



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1
(21) 4295108/31-02
(22) 10.08.87
(46) 23.09.89. Бюл. № 35
(71) Белорусский политехнический институт
(72) В.А.Стефанович и Е.И.Панкратин
(53) 621.793.669.586.5 (088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР
№ 779442, кл. С 23 С 8/80,
15.11.80.

(54) СПОСОБ УПРОЧНЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

(57) Изобретение относится к металлургии, а именно к химико-термической обработке стальных изделий, и может быть использовано в машиностроении в инструментальном производстве для повышения эксплуатационных свойств рабочих поверхностей формообразующего инструмента, преимущественно пресс-форм для литья под давлением цветных сплавов. Цель - повышение разгаростойкости рабочей поверхности изделий и их долговечности. Способ включает диффузионное ни-

Изобретение относится к металлургии, а именно к химико-термической обработке стальных изделий, и может быть использовано в машиностроении в инструментальном производстве для повышения эксплуатационных свойств рабочих поверхностей формообразующего инструмента, например пресс-форм для литья под давлением цветных сплавов.

2
келирование при насыщении в порошковой смеси, содержащей, мас. %: никель 10-15; окись алюминия 20-35; хлористый аммоний 2-4; железо 46-48, химико-термическую обработку, закалку и отпуск. Отжиг осуществляют в течение времени, необходимого для получения на поверхности изделий слоя повышенной вязкости и пластичности глубиной (Δ), равной или большей суммы глубин диффузионного слоя (δ) и зоны повышенной вязкости и пластичности (s), образующейся под диффузионным слоем после проведения химико-термической обработки. Глубина зоны s должна удовлетворять условию

$$s > \frac{1}{2\pi} \left(\frac{K_{4c}}{G_{0,2}} \right)^2.$$

Обработка по предлагаемому способу позволяет увеличить разгаростойкость стальных изделий по сравнению с известным в 1,8-2,0 и более раз, долговечность пресс-форм при литье латуни ЛКС 80-3-3 увеличивается в 2,5-3,5 раза, а при литье алюминиевого сплава АЛ-32 - в 1,8 раза. 2 табл.

Цель изобретения - повышение разгаростойкости рабочей поверхности изделий и их долговечности.

Способ включает диффузионное никелирование при насыщении в порошковой смеси при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Никель	10-15
Окись алюминия	20-35

Аммоний хлористый
Железо

2-4
46-68

химико-термическую обработку, закалку и отпуск. Диффузионное никелирование осуществляют в течение времени, необходимого для получения на поверхности изделий слоя повышенной вязкости и пластичности глубиной (Δ), равной или большей суммы глубин диффузионного слоя (δ) и зоны повышенной вязкости и пластичности (S), образующейся под диффузионным слоем после проведения химико-термической обработки. Глубина зоны должна удов-

летворять условию $S \geq \frac{1}{2n} \left(\frac{K_{1c}}{\sigma_{0,2}} \right)^2$.

Взаимодействие компонентов смеси со стальной поверхностью приводит к образованию обезуглероженного поверхностного слоя с одновременным насыщением никелем, который повышает ударную вязкость поверхностного обезуглероженного слоя. После химико-термической обработки на поверхности образуется диффузионный слой заданной глубины затем инструмент закачивают и подвергают отпуску. После такой обработки изделий образуются 3 зоны: зона 1 - диффузионный слой, обладающий повышенной твердостью, тепло- и износостойкостью глубиной δ , зона 2 повышенной вязкости и пластичности глубиной δ , зона 3 - основной металл с высокой твердостью, прочностью и теплостойкостью.

Наличие зоны повышенной вязкости и пластичности задерживает распространение возникающих в диффузионном слое трещин.

Локализация трещин в зоне повышенной вязкости и пластичности приводит к повышению разгаростойкости рабочей поверхности. Кроме того, наличие этой зоны повышает ударную вязкость за счет увеличения работы распространения трещины, образовавшейся в диффузионном слое в момент удара.

Исходя из положений механики разрушения необходимо, чтобы глубина данной вязкой зоны (s) была больше размера зоны пластической деформации из вершины трещины в условиях - Γ_y , который определяется из соотношения

$$\Gamma_y = \frac{1}{2n} \left(\frac{K_{1c}}{\sigma_{0,2}} \right)^2,$$

где K_{1c} - вязкость разрушения при деформации;

$\sigma_{0,2}$ - предел текучести при растяжении гладкого образца.

Таким образом, для того, чтобы не происходило распространение трещины, необходимо, чтобы толщина зоны повышенной вязкости и пластичности была не менее Γ_y , т.е. $S \geq \Gamma_y$, а следовательно, $S \geq \frac{1}{2n} \left(\frac{K_{1c}}{\sigma_{0,2}} \right)^2$, в противном

случае движение трещины тормозиться не будет.

Пример 1. Исследования разгаростойкости и долговечности проводят на образцах и пресс-формах, изготовленных из стали ЭХЗМЗФ, имеющей следующие механические свойства после закалки с 1040°C и отпуска при 600°C : $\sigma_{0,2} = 1500 \text{ МПа}$, $K_{1c} = 45 \text{ МПа}\cdot\sqrt{\text{м}}$, следовательно $S \geq 0,15 \text{ мм}$.

Разгаростойкость оценивают на образцах диаметром 30 мм и толщиной 5 мм по глубине образующихся трещин после 8000 циклов: в режиме нагрев 650°C (свинец), охлаждение 50°C (вода).

Долговечность пресс-форм оценивают по количеству отливок из латуни ЛКС 80-3-3 детали типа "штулка с фланцем" без ухудшения качества. Образцы и пресс-формы подвергают отжигу в контейнере с плавким затвором в порошковых смесях, состав которых приведен в табл. 1: при 1000°C в течение 6 ч. После отжига проводят химико-термическую обработку - борирование из обмазок следующего состава: карбид бора - 70% + окись хрома - 25% + фтористый натрий - 5%.

Выдержка при 1040°C составляет 1 ч. Толщина боридного слоя после такой обработки на стали ЭХЗМЗФ 80 мкм.

С температуры насыщения осуществляют закалку в масло с последующим отпуском при 600°C в течение 2 ч.

Материалы, используемые при насыщении, применяют в виде порошков: окись алюминия, никель, хлористый аммоний, железо, фтористый натрий.

Железо используется для обезуглероживания, хлористый аммоний - как активатор, никель - как поставщик атомов никеля, окись алюминия - для предотвращения спекания.

Смесь карбида бора, окиси хрома и фтористого натрия обеспечивает процесс борирования.

Результаты испытаний приведены в табл. 1.

Из табл. 1 следует, что обработка по предлагаемому способу позволяет повысить разгаростойкость в 3-3,5 раза, долговечность пресс-форм для литья под давлением латуни в среднем 2,5-3,5 раза (составы 1-3). Состав 4 недостаточно эффективен из-за повышенной прочности подслоя, вызванной низкой содержанием никеля. Состав 5 не позволяет повысить свойства из-за малой толщины зоны повышенной вязкости и пластичности, в результате чего трещина распространяется за ее пределы.

П р и м е р 2. Исследования разгаростойкости и долговечности проводят на образцах и пресс-формах из стали ЗХЗМЗФ. Разгаростойкость оценивают аналогично примеру 1. В производственных условиях проходят испытания из стали ЗХЗМЗФ для литья детали "ручка" из алюминиевого сплава АЛ-32. Пресс-формы подвергают отжигу в контейнере с плавким затвором в порошковых смесях, состав которых имеется в табл. 2, при 1000°C в течение 10 ч. После отжига проводят закалку с 1040°C и отпуск при 600°C, а затем азотирование: 520°C - 12 ч в среде диссоциированного аммиака, нагрев до 620°C без подачи аммиака, выдержка 0,5 ч, охлаждение до 520°C и выдержка 4 ч без подачи аммиака. Толщина азотированного слоя $\delta = 220$ мкм.

Результаты сравнительных испытаний на разгаростойкость и долговечность пресс-форм литья алюминия сплавов представлены в табл. 2.

Данные табл. 2, показывают, что обработка по предлагаемому способу (составы 1-3) повышает разгаростойкость в 1,8-2,0 раза по сравнению с известной обработкой стали ЗХЗМЗФ (состав 6). Стойкость пресс-форм для литья алюминиевых сплавов, обработанных по предлагаемому способу, в 1,8 раза выше по сравнению с известным.

Способ упрочнения стальных изделий, преимущественно пресс-форм для литья под давлением, включающий никелирование и закалку, отличающийся тем, что, с целью повышения разгаростойкости и долговечности, никелирование проводят при диффузионном насыщении в среде, содержащей следующие компоненты, мас. %:

Никель	10-15
Окись алюминия	20-35
Аммоний хлористый	2-4
Железо	46-68

в течение времени, необходимого для получения упрочненной зоны, равной сумме глубины подслоя (s) и диффузионного слоя (δ), при этом глубина подслоя рассчитывается по формуле

$$s \geq \frac{1}{2\pi} \left(\frac{K_{1c}}{\sigma_{0,2}} \right),$$

где K_{1c} - вязкость разрушения материала;

$\sigma_{0,2}$ - предел текучести стали.

Т а б л и ц а 1

Состав	Компоненты порошковой смеси для отжига, мас. %				Толщина вязкого слоя после отжига Δ , мкм	Толщина вязкой зоны после насыщения, $S = \Delta - \delta$, мкм, $\delta = 80$ мкм	Разгаростойкость, мкм ($N = 8000$)	Долговечность, тыс. шт.
	Fe	Ni	Al ₂ O ₃	NH ₄ Cl				
1	52	10	35	3	290	210	120	9,6
2	61	15	20	4	340	260	140	12,4
3	61	12	25	2	300	220	130	10,8
4	70,5	9	19	1,5	400	320	200	8,0
5	43,5	16	36	4,5	200	120	220	7,6
Известный	-	-	-	-	-	-	460	3,5

Т а б л и ц а 2

Сос- тав	Компоненты порошковой смеси для отжига, мас.%				Толщина вязкого слоя после отжига, Δ , мкм	Толщина вязкой зоны на- сыщения $S = \Delta - \delta$, мкм, $\delta =$ $= 220$ мкм	Разгаро- стойкость, мкм ($N = 8000$)	Долго- веч- ность, тыс.шт. отливок из АП-32
	Fe	Ni	Al ₂ O ₃	NH ₄ Cl				
1	52	10	35	3	440	220	230	35,4
2	61	15	20	4	480	260	250	36,2
3	61	12	25	2	450	230	240	36,4
4	70,5	9	19	1,5	540	320	320	29,5
5	43,5	16	36	4,5	400	180	340	20,5
Из- вест- ный					-	-	460	20,4

Составитель Н.Сункина

Редактор Н.Гулько

Техред И.Верес

Корректор Т.Малец

Заказ 5766/23

Тираж 942

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г.Ужгород, ул. Гагарина, 101