

## ИССЛЕДОВАНИЕ СХЕМ КАЛИБРОВОК ПРИ РАСКАТКЕ ПРОФИЛЬНЫХ КОЛЬЦЕВЫХ ЗАГОТОВОК АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Костышев В. А., Шитарев И. Л.

Как установлено в работах [1, 2, 3], для обеспечения высокого качества кольца необходим низкий очаг деформации. Рассмотрим, можно ли его получить при однокалиберной, либо многокалиберной раскатке применительно к фланцевым заготовкам и в случае необходимости многокалиберной раскатки следует установить число и последовательность калибров.

Кроме того, необходимо знать влияние формы инструмента на механические свойства и структуру кольцевых изделий. В частности, нужно изучить влияние раскатки с уширением и без уширения закрытого швеллерного профиля с уширением и аналогичного профиля со стесненной деформацией.

В случае однокалиберной схемы в качестве примера рассмотрим использование заготовки с высоким очагом деформации  $\varnothing 200 \times \varnothing 80 \times 58$ . В случае многокалиберной схемы воспользуемся заготовкой с низким очагом деформации  $\varnothing 256 \times \varnothing 216 \times 85$ .

Температурные режимы раскатки заготовок приведены в табл. 1. Эти режимы выбирались с учетом получения в горячем состоянии необходимой технологической пластичности и высокой однородности структуры и повышенных свойств.

Раскатка по многокалиберной схеме, применительно к промежуточному кольцу дисков компрессора высокого давления, производилась в специально разработанной оснастке в четыре перехода (рис. 1). Раскатка по однокалиберной схеме производилась в чистовом калибре той же калибровки.

Как видно из рис. 2, по однокалиберной схеме раскатки колец наблюдается незаполнение калибра, фланцы недо выполнены на 10...12 мм

Таблица 1

## Температурно-временные режимы раскатки колец

Марка сплава	Наимен. операции раскатки	Темпер., °С		Время выдерж- ки, мин
		начало дефор- мации	конец дефор- мации	
ХН68ВМТЮ-ВД	<u>Для тонкостенных заготовок</u>			
	Ящичный калибр	1000	800	20...25
	Разгонный калибр	1160	950	20...25
	Предчистовой калибр	1000	800	15...20
	Чистовой калибр	1000	800	10...15
	<u>Для толстостенных заготовок</u>			
	1 переход	1160	950	50...60
2 переход	1160	950	10...15	
3 переход	1160	950	10...15	
ВТ9	<u>Для тонкостенных заготовок</u>			
	Ящичный калибр	950	800	15...20
	Разгонный калибр	980	850	15...20
	Предчистовой калибр	950	800	10...15
	Чистовой калибр	950	800	10...15
	<u>Для толстостенных заготовок</u>			
	1 переход	980	850	30...40
2 переход	980	850	10...15	
3 переход	980	850	10...15	

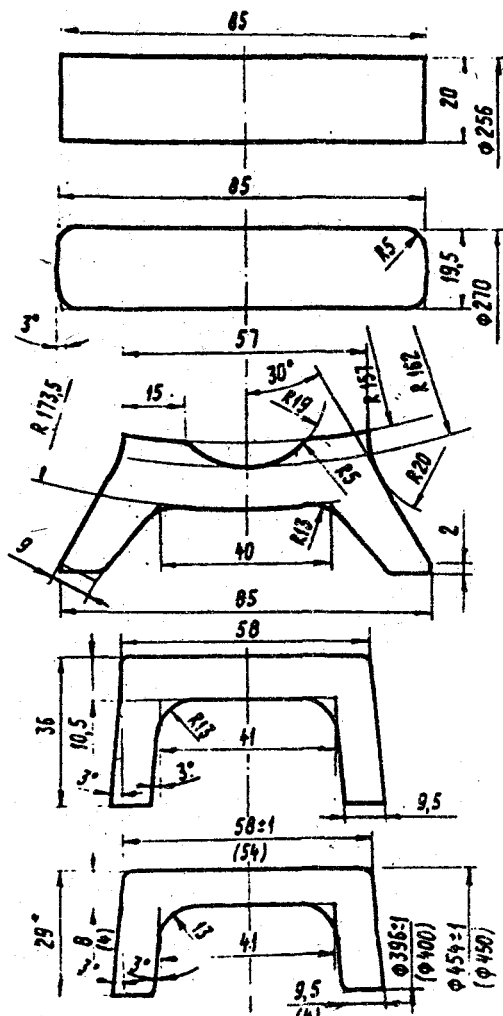


Рис. 1. Калибровка заготовки промежуточного кольца дисков из сплава ХН68ВМТЮК-ВД

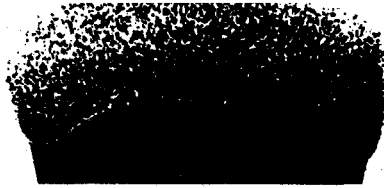


Рис. 2. Структура кольца, полученного из низкой заготовки методом раскатки с низким очагом деформации, сплав ХН68ВМТЮК-ВД. Зерно однородное мелкое, х1.

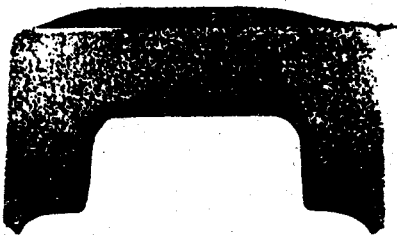


Рис. 3. Структура кольца, полученного из высокой заготовки методом выдавливания с высоким очагом деформации, сплав ХН68ВМТЮК-ВД. Структура разнoзернистая, х1.

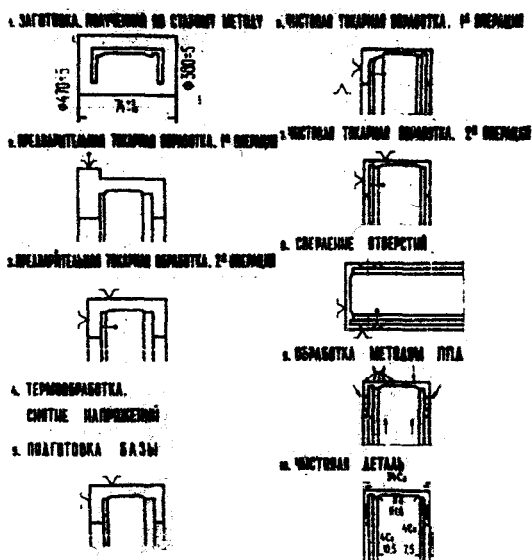


Рис. 4. Технологическая схема изготовления промежуточного кольца диска компрессора из сплава XH68BMTЮК-ВД:

2...9 - при использовании заготовки, полученной по однокалиберной схеме раскатки;

5...9 - при использовании заготовки, полученной по четырехкалиберной схеме

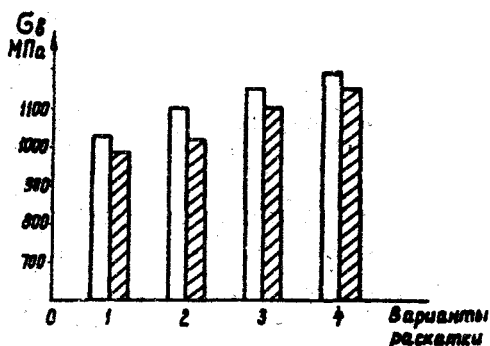




Рис. 5. Диаграмма зависимости прочности раскатных колец от схемы напряженного состояния (формы инструмента) для сплавов XH68BMTЮК-ВД и BT9:

- 1 - раскатка на гладких валах с уширением;
- 2 - раскатка в ящичном калибре без уширения;
- 3 - раскатка в П-образном калибре с уширением из заготовки с высоким очагом деформации;
- 4 - раскатка в П-образном калибре без уширения с боковым обжатием из заготовки с низким очагом деформации;

 - сплав XH68BMTЮК-ВД;  
 - сплав BT9

Метод последовательного получения окончательной формы кольца включает в себя не менее 3-4 переходов, как будет показано ниже. Поэтому рассмотрим четырехкалиберную схему калибровки.

Раскатка по четырехкалиберной схеме обеспечивает высокую заполняемость калибра (см. рис. 3): коэффициент использования металла возрос с 0,15 до 0,4, трудоемкость снизилась на 30% (рис. 4).

В результате исследований также установлено, что раскатка кольцевых заготовок на гладкой бочке в ящичных калибрах и П-образных с уширением из высоких заготовок, т. е. с высоким очагом деформации, дает пониженные механические свойства и неоднородную грубую структуру. Раскатка колец в тех же случаях, но из заготовок с низким очагом деформации и без уширения, способствует измельчению зерен и повышению механических свойств (см. рис. 2, 3, 5).

В табл. 2 приведены сравнительные механические свойства. Из этой таблицы явствует, что более высокие механические свойства получены по второму способу. Это объясняется тем, что процесс раскатки при втором способе обеспечивает более полное протекание в объеме сдвиговой деформации. В результате динамической, спонтанной и статической рекристаллизации зерно в основном растет из зародышей и формируется в более мелкие зерна равной величины. Границы при этом состоянии становятся более тонкими и атомные связи между зернами за счет этого повышаются. Замечено также, что избыточные фазы разделяются на мелкие фрагменты и распределяются равномерно по объему металла. Это обеспечивает повышение не только прочностных, но и пластических свойств.

Снижение механических свойств при первом способе объясняется образованием гетерогенных и грубых структур.

На основании вышеприведенных сравнительных исследований можно утверждать, что явными преимуществами обладает схема раскатки с низким очагом деформации в стесненных условиях. Она обеспечивает повышенные механические свойства, так как стесненный метод деформирования создает

Таблица 2

Механические свойства колец, раскатанных из высокоуглеродистых (первый способ) и низкоуглеродистых (второй способ) заготовок

Материал	Способ изготовления	$\sigma_B$ МПа	$\sigma_s$ МПа	$\delta$ %	$\psi$ %	КСУ Дж/см <sup>2</sup>	НВ МПа
ХН68ВМТЮК-ВД	первый способ	1005	656	27,8	26,0	70	3250
	второй способ	1190	880	34,8	36,0	76	3270
ВТ9	первый способ	1050		12,0	20,0	37	3400
	второй способ	1210		14,0	25,8	60	3700



более высокое напряженное состояние и способствует получению более тонких ажурных профилей максимально приближенных по геометрии к окончательным размерам детали.

На основе проведенных исследований можно дать несколько рекомендаций:

- для получения равномерной структуры и зерна заданной величины при раскатке колец из жаропрочных сплавов типа ХН68ВМТЮК-ВД, ХН45МВТЮБР-ИД и титановых сплавов типа ВТ9 и ВТ20 температурный интервал следует выбирать с учетом обеспечения конца деформации ниже порога рекристаллизации;

для обеспечения высокой пластичности и прочности раскатку колец следует производить из заготовок с низким очагом деформации в калибрах со стесненными условиями деформации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мурзов А.И., Костышев В.А., Зуев Г.И. Исследование напряженно-деформированного состояния при раскатке колец ГТД. - Межвузовский сборник. Куйбышев, 1979, с. 3-9.
2. Мурзов А.И. К вопросу о проблеме деформации металла, находящегося в зоне валков. В сб.: Алюминиевые сплавы и специальные материалы. 1977, №10, с. 134-143.
3. Мурзов А.И., Гусев Ю.В., Курсиков Ю.Н. Высокотемпературное распространение пластической деформации в слитках из алюминиевых сплавах при прокатке. В сб.: Алюминиевые сплавы и специальные материалы. 1977, №10, с. 129-133.