

закономерности углеродотермического восстановления  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  вносит газовая фаза  $\text{CO} - \text{CO}_2$  в соответствии с двухзвенной схемой А.А. Байкова. Принципиальная возможность реализации этой схемы подтверждена выполненными расчетами.

УДК 669.787:621.783.223.2:621.181

**Е. В. Гупало, А. О. Ерёмин, Е. А. Каракаш**

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепр

### **МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КИСЛОРОДА В ТЕПЛОВЫХ АГРЕГАТАХ МЕТАЛУРГИИ**

Одним из эффективных способов повышения энергоэффективности металлургических тепловых агрегатов является использование технологического кислорода для сжигания топлива. При этом кислород может использоваться либо в качестве окислителя при реализации технологии газо-кислородного сжигания топлива, либо для обогащения воздуха горения.

Зарубежными и отечественными компаниями разработаны горелки, реализующие технологию газо-кислородного сжигания топлива, применение которой обеспечивает значительное уменьшение объема продуктов сгорания, увеличение температуры горения топлива и излучательной способности факела, и, как следствие, повышение производительности тепловых агрегатов на 25 – 50 % и экономию топлива в зависимости от конкретных условий производства в диапазоне 30 – 60 % [1]. Сдерживающими факторами применения этой технологии является необходимость реконструкции тепловых агрегатов, предусматривающей замену горелок и модернизацию вспомогательного оборудования.

В то же время, обогащение воздуха горения технологическим кислородом может быть с успехом реализовано в нагревательных печах и котлах ТЭЦ отечественных предприятий, поскольку его внедрение не требует существенных капитальных затрат и, при определенных условиях, оно может быть реализовано без замены горелочных устройств. По сравнению с газо-кислородным сжиганием топлива, увеличение доли кислорода в воздухе горения мало сказывается на изменении производительности тепловых агрегатов, однако довольно сильно влияет на их энергоэффективность [2].

Авторами работы предложена комплексная методика оценки эффективности и экономической целесообразности использования кислорода в нагревательных устройствах металлургических предприятий, которая включает:

- расчеты процессов горения топлива и определение теплотехнических показателей топлива при изменении содержания кислорода в воздухе горения в диапазоне 21 – 100 %;

- анализ состава продуктов сгорания, удельных расходов атмосферного воздуха и выхода дымовых газов, теплотехнических показателей топлива в зависимости от условий его сжигания (температур подогрева воздуха и топлива, степени утилизации теплоты уходящих газов, избытка воздуха, подаваемого на горение и др.);

- определение экономии топлива при обогащении воздуха горения кислородом и удельного расхода технологического кислорода, обеспечивающего экономию 1 м<sup>3</sup> топлива;

- обоснование максимальной стоимости технологического кислорода, при которой его применение экономически целесообразно в конкретном тепловом агрегате;

- расчет ожидаемого экономического эффекта от использования кислорода для замены или обогащения воздуха горения.

С использованием разработанной методики выполнены исследования эффективности использования кислорода для обогащения воздуха горения паровых котлов ТЭЦ и методических печей, обслуживающих мелкосортные станы. Исследования выполнены для работы тепловых агрегатов на доменном, коксовом, природном и смешанном газе (природно-коксодоменной смеси с теплотой сгорания 13,9 МДж/м<sup>3</sup>).

Как показали исследования, для рассматриваемых тепловых агрегатов, увеличение содержания кислорода в воздухе горения до 31 % не приводит к нарушению работы горелочных устройств, а, следовательно, не требует их замены и связанных с этим капитальных затрат. При этом эффективность применения технологического кислорода в методических печах значительно выше, чем в котлах ТЭЦ. Так, экономия топлива в методических печах достигает 10,5–13,7 %, в то время как в котлах ТЭЦ она не превышает 1,7 %. В то же время расход технологического кислорода, обеспечивающий экономию 1 м<sup>3</sup> газа для котлов ТЭЦ в 7,7–13 раз больше, чем для методических печей.

## Список литературы

1. *Карп, И. Н.* Использование кислорода и обогащенного кислородом воздуха в нагревательных печах, колодцах, стендах разогрева сталеразливочных ковшей / И. Н. Карп, А. Н. Зайвый, Е. П. Марцевой, К. Е. Пьяных // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2012. – № 3. – С. 18–29.

2. *Гупало, О. В.* Дослідження теплової роботи кільцевої печі за збагаченням повітря горіння технологічним киснем / О. В. Гупало, О. О. Єрьомін // Металургія : зб. наук. пр. ЗДІА. – Запоріжжя : ЗДІА, 2016. – Вип. 2 (36). – С. 87–92.

УДК 621.745.35

**І. В. Дерев'янку, О. В. Жаданос, С. М. Підгорний**

Національна металургійна академія України, м. Дніпро

## **ВИПЛАВКА СИНТЕТИЧНИХ ЧАВУНІВ НА ШИХТІ, ЩО МІСТИТЬ ВУГЛЕЦЬ-КАРБІДКРЕМНІЄВІ МАТЕРІАЛИ**

Синтетичний чавун (СиЧ), як правило, виплавляють в індукційних печах (ІП) використовуючи 50...70% (в деяких випадках до 100%) сталевих брухту, 30...50% доменний чавуну або повернення власного виробництва, а для науглецювання розплаву застосовують графіт, ливарний або доменний кокс. Для отримання чавуну, стандартного за вмістом Si, його легують феросиліцієм.

Якість і собівартість отриманого чавуну безпосередньо залежить від якості і вартості шихтових матеріалів, а також кількості і ціни споживаної електроенергії. Щоб отримати в ІП якісний чавун необхідно застосовувати для плавки рафіновані чушкові чавуни. Альтернатива рафінованим чавунам - застосовувати в шихті збільшену кількість сталевих брухту.

Сталеві відходи - якісніші матеріали, ніж ливарні і переробні чавуни, але їх застосування вимагає науглецювання розплаву. Недоліки виплавки СиЧ в ІП, з використанням в шихті карбюратора і феросиліцію: перегрівання металу, схильність чавуну до відбілу, перевитрата науглецювача і феросиліцію, зниження стійкості футерування.

Розроблена технологія з залученням до процесу карбідкремнійвміщуючих матеріалів дозволяє виплавляти Fe - C - сплави із заданими властивостями і