

Исследования образцов стали Р6М5 позволили установить, что максимальная износостойкость отмечается при количестве остаточного аустенита -- около 10%, что обеспечивается закалкой начиная с температуры 1220°С и однократным одночасовым отпуском при 560°С.

Лабораторные исследования образцов, а затем испытания партии долбяков в условиях Минского тракторного завода, обработанных по данному режиму, показали увеличение износостойкости в 1,6--2 раза.

УДК 669.14.018.252.3

Р.Н. Худокормова, канд.техн.наук,
В.Б. Левитан, Е.М. Лапцевич,
Т.М. Гаврилова

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ГАЗОВОЙ ЦЕМЕНТАЦИИ БЫСТРОРЕЖУЩИХ И ТЕПЛОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ

На Минском тракторном заводе шеверы изготавливаются из ст. Р6М5. Однако Р6М5, хотя и в меньшей степени, чем Р18, Р12, обладает повышенной хрупкостью по сравнению с комплекснолегированными теплостойкими сталями типа 45ХЗВЗМФС (ДИ-23). Допустимо предполагать, что ст. ДИ-23 после насыщения углеродом и соответствующей термической обработки приобретает свойства, необходимые таким режущим инструментам, как шеверы.

В настоящей работе приводятся результаты исследований диффузионного насыщения сталей Р6М5 и 45ХЗВЗМФС путем газовой цементации.

Цементация проводилась в шахтных печах типа "Ц" в условиях завода (МТЗ) при температурах 900, 950 и 1000°С с выдержкой в течение 1, 5, 10, 15 и 20 ч для каждой температуры и охлаждением на воздухе.

При всех исследованных режимах образуются насыщенные слои, глубина которых активно увеличивается с ростом температуры и длительности выдержки. Слои характеризуются высоким содержанием углерода, а также большим градиентом концентрации этого элемента по глубине слоя. В результате указанного, цементованные образцы из ст. Р6М5 при температурах, превышающих 1050°С, оплавливались. По этой причине температура под закалку для Р6М5 была снижена с 1220 до

1050°C. Из-за недостаточной степени легированности α -твердого раствора отмечено снижение красностойкости стали.

Следовательно, газовая цементация, проводимая обычным способом, не обеспечивает ожидаемых результатов по улучшению необходимого комплекса свойств стали Р6М5.

Был опробован метод газовой цементации с последующей изотермической выдержкой. Сущность этого метода состоит в том, что подача газа в печь происходит не в течение всего времени выдержки образцов (20 ч), а на протяжении определенной части ее. Опробованы следующие режимы цементации с выдержкой (950°C): 5 ПГ + 15; 10 ПГ + 10; 15 ПГ + 5. Цифры с буквами "ПГ" указывают длительность (ч) подачи газа в печь. Одновременно с этим проводилась цементация по обычному методу, т.е. газ подавался в печь на протяжении всей выдержки 5, 10, 15 и 20 ч.

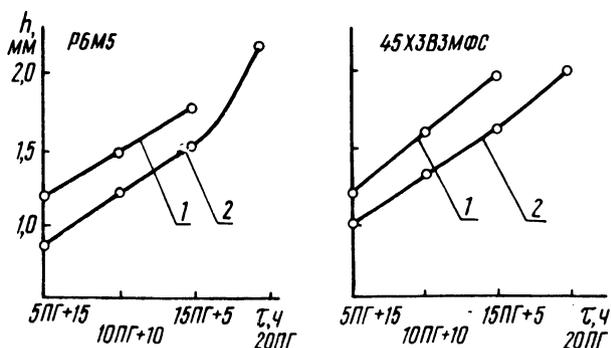


Рис. 1. Влияние метода и режима цементации на глубину (h) слоя: 1 — выдержка с подачей и без подачи газа; 2 — выдержки только с подачей газа.

Зависимости глубины слоя от режима и метода цементации приведены на рис. 1. Как видно, применение метода газовой цементации с выдержкой обеспечивает слои большей глубины по сравнению со слоями, полученными при аналогичных выдержках с непрерывной подачей газа.

Распределение углерода по глубине слоя ст. Р6М5 (рис. 2) и ст. 45ХЗВЗМФС (рис. 3) определялось методом послойного химического анализа. На приведенных зависимостях в качестве сравнения показано также распределение углерода по слою при цементации с подачей газа в течение 20 ч (20 ПГ). Как видно, в ст. 45ХЗВЗМФС при всех режимах цементации с выдержкой наблюдается монотонное снижение углерода от поверхности по слою к сердцевине при сохранении малого градиента концентрации.

Таблица 1. Твердость закаленных образцов в зависимости от метода и режима цементации (950 °С)

Режим цементации	Время выдержки, ч							
	5	10	15	20	5ПГ+15	10ПГ+10	15ПГ+5	
HRC P6M5	62	53	50	49	62	61	58	
HRC ДИ23	62	56	51	49	64	63	62	

а

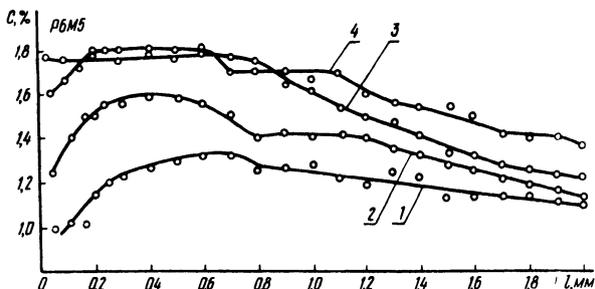


Рис. 2. Влияние режима цементации (950°С) на распределение углерода (С) по глубине слоя: 1 — 5ПГ+15; 2—10ПГ+10; 3—15ПГ + +5; 4—20ПГ.

б

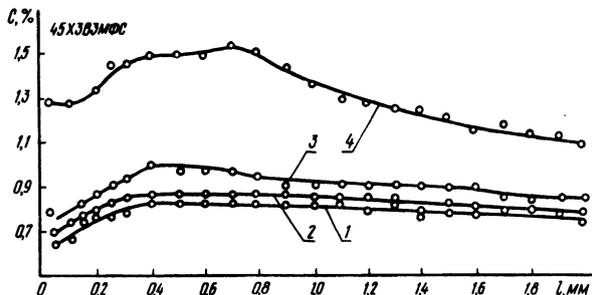


Рис. 3. Влияние режима цементации (950°С) на распределение углерода (С) по глубине слоя: 1—5ПГ+15; 2—10ПГ+10; 3—15ПГ + +5; 4—20ПГ.

Закалка образцов проводилась в масле для ст. ДИ-23 с температуры 1170°С, для ст. P6M5 — с 1050°С. Отпуск при 560°С с выдержкой 1 ч. Значения твердостей исследуемых цементованных сталей в закаленном состоянии приведены в табл. 1. Твердость закаленных образцов, цементованных по обычной методике, существенно возрастает в результате отпуска и зависит от числа проведенных отпусков. В случае цементации с выдержкой отмечен меньший прирост твердости при отпуске, кроме того, значения твердости для ст. ДИ-23 не зависят от кратности отпуска. В результате закалки и трехкрат-

Таблица 2. Распределение карбидной фазы по глубине цементованного слоя сталей Р6М5 и ДИ-23

Марка стали	Режим цементации	Состояние стали	Количество карбидной фазы, %			количество карбидов, шт/мм ²		
			Расстояние от поверхности, мм					
			0,5	1,0	1,5	0,5	1,0	1,5
Р6М5	5ПГ+15	цементация	38	31	31	210	190	170
		закалка	22	16	16	180	170	150
	10ПГ+10	»	27	20	21	220	190	170
ДИ-23	5ПГ+15	»	25	17	17	200	145	140
		»	17	13	12	500	410	300
	10ПГ+10	»	16	12	9	350	290	255
		»	13	13	12	280	300	280
		»	7	7	5	120	170	100

ного отпуска получены следующие значения твердости для ст. ДИ-23: (5ПГ+15) - 65 HRC; (10ПГ+10) - 63HRC; (15ПГ+5) - 63 HRC.

Металлографический анализ карбидной фазы слоев сталей (табл. 2) показал, что при цементации с выдержкой образуется высокодисперсные равномерно распределенные карбиды, особенно в ст. ДИ-23, округлой формы. Карбидная сетка в слое не образуется.

Рентгеноструктурный анализ, проведенный на УРС-50 с использованием Со-излучения показал фазовый состав слоев и сердцевины сталей Р6М5 и ДИ-23, прошедших цементацию:

Ст. Р6М5, сердцевина: γ , α , Me_6C , VC, Mo_2C ; слой (режим 20 ПГ): γ , α , Me_6C , Mo_2C ; режим (15ПГ+5): γ , α , Me_6C ; (ст. ДИ-23, сердцевина: γ , α , Me_6C , VC; слой (режим 20ПГ): γ , α , Me_6C , VC; режим (5ПГ+15): α , Me_6C .

Микроскопический анализ показал, что в сердцевине ДИ-23 и в ее слое, полученном цементацией без выдержки, находится много аустенита остаточного (γ -фаза), больше чем в Р6М5. Количество Me_6C в сердцевине этой стали невелико, текстуры нет. В слое же, полученном цементацией с выдержкой, аустенит остаточный отсутствует. Карбиды в слоях сталей Р6М5 и ДИ-23 текстурованы: Me_6C по [331], VC по [111], Mo_2C по [002].

Резюме. Метод газовой цементации с изотермической выдержкой обеспечивает глубокие слои с карбидной фазой высокой степени дисперсности. Твердость цементованной ст. ДИ-23 после окончательной термической обработки имеет более высокие значения, чем сталь Р6М5.