

РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ РАЗРЕЗКИ ПРУТКА НА ДЛИННОМЕРНЫЕ ЗАГОТОВКИ НА ОСНОВЕ УСТАЛОСТНОГО РАЗРУШЕНИЯ МЕТАЛЛА

Д. И. Бакланов, М. И. Поксеваткин, С. В. Герман, Е. М. Басова
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

Построена модель устройства разрезки прутка на длинномерные заготовки. Разработан алгоритм процесса разделения прутка на длинномерные заготовки.

Ключевые слова: длинномерные заготовки, разделение прутка, сдвиговая деформация

RATIONALIZATION OF SECTION OF A ROTTLER TO LONG-DIMENSIONAL STORAGE ON THE BASIS OF THE FATIGUE METAL DESTRUCTION

D. I. Baklanov, M. I. Poksevatkin, S. V. German, E. M. Basova
Altai state technical university, Barnaul, Russia

A model of a bar cutting device for long-length billets has been developed. An algorithm for the process of bar separation into long-length billets has been developed.

Ключевые слова: long billets, bar separation, shear deformation

Получаемые разрезкой в штампах мерные заготовки имеют существенные дефекты: сколы торцевых поверхностей в пределах от 2° до 6° , утяжины и смятие концевых участков заготовок, низкое качество поверхности разрезки. Не полностью закрытая разрезка заметно повышает точность формы и размеров заготовок, но усложняет конструкцию штампов.

Особый интерес представляет способ получения длинномерных заготовок из сортового проката с формированием V-образной канавки в плоскости разрушения прутка, что исключает дефекты как смятие, утяжины и заусенцы на концевых участках заготовок, но качество поверхностей разрезки остается низким (рисунок 1).

При этом деформирующая (P_d) и нажимная (P_n) силы располагаются односторонне относительно прутка 1 в общей продольной радиальной плоскости ротора 4, вращающегося вокруг продольной оси прутка.

В корпусе ротора размещены нажимная 5 и деформирующая 6 державки, в которых установлены ролики 7, 8 и шарики 9, 10, передающие силу нажимной обоймы 11 при продольном ее перемещении роликами. Ра-

бочими поверхностями обоймы являются сколы с углами α и β .

В процессе разделения прутка на мерные заготовки 2, создают знакопеременный изгибающий момент, вызывающий возникновение в плоскости разделения прутка напряжения растяжения и сжатия. Их значения изменяются от величины предела упругости (σ_y) металла в начале внедрения клинового инструмента 3 до величины не менее значения предела текучести (σ_T) металла на сдвиг к моменту отделения мерной заготовки от прутка.

Предложенный в работах [1, 2] способ разделения прутка на длинномерные заготовки и моделирование процесса разрезки стержневых заготовок на основе усталостного разрушения металла в плоскости разделения позволяют получать мерные заготовки с хорошим качеством торцевых поверхностей, однако, при этом, не исключается образование необратимого изгиба длинномерной заготовки в процессе разрезки, что влечет нарушение упорядоченной сдвиговой деформации металла в плоскости разделения прутка, и как следствие, нарушение плоскостности поверхности разрезки.

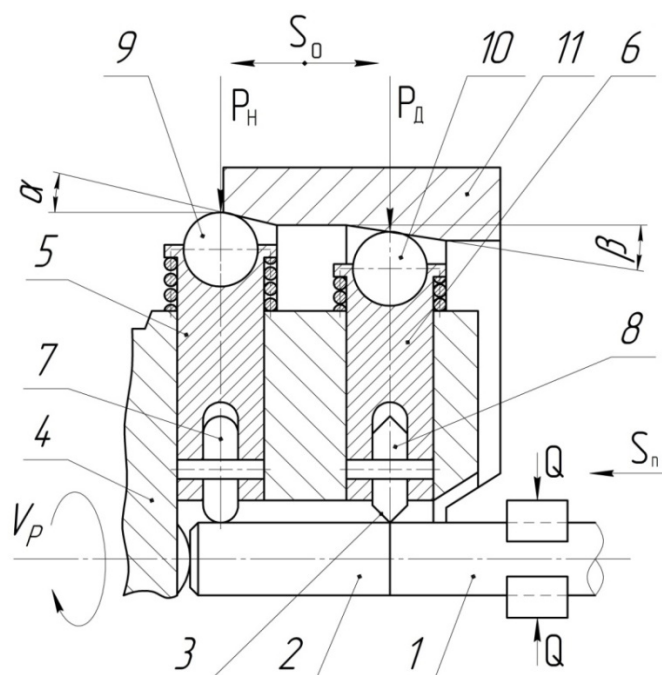


Рисунок 1 – Схема устройства для разделения прутка на мерные заготовки

При реализации способа [2] в плоскости разделения прутка создают знакопеременные напряжения, лежащие ниже предела упругости, которые вызывают микропластическую сдвиговую деформацию в зернах металла, имеющих химическую или структурную неоднородность. Скольжение металла при знакопеременных напряжениях развивается в микротрещину. В результате накопления микротрещин они сливаются в единую макротрещину с нарушением сплошности металла.

С уменьшением площади сечения прутка при действии неизменной величины нажимного усилия, в плоскости разделения прутка возникают напряжения, превышающие предел прочности, что вызывает усталостное разрушение металла.

Степень деформации сдвига (Λ_i) можно определить по формуле [3]:

$$\Lambda_i = \operatorname{tg} \varphi_i, \quad (1)$$

где φ_i – угол отклонения оси мерной заготовки от оси прутка в i -м цикле процесса разделения, или с использованием выражения для относительной линейной степени деформации (ϵ_i) с учетом отношений:

$$\operatorname{tg} \varphi_i = \Delta l_i / d_k = f_i / l_H, \quad (2)$$

где Δl_i и f_i – величины упругой деформации металла в плоскости разделения и отклонения оси мерной заготовки (прогиб) в плоскости приложения нажимного усилия (P_H) от оси прутка в i -й цикл процесса;

l_H – расстояние плоскости приложения нажимного усилия от плоскости разделения прутка;

d_k – диаметр сечения прутка по дну V-образной канавки.

Качество торцевой поверхности мерной заготовки, являющейся поверхностью усталостного разрушения металла, непосредственно связано с амплитудой знакопеременных напряжений, вызванных величиной и удаленностью от плоскости разделения нажимного усилия (P_H). Превышение величины знакопеременного изгибающего момента ($M_{изг}$) может привести к потере продольной устойчивости мерной заготовки и необратимому искривлению ее продольной оси по дуге параболы (изгибу) [4]. Это явление недопустимо, так как нарушает упорядоченную сдвиговую деформацию в зернах в процессе образования микротрещин и их слияния в макротрещину и единую поверхность усталостного разрушения металла.

Поэтому при реализации процесса разделения прутка на длинномерные заготовки необходимо обеспечить условие продольной устойчивости заготовки:

$$M_{пр} < M_{изг}, \quad (3)$$

где $M_{пр}$ – изгибающий момент, создающий знакопеременные напряжения в плоскости разделения прутка посредством упругого прогиба мерной заготовки при условии сохранения ее продольной устойчивости;

РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ РАЗРЕЗКИ ПРУТКА НА ДЛИННОМЕРНЫЕ ЗАГОТОВКИ НА ОСНОВЕ УСТАЛОСТНОГО РАЗРУШЕНИЯ МЕТАЛЛА

$M_{изг}$ – изгибающий момент, создающий знакопеременные напряжения плоскости разделения прутка при нарушении продольной устойчивости мерной заготовки с образованием ее необратимого искривления.

Поэтому поиск рациональных значений нажимного усилия (P_H) и расстояния (l_H) его приложения от плоскости разделения прутка является важной задачей при реализации процесса.

Из сопромата известно:

$$M_{изг} = \sigma_y \cdot W; \quad (4)$$

$$M_{изг} = 2 f E J / l_H^2,$$

где $M_{изг}$ – изгибающий знакопеременный момент, действующий в плоскости разделения прутка;

σ_y – предел упругости металла в плоскости разделения прутка;

E – модуль упругости стали;

W и J соответственно моменты сопротивления и инерции поперечного сечения в плоскости разделения прутка, равные

$$W = \pi d_k^3 / 32; \quad (5)$$

$$J = \pi d_k^4 / 64.$$

Из соотношений (5) получают

$$l_H = \sqrt{2 f_i E J / \sigma_y \times W}. \quad (6)$$

Допустимое нажимное усилие (P_H) получают из соотношения

$$M_{изг} = P_H \times l_H = \sigma_y \times W. \quad (7)$$

Отсюда

$$P_H = \sigma_y \times W / l_H. \quad (8)$$

Модель процесса разделения прутка на длинномерные заготовки реализована алгоритмом (рисунок 2).

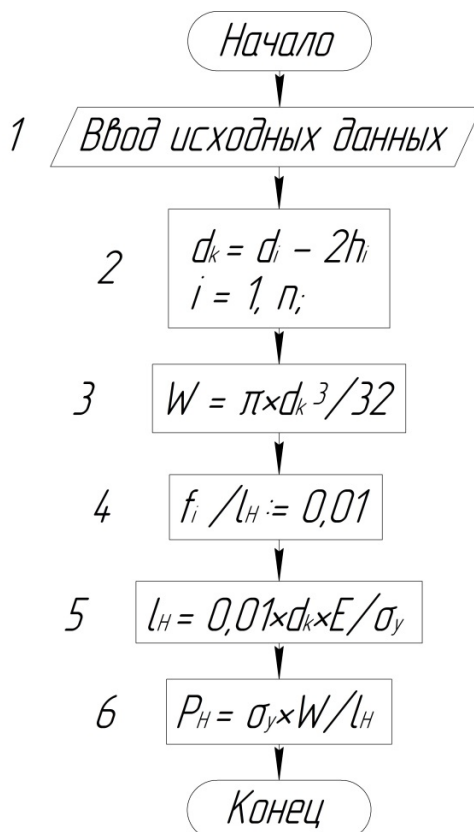


Рисунок 2 – Алгоритм процесса разделения прутка на длинномерные заготовки

В первом блоке вводят исходные данные: d_i – варьируемый в пределах допуска диаметр исходной заготовки; l – длина заготовки; марка стали; σ_y – предел упругости; E – модуль упругости стали; h_i – глубина V-образной канавки;

В блоках 2 и 3 устанавливают диапазон варьирования диаметра V-образной канавки

и определяют момент сопротивления сечения; в блоке 4 принимают отношение величины упругого прогиба к расстоянию между плоскостями приложения нажимного усилия (P_H) и разделения мерной заготовки; далее в блоке 5 определяют величину l_H удаленности плоскости приложения нажимного усилия P_H от плоскости разделения мерной заготов-

ки. Затем, в блоке 6 находят величину нажимного усилия P_H из условия продольной устойчивости длинномерной заготовки.

Выводы

1. Разработана модель рационализации параметров процесса разделения прутка на длинномерные заготовки при условии обеспечения ее продольной устойчивости в процессе резки на основе усталостного разрушения металла в плоскости разделения.

2. Модель реализована алгоритмом, который успешно опробован.

Список литературы

1. Патент 2508187 РФ МПК В 26 Д 2/16(2006.01). Способ разделения прутка на длинномерные заготовки // М.И. Поксеваткин, К.Ю. Дунаев, Д.М. Поксеваткин. Оpubл.27.02.2014. – Бюл. № 6.

2. Поксеваткин М.И., Чупахин Д.М., Резниченко С.В. Моделирование процесса резки стержневых заготовок на основе усталостного разрушения металла // КШП. ОМД. 2014. № 8. с. 34-38.

3. Колмогоров В.Л. Напряжения, деформации, разрушение. М.: Металлургия, 1970. 229 с.

4. Безухов Н.И. Теория упругости и пластичности. М.: Гос. изд. технико-теор. литературы. 1953. 420 с.

Бакланов Дмитрий Игоревич – аспирант
Поксеваткин Михаил Иванович – к.т.н., профессор
Герман Светлана Викторовна – аспирант
Басова Елена Михайловна – аспирант

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный
технический университет им. И.И. Ползунова»
(АлтГТУ), г. Барнаул, Россия