

6. Shimizu M., Naito M. Technological progresses and researches on blast furnace ironmaking in the new century // Tetsu-to-Hagane. – 2006. 92. – №12. – P. 694-702.
7. Naito M. Necessity of high strength and high reactivity for coke // CAMP ISIJ. – 2007.20. – P. 620-623.
8. Лялюк В.П., Тараканов А.К., Кассим Д.А. Влияние реакционной способности кокса на технико-экономические показатели доменной плавки // Кокс и химия. – 2011. – №2. – С. 16-22.
9. Тараканов А.К., Лялюк В.П., Кассим Д.А. Обоснование современных подходов к оценке качества доменного кокса // Сталь. – 2011. – №7. – С. 20-22.
10. Итоги работы предприятий ассоциации “Укркокс” в 2010 году. Украинская научно-промышленная ассоциация “Укркокс”. – Днепропетровск: 2011. – 109 с.
11. Итоги работы предприятий ассоциации “Укркокс” в 2011 году. Украинская научно-промышленная ассоциация “Укркокс”. – Днепропетровск: 2012. – 107 с.
12. Опыт эксплуатации, выдувки, ремонта и пуска после реконструкции доменной печи объемом 2700 м³ / В.А. Шеремет, В.П. Лялюк, А.В. Кекух и др. // Черная металлургия: Бюллетень института “Черметинформация”. – 2010. – №3. – С. 50-59.
13. Выбор направлений развития коксоберегающей технологии доменной плавки / В.П. Лялюк, И.Г. Товаровский, В.А. Шеремет и др. // Черная металлургия: Бюллетень института “Черметинформация”. – 2010. – №1. – С. 37-41.

Рукопись поступила в редакцию 26.02.13

УДК 669.14:66.065.5

В.В. ТКАЧ, канд. техн. наук, доц., О.М. КИЩЕНКО, аспірантка
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

ВПЛИВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ДІЇ В ПРОЦЕСІ КРИСТАЛІЗАЦІЇ НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СТАЛІ 110Г13Л

Розглянуто залежність фізичних та механічних властивостей марганцевої сталі марки 110Г13Л від впливу електричної дії під час кристалізації виливка.

Актуальність проблеми і її зв'язок з науковими і практичними завданнями. При виробництві сталі Гадфильда [1] доводиться вирішувати ряд моментів, що негативно впливають як на технологічні, ливарні, так і експлуатаційні властивості відливаних: *a* - при експлуатації сталі 110Г13Л в умовах високих абразивних і низьких динамічних навантажень, не устигає утворитися зміцнений поверхневий шар, що веде до швидкого виходу деталей з ладу; *b* - високий вміст фосфору, що вноситься в сталь з середньо- і високовуглецевим феромарганцем, і як наслідок - виділення фосфидної евтектики по межах зерен; *v* - виділення карбідів по межах зерна; *z* - високий вміст в металі газів і неметалічних включень при високому закісі марганцю в шлаку; *d*) схильність до росту дендриту при високій температурі заливки.

Актуальним завданням на сьогодні для металургійних підприємств залишається обробка металу, для поліпшення його фізичних властивостей. Одним з перспективних способів дії на структуру і властивості ливарних сплавів є обробка розплаву електричним струмом в процесі кристалізації. Електрична обробка матеріалів представляє самостійне напрями спрямованого регулювання властивостей металів, що інтенсивно розвиваються [2]. Накладення на рідкий метал, що кристалізується, електричного і магнітного полів дозволяє ефективно управляти рухом розплаву, процесами тепломасопереносу, структурою і властивостями відливаних [3].

Відомо, що рух іонів в рідкому сплаві хаотичний. Спрямовану дифузію іонів можна створити, змінивши градієнт концентрації їх в розплаві, що досягається або зміною парціального тиску над металом, спрямованим рухом неметалічних включень при адсорбції їх флюсами, шляхом дії на рідкий метал наприклад, постійного струму.

Постановка завдання. Обробка рідкого розплаву електричним струмом створює умови для спрямованої кристалізації в міжелектродному просторі, що дозволяє управляти процесом кристалізації відливаних. Механізми дії постійного струму заснований на виникненні і розвитку, ефект Пельте, рідкою і твердою фазами, використовуваного при зонному плавленні [4].

Разом з цим, струм, будучи внутрішнім джерелом енергії, додатково прогривають виливок, стабілізуючи температурне поле за часом і в його об'ємі. Тому використання струму в процесі формування відливання зменшує вірогідність виникнення недоливів металу у формі, що особливо важливо при отриманні тонкостінних литих виробів.

Раніше були проведені дослідження по вивченню впливу електродії на кристалізацію мідних і алюмінієвих. З метою поліпшення експлуатаційних властивостей зносостійких сталей,

зниження енергоємності і матеріаломісткості процес потрібно проведення комплексу дослідження по застосуванню електродії.

Викладення основних матеріалів і результати. В умовах ливарного цеху ТОВ «Зодчій» була випробувана технологія отримання досвідченої партії відливань з металевго сплаву 110Г13Л, що включає обробку електричним струмом в процесі кристалізації. З метою забезпечення відповідності хімічного складу отримуваних сплавів вимогам ГОСТ 1583-93, шихта розраховувалася, добавки заздалегідь дробилися і зважувалися. Експериментальні плавки проводили в індукційній печі. Контроль температури здійснювали платиново-родієвою термопарою, що входить до складу вимірювального комплексу в якості первинного датчика.

Заливку проб і зразків здійснювали при температурі - 1490 °З в піщану форму методом литва по випалюваних моделях. У роботі досліджували дію постійного електричного струму на кристалізацію і властивості ливарних сплавів.

Обробку розплаву електричним струмом в процесі кристалізації здійснювали за допомогою пристрою, загальна схема якого приведена на рис. 1.

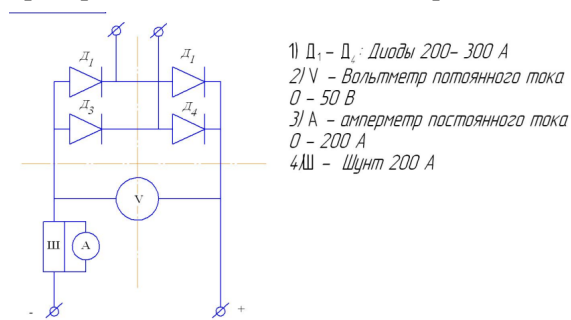


Рис. 1. Схема пристрою

Пристрій містить шунт 200 А, амперметр постійного струму 0 - 200А (А), вольтметр постійного струму 0 - 50 В (В), діоди 200 - 300 А, струмопровідні елементи 1, підведені до електродів.

Обробку відливань електричним струмом проводили з початку заливки металу у форму до закінчення кристалізації. Використовувався постійний струм (напруга 25-55В) щільністю 4-5 А/см². Як показав аналіз мікроструктури зразків отриманого сплаву на кристалізацію металу

електричний струм чинить модифікуючу дію. Подрібнюється первинне зерно металевго основи (рис. 2). При обробці відливань електричним струмом кількість неметалічних включення зменшується 1,4-2,5 разу.

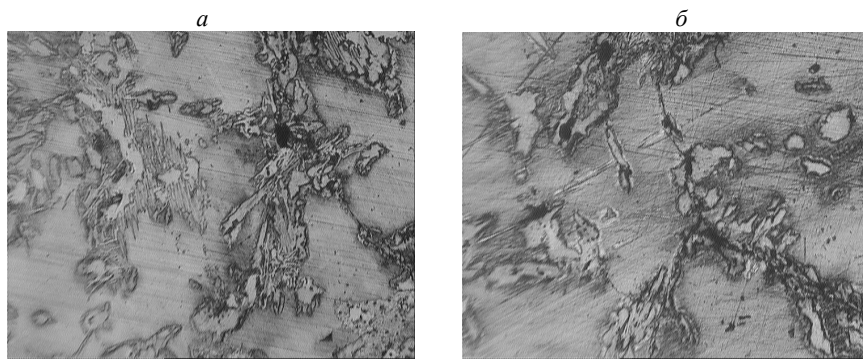


Рис. 2. Мікроструктура сплаву 110Г13Л×100:
 а - початковий сплав; б - сплав, оброблений електричним струмом

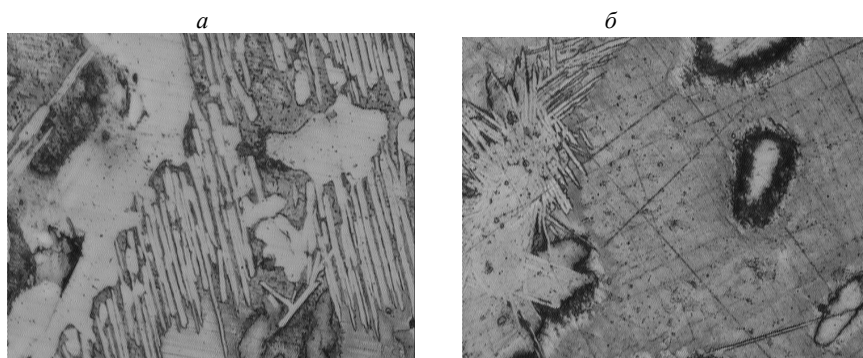


Рис. 3 . Мікроструктура сплаву 110Г13Л×500:
 а - початковий сплав; б - сплав, оброблений електричним струмом

Оброблений електричним струмом сплав має вищі ливарні технологічні властивості, має кращу здатність заповнювати форму і кристалізується з меншою усадкою. Обробка електричним струмом регулюють розмір і кількість окремих структурних складових сплавів, приводить до подрібнення зерна (рис. 3).

Дія електричного струму високої щільності на кристалізацію дозволяє оборотно змінювати кількість твердої та рідкої фаз.

Струм, розігриваючи локальні області і мікрооб'єми матеріалу, забезпечує переклад

його з твердого стану в рідкий. Це дає можливість регулювати час переходу з рідкого стану в твердий, тобто підтримувати існування агрегатного стану матеріалу.

Висновки. Обробка розплаву струмом у багато разів підвищує швидкість розчинення металевих домішок і інших компонентів в розплаві, що є центрами кристалізації, що забезпечує не лише дрібнокристалічну структуру, але і підвищує гомогенність металу відливання.

Тимчасовий опір розриву підвищився на 10-20 %. Підвищення механічних властивостей є наслідком подрібнення тих, що становлять мікроструктури.

Обробка електричним струмом чинить сприятливий вплив на процес кристалізації розплавів металів при литві, що істотно покращує структуру зливка і його механічні властивості.

Список літератури

1. **Зимокос Г. Н., Адаменко Л.А., Іванова Л.Х.** Вплив хімічного складу на властивості високомарганцевої сталі у відливаннях бронєю конусних дробарок. «Металургія і гірничорудна промисловість» Москва 2011
2. **Кіщенко О. М., Ткач В. В., Орел Т. В.** Поліпшення якості відливань електричним струмом в процесі кристалізації. Збірка конференцій ПІТ Кривий Ріг 2010.- Вип.10.-С. 25
3. **Кіщенко О.М., Ткач В. В.** «Behandlung von flüssigem Metall elektrischen Strom» Вісник ДВНЗ «Національний гірський інститут» Дніпропетровськ 2012 р
4. **Башмакова Н.В.** Особливості кристалізації алюмінієвих сплавів, виплавлених на основі вторинних шихтових матеріалів// V регіональна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих учених. Доповіді аспірантів і молодих учених. - Новокузнецьк, 2005. С. 28-50

Рукопис подано до редакції 24.02.13

УДК 662.749:067.5

В.П. ЛЯЛЮК, д-р техн. наук, проф.,

В.П. СОКОЛОВА, И.А. ЛЯХОВА, Д.А. КАССИМ, кандидаты техн. наук, доц.,

Е.О. ШМЕЛЬЦЕР, ст. преподаватель, КМИ ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

О РАЦИОНАЛЬНОЙ СТЕПЕНИ ДРОБЛЕНИЯ УГОЛЬНЫХ ШИХТ ДЛЯ КОКСОВАНИЯ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ЖИРНЫХ УГЛЕЙ

Промышленными испытаниями показана необходимость повышения степени дробления угольных шихт с содержанием жирных углей более 70 % для увеличения прочности кокса. Однако более рационально не допускать высокого содержания жирных углей в шихте и их переизмельчения, частично заменяя жирные угли оптимальным количеством газовых углей для обеспечения качества кокса для современной доменной плавки на уровне как минимум $M_{25} = 90\%$, $M_{10} = 6\%$.

Проблема и ее связь с практическими задачами. В работах [1-8] неоднократно анализировались причины снижения качества кокса КХП ПАТ «АрселорМиттал Кривой Рог» (АМКР). К ним относятся: большое число поставщиков угольных концентратов; высокая нестабильность угольной базы коксования (количество перешихтовок в отдельные месяцы доходило до 60-80); неточности в выборе оптимальной степени дробления угольной шихты (содержания класса 0-3 мм), из-за чего насыпная масса шихты и содержание «отощающего» класса -0,5 мм в шихте не соответствовали оптимальным значениям при изменяющемся марочном составе шихты; низкая степень смешивания шихты после дробилок, а по некоторым показателям, например, содержанию «отощающего» класса -0,5 мм, очень низкая; повышенная влажность и зольность шихты, идущей на коксование; высокая колеблемость показателей качества углей и шихт и др.

К числу недостаточно исследованных относится проблема выбора оптимальной степени дробления угольной шихты с очень высоким содержанием жирных углей. В шихтах КХП АМКР, идущих на коксование, например, в 2011 г. в соответствии с петрографическим анализом, содержание угля марки Ж изменялось в диапазоне от 56 до 89 %.

Анализ исследований и публикаций Анализ информационных источников с высокой степенью объективности показывает, что в большинстве публикаций указывается нецелесообразность очень тонкого дробления жирных углей [9-14 и др.]. Так в работе [9] отмечается, что при значительном участии в шихтах жирных углей целесообразно дробить только крупный