

СПОСОБ РЕЗАНИЯ НА НОЖНИЦАХ С ПАРАЛЛЕЛЬНЫМИ НОЖАМИ ИЗОГНУТОЙ ПОЛОСЫ ПРОКАТА

Никитин А.Г., Демина Е.И.

Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк

Ключевые слова: ножницы, сила резания, энергосбережение, напряжения, предварительно изогнутая полоса.

Аннотация. Предложен способ резания на ножницах предварительно изогнутой полосы. Приведена методика определения силы резания. Установлено, что при резке предварительно изогнутой полосы максимальная сила резания меньше, чем при резке прямой полосы, то есть данный способ резания является энергоэффективным.

METHOD OF CUTTING ON SCISSORS WITH PARALLEL KNIVES PRE-CURVED STRIP

Nikitin A.G., Demina E.I.

Siberian state industrial university, Novokuznetsk

Keywords: scissors, cutting force, energy saving, tension, pre-curved strip.

Abstract. A method for cutting a pre-curved strip with scissors is proposed. The method of determining the cutting force is given. It is established that when cutting a pre-curved strip, the maximum cutting force is less than when cutting a straight strip.

Для поперечной резки проката на станах применяют ножницы с параллельными ножами. Допускаемые размеры поперечного сечения проката, разрезаемого на ножницах данного типа, определяются максимальной силой резания в холодном состоянии полосы, на которую рассчитаны ножницы.

Величина силы резания на ножницах с параллельными ножами прямой полосы определяется следующим образом [1]:

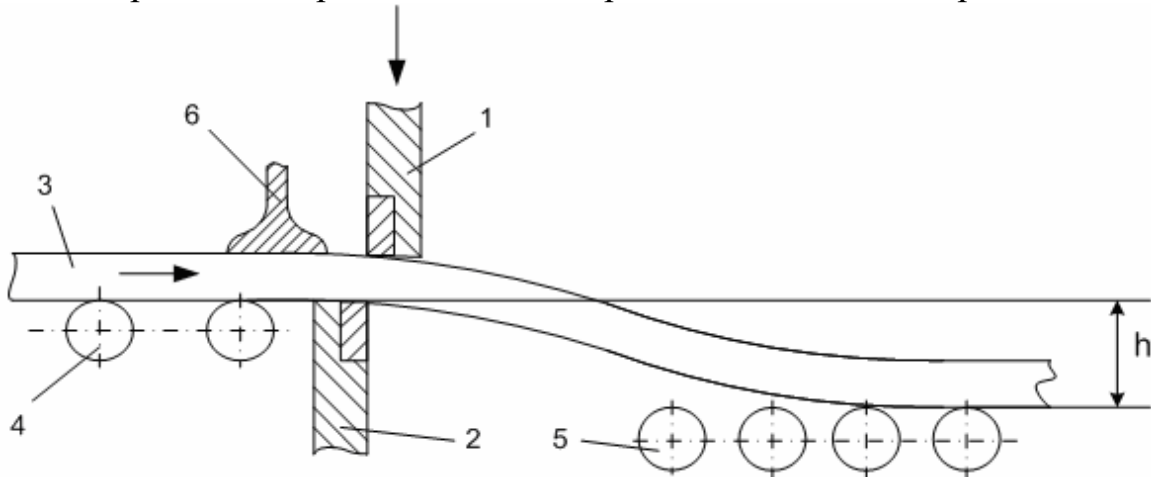
$$P = \tau \cdot F, \quad (1)$$

где: τ – касательные напряжения, возникающие в процессе резания; F – площадь сечения разрезаемого материала; и сила резания достигает своего максимума при $\tau = \tau_g$, где τ_g – предел прочности разрезаемого материала при действии касательных напряжений.

Очевидно, что чем меньше потребная сила резания, тем меньше расход энергии. С целью уменьшения энергопотребления при резке проката в Сибирском государственном индустриальном университете разработана установка резки предварительно изогнутой полосы [2], на которой полоса в зоне резания под действием силы тяжести изгибается за счет того, что уровень отводящего рольганга (рисунок 1) расположен ниже уровня подводящего рольганга.

Процесс резки осуществляется следующим образом. Перед началом резания ножи раскрыты, и полоса проходит между ними по рольгангу; верхний нож при этом находится выше уровня верхней поверхности полосы и не мешает движению полосы. Затем полоса останавливается в необходимом положении по длине при помощи упора. При этом, ложась на ролики отводящего рольганга, она

изгибается под действием силы тяжести. Оставшаяся часть полосы на подводящем рольганге прижимается к его роликам с помощью прижима.



1 – верхний нож; 2 – нижний нож; 3 – полоса; 4 – подводящий рольганг;
5 – отводящий рольганг; 6 – прижим

Рис. 1. Схема устройства для резки предварительно изогнутой полосы

В изогнутой части полосы до процесса резки возникают нормальные напряжения, которые в зоне резания достигают своего максимального значения в крайних по высоте заготовки волокнах. Далее верхний нож опускается и происходит процесс резания, во время которого под действием поперечной силы движущегося ножа в плоскости резания возникают касательные напряжения. Таким образом, в зоне резания возникает сложное напряжённое состояние, поэтому величина силы резания определяется исходя из третьей гипотезы прочности [3]:

$$\sigma_{экр} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \leq \sigma_g \approx 2\tau_g, \quad (2)$$

где σ_g – предел прочности при действии нормальных напряжений.

Тогда из выражения (2) с учетом уравнения (1) следует:

$$\sqrt{\sigma^2 + 4\frac{P^2}{F^2}} \approx 2\tau_g, \quad (3)$$

Решая соотношение (3) относительно силы резания, получим:

$$P \approx \sqrt{\frac{4\tau_g^2 - \sigma^2}{4}} \cdot F \approx \sqrt{\tau_g^2 - \frac{\sigma^2}{4}} \cdot F. \quad (4)$$

Из сравнения уравнений (1) и (4) видно, что максимальная сила резания предварительно изогнутой полосы меньше, чем максимальная сила резания прямой полосы. Очевидно, что чем больше величина прогиба, тем большие по величине нормальные напряжения возникают в изогнутой полосе и тем меньшую по величине силу необходимо прикладывать для совершения операции резки.

Для проверки этих теоретических выводов спроектирована и изготовлена исследовательская установка, представляющая собой ножницы для резки полос с параллельными ножами (рисунок 2), состоящая из рамы, электропривода с карданным валом, приводящим в движение в вертикальной плоскости через эксцентриковый вал верхний нож. Сила замерялась датчиками, закрепленными на

верхнем ноже, сигнал с которых через усилитель и АЦП передавался на осциллограф.

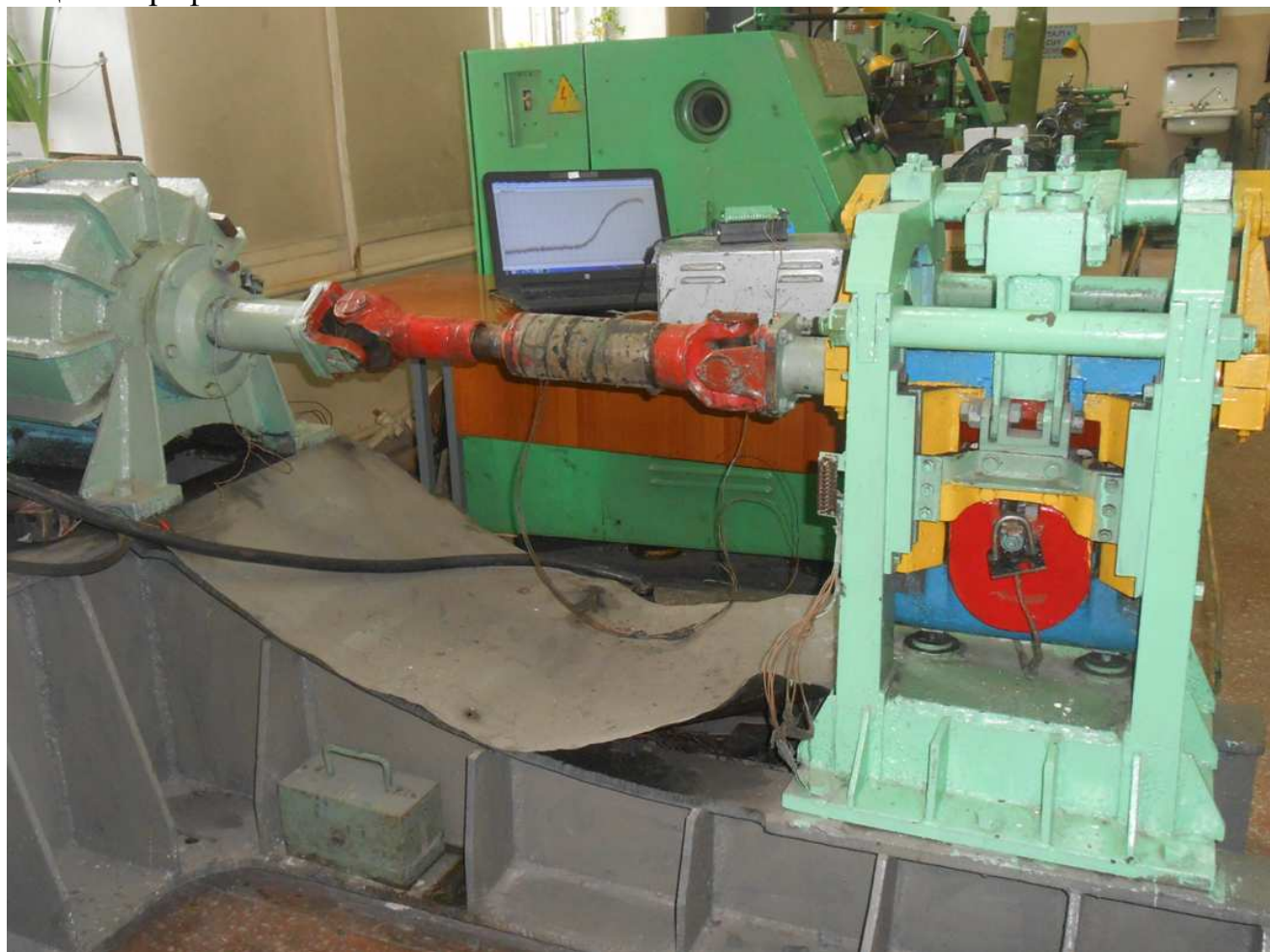


Рис. 2. Общий вид установки

Как видно из полученных осциллограмм (рисунок 3), сила резания предварительно изогнутой полосы на 14 % меньше, чем сила резания прямой полосы.

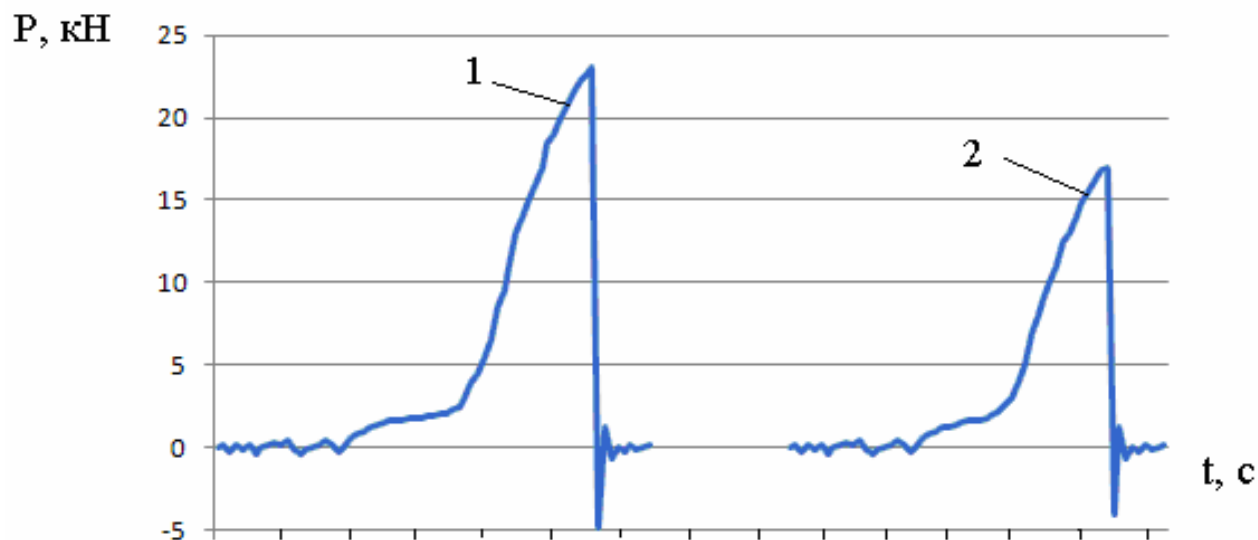


Рис. 3. Осциллограммы сил резания: 1 – прямой полосы; 2 – предварительно изогнутой полосы

Выводы. Теоретически установлено, что при резке на ножницах с параллельными ножами предварительно изогнутой полосы проката максимальная сила резания меньше, чем при резке прямой полосы, то есть такой процесс более энергоэффективный. Экспериментально подтверждено, что при резке предварительно изогнутой полосы проката в ножницах с параллельными ножами возникает сложное напряженное состояние, при этом снижается сила резания и, соответственно, энергоемкость процессе резания, по сравнению с резанием прямой полосы.

Список литературы

1. Машины и агрегаты металлургических заводов. Т. 3 / Под ред. Целикова А.И. – М.: Металлургия, 1988. – 680 с.
2. Патент №91911 РФ. Устройство для резки проката / Никитин А.Г., Белов Е.Г., Полтарацкий Л.М. – Оpubл. 2010, бюл. № 7.
3. Беляев Н.М. Сопротивление материалов. – М.: Наука, 1965. – 312 с.

Сведения об авторах:

Никитин Александр Григорьевич – д.т.н., профессор, профессор кафедры механики и машиностроения, СибГИУ, г.Новокузнецк;

Демина Елена Ивановна – старший преподаватель кафедры механики и машиностроения, СибГИУ, г.Новокузнецк.