



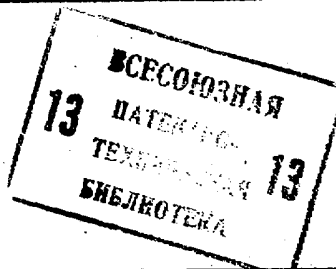
СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1177365** **A**

(51) 4 C 21 D 9/22, 1/56

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 3667450/22-02
(22) 30.11.83
(46) 07.09.85. Бюл. № 33
(72) А.Б.Гоголь, А.А.Маркуца,
Г.Л.Чикаленко, Л.Н.Мальцева
и Ю.Ф.Ивашенко
(71) Производственное объединение
"Ждановтяжмаш"
(53) 621.785.08 (088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР
№ 456002, кл. C 21 D 1/56, 1971.
Авторское свидетельство СССР
№ 730830, кл. C 21 D 1/56, 1976.
Авторское свидетельство СССР
№ 996471, кл. C 21 D 1/56, 1980.

(54)(57) СПОСОБ ЗАКАЛКИ МОЛОТОВЫХ
ШТАМПОВ, включающий нагрев до тем-
пературы аустенизации, выдержку,
подстуживание и многократное охлаж-
дение вначале в среде с максималь-
ной охлаждающей способностью до до-

стижения на поверхности изделия
температуры начала мартенситного
превращения, а затем в среде с мини-
мальной охлаждающей способностью
до достижения на поверхности изде-
лия температуры верхней ветви кри-
вой начала распада аустенита по типу
второй ступени и окончательное охла-
ждение в среде с промежуточной охла-
ждающей способностью с момента до-
стижения в центре изделия темпера-
туры, соответствующей температуре
центра изделия при непрерывном
охлаждении в масле в момент пере-
хода поверхности точки M_n , отли-
чающийся тем, что, с целью
повышения уровня механических свой-
ств путем увеличения однородности
структуры, в процессе окончательного
охлаждения проводят термоциклиро-
вание в интервале температур от
400 до 200°С.

(19) **SU** (11) **1177365** **A**

Изобретение относится к термической обработке крупногабаритных изделий, в частности к закалке литых молотовых штампов, изготовленных методом ЭШО, и может использоваться в инструментально-штамповом производстве.

Цель изобретения - повышение уровня механических свойств путем увеличения однородности структуры.

Способ закалки массивных изделий из легированных сталей типа литых молотовых штампов осуществляется следующим образом.

Нагрев до температуры аустенизации, выдержка, подстуживание на воздухе до $760-780^{\circ}\text{C}$ и охлаждение вначале в воде до достижения поверхностью температуры на $5-50^{\circ}\text{C}$ выше точки M_n , затем на воздухе для снижения температурного градиента между поверхностью и центром.

Двух- или трехкратная смена охлаждения в воде и на воздухе производится до достижения в центре изделия температуры, соответствующей температуре изделия при непрерывном охлаждении в масле в момент достижения поверхностью точки мартенситного превращения M_n . Затем немедленное термоциклирование в интервале температур $400-200^{\circ}\text{C}$ при многократном нагреве и охлаждении изделия в воздушной среде в течение 3-5 ч.

При необходимости для достижения заданной твердости изделие может быть подвергнуто дополнительному краткосрочному отпуску и отпуску хвостовика.

Для изучения механических и технологических свойств в лабораторно-производственных условиях изготавливают методом электрошлакового обжига из стали 5ХНМ размером $400 \cdot 700 \cdot 700$ мм два литых штампа, которые подвергают закалке по предлагаемому и известному способам. После обработки из штампов вырезают по три пробы из поверхности, $1/3$ высоты и центра, на которых проводят испытания механических свойств, определяют твердость и исследуют микроструктуру.

Пример 1. Один из указанных литых штампов нагревают до 860°C , с выдержкой 10 ч, подстуживают до 780°C на воздухе и охлаждают (3 мин) вначале в воде до 270°C на поверх-

ности штампа, затем на воздухе для снижения температурного градиента по сечению (3 мин). После трехкратного охлаждения с трехминутными выдержками температура центра достигает 500°C поверхности 270°C . Затем немедленно подвергают штамп трехкратному термоциклическому отпуску в интервале температур $400-200^{\circ}\text{C}$, нагревая и охлаждая его в воздушной среде.

Для достижения заданной твердости производят в течение 5 ч объемный отпуск при 500°C и отпуск хвостовика при $700-710^{\circ}\text{C}$.

Пример 2. Второй из подготовленных штампов нагревают под закалку по аналогичному режиму, также подстуживают, а охлаждают по известному способу чередованием вода - воздух до температуры центра штампа 500°C . Окончательное охлаждение до 200°C производят в масле. Затем проводят объемный отпуск при 500°C в течение 10 ч и отпуск хвостовиков при $700-710^{\circ}\text{C}$.

Продолжительность отпуска 10 ч выбрана из расчета совпадения его с предлагаемым, в котором термоциклирование занимает 5 ч и 5 ч - объемный отпуск при 500°C .

Охлаждение штампов в воде, т.е. в среде с максимальной охлаждающей способностью, производится до достижения поверхностью температуры на $5-50^{\circ}\text{C}$ выше точки M_n , при этом в центральной части изделия, сохраняющей значительный запас тепла, охлаждение происходит плавно до температур максимальной устойчивости аустенита.

Затем штамп охлаждается на воздухе, при этом температура поверхностных слоев повышается за счет теплоотдачи от внутренних слоев металла, температура центральных слоев плавно снижается. В этот момент в центральных слоях штампа начинается превращение остаточного аустенита, которое протекает в промежуточной области в верхней части бейнитного превращения, а на поверхности - в нижней части. Градиент температур между поверхностью и центром изделия в этот момент резко снижается.

Трехкратная смена охлаждения в воде и на воздухе переводит пре-

вращение как в центральных, так и в поверхностных зонах изделия в область нижних областей бейнитного превращения, повышается прокаливаемость, исключается образование феррита в центральных зонах. Однако превращение аустенита на данном этапе не завершается и в структуре металла присутствует 30 - 40% остаточного аустенита. Окончательное охлаждение в масле, как предусмотрено в известном способе, которое начинают с момента достижения в центре изделия температуры, соответствующей температуре центра изделия при непрерывном охлаждении в масле, в момент перехода температуры поверхности точки M_n не допустимо.

В этот момент превращение аустенита у литой стали 5ХНМ еще не завершено и охлаждение в масле вызывает распад части его по мартенситному типу, что может вызвать повышенные структурные напряжения, а другая часть сохраняется в стали в виде остаточного аустенита, что также нежелательно. Поэтому для подавления по мартенситному типу и снижения количества остаточного аустенита штамп немедленно подвергают термоциклическому отпуску в воздушной среде при колебании температур от 400°C до 200°C с трехкратной сменой нагревов и охлаждений.

В данном температурном интервале обеспечивается полное превращение аустенита в нижней области бейнитного превращения как в поверхностных, так и в центральных зонах изделия, т.е. обеспечивается однородность структуры по сечению. Повышена твердость изделия.

Однородная структура нижнего игольчатого бейнита свидетельствует об увеличении сопротивления металла хрупкому разрушению. Исключается трещинообразование изделия, т.к. снижается уровень тепловых и структурных напряжений во время термической обработки изделия.

Для определения оптимального интервала температур термоциклирования, проводят обработку с термоциклированием по трем вариантам: по предлагаемому способу (вариант П) и с

выходом на граничные значения предложенного способа (варианты I и III).

I вариант: нагрев до 500°C с последующим охлаждением до 300°C ;

5 II вариант: нагрев до 400°C с последующим охлаждением до 200°C ;

III вариант: нагрев до 300°C с последующим охлаждением до 100°C .

10 А три штампа подвергались термической обработке по известному способу - вариант IY (без термоциклирования).

Результаты обработки представлены в таблице.

15 Сочетание высоких значений ударной вязкости с высокими значениями прочностных и пластических характеристик металла штампов, обработанных по II варианту, позволяет 20 принять оптимальным интервал температур термоциклического отпуска $400-200^{\circ}\text{C}$.

Из данных таблицы следует, что при обработке штампов по известному 25 способу уровень пластических свойств особенно ударной вязкости, ниже, чем в предлагаемом способе. Кроме того, на штампе обнаружены трещины, что является следствием повышенных 30 тепловых и структурных напряжений. Прочность и твердость металла штампов, обработанных по предлагаемому и известному режимам, практически равноценны, что можно объяснить влиянием окончательного отпуска, 35 проведенного в обоих случаях при 500°C .

Таким образом, предлагаемый способ по сравнению с известным, обеспечивает однородность структуры по 40 всему сечению литых массивных изделий из легированных сталей (типа 5ХНМ), высокие механические свойства и ударную вязкость, а следовательно, 45 стойкость против хрупкого разрушения без опасности образования закалочных трещин.

Оба штампа прошли производственные испытания. Штамп, термообработанный по предлагаемому способу за- 50 калки отштамповал 4,0 тыс. штамповок, а штамп, термообработанный по известному способу 2,5 тыс. штамповок. Из этого следует, что стойкость штампа обработанного по предлагаемому 55 режиму повышается, в 1,5 раза.

Способ за- калки	Место от- бора проб в штампе	Механические свойства					Твердость, HB	Микроструктура
		σ_m МПа	σ_a МПа	δ %	ψ %	a_n $\frac{МПа}{М^2}$		
Известный	Поверхность	$\frac{1100}{1445}$	$\frac{1203}{1230}$	$\frac{8,5}{9,0}$	$\frac{12,3}{18,4}$	$\frac{0,30}{0,28}$	$\frac{444}{429}$	Продукты отпуски промежуточной структуры
	1/3 высоты	$\frac{948}{1006}$	$\frac{1145}{1180}$	$\frac{4,8}{5,1}$	$\frac{5,2}{5,8}$	$\frac{0,36}{0,34}$	$\frac{429}{415}$	при наличии в поверх- ностных зонах участков отпущенного мартенсита.
	Центр	$\frac{865}{955}$	$\frac{1035}{1080}$	$\frac{2,6}{3,2}$	$\frac{2,1}{7,8}$	$\frac{0,28}{0,15}$	$\frac{388}{363}$	Обнаружены трещины
Предлага- емый	Поверхность	1010-900	1105-1010	14,5-12,5	30,2-27,1	0,48-0,45	429-415	
Вариант I	1/3 высоты	1010-965	1070-986	12,6-12,1	25,5-25,0	0,41-0,38	401-388	
	Центр	790-690	985-920	8,0-7,8	19,2-19,0	0,30-0,27	363-352	
Вариант II	Поверхность	1165-1110	1240-1215	14,0-13,0	30,5-29,5	0,80-0,66	444-429	
	1/3 высоты	1020-985	1170-1160	10,5-10,0	24,0-22,5	0,50-0,45	415-401	
	Центр	870-950	1090-1060	9,0-8,5	19,5-17,5	0,41-0,34	388-375	
Вариант III	Поверхность	1100-1050	1270-1260	8,5-8,4	27,2-27,0	0,32-0,30	444-429	
	1/3 высоты	1040-1010	1180-1100	8,0-8,0	20,3-19,8	0,34-0,15	429-415	
	Центр	910-880	1100-1040	8,3-7,8	16,8-16,4	0,20-0,18	401-388	