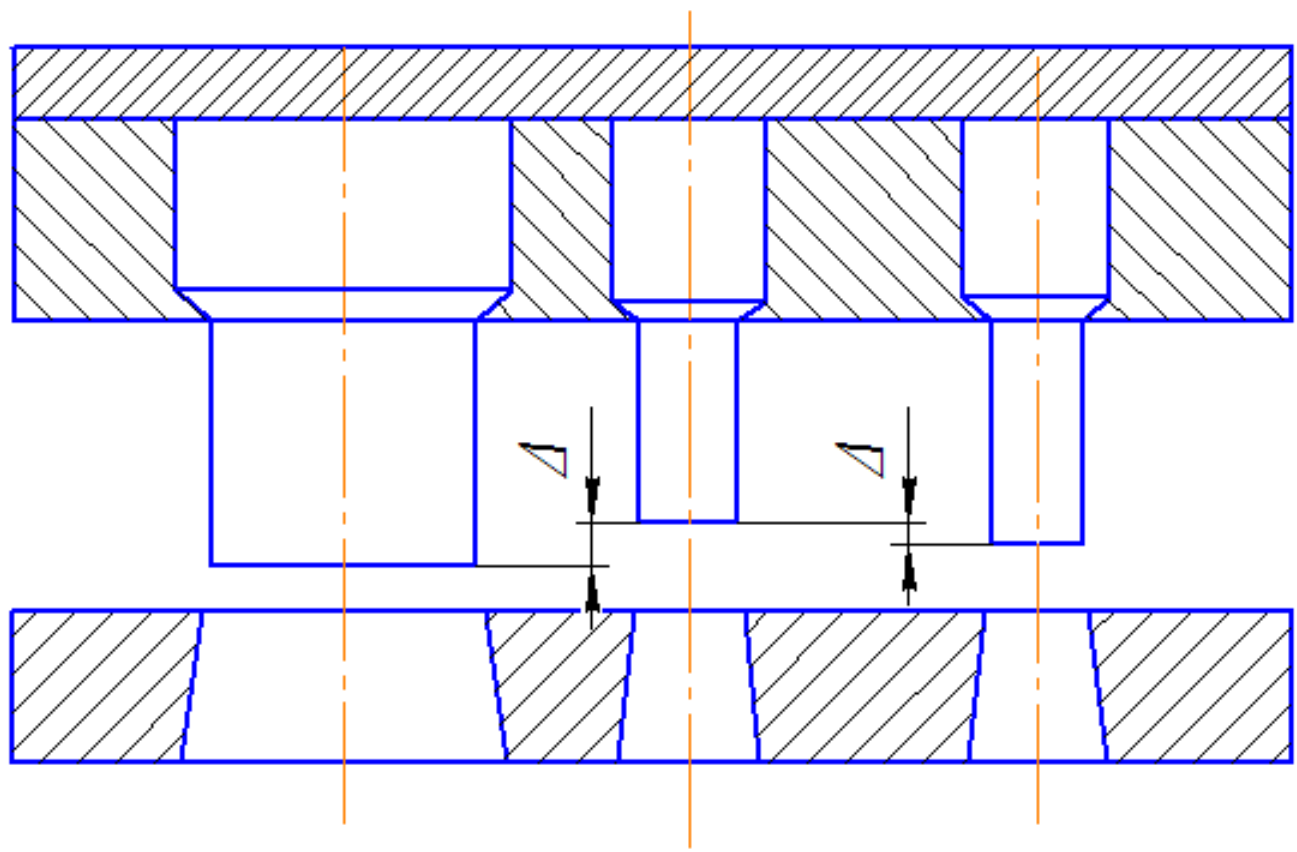
Фактори, що впливають на значення τ_0

- товщини матеріалу s
- форми та розмірів вирубаного контуру
- величини зазору між матрицею та пуансоном Z
- конструкції матриці (форми прохідного отвору)
- умови роботи

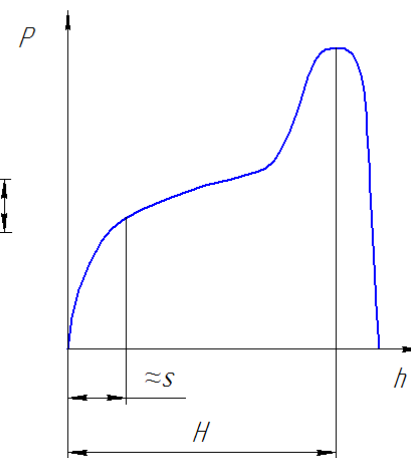
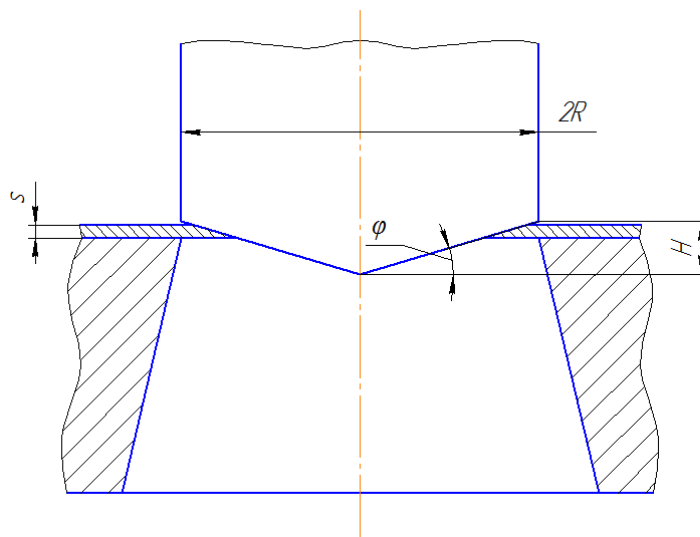
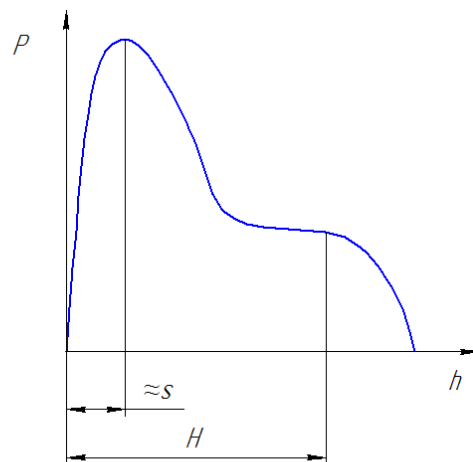
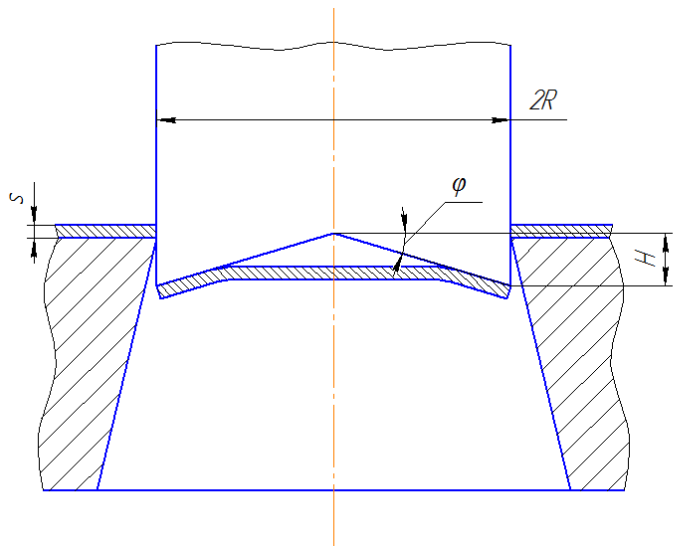
Зв'язок між величинами τ_0 та σ_s

Для сталі.....	(0,75÷0,90) σ_s
латуні Л62.....	(0,65÷0,75) σ_s
алюмінію м'якого.....	(0,75÷0,90) σ_s
алюмінію твердого.....	(0,55÷0,70) σ_s
дуралюміна м'якого.....	(0,65÷0,75) σ_s
дуралюміна твердого.....	(0,60÷0,65) σ_s
нержавіючої сталі 1X18H9 та 1X13.....	(0,68÷0,72) σ_s
титана марок BT1-1 і BT1-2.....	(0,65÷0,70) σ_s

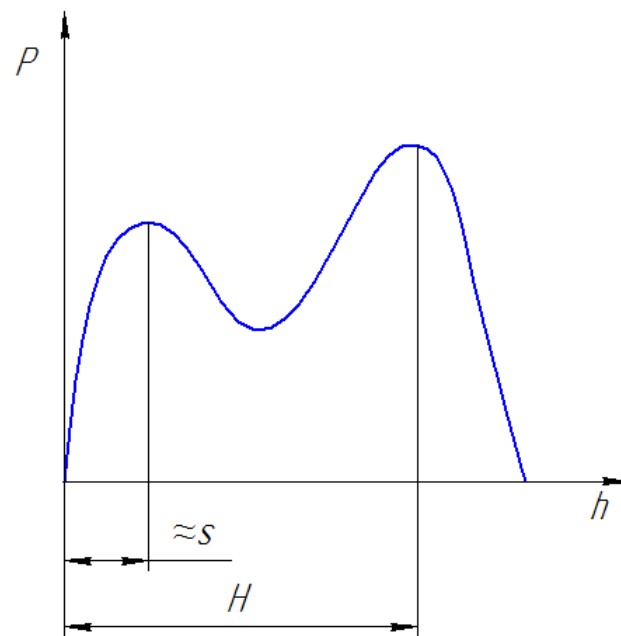
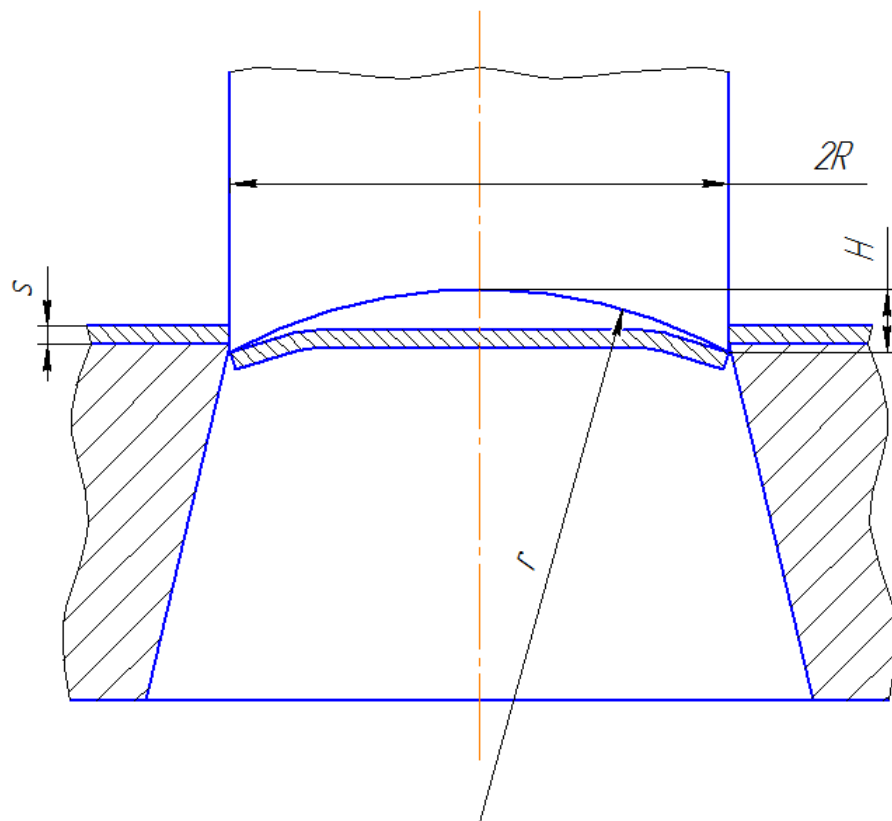
Вирубка декількома пуансонами



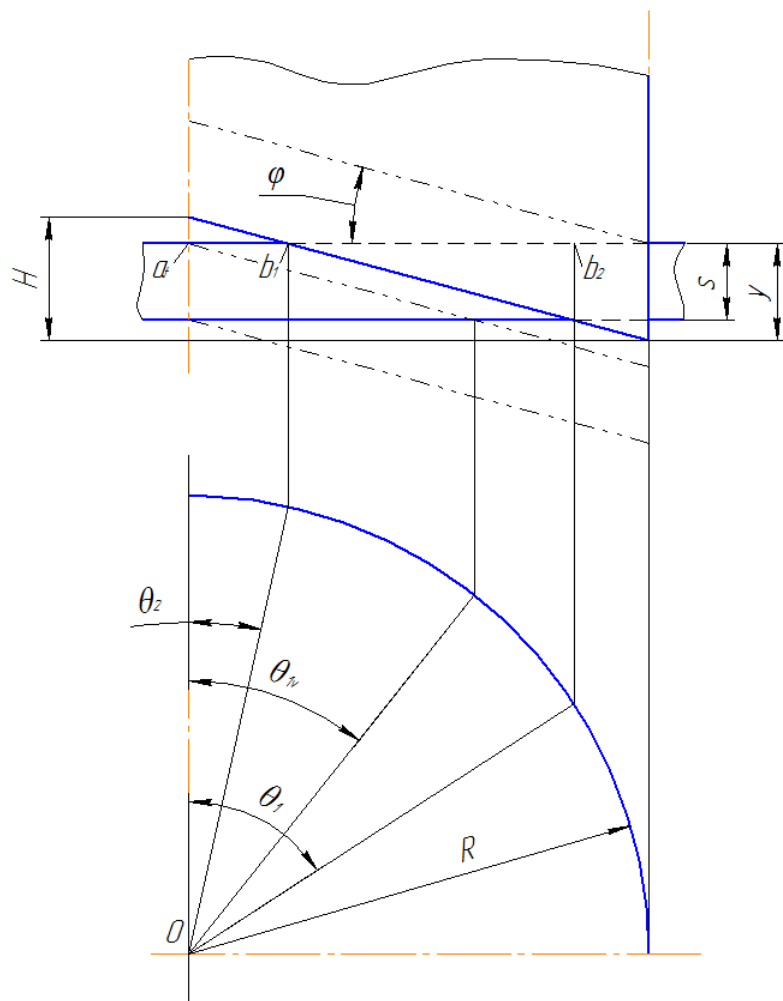
Різновиди нахилу скосу



Циліндричний скос пуансона



Скіс кромок всередину



$$P = \frac{\lambda h s}{\operatorname{tg} \varphi} \sigma_{cp} \quad \theta_1 = \arcsin\left(\frac{H - y + h}{H}\right)$$

$$\theta_2 = \arcsin\left(\frac{H - y}{H}\right)$$

$$P = 4R s \sigma_{cp} \left[\arcsin\left(\frac{y}{H}\right) - \arcsin\left(\frac{y - h}{H}\right) \right]$$

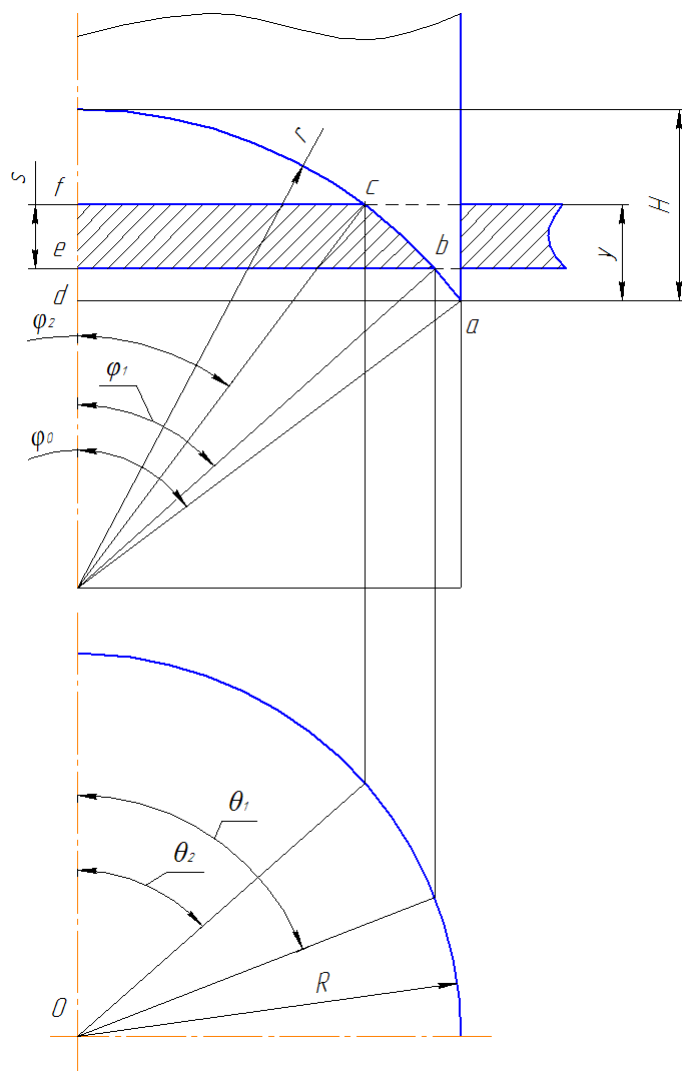
$$P_{\max} = 4R s \sigma_{cp} \arccos\left(\frac{H - h}{H}\right)$$

$$P = 2,4(1 + 0,02\varphi)^2 s \sigma_{cp} d \arccos\left(\frac{H - h}{H}\right)$$

$$P_1 = 4R s \sigma_{cp} \left[\arcsin\left(\frac{y}{H}\right) \right]$$

$$P_3 = 4R s \sigma_{cp} \left[\frac{\pi}{2} - \arcsin\left(\frac{y - h}{H}\right) \right]$$

Циліндричний скіс кромки



$$P = 4R\sigma_{cp} \left[\arcsin\left(\frac{r \cdot \sin\varphi_1}{R}\right) - \arcsin\left(\frac{r \cdot \sin\varphi_2}{R}\right) \right]$$

$$P_{\max} = 4R\sigma_{cp} \arccos \frac{\sqrt{r^2 - (r - H + h)^2}}{R}$$

$$P_{\max} = 4R\sigma_{cp} \arccos \frac{\sqrt{r^2 - (r - h)^2}}{R}$$

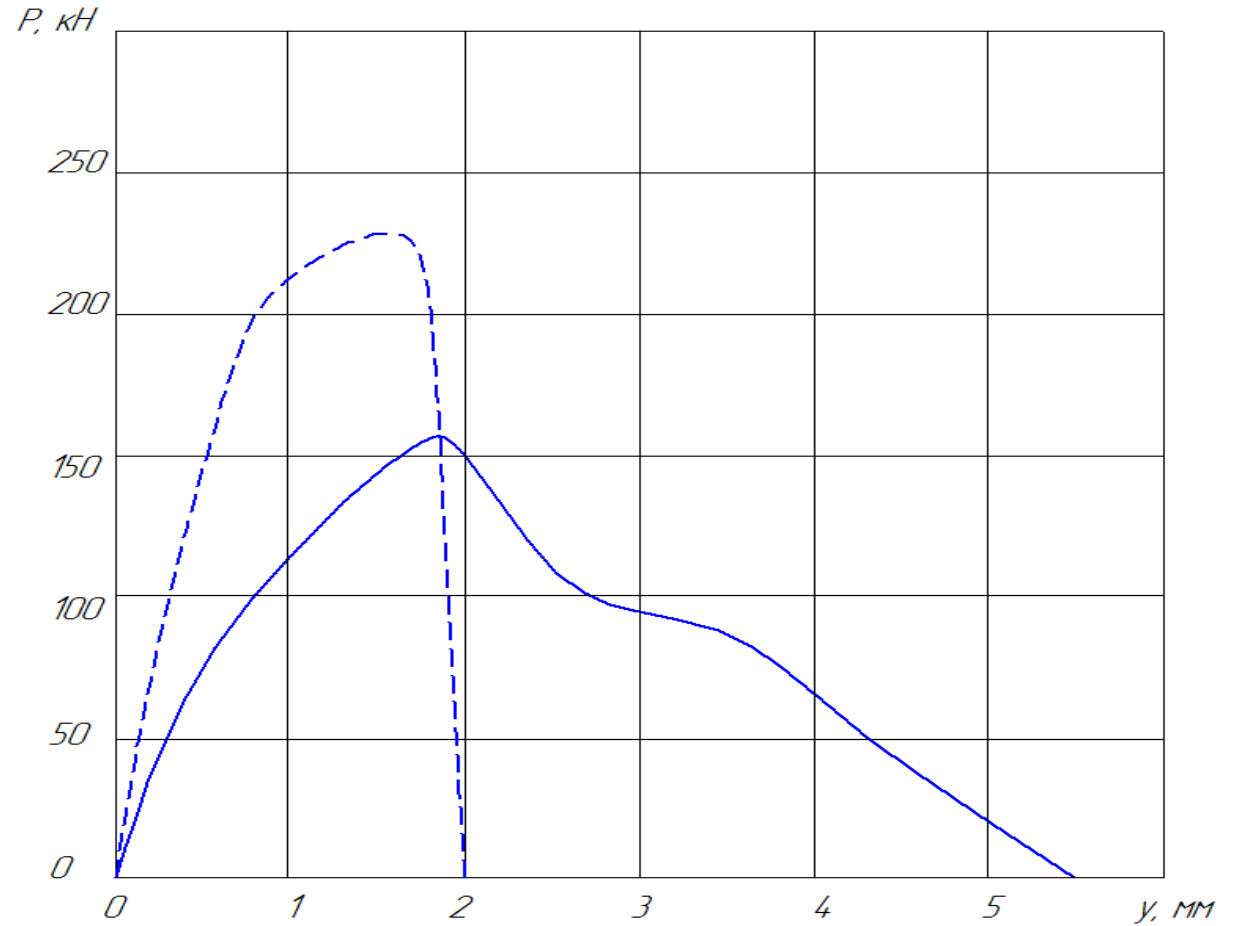
$$P = 2,4(1 + 0,02\varphi)\sigma_{cp} d \arcsin \frac{\sqrt{r^2 - (r - h)^2}}{R}$$

$$P_1 = 4R\sigma_{cp} \left[\arcsin\left(\frac{r \cdot \sin\varphi_0}{R}\right) - \arcsin\left(\frac{r \cdot \sin\varphi_2}{R}\right) \right]$$

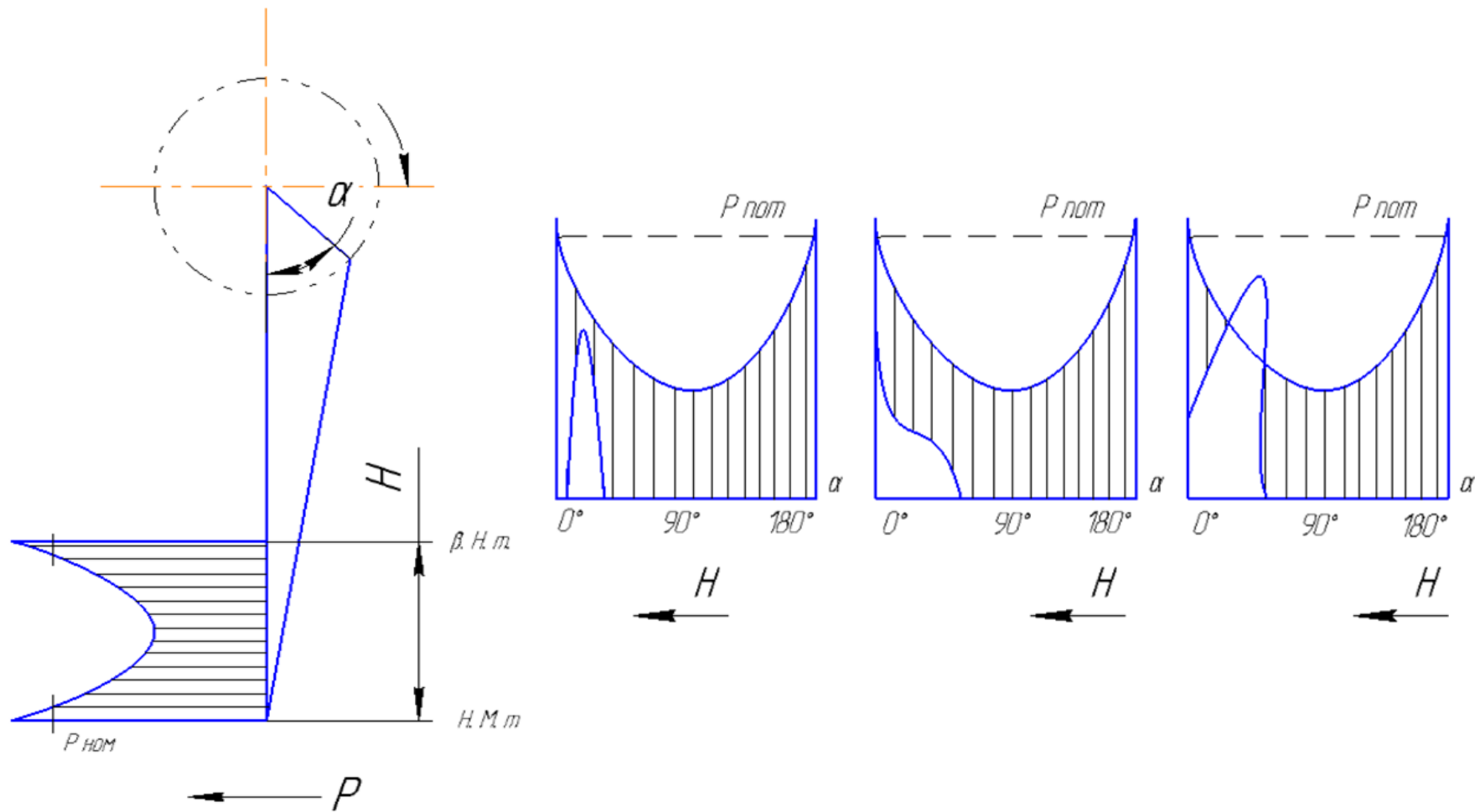
$$P_3 = 4R\sigma_{cp} \left[\arcsin\left(\frac{r \cdot \sin\varphi_1}{R}\right) \right]$$

Порівняння вирубки скошеним та прямим пуансоном

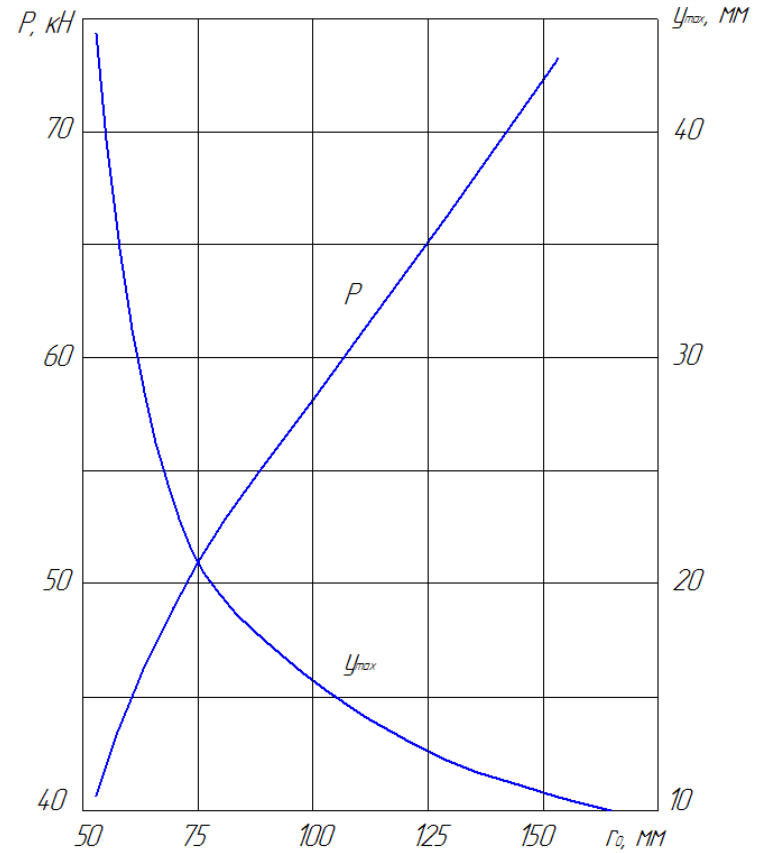
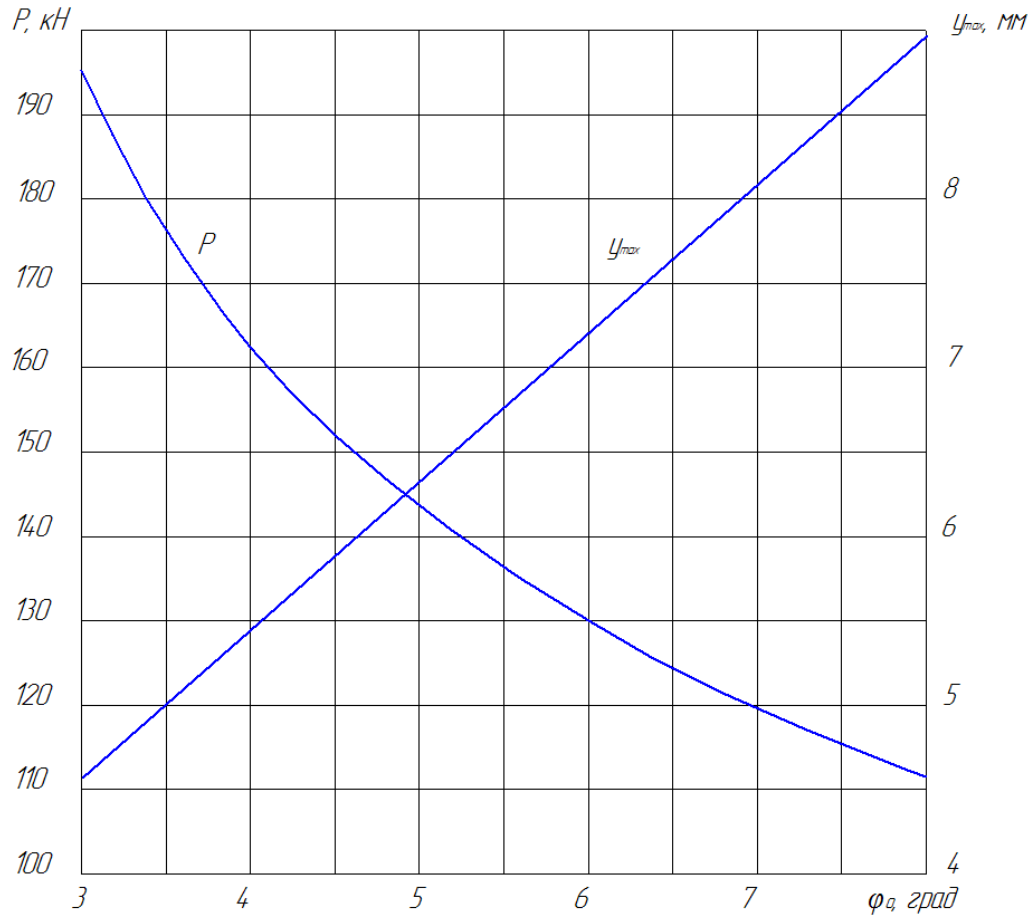
Діаметр заготовки – 100 мм
Товщина металу – 2 мм
Матеріал – сталь 25
Кут нахилу скосу – 4 град



Допустиме зусилля пресу



Залежність зусилля та глибини різку від параметрів скосу



ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Найбільш ефективним методом зниження зусилля при вирубуванні листових матеріалів є виконання інструменту з скошеними ріжучими кромками.
2. При оптимальному виборі параметрів контуру (кут нахилу кромки до 3–6 °) максимальне значення зусилля зменшується на 30–50 %.
3. Важливою обставиною є також те, що момент досягнення максимального зусилля досягається при досить значному зануренні пуансона в метал. А при скосі кромки зовні максимальне зусилля має місце взагалі близько кінця процесу.
4. Характер зміни зусилля значно полегшує умови роботи штампів та обладнання, так як практично зникає явище різкого падіння зусилля після сколу, що значно зменшує динамічні явища при вирубуванні. Це дозволяє використовувати преси меншого зусилля для виконання розподільних операцій без погіршення умов їх роботи.
5. Певними недоліками використання інструменту з скошеними кромками є вигинання отриманих заготовок та певне зменшення стійкості кромки в найбільш напруженій частині інструменту.
6. Деяке збільшення роботи вирубування не приводить до важливих проблем, так як всі розподільні операції характеризуються невеликою роботою деформації.