

ПРОГРЕССИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРУБКИ ЗАГОТОВОК

Баранова Е.М., Баранов А.Н.
Научный руководитель – доцент Баранов А.Н.

Тульский государственный университет

В процессе производства замкнутых сложнопрофильных оболочек при вытяжке полуфабрикатов из анизотропных материалов образуются неровности краев – фестоны и впадины. При наличии неровностей необходимо включать в технологический процесс операцию обрезки, что приводит к потерям материала и удорожанию себестоимости изделия.

Образование фестонов обусловлено анизотропией механических свойств ленты, т. е. неоднородностью характеристик металла в различных направлениях. При вытяжке материала с плоскостной анизотропией края заготовки в направлениях максимальных и минимальных коэффициентов анизотропии перемещаются с различными скоростями. Край заготовки в направлении минимального значения коэффициента анизотропии перемещается с большей скоростью, в этом направлении образуется впадина. Край заготовки в направлении максимального значения коэффициента анизотропии перемещается с меньшей скоростью, в этом направлении образуется фестон [1].

На практике известны случаи образования двух, четырех, шести, восьми и двенадцати фестонов. Появление фестонов сопровождается возникновением такого же количества впадин.

Чаще всего образуются четыре фестона и четыре впадины. В этом случае фестоны могут располагаться или под углом 45° относительно оси прокатки ленты (впадины располагаются под углами 0° и 90°), или под углами 0° и 90° (впадины размещаются под углом 45°).

Направление образования фестонов зависит от вида материала, режимов прокатки и термической обработки ленты [1].

В статье представлено решение научно-технической задачи получения вытяжных полуфабрикатов оболочек без фестонов путем вырубки профильных рондолей.

В процессе операции вытяжки оболочек к спортивно-охотничьему патрону калибра 7,62 мм, изготавливаемых как из биметалла № 3 ГОСТ 1050-88, так и из латуни Л 90 ГОСТ 15527-70, образуются четыре фестона и четыре впадины (рис. 1).



Рисунок 1. Оболочка с фестонами и впадинами

Для установления направлений расположения фестонов и впадин экспериментальным путем определялся коэффициент анизотропии материала ленты в различных направлениях относительно прокатки.

Подготовка и проведение эксперимента проводились в соответствии с ГОСТ 1497-84 «Металлы. Методы испытаний на растяжение» и ГОСТ 11701-84 «Методы испытаний на растяжение тонких листов и лент».

На этапе подготовки к эксперименту из ленты вырезались пропорциональные прямоугольные образцы под углами 0° , 45° и 90° к оси прокатки. По каждому из трех направлений было подготовлено по 4 образца. Эксперименту подвергались латунная и биметаллическая ленты.

На рисунке 2 представлен пропорциональный прямоугольный образец с необходимыми начальными размерами для проведения испытаний на растяжение.

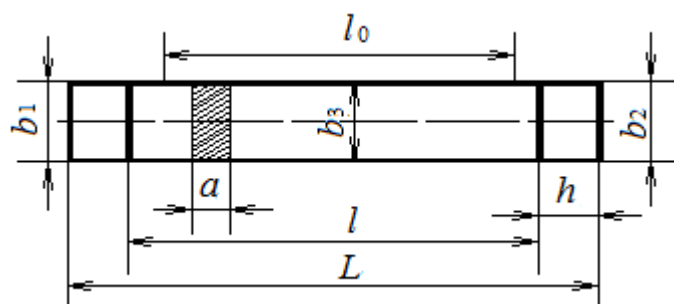


Рисунок 2. Пропорциональный плоский образец:

L – полная длина образца; a – толщина образца; b_1 , b_2 , b_3 – ширина образца в трех сечениях (по краям и в его середине); l_0 – начальная расчетная длина образца; l – рабочая длина образца; h – длина под крепление образца

Такие размеры как полная длина образца L , толщина образца a и ширина образца в трех сечениях b_1 , b_2 , b_3 , а также все последующие измерения, проводились на микроскопе УИМ-21.

Начальная ширина образца b_0 определялась как среднее арифметическое значений ширины в трех сечениях:

$$b_0 = \frac{b_1 + b_2 + b_3}{3}$$

Начальная площадь поперечного сечения образца определялась соответственно как

$$F_0 = ab_{cp}$$

Начальная расчетная длина образца рассчитывалась из соотношения:

$$l_0 = 5,65\sqrt{F_0}$$

Рабочая длина образца устанавливалась из равенства:

$$l = l_0 + (1,5...2,5)\sqrt{F_0}$$

Подготовленные образцы поочередно устанавливались на испытательную разрывную машину Р-5 с записью индикаторных диаграмм.

Установленный образец ступенчато нагружался через каждые 0,2 мм удлинения, что соответствовало одному делению шкалы счетчика измерения деформации. После каждой ступени нагружения образец снимался, и замерялась ширина образца в трех его сечениях: в середине и на краях рабочей длины образца. Нагружение проводилось до тех пор, пока разность между наибольшей и наименьшей шириной образца не превысила значения 0,3 – значения разности между наибольшей и наименьшей шириной образца до нагружения. Этот момент свидетельствует о начале образования сосредото-

ченного утонения или шейки, когда удлинение перестает быть равномерным и ожидается скорейший разрыв образца [2].

Для определения величины равномерного конечного удлинения Δl_2 на шкале счетчика измерения деформации фиксировалось значение, предшествующее моменту начала образования шейки. Конечное равномерное удлинение Δl_2 получалось путем умножения зафиксированного значения на счетчике измерения деформации на цену деления шкалы (0,2 мм). После этого образец нагружался до разрыва.

Относительное конечное равномерное удлинение δ_2 определялось по формуле:

$$\delta_2 = \frac{\Delta l_2}{l_0} 100\% .$$

Удлинение образцов после разрыва Δl определялось путем умножения показания счетчика на шкале измерения деформации на цену деления шкалы (0,2 мм).

Относительное удлинение после разрыва δ_5 определялось из соотношения:

$$\delta_5 = \frac{\Delta l}{l_0} 100\% .$$

Далее замерялась ширина разорванного образца в трех сечениях: на его краях b_{21} , b_{22} и в середине b_{23} .

Конечная ширина образца b_2 определилась как среднее арифметическое значений ширины разорванного образца в трех сечениях:

Начальная расчетная длина образца по тензомеру принималась равной начальной расчетной длине образца .

Расчетная длина образца по тензомеру при относительном конечном равномерном удлинении определялась по формуле:

Искомый коэффициент анизотропии рассчитывался из соотношения:

$$r_x = \frac{\lg \frac{b_0}{b_2}}{\lg \frac{b_2 l_{b2}}{b_0 l_b}} ,$$

где b_0 – ширина образца до испытания; b_2 – ширина образца после испытания; – начальная расчётная длина образца по тензомеру, равная начальной расчётной длине образца; – расчётная длина образца по тензомеру при относительном конечном равномерном удлинении.

В таблице 1 представлены коэффициенты анизотропии биметаллической и латунной лент. Коэффициенты получены в трех направлениях: в меридиональном r_0 (под углом относительно оси прокатки ленты), в окружном r_{90} (под углом относительно оси прокатки ленты) и под углом относительно сои прокатки ленты.

Таблица 1

Значения коэффициентов анизотропии ленты

Коэффициент анизотропии в меридиональном направлении r_0	Коэффициент анизотропии в окружном направлении r_{90}	Коэффициент анизотропии под углом 45^0 относительно прокатки r_{45}
Латунь Л 90 ГОСТ 15527-70		
1,89	2,1	2,4
Биметалл № 3 ГОСТ 1050-88		
1,56	1,42	1,64

На рисунке 3 показаны кривые изменения коэффициента анизотропии в зависимости от угла вырезки образцов для исследуемых материалов.

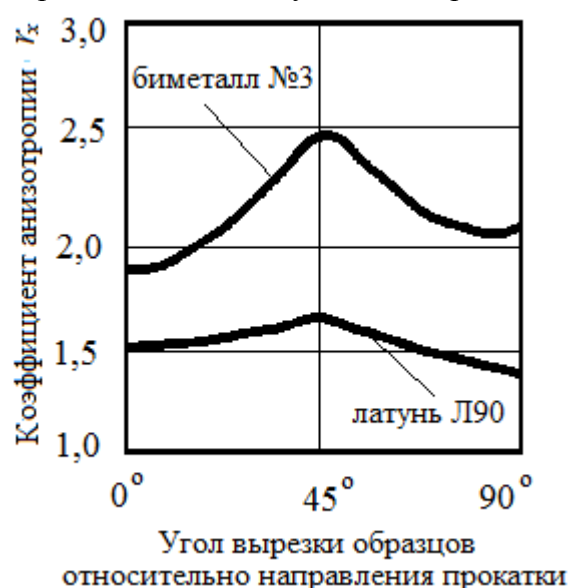


Рисунок 3. Вид кривых изменения коэффициента анизотропии

Анализ кривых позволяет сделать вывод о том, что фестоны вытяжного полуфабриката, изготовленного как из биметалла № 3, так и из латуни Л 90, располагаются под углом к оси прокатки ленты (максимум кривых изменения), а впадины, соответственно, под углами и (минимумы кривых изменения).

С целью устранения фестонов, образующихся в процессе вытяжки, в качестве рондолей можно использовать не круглые заготовки, а профильные, имеющие переменный радиус. В направлении образования фестонов профильная заготовка имеет меньший радиус по сравнению с направлением образования впадин.

При вырубке круглых заготовок коэффициент использования материала η , т. е. отношение общей площади отходов к общей площади вырубленных заготовок составляет 57,7%.

При таком же коэффициенте использования материала $\eta = 57,7\%$, и однотипном принципе раскроя, ширина ленты сократится на 47,55 мм и составит 83,45 мм.

Таким образом, вырубка профильных заготовок позволит не только сократить операцию обрезки фестонов, но и уменьшить расходы, связанные с закупкой исходных материалов.