

УДК 621.793.536

## *Легування поверхневого шару ливарної заготовки в процесі лиття*

В.І. Цоцко

Б.Г. Пелешенко, кандидат фізико-математичних наук, професор

П.І. Мельник\*, доктор технічних наук, професор

Дніпропетровський державний аграрний університет, Дніпропетровськ  
\*Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника, Івано-Франківськ

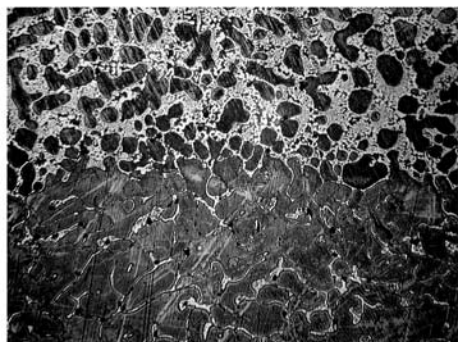
*Проведено поверхнєве дифузійне насичення отворів у відливках траків із сталі 110Г13Л методом нанесення обмазки на ливарний стрижень. Досліджено вплив природи і дисперсності насичуючого елемента на структуроутворення та глибину легованого шару. Показано можливість і ефективність суміщення поверхневого зміцнення окремих поверхонь деталі в процесі її формування.*

Одним з ефективних способів підвищення зносостійкості робочих частин деталей машин є поверхнєве легування. Найдоступнішим є метод поверхневого дифузійного насичення. В роботах [1, 2] було показано можливість суміщати поверхнєве легування із кристалізацією розплавів у ливарній формі. При цьому слід враховувати як температуру розплаву, так і швидкість його кристалізації. Від цих параметрів залежить формування структури поверхневого шару, його товщина та властивості.

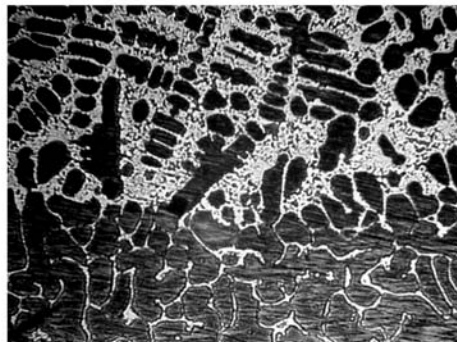
В даній роботі досліджено можливості поверхневого легування циліндричних вушок у відливках траків із сталі 110Г13Л нанесенням обмазки із легуючого елемента на ливарний стрижень. Зв'язуючою складовою було вибрано сульфітно-спиртову барду, як найефективнішу із багатьох апробованих. Легуючими елементами служили вуглець та бор у вигляді порошку. Стрижні з нанесеною обмазкою різної товщини піддавались повторному просушуванню.

Дослідження показали, що, в залежності від товщини нанесеної на стрижень обмазки, товщина легованого шару вушок треку складала від 0,4 до 0,7 мм. Характерним є те що, структура легованого шару в усіх випадках значно відрізняється від структури основи виливка, однак різка границя розподілу відсутня, що є позитивним ефектом такого легування.

На рис. 1 показані фотографії мікроструктур, отриманих при легуванні вуглецем і бором. На рис. 1 а показана зона переходу структури від легованого шару (верх) до структури основи (низ) при легуванні вуглецем, а на рис. 1 б – відповідно бором. Як видно із фотографії, зона контакту структур легованого шару і основи не має різкої границі розподілу, а леговані шари за структурою близькі до евтектичних та заевтектичних сплавів. Структура по глибині легованого шару також є різною, від заевтектоїдної до графітізованої в залежності від природи порошку вуглецю.



а



б

Рис. 1. Зона розподілу структур легованого шару та основи. а – науглецювання, б – борування.  $\times 200$ .

В табл. 1 наведено результати науглецювання поверхневого шару в залежності від природи карбюризатора.

Таблиця 1

Результати науглецювання поверхневого шару від природи карбюризатора

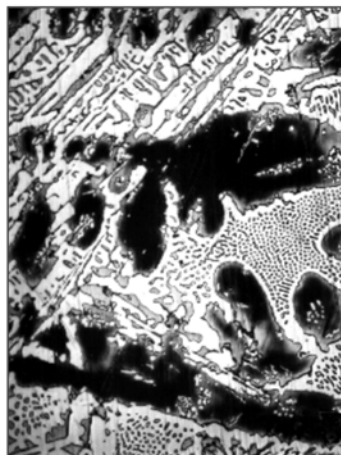
Карбюризатор	Середній діаметр частинок, мм	Середня глибина шару, мм	Середня мікротвердість шару, $\text{кг/мм}^2$
Графіт	1	1,3	1063
	0,1	0,65	1050
	0,2	0,39	1032
Деревне вугілля	1	1,4	1013
Кокс	1	0,54	1098
Сажа	0,1	0,17	702

На рис. 2 показана мікроструктура науглецюваного шару із порошка графіту, а на рис. 3 із порошка коксу на різній глибині. Мікротвердість науглецюваного шару в обидвох випадках в межах  $9,81 \cdot 10^3$  МПа.

Як видно з рис. 2 а, поверхневий шар має структуру заевтектичного чавуну з включеннями аустеніту, кількість якого збільшується з просуванням у глибину з одночасною графітизацією (рис. 2 б). На мікрофотографії чітко видно пластини первинного цементу і



а



б

Рис. 2. Мікροструктура науглецюваного шару з порошка графіту. а – приповерхнева зона шару, б – в глибині шару.  $\times 400$ .

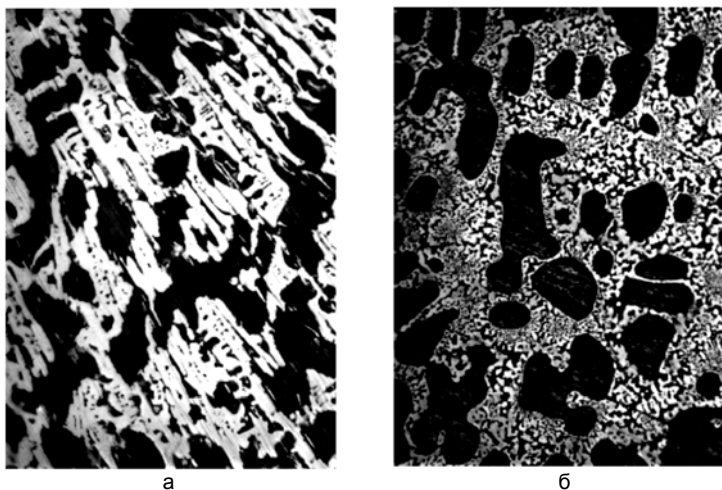


Рис. 3. Мікроструктура науглицьованого шару з порошку коксу.  
а – приповерхнева зона шару, б – в глибині шару. х400.

області ледобуриту. Вивчення мікроструктури та розподілу середнього значення мікротвердості в залежності від глибини шару вказує на існування суттєвої різниці між науглицьованим шаром і серцевиною виливка, що є результатом переважаючої ролі процесу розчинення графіту в розплаві, не дивлячись на малий час ( $\approx 1$ хв), і відповідно незначну роль дифузії в процесі остигання виливка ( $\approx 3$  години).

На рис. 4 представлена мікроструктура борованого шару з порошку феробору дисперсністю 0,4 мм. У структурі спостерігається евтектична (рис. 4 а) і заевтектична (рис. 4 б) структура сплаву. Рівень дисперсності евтектики  $\text{Fe} - (\text{Fe}, \text{Mn})_3(\text{C}, \text{B})_6$  зумовлений домішками марганцю та хрому. В табл. 2 наведено характеристики борованого шару залежно від дисперсності порошку феробору.

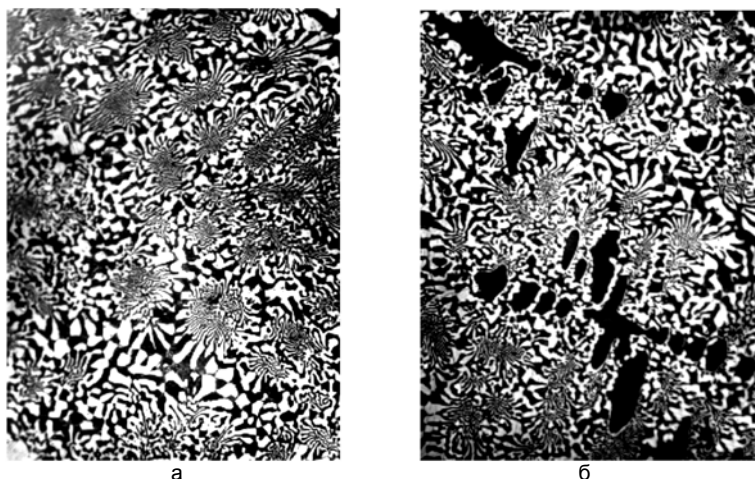


Рис. 4. Мікроструктура борованого шару з порошку феробору.  
а – приповерхнева зона шару, б – в глибині шару. х400.

Слід відмітити, що при малих товщинах обмазки стрижня легуючим елементом результат поверхневого зміцнення є нестабільним, що пояснюється змиванням обмазки стрижня після термоудару при заливанні розплавом у форму.

Таблиця 2  
Характеристика борованого шару

Дисперсність порошку феробору, мм	Середня глибина шару, мм	Середня мікротвердість шару, кг/мм <sup>2</sup>	Відносне зростання
0,1	0,15	774	1,76
0,2	0,32	898	2,04
0,4	0,55	1087	2,47
1	1,1	1120	2,55

підвищену твердість, а відповідно зносостійкість робочої поверхні деталі. Дисперсність легуючого порошку, товщина обмазки стрижня та зв'язуюча складова підбираються експериментально.

### Література

1. Tsotsko V.I., Burya A.I., Shemavnev V.I. Application of casting surface alloying for hardening surface of track pin holes // 2<sup>nd</sup> international Conference "Research and Development in Mechanical Industry" RaDMI 2002, 01– 04 September 2002, Vrnjauka Banja, Yugoslavia.– 2002. – V.2. – P. 1100.
2. А. С. №1540937. Способ легирования поверхности проушин в отливках траков / Г.М. Воробьев, В.И. Цоцко. – Бюл. изобретений. – 1990. – 5.

Одержано 12.03.09

**В.І. Цоцко, Б.Г. Пелешенко, П.І. Мельник**

### **Легирование поверхностного слоя литейной заготовки в процессе литья**

#### **Резюме**

Проведено поверхностное диффузионное насыщение отверстий в отливках траков из стали 110Г13Л методом нанесения обмазки на литейный стержень. Исследовано влияние природы и дисперсности насыщающего элемента на структуроформирование и глубину легированного слоя. Показана возможность и эффективность совмещения поверхностного упрочнения отдельных поверхностей детали в процессе её формирования.

**V.I. Tsotsko, B.I. Peleshenko, P.I. Melnik**

### **Alloying of surface layer of cast billet at casting**

#### **Summary**

Surface diffusion saturation of the openings in track castings of 110G13L steel was experimentally investigated using method of mold core coating. The influence of type and dispersion of saturating elements on structure formation and thickness of alloyed layer was studied. The possibility and efficiency of strengthening of some surfaces of part during the processes of its formation are established.