

делить значение правой части. Обозначив  $\Phi\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right)$  через  $\Phi_2$ , получим

$$C_{x,t} = 0,2\left[1 + \frac{\Phi_2}{\Phi_1}\right]. \quad (3)$$

На рис. 2 представлены расчетное и экспериментальное (определенное послойным химическим анализом) распределение углерода в поверхностном слое стали 20Л при охлаждении ее в керамической литейной форме с одновременной цементацией в интервале 1400...850°C и 1250...850°C со скоростями охлаждения 15 и 25 °/мин соответственно. Расчет распределения углерода по предложенной методике удовлетворительно соответствует эксперименту для поверхностной зоны слоя при относительно небольших скоростях охлаждения и больших значениях начальной температуры цементации  $T_H$ , а для цементованного слоя, напротив, — при больших скоростях охлаждения и меньших  $T_H$ .

Анализ результатов расчетов показывает, что определяющее влияние на толщину цементованного слоя оказывает скорость охлаждения отливки. Температура поверхности отливки существенно влияет до 1150°C, при более низких температурах интенсивность цементации стремится к нулю. Весьма перспективной является организация технологического процесса с регулируемой скоростью охлаждения — замедленной в интервале 1400...1300°C для обеспечения цементации и дальнейшей повышенной с уменьшенной подачей карбюризатора для предотвращения обезуглероживания поверхности отливки.

#### Л и т е р а т у р а

1. З а м я т и н М.М. Расчет процессов химико-термической обработки стали на основе теории диффузии. — Л., 1966. 2. П о п о в А.А. Теоретические основы химико-термической обработки стали. — Свердловск, 1962.

УДК 669.018.25

*Б.З.Поляков, А.А.Пикман, В.А.Штукарь*

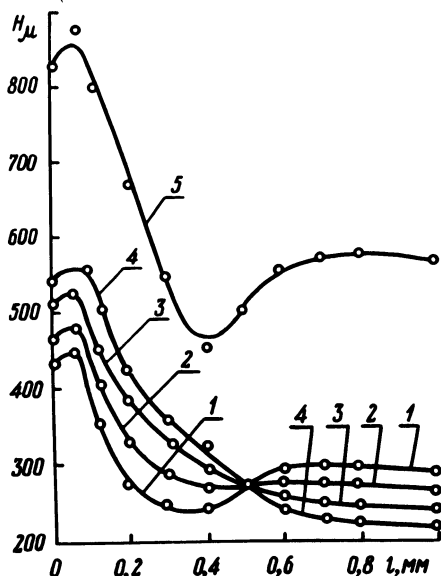
#### АЗОТИРОВАНИЕ СТАЛИ 40ХЛ В ПРОЦЕССЕ ЛИТЬЯ

Нами исследовано влияние массивности отливки из стали 40ХЛ и последующей закалки на твердость азотированного в процессе литья поверхностного слоя. Керамические формы после заливки их сталью 40ХЛ продували аммиаком в течение 60 мин с расходом 240 л/ч при давлении 0,5 кгс/см<sup>2</sup>. Исследованные отливки диаметром 57, 77, 96 и 112 мм имели

светлую, без следов окалины поверхность. Более массивные отливки медленнее охлаждаются в форме, что увеличивает время диффузионного насыщения поверхности и соответственно толщину азотированного слоя от 0,29 мм для отливок диаметром 57 мм до 0,72 мм для отливок диаметром 112 мм. Азотированный слой отливок имеет трехфазное строение резко отличающееся по травимости в 4%-ном растворе азотной кислоты в спирте. Поверхностная часть слоя толщиной 0,035 до 0,14 мм при микроструктурном анализе представляется светлой, так как она содержит  $\gamma$ -фазу, остаточный аустенит, мартенсит и феррит, легированные азотом, и обладает повышенной коррозионной стойкостью. Далее располагается зона несколько пониженной травимости с иглообразными выделениями фазы, свойственными мартенситу, с которой граничит зона с характерным строением эвтектоида. Сердцевина имеет феррито-перлитную структуру, как и у обычных неазотированных отливок. Диффузионный слой обладает повышенной твердостью в литом состоянии. Распределение микротвердости по глубине азотированного слоя, представленное на рис. 1, является следствием распределения азо-

Рис. 1. Изменение микротвердости (Н) по толщине (l) слоя при различном диаметре отливки:

1 — 55 мм; 2 — 77; 3 — 96;  
4 — 112; 5 — 112 мм, закалка с  
840°C;



та, углерода и хрома в результате имеющей место неравновесной первичной кристаллизации, а также структуры слоя. Определяющее влияние на распределение микротвердости оказывает, очевидно, скорость охлаждения (массивность отливки). Время охлаждения отливок диаметром 57–112 мм до 500°C составляет соответственно 60–120 мин. С увеличением диаметра отливки твердость поверхности после охлаждения возрастает с 460 до 540 кгс/мм<sup>2</sup>. Максимальная микротвердость наблюдается на расстоянии 0,05 мм от поверхности. Продувка формы аммиаком способствует прете-

канию первичной кристаллизации в неравновесных условиях, что в наибольшей степени сказывается на перераспределении углерода и хрома, по-видимому, в отливке диаметром 112 мм; в результате микротвердость на расстоянии 1 мм от поверхности уменьшилась до 220 кгс/мм<sup>2</sup>.

Термическую обработку азотированных отливок для предотвращения деазотирования проводили в защитных обмазках. Закалка с 840°C увеличила микротвердость поверхности до 820, а максимальную микротвердость до 900 кгс/мм<sup>2</sup> в результате образования в поверхностном слое азотистого мартенсита. Структура сердцевины — мелкоигльчатый мартенсит с твердостью 480–500 кгс/мм<sup>2</sup>. Микротвердость отливок после отпуска для снятия напряжений (180°C, 2 ч, без предварительной закалки) не претерпевает существенного изменения.

Таким образом, закалка азотированной в процессе литья стали 40ХЛ, выполненная с защитой от деазотирования поверхности, значительно повышает твердость поверхности отливки, причем значение твердости отливки соответствует получаемой при обычных режимах низкотемпературного азотирования.

УДК 621.785:5:669.14

*Б. Т. Павлова, Н. Д. Рашков*

## КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ СТАЛЕЙ ПОСЛЕ ДИФфуЗИОННОГО НАСЫЩЕНИЯ ВАНАДИЕМ И ВАНАДИЕМ С БОРОМ

Важным аспектом технического прогресса является всемерное повышение коррозионной стойкости металлов. Химико-термическая обработка, обеспечивающая резкое изменение свойств поверхностных слоев деталей, один из наиболее эффективных путей борьбы с коррозионным разрушением наиболее распространенных металлических материалов.

К перспективным методам повышения коррозионной стойкости сталей можно отнести диффузионное обогащение поверхностного слоя ванадием. Однако практическое внедрение этого метода затруднено из-за малой изученности кинетики процесса и свойств получаемых диффузионных слоев, в частности их коррозионной стойкости. Особенно мало изучен вопрос о влиянии на коррозионную стойкость борированных сталей совместного насыщения ванадием, например, с бором при осуществлении такого широко известного процесса, как борирование.

При выполнении экспериментов в настоящей работе использован метод упрочнения в порошкообразных средах. Экспериментальные образцы (цилиндры высотой 15 мм и диаметром 15 мм) загружали в контейнеры, засы-