

№ 4, 1970.

В. Прженосил Б.

Нитроцементация. М., изд-во  
"Машиностроение", 1969.

Э.И.Вржач, В.Б.Горбачев, Е.Э.Вржач

ТЕПЛОСТОЙКОСТЬ ЦИАНИРОВАННОГО СЛОЯ СТАЛИ 20, ОБРАЗОВАННОГО В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ КЮРОННОГО РАЗРЯДА

Исследовалась теплостойкость цианированного слоя стали 20, образованного в ионизированной газовой среде при температуре 850°C и длительности процесса 2 часа.

Структура и свойства цианированного слоя определяются, в первую очередь, содержанием в слое азота и углерода и зависят от многих факторов (температуры и длительности процесса, состава газовой среды, условий охлаждения и др.).

В таблице 1 приведены результаты послойного химического анализа слоя, образованного в ионизированной среде и при обычном цианировании в шахтных печах.

Таблица 1

Расстояние от поверхности, мм	Цианирование с ионизацией газовой среды		Без ионизации среды	
	Химический состав слоя, %			
	C	N	C	N
0,0	0,90	0,343	1,18	0,50
0,10	0,71	0,243	0,99	0,386
0,20	0,55	0,148	0,79	0,265
0,30	0,42	0,071	0,61	0,170
0,40	0,32	0,32	0,50	0,09
0,50	0,25	-	0,40	-

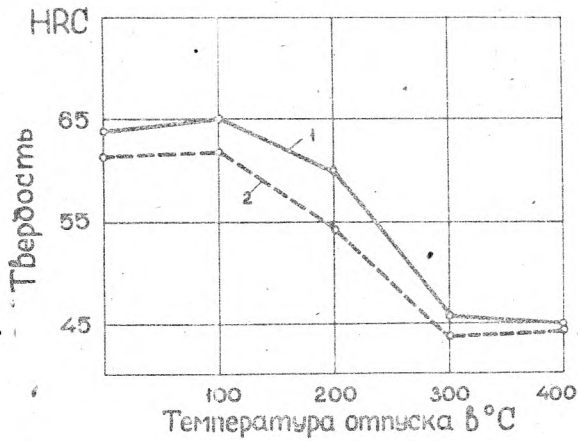


Рис. I. Влияние температуры отпуска на твердость цианированного слоя стали 20.

№204

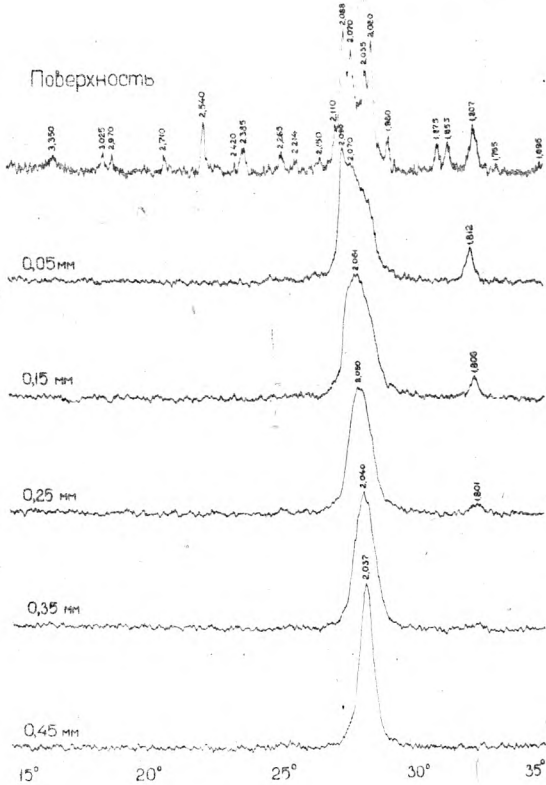


Рис.2. Дифрактограмма от закаленного цианированного слоя, подвергнутого отпуску при 100°C.

На рис.1 показана зависимость твердости цианированного слоя от температуры отпуска.

Полученные данные показывают, что характер изменения свойств слоя, образованного в ионизированной среде, аналогичен изменениям, наблюдаемым в слое, полученном при обычном газовом цианировании. Однако, как видно из графика, его теплостойкость оказалась значительно выше. Это объясняется химическим и фазовым составом изучаемых слоев.

Установлено, что благоприятное количественное сочетание в слое азота и углерода, отвечающее зависимости

$N_{Fe} = 0,59C_{Fe} - 0,20$  способствует образованию на его поверхности устойчивых фаз, обеспечивающих цианированному слою, образованному в ионизированной среде, повышенную теплостойкость.

На рис.2-4 представлены дифрактограммы от закаленного цианированного слоя, отпущенного при температурах 100, 200 и 300°C.

Расшифровка этих дифрактограмм показала, что в поверхностной зоне изучаемых слоев присуща многофазность. Проведенные расчеты дали возможность установить, что в поверхностной зоне слоя, отпущенного при температуре 100°C (рис.2), наблюдается повышенное количество  $\alpha$ -фазы высокой тетрагональности.

микротвердость и твердость образцов, отпущенных при 100°C, оказалась несколько выше, чем у неотпущенных закаленных цианированных.

Объяснить это, видимо, следует тем, что при быстром охлаждении с температуры диффузии распад твердых растворов подавляется и при комнатной температуре фиксируются пересыщенные  $\alpha$ - и  $\gamma$ - фазы. При нагреве до 100°C в  $\gamma$ - фазе при содержании азота до определенного предела протекает бездиффузионное  $\gamma \rightarrow \alpha$  превращение с образованием азотистого мартенсита, обладающего высокой твердостью (HV 900-1000).

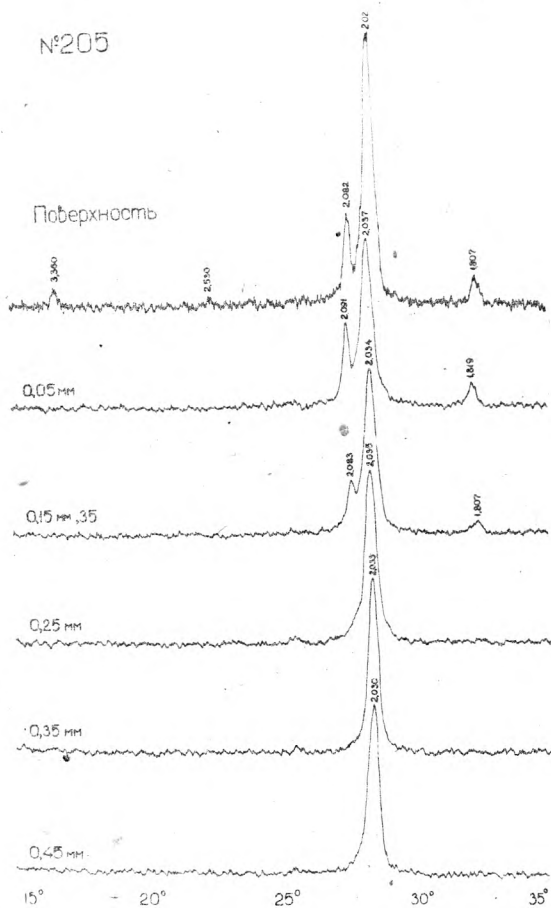


Рис.3. Дифрактограмма от закаленного цианированного слоя, подвергнутого отпуску при 200°C.

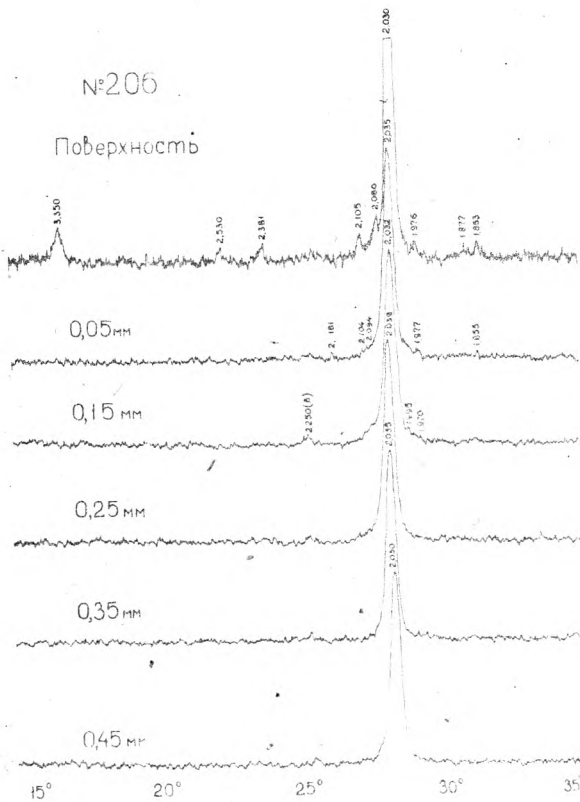


Рис.3. Дифрактограмма от закаленного цианированного слоя, подвергнутого отпуску при 300°C.

Кроме того, в составе поверхностной зоны слоя, отпущенного при 100°C, наряду с фазами, характерными для цианированного слоя, присутствует новая карбонитридная фаза структуры гематита  $\delta$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (2,170).

При температуре отпуска 200°C (рис.3) линии гематита уже не обнаруживаются, тетрагональность  $\delta$ -фазы уменьшается. В остальном фазовый состав слоя, отпущенного при 200°C, идентичен составу неотпущенного закаленного цианированного слоя.

На поверхности слоя, отпущенного при 300°C (рис.4), наблюдается  $\delta$ -фаза (2,030), карбонитриды типа Fe<sub>3</sub>(C,N), Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>,  $\gamma$ -фаза (2,060), а также незначительное количество  $\gamma'$ -фазы Fe<sub>4</sub>N (2,181).

Наличие  $\gamma'$ -фазы в слое, отпущенном при 300°C, и объясняет некоторое снижение его микротвердости и твердости.

Полученные результаты показали, что теплостойкость цианированного слоя, образованного в ионизированной среде, несколько выше, чем у слоя, полученного при обычном газовом цианировании. Отмечено также, что при температуре отпуска 300°C наблюдается некоторое снижение твердости и ударной вязкости цианированных образцов. Это можно объяснить наличием в слое повышенного количества азота, который, по данным работы (1), относится к элементам, усиливающим восприимчивость стали к отпускной хрупкости.

В рассматриваемом нами случае азот при нагреве до температуры 300°C и последующем охлаждении выделяется из пересыщенного твердого раствора в виде выделений  $\gamma'$ -фазы (Fe<sub>4</sub>N), придавая цианированному слою повышенную хрупкость.

## В Ы В О Д Ы

1. Установлено, что азот способствует повышению стойкости цианированного слоя против отпуска. Характер изменений, происходящих при отпуске закаленной

цианированной стали 20 в интервале температур 100-300°C, сходен с изменениями, наблюдаемыми при отпуске закаленных высокоуглеродистых сталей.

2. Показано, что цианированный слой, образованный в ионизированной среде, обладает более высокой теплостойкостью, чем слой, полученный при обычном цианировании в газовой среде, и лежит в пределах температур 250-300°C.

#### Литература

Курдюмов Г.В., Энтин Р.И. Отпуская хрупкость конструкционных сталей. Металлургиздат, М., 1945.