

УДК 621.07

ФОРМООБРАЗОВАНИЕ РЕБРИСТЫХ ПАНЕЛЕЙ НА ПРЕССЕ СПП-250

Рамиль Ильясович Латыпов, Евгений Дмитриевич Кубинец

*Студенты 4 курса, бакалавриат
кафедра «Материаловедения и обработка металлов давлением»
Ульяновский государственный технический университет*

*Научный руководитель: А.Г. Попов,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Материаловедения и обработка металлов давлением»*

Уровень развития авиационной техники характеризуется широким применением в конструкциях летательных аппаратов крупногабаритных монолитных панелей, которые обладают рядом преимуществ по сравнению со сборными панелями. Изготовление таких деталей требует специальных технологических решений. Так как любая операция, связанная с упругопластическим деформированием металла, неизбежно приводит к возникновению в деталях остаточных напряжений, то необходимо разрабатывать одновременно и технологические способы компенсации и устранения остаточных деформаций, которые искажают конфигурацию готовой панели и вызывают отклонения от теоретического контура элементов конструкции изделия (самолета).

Ребристые панели из высокопрочных алюминиевых сплавов входят в состав фюзеляжей и крыла современных транспортных самолетов. Крыло в авиационной технике — несущая поверхность, имеющая в сечении по направлению потока профилированную форму и предназначенная для создания аэродинамической подъемной силы. Эти панели имеют различную форму в плане, а по размеру — различную форму сечений в плоскостях, параллельных плоскости симметрии самолёта, а также различные углы крутки сечений в указанных плоскостях.

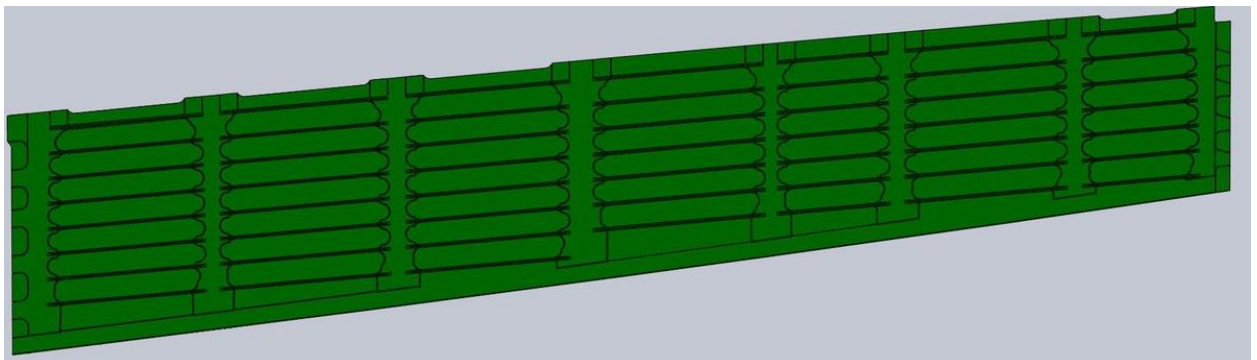


Рисунок 1 – Ребристая панель

Пресс СПП-250, предназначен для формообразования и правки плит, разнотолщинных, вафельных и ребристых панелей одинарной и двойной кривизны. Пресс обеспечивает высокопроизводительное формообразование деталей габаритами до 24000 x 2500 мм в условиях мелкосерийного и серийного производства, требующих быстрой и простой переналадки пресса при смене обрабатываемых деталей. В состав пресса входят: поперечная станина рамного типа с перемещающимися по верхней балке ползуном и подвижным в вертикальном направлении силовым блоком с гибочным инструментом, а также стол, воспринимающий усилия силового блока ползуна, перемещающийся по нижней балке станины синхронно с ползуном.

Отличительные особенности: – Два механизма подачи заготовки для перемещения панели, а также поддерживающие устройства с роликами по которым панель перемещается и которые поддерживают деталь при ее формообразовании. – Автоматизированные механизмы разведения и сведения верхних и нижних пуансонов, их поворота вокруг вертикальной оси и перемещения по направляющим станины прессы, изменения угла между нижними пуансонами в плане, а также угла наклона верхних пуансонов в вертикальной плоскости. – Адаптивная система автоматического учета пружинения при формообразовании, обеспечивающая отработку заданного прогиба вне зависимости от механических свойств материала. – Станина портального типа, высокой жесткости, обеспечивающая высокую точность получаемой детали.

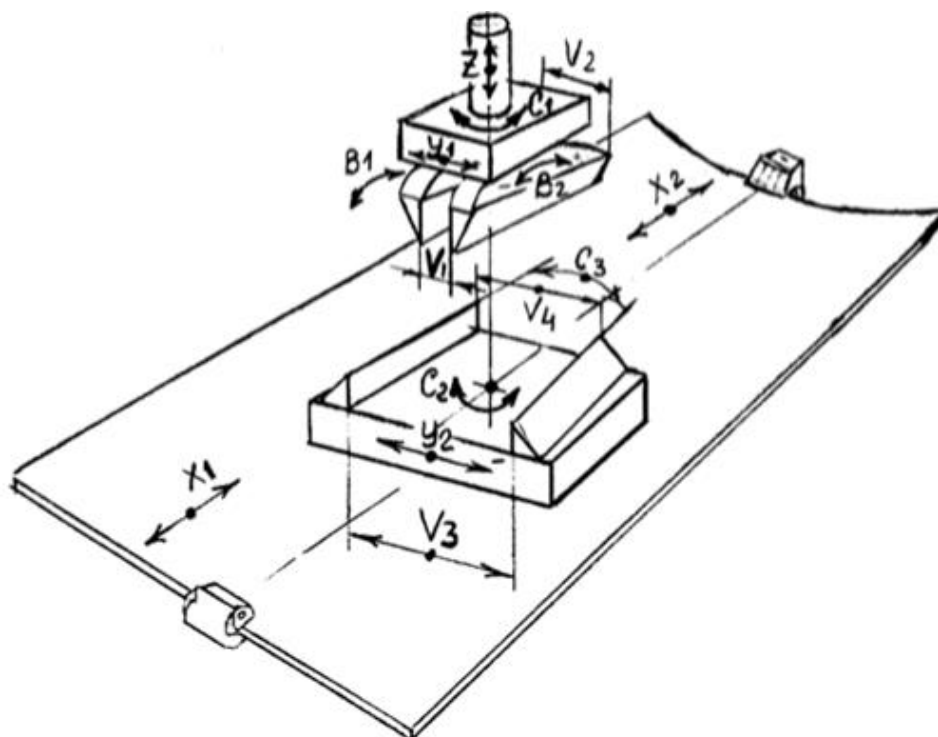


Рисунок 2 - Схема рабочих и установочных перемещений прессы СПП-250

Рабочее перемещение:

Z – вертикальное перемещение ползуна

Установочные перемещения:

X1, X2 – продольное перемещение заготовки

Y1 – поперечное перемещение ползуна

Y2 – поперечное перемещение стола

V1, V2 – синхронное перемещение пуансонов ползуна $V1=V2$

V3, V4 – совместное перемещение пуансонов стола

C1 – поворот плиты ползуна

C2 – поворот плиты стола

$C3 = f(V3, V4)$ – совместный поворот пуансонов стола в горизонтальной плоскости $V3 \geq V4$

B1 – поворот левого пуансона ползуна в вертикальной плоскости

B2 – поворот правого пуансона ползуна в вертикальной плоскости

Принцип работы прессы для правки и гибки деталей на прессе использована общая схема свободной гибки между двумя опорами, где изгиб участка детали (заготовки) происходит под действием активной силы P и двух реактивных сил, возникающих в опорах (рис.3). Гибка на прессе осуществляется между гибочными пуансонами, расположенными на столе и ползуне прессы.

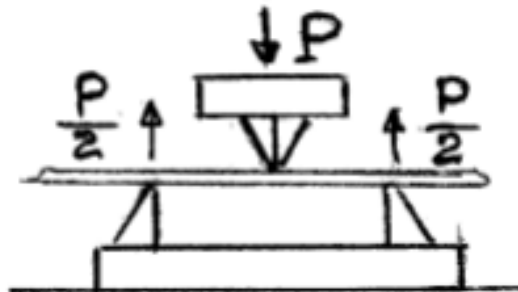


Рисунок 3 – Схема свободной гибки между двумя опорами



Рисунок 4 – пресс СПП-250

Для расчета усилия и пружинения при гибки плиты мы берем сплав Д16Т. Параметры изгиба плиты: толщина $S=8$ мм; ширина $B=1500$ мм; начальный угол изгиба $\varphi_0=30^\circ$. Параметры технической оснастки: ширина между опорами $l=200$ мм; радиус изгиба $R_0=1000$ мм; величина прогиба $h=6$ мм. Механические свойства материала: модуль упругости $E=73000$ МПа; модуль упрочнения $\Pi=1$; сила трения $\mu=0,1$; предел прочности $\sigma_B=440$ МПа; предел текучести $\sigma_S=0,7 \cdot \sigma_B=0,7 \cdot 440=308$ МПа.

Перевод в систему СИ: $S=0,008$ м; $B=1,5$ м; $\sigma_S=308 \cdot 10^{-5}$ Па; $l=0,2$ м; $E=73000 \cdot 10^{-5}$ Па; $R_0=1$ м, $h=0,006$ м.

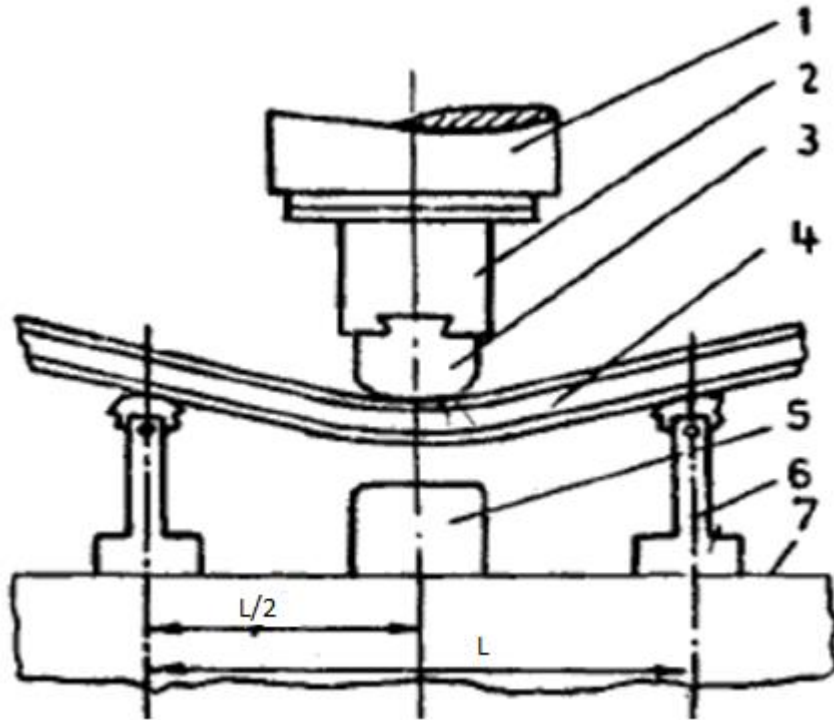


Рисунок 5 – Схема свободной гибки

На рисунке 5 представлена схема пресса СПП-250, где 1 – плунжер пресса; 2 – поворотный адаптер; 3 – пуансон; 4 – деталь; 5 – ограничитель хода; 6 – опора; 7 – нижняя плита пресса.

Усилие гибки для начального момента гибки ($\varphi=0$) без учета сил трения ($\mu=0$) и упрочнения ($\Pi=0$):

$$P = \sigma_s \cdot \frac{B \cdot S^2}{l} \quad (1)$$

$$P = 308 \cdot 10^6 \cdot \frac{1,5 \cdot 0,008^2}{0,2} = 147840 \text{ Н}$$

Усилие гибки:

$$P = \frac{\sigma_s \cdot \frac{B \cdot S^2}{4} + \frac{\Pi}{R_o} \cdot \frac{B \cdot S^2}{12}}{\frac{l}{4} + \frac{h}{2} \cdot \frac{\operatorname{tg}\left(\frac{\varphi}{2}\right) - \mu}{1 + \mu \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\varphi}{2}\right)}} \quad (2)$$

$$P = \frac{308 \cdot 10^6 \frac{1,5 \cdot 0,008^2}{4} + \frac{1}{1} \cdot \frac{1,5 \cdot 0,008^2}{12}}{\frac{0,2}{4} + \frac{0,006}{2} \cdot \frac{\operatorname{tg}(15) - 0,1}{1 + 0,1 \cdot \operatorname{tg}(15)}}} = 882669,02 \text{ Н}$$

Внешний изгибающий момент:

$$M_B = \frac{P \cdot l}{4} \quad (3)$$

$$M_B = \frac{882669,02 \cdot 0,2}{4} = 44133,45 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Момент инерции сечения заготовки:

$$J = \frac{B \cdot S^3}{12} \quad (4)$$

$$J = \frac{1,5 \cdot 0,008^3}{12} = 0,0000000641 \text{ м}^4$$

Угол пружинения:

$$\Delta\varphi = \varphi_0 \cdot \frac{M_B \cdot R_0}{E \cdot J} \quad (5)$$

$$\Delta\varphi = 30 \frac{44133,45 \cdot 1}{73000 \cdot 10^6 \cdot 0,00001563} = 1,15^\circ$$

Литература

1. Машиностроительные стали [Текст]: справочник / под ред. *В.Н. Журавлева*. – М.: Машиностроение, 1981. – 391 с.
2. *Горбунов М.Н.* Технология заготовительно-штамповочных работ в производстве самолетов. Учебник для ВУЗов. 1981. – 224 с.
3. *Романовский В.П.* Справочник по холодной штамповке [Текст] / В.П. Романовский. – Л.: Машиностроение, 1971. – 782 с.