

УДК 669.131.7

**О. О. Ясинський, Д. М. Берчук, О. О. Ясинська, Н. П. Моїсеєва**

Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, Київ

*e-mail:* [alexysinskyi@gmail.com](mailto:alexysinskyi@gmail.com)

## СІРКА ТА ФОСФОР У ВИСОКОМІЦНОМУ ЧАВУНІ

Сірка в чавунах та сплавах вуглецю з іншими елементами підгрупи заліза (нікель, кобальт) перешкоджає утворенню кулястого графіту. Крім того, високий вміст сірки у вихідному рідкому металі призводить до підвищеної витрати сфероїдизувальних модифікаторів, збільшує ймовірність отримання виливків з високоміцного чавуну з відхиленнями від вимог щодо структури та механічних властивостей. Збільшення витрати модифікаторів пов'язане з тим, що їх складові мають велику спорідненість до сірки і, перш за все, вони витрачаються на десульфуровування чавуну з утворенням сульфідів. Відомо, що для зв'язування в чавуні 0,1 мас. % сірки витрачається 0,076 мас. % магнію. Велика кількість сульфідів у високоміцному чавуні призводить до утворення у виливках специфічних дефектів, т.з. «чорних плям», що значно знижують пластичність та ударну в'язкість. Мінімальний вміст сірки ( $\leq 0,015$  мас. %) у вихідному розплаві перед сфероїдизувальним модифікуванням є основним фактором отримання якісного високоміцного чавуну з необхідним рівнем механічних властивостей у виливках.

З метою отримання порівняльних експериментальних даних про вплив масової частки сірки на структуроутворення і механічні властивості високоміцного чавуну з розплавів, отриманих методом переплавлення чушкового чавуну ЛР6, перед модифікуванням FeSiMgCa вводили сірчисте залізо з масовою часткою сірки 25 %. У міру збільшення масової частки сірки в розплаві підвищували витрату модифікатора до рівня, що забезпечує утворення в структурі клиновидних проб кулястого графіту з ССГ > 85 %.

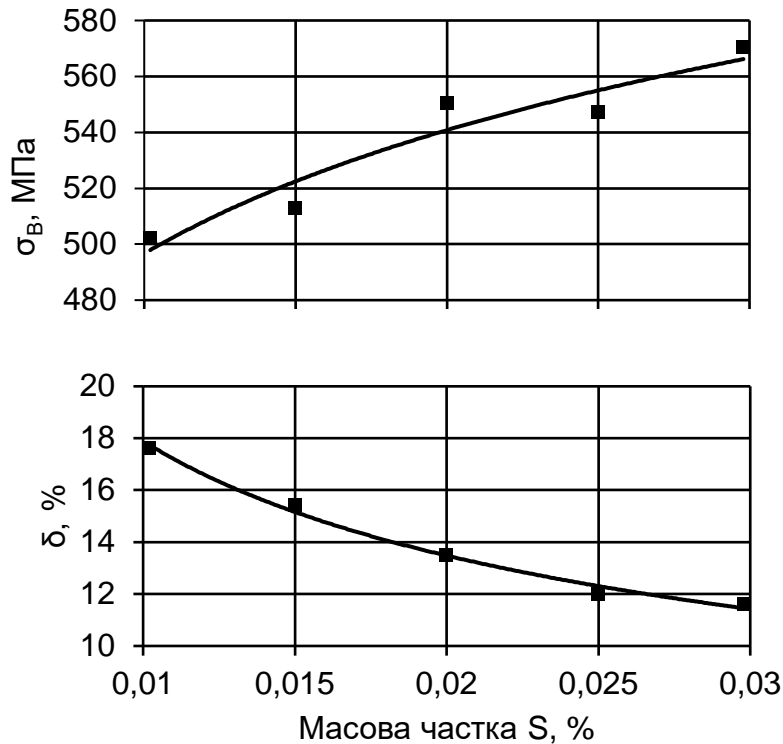


Рисунок 1 – Вплив вмісту сірки на механічні властивості високоміцного чавуну

Збільшення масової частки сірки в розплаві вкрай негативно впливає на величину відносного видовження високоміцного чавуну (рис. 1). По відношенню до реперних плавок на чушковому чавуні ЛР6 з 0,01 % S, в плавках з критичним для кожного модифікатора рівнем масової частки сірки величина відносного видовження знижується від 3 разів до 4 разів. Тимчасовий опір під час розтягування і твердість з підвищенням масової частки сірки збільшуються, що негативно впливає на оброблюваність виливків різанням.

Фосфор знижує розчинність вуглецю в залізі та температуру евтектичної кристалізації. На форму графіту він не впливає, проте є шкідливою домішкою в конструкційних високоміцних чавунах, оскільки, крім розчину, може бути у фосфідній евтектиці. Легкоплавка (935 °С) потрійна евтектика (6,89 мас. % P; 1,96 мас. % C і 91,15 мас. % Fe) розташовується у вигляді суцільної або розірваної сітки навколо зерен аустеніту, має у своєму складі крихкі фосфіди заліза і цим негативно впливає на пластичність високоміцного чавуну. Завдяки присутності інших елементів така евтектика у високоміцному чавуні утворюється вже за вмісту 0,15 мас. %, а іноді навіть 0,09 мас. % фосфору. У вихідному розплаві чавуну вміст фосфору має бути менше 0,1 мас. %, а по можливості не перевищувати 0,05-0,06 мас. %.

При уповільненому охолодженні в інтервалі температур 550-450 °С високоміцного чавуну з високим вмістом фосфору різко зменшується ударна в'язкість при досить високому відносному видовженні.

При збільшенні вмісту фосфору підвищуються характеристики міцності, але зменшується відносне видовження. Встановлено, що оптимальним для отримання високих показників пластичності та ударної в'язкості високоміцного чавуну у виливках є вміст фосфору менше 0,05-0,06 мас. %.

УДК 669.131.7

**О. О. Ясинський, В. Б. Бубликов, Д. М. Берчук, О. О. Ясинська**

Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, Київ

*e-mail:* [alexyasinskyi@gmail.com](mailto:alexyasinskyi@gmail.com)

### **ВПЛИВ ЛЕГУВАННЯ НІКЕЛЕМ НА СТРУКТУРУ І МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВИСОКОМІЦНОГО ЧАВУНУ**

З метою вивчення впливу товщини виливка (швидкості охолодження) на механічні властивості високоміцного чавуну, легованого нікелем, в умовах дослідного виробництва в сирих піщаних формах відливали комплекти клиноподібних проб (кільблоків) з товщиною основи від 8 мм до 45 мм, довжиною 100 мм і висотою 140 мм. Плавки проводили в електропечі ІСТ-016 на шихті з 70 % переробного чушкового чавуну марки ПЛ2 та 30 % ливарного чушкового чавуну марки Л2. Розплав чавуну модифікували у ковші лігатурою FeSiMgCa<sub>4</sub>. Хімічний склад нелегованого високоміцного чавуну знаходився в таких межах (масова частка, %): від 3,4 до 3,7 С; від 2,5 до 2,8 Si; від 0,37 до 0,42 Mn; від 0,015 до 0,025 S; від 0,09 до 0,10 P; від 0,023 до 0,037 Ti; від 0,04 до 0,062 Mg.

Ступінь сфероїдизування графіту ССГ у виливках з товщиною стінки від 8 мм до 20 мм був понад 90 %, а у виливках з товщиною стінки 25 мм та 45 мм значно нижчим – 86 % та 83 %, відповідно. При збільшенні товщини виливка (зниженні швидкості охолодження) зменшується кількість перліту в металевій основі (з 79 % до 45 %), знижуються тимчасовий опір під час розривання  $\sigma_B$  (з 816 МПа до 579 МПа) та умовна границя плинності  $\sigma_{0,2}$  (з 509 МПа до 392 МПа) (рис.).