

УДК 621.793.6

П.І. Мельник¹, Л.О. Капелюх², П.В. Дацко¹

Формування евтектичної структури в плазмонापиленому шарі залізного порошку

¹Прикарпатський університет ім. В. Стефаника

²Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Досліджено формування структури в шарі напиленого шару заліза на сталь в процесі дифузійного хромування після його цементації. Показано що структура евтектики залежить від вмісту вуглецю та хрому в шарі і температури дифузійного хромування.

Ключові слова: .

Стаття постуила до редакції 27.08.2002; прийнята до друку 23.09.2002

Працями багатьох дослідників було показано ефективність створення на поверхні деталі зносостійких евтектичних покриттів. В роботі [1] розроблені принципи формування таких покриттів і виокремлено особливості їх одержання в залежності від режиму ведення процесу.

Нами проведені дослідження умов формування евтектики в поверхневому шарі напиленого порошку заліза. Для цього використовували порошок марки ПЖ1М3, який наносили на плазмонापильничій установці 15ВБ. Товщина шару складала від 0,1 до 1,0 мм. Цементация проводилась в соляних ваннах в інтервалі температур 1240-1300 °С на протязі однієї години. Глибина науглецювання при цьому складала 0,6-0,7 мм в залежності від температури. Вміст вуглецю в цементованому шарі складав 1,2-1,4 %.

Дифузійне хромування проводили парафазовим методом із порошкових сумішей складу: 50 % ферохрому марки ФХ00, 45% оксиду алюмінію (Al_2O_3) та 5 % хлористого амонію (NH_4Cl). Насичення здійснювалось в герметичних контейнерах, а нагрівання проводилось в силітовій саморобній печі. Температуру контролювали платино-платинорадієвою термопарою, яка поміщалась безпосередньо в контейнер. Схема упаковки контейнера показана на рис. 1. Температура хромування змінювалась від 1230 до 1300 °С, а час насичення складав від 0,5 до 3 годин. На рис. 2 приведена залежність впливу часу витримки на вміст хрому в покритті при різних температурах насичення, а на рис. 3 показана залежність товщини евтектичного шару від температури процесу.

Звідси видно, що загальна закономірність росту карбідного шару вкладається в закономірність

формування дифузійного шару при поверхневому насиченні заліза чистим хромом, але відрізняється значенням від закономірності росту карбідної зони при хромуванні високовуглецевих сталей [5]. Це пов'язано, очевидно, з тим, що у нашому випадку формування карбідного шару здійснюється через рідку евтектику, яка утворюється спочатку на

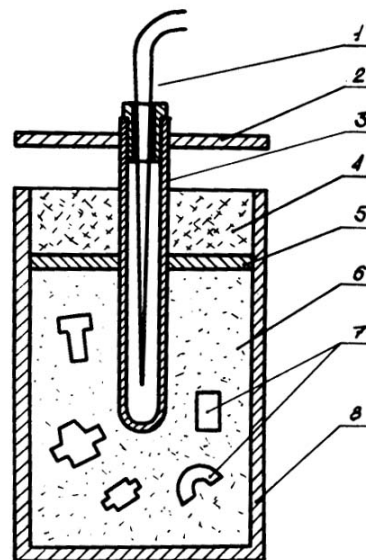


Рис.1. Схема контейнера для дифузійного хромування:

1 – термопара, 2 – кришка контейнера, 3 – стальний чехол термопари, 4 – чавунна стружка, 5 – прокладка, яка відділяє робочу суміш від стружки, 6 – робоча суміш, 7 – зразки, 8 – контейнер.

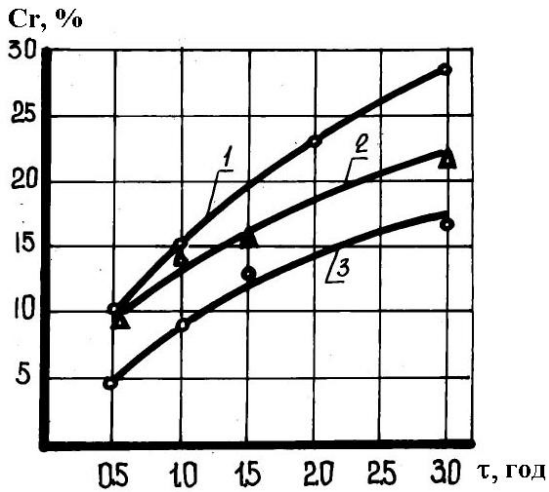


Рис. 2. Вплив часу хромування на вміст хрому в покритті при різних температурах:
1 – 1280°C; 2 – 1260°C; 3 – 1230°C.

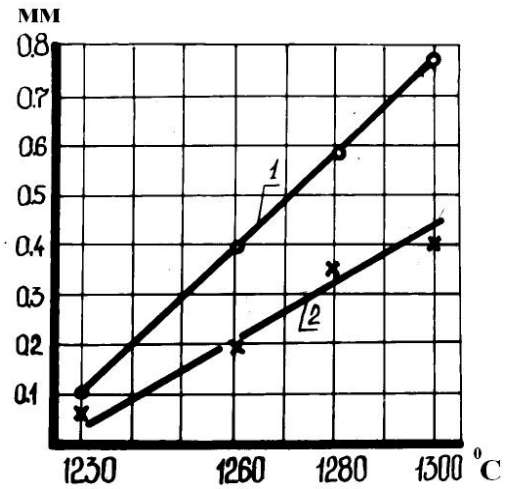


Рис. 3. Залежність товщини евтектичної зони від температури процесу насичення при різній концентрації вуглецю в цементованому шарі.
1 – 1,8 %C; 2 – 1,2 %C.

поверхні цементованого плазмонапиленого порошку з концентрацією вуглецю 1,4-2,0 %, а потім переміщається в глибину покриття, захоплюючи із собою з поверхні атоми хрому. З цього слід зробити ще один висновок, який полягає в тому, що концентрації вуглецю у вуглецевих сталях (У10-У12) недостатні для започаткування рідкої евтектики на її поверхні при хромуванні. Крім цього плазмонапилений шар заліза за рахунок високої пористості забезпечує активне просування атомів хрому в глибину шару.

На рис. 4. приведені фотографії мікроструктур евтектичної зони дифузійного шару в залежності від вмісту в ньому вуглецю та хрому. Як видно з рисунку, із збільшенням концентрації насичуючих елементів структура евтектики стає більш грубою з включенням лише окремих дрібнозернистих зерен у вигляді розеток.

Можливість одержання евтектики в сталях з

вмістом в ній вуглецю менше 2 % слід пояснити впливом одночасно декількох факторів, які вивчались багатьма експериментаторами в процесі дослідження спеціальних високо хромистих сталей, результати яких узагальнені в монографіях і довідникових матеріалах [2-5].

Згідно цих даних, в сплавах Fe-Cr-C виявлені три карбідних фази, які знаходяться у рівновазі з твердим розчином, в яких частина атомів хрому заміщена атомами заліза і в результаті цього утворюються залізохромисті карбіди. В карбіді $(CrFe)_7C_3$ до восьми атомів хрому можуть бути заміщені атомами заліза, а у $(CrFe)_7C_3$ – до двох. В карбіді цементитного типу $(CrFe)_3C$ може розчинитись до 20%С. В процесі охолодження ці карбіди міняють стехіометричний склад. Враховуючи те, що хром зсуває вліво критичну точку E на діаграмі стану Fe-Fe₃C, то евтектоїд утворюється в сплаві вже при вмісті вуглецю 0,4 %, концентрація хрому в якому складає

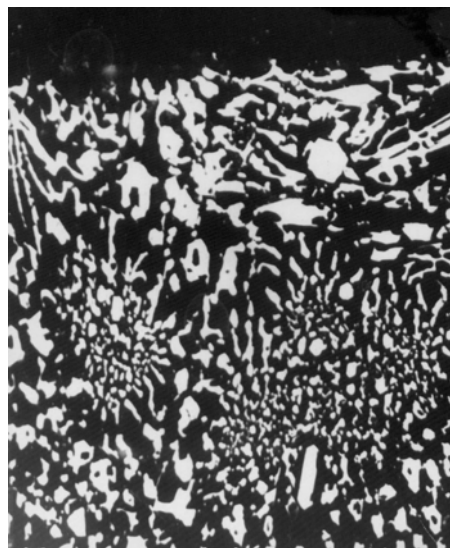
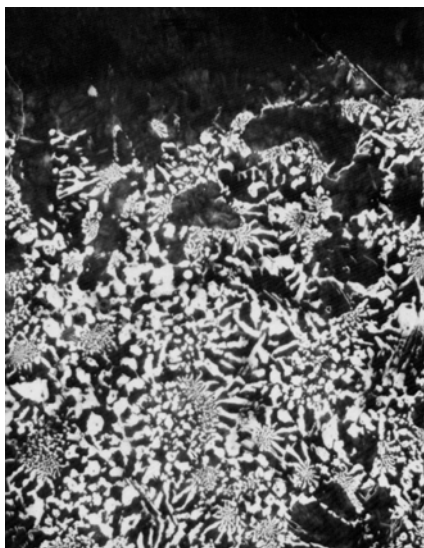


Рис. 4. Структура карбохромового покриття при вмісті:
А) 1,8%С та 25,4%Cr, Б) 1,4%С та 12,7%Cr.

12 %. В сплавах з вмістом 1 % вуглецю і до 12 % хрому в його структурі формується, характерна для чавунів, евтектика. Іншим фактором, який сприяє утворенню евтектики, є присутність домішкових елементів. Так, кремній зменшує розчинність вуглецю і хрому в аустеніті і евтектиці, чим сприяє збільшенню карбідної фази в сплаві. Суттєву роль відіграє також виникнення в мікрооб'ємах рідкої фази за рахунок взаємодії атомів дифундуючого і домішкового елементів.

Металографічне вивчення структури покриття показало, що за своєю природою вона відповідає карбідним сплавам евтектичного типу. Карбідна

складова має різну форму в залежності від концентрації вуглецю, хрому та домішкових елементів. Вона проявляється у вигляді скупчень (розеток), голок та рівноосних і сфероїдезованих зерен, як це добре видно на рис. 4.

Отже, шляхом дифузійного насичення плазмонапиленого шару залізного порошку можна отримати в ньому евтектичну структуру, підібравши відповідно необхідне співвідношення в поверхневому шарі вмісту вуглецю та хрому, з врахуванням концентрації домішкових елементів та температури технологічного процесу.

- [1] В.М. Голубец, М.І. Пащенко. Принципи создания и особенности формирования эвтектических покрытий из жидкой фазы // *Физико-химическая механика материалов*, **6**, сс.25-29 (1984).
- [2] Э. Гудерман. *Специальные стали*. Металургиздат, М. 736 с. (1996).
- [3] А.Б. Кипцел, Р. Френкс. *Высокохромистые нержавеющейи и жаростойкие стали*. Металургиздат, М. 451 с. (1955).
- [4] К.П. Щедров, Э.Л. Гакман. *Жаростойкие материалы*. Машиностроение, М-Л. 166 с. (1965).
- [5] Ф.Ф. Химушин. *Нержавеющие стали*. Металлургия, М. 797 с. (1967).
- [6] Г.Н. Дубинин. *Диффузионное хромирование сплавов*. Машиностроение, М. 451 с. (1964).

P.I. Melnyk¹, L.O. Kapelyukh², P.V. Datsko¹

Eutectic Structure Formation on plasma raising iron powder

¹*Vasyl Stefanyk Prekarpathian University*

²*Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

Structure formation on raising layer of iron on steel at the diffusion chroming processes after his cementation is research. It is shown, that eutectic structure is dependence on both carbon and chromium consists on layer and temperating of diffusion chromium.