

М. Бачіу, д. т. н., доц.; І. Русу, д. т. н., доц.

ВПЛИВ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНОГО ПЛАЗМОВОГО АЗОТУВАННЯ НА ФАЗОВИЙ СКЛАД СТАЛЕЙ 40Cr10 І OLC 55

Дослідження, проведені за допомогою рентгенографічної дифракції, дозволили ідентифікувати фази, присутні в структурі сталей 40Cr10 і OLC 55, оброблених термічно і термохімічно в електролітичній плазмі; проведено розрахунок концентрації ідентифікованих структурних фаз.

Ключові слова: електролітична плазма, сталь, азотування, рентгенографічна дифракція.

1. Вступ

Аналіз фазового складу сталей 40Cr10 і OLC55, які термічно і термохімічно обробили, дозволяє встановити кореляцію між технологічними параметрами методів обробки та отриманими фізико-механічними властивостями. Експериментальні дослідження виконано за допомогою дифракції рентгенівських променів, проведено аналіз дифракційних діаграм, який дозволяє ідентифікувати фази, присутні в структурі кожного зразку, також обчислено фазову концентрацію й відстань у площині dhkl.

2. Експеримент

Експерименти проводилися з циліндричними зразками сталей 40Cr10 і OLC 55 розміром $\square 15 \times 50$ мм, підданих анодному нагріву у водних електролітах. Умови обробки представлено в таблиці 1.

Таблиця 1

Технологічні параметри термічної і термохімічної обробки в електролітичній плазмі

№.	Тип сталі	Зразок	Вид термічної і термохімічної обробки	Технологічні параметри термообробки
1	40Cr10	3B	азотування + загартовування + відпуск	$T_{inc} = 650^{\circ}C$; $t_{inc} = 6$ хв $T_{rev} = 350^{\circ}C$; $t_{rev} = 1$ г
2		3D	азотування + загартовування	$T_{inc} = 700^{\circ}C$; $t_{inc} = 6$ хв
3		3HH	азотування + загартовування + відпуск	$T_{inc} = 750^{\circ}C$; $t_{inc} = 6$ хв $T_{rev} = 350^{\circ}C$; $t_{rev} = 1$ г
4		3A	азотування + загартовування	$T_{inc} = 650^{\circ}C$; $t_{inc} = 6$ хв $T_{aust} = 750^{\circ}C$
5	OLC 55	4V	азотування + загартовування + відпуск	$T_{inc} = 650^{\circ}C$; $t_{inc} = 6$ хв $T_{rev} = 350^{\circ}C$; $t_{rev} = 1$ г
6		4DD	азотування + загартовування	$T_{inc} = 700^{\circ}C$; $t_{inc} = 6$ хв
7		4MM	азотування + загартовування + відпуск	$T_{inc} = 750^{\circ}C$; $t_{inc} = 6$ хв $T_{rev} = 350^{\circ}C$; $t_{rev} = 1$ г
8		4Y	азотування + загартовування	$T_{inc} = 650^{\circ}C$; $t_{inc} = 6$ хв $T_{aust} = 750^{\circ}C$

Дифрактограми отримано за допомогою приладу DRON2 та випромінювання MoK і FeK . Аналізований інтервал склав: $2\phi = 15^\circ - 40^\circ$.

3. Результати експерименту

На рис. 1 – 8 представлено отримані дифрактограми. На діаграмах ідентифіковано піки високої інтенсивності, характерні для фаз і площин дифракції:

аустеніт: (111); (200); (220); (311);

мартенсит: (110); (200); (211);

нітриди: Fe_3N .

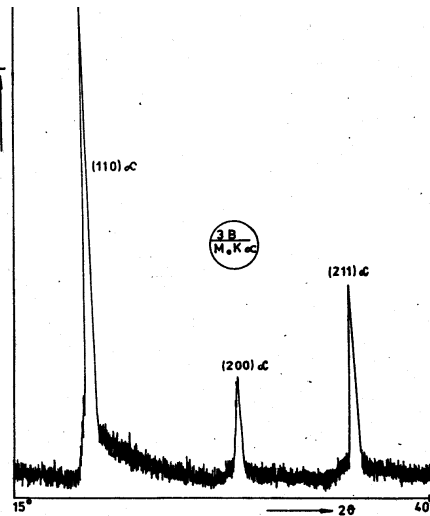


Рис. 1. Дифрактограма сталі 40Cr10, азотованої й загартованої в електролітичній плазмі, відпущеної при 350°C в печі (зразок 3B)

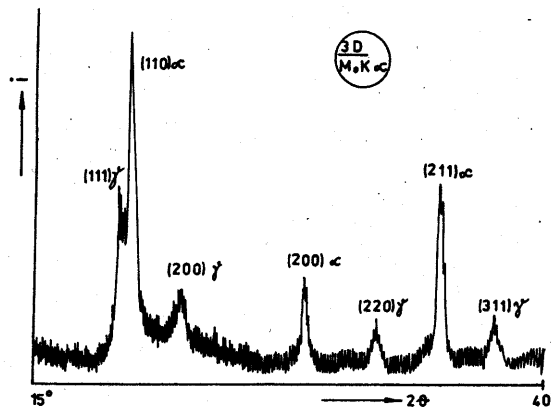


Рис. 2. Дифрактограма сталі 40Cr10, азотованої і загартованої в електролітичній плазмі (зразок 3D)

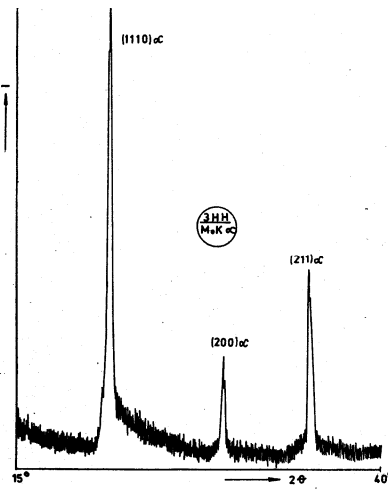


Рис. 3. Дифрактограма сталі 40Cr10, азотованої і загартованої в електролітичній плазмі і відпущеної при 350 ° С в печі (зразок 3HH)

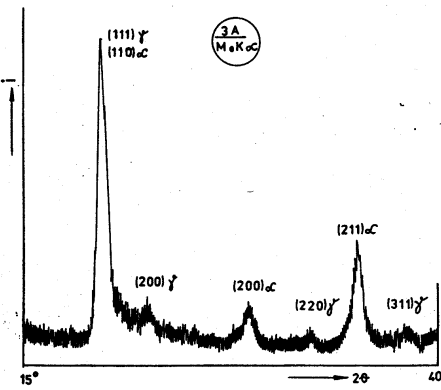


Рис. 4. Дифрактограма сталі 40Cr10, азотованої і загартованої в електролітичній плазмі (зразок 3A)

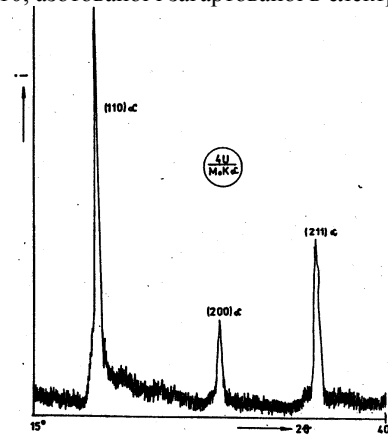


Рис. 5. Дифрактограма сталі 40Cr10, азотованої і загартованої в електролітичній плазмі і відпущеної при 350 ° С в печі (зразок 4V)

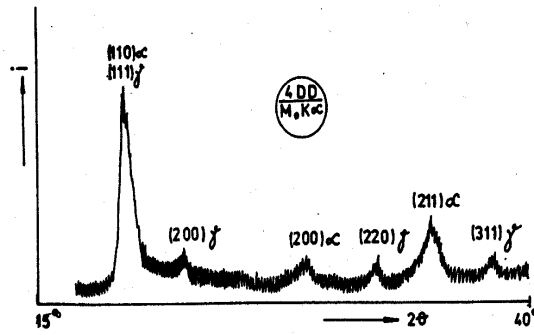


Рис. 6. Дифрактограма сталі OLC 55, азотованої і загартованої в електролітичній плазмі (зразок 4DD)

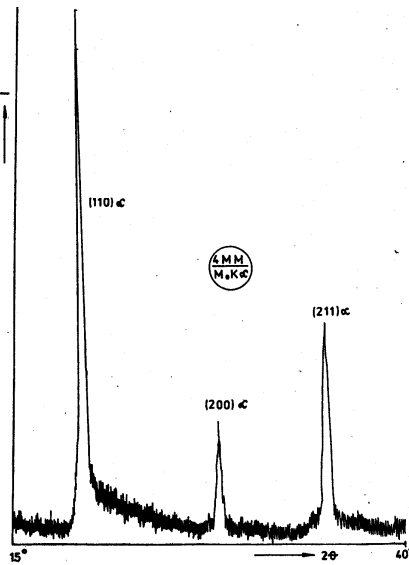


Рис. 7. Дифрактограма сталі OLC 55, азотованої і загартованої в електролітичній плазмі і відпущеної при 350 ° С в печі (зразок 4MM)

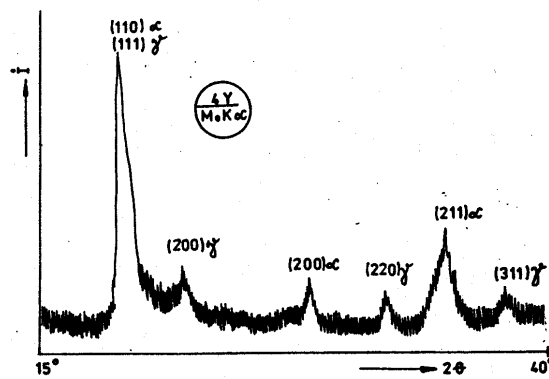


Рис. 8. Дифрактограма сталі OLC 55, азотованої і загартованої в електролітичній плазмі (зразок 4Y)

Таблиця 2

Відстань у площині і фазову природу представлено в структурі сталі 40Cr10, азотованої і загартованої в електролітичній плазмі, а потім відпущеної при 350 °С в печі (зразок 3В)

d_{hkl}	Фаза	(h k l)
2,053	α	110
1,4378	α	200
1,1646	α	211

Таблиця 3

Відстань у площині і фазову природу представлено в структурі сталі 40Cr10, азотованої і загартованої в електролітичній плазмі (зразок 3D)

d_{hkl}	Фаза	(h k l)
2,076	γ	111
2,024	α	110
1,8161	γ	200
1,4364	α	200
1,2857	γ	220
1,1763	α	211
1,0929	γ	311

Таблиця 4

Відстань у площині і фазову природу представлено в структурі сталі 40Cr10, азотованої і загартованої в електролітичній плазмі, а потім відпущеної при 350 °С в печі (зразок 3НН)

d_{hkl}	Фаза	(h k l)
2,024	α	110
1,4328	α	200
1,1692	α	211

Таблиця 5

Відстань у площині і фазову природу представлено в структурі сталі 40Cr10, азотованої і загартованої в електролітичній плазмі (зразок 3А)

d_{hkl}	Фаза	(h k l)
2,076	$\alpha+\gamma$	$110_{\alpha}+111_{\gamma}$
2,024	α	110
1,8161	γ	200
1,4364	α	200
1,2857	γ	220
1,1763	α	211
1,0929	γ	311

Таблиця 6

Відстань у площині і фазову природу представлено в структурі сталі OLC 55, азотованої і загартованої в електролітичній плазмі, а потім відпущеної при 350 ° C в печі (зразок 4V)

d_{hkl}	Фаза	(h k l)
2,0510	α	110
1,4369	α	200
1,1716	α	211

Таблиця 7

Відстань у площині і фазову природу представлено в структурі сталі OLC 55, азотованої і загартованої в електролітичній плазмі (зразок 4DD)

d_{hkl}	Фаза	(h k l)
2,0680	$\alpha+\gamma$	110 \square +111 \square
1,8161	α	200
1,4364	α	200
1,2800	γ	220
1,1777	α	211
1,0908	γ	311

Таблиця 8

Відстань у площині і фазову природу представлено в структурі сталі OLC 55, азотованої і загартованої в електролітичній плазмі, а потім відпущеної при 350 ° C в печі (зразок 4MM)

d_{hkl}	Фаза	(h k l)
2,0580	α	110
1,4443	α	200
1,1739	α	211

Таблиця 9

Відстань у площині і фазову природу представлено в структурі сталі OLC 55, азотованої і загартованої в електролітичній плазмі (зразок 4Y)

d_{hkl}	Фаза	(h k l)
2,0686	$\alpha+\gamma$	110 \square +111 \square
1,8278	α	200
1,4400	α	200
1,2800	γ	220
1,1787	α	211
1,0904	γ	311

Величини концентрації фаз у структурі досліджених зразків представлено в таблиці 10.

Технологічні параметри термічної і термохімічної обробки в електролітичній плазмі

Зразок	v_{α} , [%]	v_{γ} , [%]	v_{N} , [%]
3В	100	-	-
3D	78,30	21,70	-
3НН	100	-	-
3А	65,80	8,30	25,90
4V	100	-	-
4DD	70,30	12,40	17,40
4ММ	100	-	-
4У	64,70	14,10	21,20

4. Висновки

1. Проведене рентгенографічне дослідження показало природу фаз, присутніх у структурі двох сталей, оброблених термічно в електролітичній плазмі: азотовмісний мартенсит (нітромартенсит), залишковий аустеніт і складні хімічні сполуки (нітриди).

2. Ідентифіковані структурні фази відповідають використаним методам обробки, їх концентрація залежить від двох основних технологічних параметрів – температури і часу дифузії.

Отже, при азотуванні сталей 40Cr10 і OLC 55 відзначається зниження кількості нітридів при збільшенні температури дифузії.

3. Використання відпуску в печі після азотування і загартовування в електролітичній плазмі сприяє повній трансформації залишкового аустеніту в кубічний мартенсит.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Baciu, Maria, Contributions on the structural and property changes of thermally and thermochemically treated steels in electrolytic plasma (in Romanian), PhD thesis, „Gh.Asachi” Technical University from Iași, 1999.
2. Belkin, P.N, Ignat'kov, D.A., Pasinkovskÿ, E.A., Azotirovanie v elektrolitnoj plazma, Kolloquium Eigen-spannungen und Oberflächen-verfestigung, p.265, 1982.
3. Belkin, P.N., Pasinkovskÿ, E.A. Termičeskaâ i himiko - termičeskaâ obrabotka stalej pri nagreve v rastvorah elektrolitov, Metallovedenie i termičeskaâ obrabotka metallov, nr.5, pag.12-17, 1989.
4. Duradži, V.N., Parsadonian, A.S., Nagrev, metallov v elektrolitnoj plazme (Ib. rusă), Ed. Stinca, Kišinev, 1988.

Марія Бачіу – д. т. н., доцент факультету матеріалознавства та інженерії матеріалів, тел.: 0232-278688, e-mail: maria_baciu_2004@yahoo.com

Іоан Русу – д. т. н., доцент, факультет матеріалознавства та інженерії, тел.: 0232-278688, e-mail: vrusu2003@yahoo.com

Технічний університет «Джорджа Асахи», м. Яси, Румунія.