

## Особенности поведения известняка в присутствии железосодержащего материала при совместном спекании

*Комплексный флюс является перспективным материалом. Однако внедрение его в производство ограничивает отсутствие обоснования механизма взаимодействия между основными компонентами шихты для его получения. В данной работе приведены результаты исследования взаимодействия известьесодержащего и железосодержащего материала при их совместном обжиге.*

**Ключевые слова:** комплексный флюс, обжиг, известняк, концентрат, диссоциация.

**В**ведение. В настоящее время металлурги особое внимание уделяют производству комплексного флюса. Комплексный флюс – это флюсующий материал, который, помимо оксидов кальция и магния, содержит другие оксиды, существенно улучшающие свойства флюса.

Существуют различные технологии получения комплексного флюса [1-4]. Общим для приведенных технологий является то, что комплексный флюс получают на основе известняка или известьесодержащих отходов с железорудными или другими добавками в агрегатах различных конструкций. Следует подчеркнуть, что данные технологии имеют один недостаток – технология получения комплексного флюса не имеет достаточно надежного теоретического и экспериментального обоснования, в частности физико-химических процессов взаимодействия известьесодержащих материалов с другими добавками. Поэтому комплексные флюсы, получаемые по данным технологиям, имеют невысокое качество, что ограничивает область их применения.

Теоретические исследования физико-химических процессов разложения известняка в присутствии различных добавок показали, что одним из вариантов технологии получения комплексного флюса является обжиг гранул известняка с накатанным на их поверхность железосодержащим материалом.

*Целью исследования* является оценка особенности процессов разложения известняка в данных условиях.

*Методика проведения исследования.* Исследования проводили в лаборатории кафедры металлургии чугуна. Для исследования использовали следующие материалы:

- концентрат крупностью менее 0,1 мм;
- известняк крупностью 3-12 мм (основной) и меньше 0,1 мм (для смешивания с концентратом);
- твердое топливо крупностью 3-10 мм.

Из мелкоизмельченного известняка и концентрата формировали смесь в различном соотношении концентрата к известняку: 25/75, 50/50, 25/75 и 100% – чистый известняк. Кусочки известняка 3-12 мм предварительно смачивали и направляли в гранулятор для накатывания вышеуказанной смеси. Толщина слоя накатанной смеси изменялась в пределах 0,5-1 мм. После получения гранул из-

вестняка их смешивали с твердым топливом (количество топлива – 8%). Полученную шихту загружали в лабораторную установку, снабженную весовым устройством и анализатором состава отходящего газа. Опыты проводили при различных температурах, °С: 900, 1000, 1100 и 1200. Результаты исследования приведены на рис. 1-2.

*Результаты исследования.* На рис. 1 приведены результаты исследования степени диссоциации известняка при различных температурах. Видно, что степень диссоциации зависит от температуры в реакционном пространстве и количества железосодержащей добавки. Так, при температуре 900 °С (рис. 1, а) известняк имеет пониженную степень диссоциации (43%) даже при времени выдержки 6 минут. Добавка к нему смеси из железосодержащего материала с тонкоизмельченным известняком существенно увеличивает степень диссоциации, причем, чем выше доля концентрата в смеси, тем выше степень диссоциации. Максимальная степень диссоциации имеет место при накате на известняк смеси, состоящей из 75% концентрата, 25% известняка, и составляет более 80%.

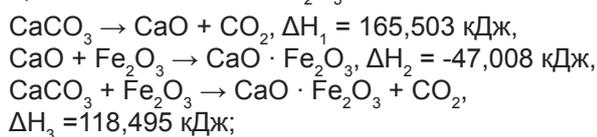
Повышение температуры до 1000-1100 и 1200 °С (рис. 1, б, в, г) существенно ускоряет как процесс разложения чистого известняка, так и известняка с накатом. При температурах 1000 и 1100 °С степень диссоциации чистого известняка приблизилась к степени диссоциации известняка с накатом, хотя время достижения одной и той же степени для чистого известняка намного больше. При температуре 1200 °С (рис. 1, г) степень полной диссоциации известняка с накатом достигается при более низком времени выдержки (примерно 2 минуты), что свидетельствует об активном протекании процессов взаимодействия вновь образовавшейся извести с оксидами железосодержащего материала. При данной температуре начинают образовываться жидкие фазы из реагирующих веществ, что улучшает разложение известняка с накатом. Реакции диссоциации известняка и реакции взаимодействия извести с оксидами железосодержащих материалов приведены ниже.

1. Чистый известняк:

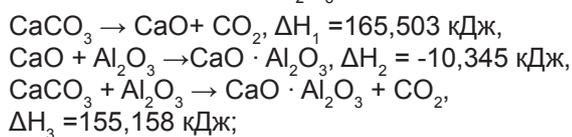


2. Известняк с накатом:

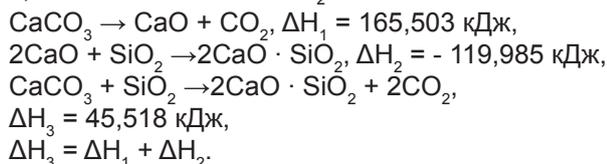
а) взаимодействие с  $Fe_2O_3$  :



б) взаимодействие с  $Al_2O_3$  :



в) взаимодействие с  $SiO_2$  :

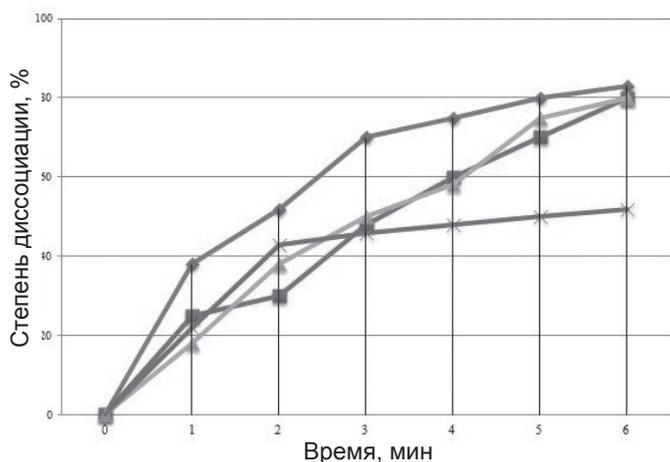


Из приведенных реакций видно, что чистый известняк разлагается с затратой энергии с образова-

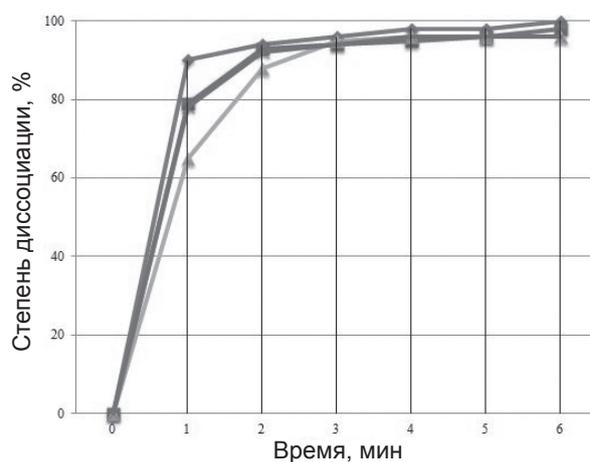
нием извести. Суммарная энергия на процесс обжига известняка с добавками снижается. В случае обжига известняка с накатом на границе между известняком и накатанным материалом образуется зона интенсивного взаимодействия извести с оксидами. Часть извести расходуется на протекание данных реакций, остальная часть (ее количество зависит) остается в ядре гранулы под коркой застывшего расплава.

На рис. 2 представлены результаты определения скорости диссоциации для гранул известняка с накатанной смесью из известняка с концентратом. Наиболее значительное влияние на скорость диссоциации добавка концентрата оказывает при температуре 900 °С (рис. 2, а). Наибольшая скорость диссоциации достигается при диссоциации гранул, содержащих в своем накате смесь из 75% концентрата и 25 – известняка.

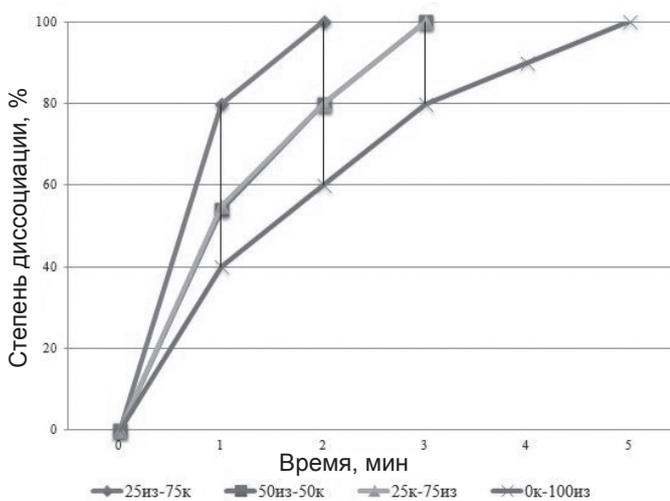
При повышении температуры до 1000 °С (рис. 2, б) скорость диссоциации выше для гранул, содержащих накат из концентрата лишь на первой минуте. Ко второй минуте выдержки они выравниваются, а в дальнейшем скорость диссоциации выше



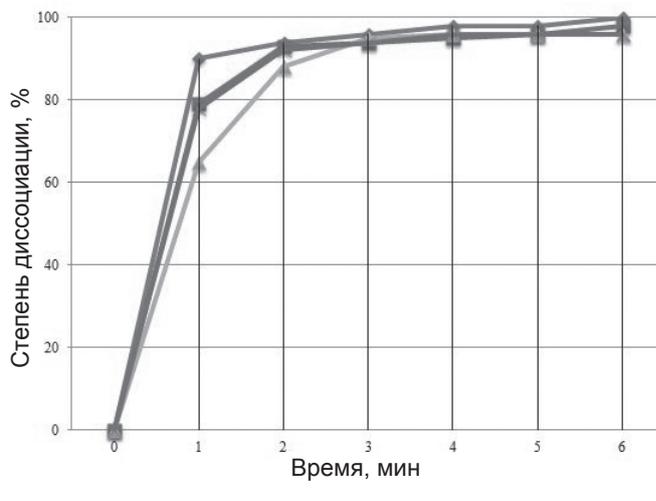
а



б

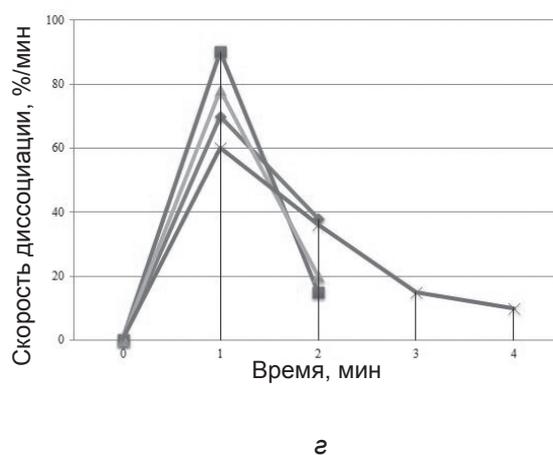
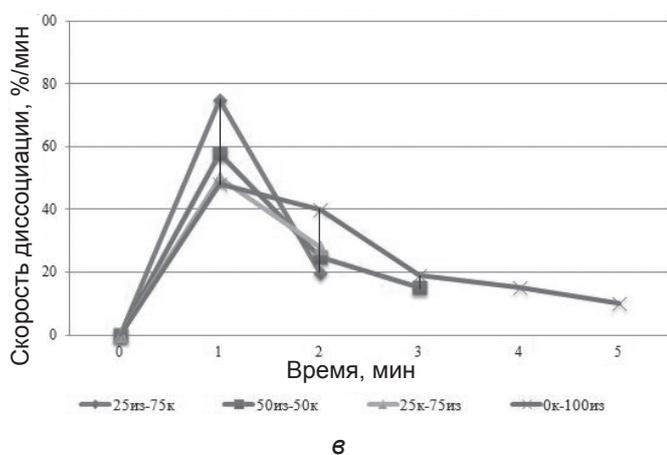
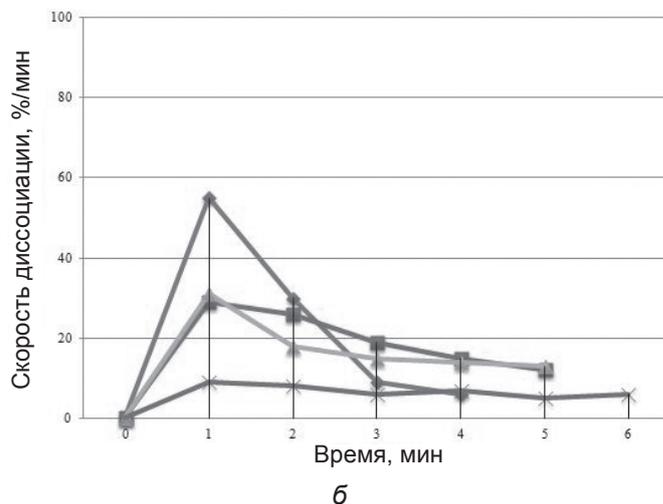
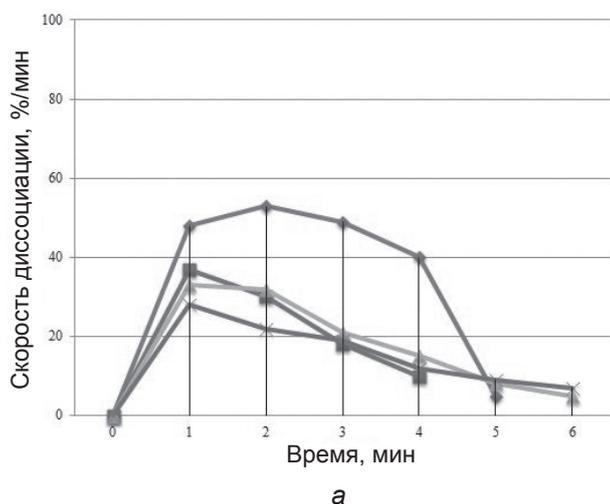


в



г

Рис. 1. Степень диссоциации гранул, содержащих накат из известняка и концентрата в различном соотношении и чистого известняка при различных температурах, °С: а – 900; б – 1000; в – 1100; г – 1200.



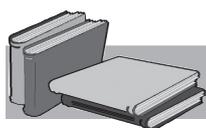
**Рис. 2.** Скорость диссоциации гранул известняка в смеси с концентратом КЦГОКа в различном соотношении при различных температурах, °C: а – 900; б – 1000; в – 1100; г – 1200

для гранул, содержащих в своем накате смесь из 75% концентрата и 25 % известняка. Заметное отличие наблюдается при повышении температуры до 1100 и 1200 °C (рис. 2 в, г). Причём, это в большей степени характерно для начального периода диссоциации. Со временем продолжительность выдержки скорости диссоциации для чистого известняка и гранул с накатанной смесью выравнивается.

емых условиях обеспечивает возможность получения комплексного флюса в виде обожженных гранул, состоящих из обожженной извести (середина ядра) и продуктов взаимодействия извести с оксидами, входящих в состав железосодержащего материала ( $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$  и  $SiO_2$ ).

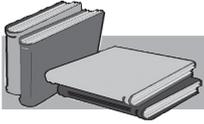
## Выводы

Приведенные результаты исследования показали, что данная технология обжига известняка в исследу-



## ЛИТЕРАТУРА

1. Трубников А. А., Хайдуков В. П. Получение ожеженной извести. – Сталь. – 1986. – № 7. – С. 23-25.
2. Заявка РФ № 2010118895, МПК С22 В1/100. Агломерационный флюс и шихта для его производства; заявл. 11.05.2010.
3. А. с. СРСР № 602576, МПК С22В1/14. Способ получения ожеженной извести; заявл. 30.05.81.
4. Логинов В. И., Левченко В. И. [и др.] // Опытнo-промышленное производство железofлюса. – Металлургия и коксохимия, 1982. – Вып. 75. – С. 20-24.



## REFERENCES

1. Trubnikov A. A., Khaidukov V. P. (1986). Poluchenie ozheleznennoi izvesti [The obtaining of ferruginous lime]. *Stal'*, no 7, pp. 23-25. [in Russian].
2. Zaiavka RF no 2010118895, MPK S22 V1/00. Aglomeracionnyi flus i shikhta dlia ego proizvodstva [Agglomerative flux and mixture for its production]. Publ. 11.05.2010. [in Russian].
3. A. s. USSR no 602576, MPK S22 V1/14. Sposob polucheniia ozheleznennoi izvesti [The way of obtaining of ferruginous lime]. Publ. 30.05.81. [in Russian].
4. Loginov V. I., Levchenko V. I. et al (1982). Opytno-promyshlennoe proizvodstvo zhelezofliusa [Pilot production of staflux]. *Metallurgii i koksokhimiia*. Vyp. 75, pp.20-24. [in Russian].

### Анотація

*Бочка В. В., Двоєглазова А. В., Сова А. В., Сулименко С. Є.*

Особливості поведінки вапняку в присутності залізовмісного матеріалу при їх сумісному спіканні

*Комплексний флюс є перспективним матеріалом. Але відсутність обґрунтування механізму взаємодії між основними компонентами шихти стримує введення технології отримання комплексного флюсу у виробництво. В даній роботі приведено результати дослідження взаємодії вапно- та залізовмісних матеріалів при їх сумісному обпалі.*

### Ключові слова

*Комплексний флюс, обпал, вапняк, концентрат, дисоціація.*

### Summary

*Bochka V. V., Dvoiehlazova A. V., Sova A. V., Sulimenko S. E.*

Peculiarities of the behavior of limestone in the presence of iron-containing material in their shared sintering

*The complex flux is a perspective material. However, the introduction of this flux in the metallurgical industry is limited by the lack of explanation of the mechanism of interaction between the main components of the charge. There are represented the results of investigation of the interaction of lime-containing and iron-containing materials in their shared sintering.*

### Keywords

*Complex flux, roasting, limestone, concentrate, dissociation.*

Поступила 27.10.16