

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ КИСЛОТ И СОЛЕЙ МАГНИЯ С ОКСИДОМ ХРОМА

Қ. Сейітқасымұлы¹, Д.С. Махатай¹, А.К. Абишева¹, С.М. Жунусов¹, А.Х. Акишев²
(Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева)

Институт проблем горения²
Алматы, Республика Казахстан

kana_93@mail.ru

Аннотация. Данными исследованиями изучено влияние химических соединений хрома, образованных в результате химической взаимодействия растворов кислот (HCl, H₂SO₄) и солей магния (MgCl₂, MgSO₄), с оксидом хрома на оценку прочности образцов при воздействии различных температур.

Ключевые слова: сульфат магния, соляная кислота, серная кислота, хлористый магний, оксид магния.

Abstract. These studies examined the influence of the chemical chromium compounds formed as a result of chemical interaction of acid solutions (HCl, H₂SO₄) and magnesium salts (MgCl₂, MgSO₄), with chromium oxide to assess the strength of the samples when exposed to different temperatures.

Keywords: magnesium sulphate, hydrochloric acid, sulfuric acid, magnesium chloride, magnesium acid.

Изучение спекания периклазовых огнеупоров обеспечивающих получение изделий высокой термостойкости и плотности является актуальной задачей.

Для решения этих задач необходимо получить активную окись магния тонкой структуры спекающейся до высокоплотного периклазового порошка обеспечивающий повышенную стойкость при службе в высокотемпературных агрегатах.

Основными объектами изучения были приняты :

- Сульфат магния (марки чда);
- Соляная кислота (хч);
- Серная кислота (хч);
- Хлористый магний;
- Периклазохромитовые порошки;

Данными исследованиями показаны результаты изучения влияния химических соединений хрома, образованных в результате действия растворов кислот (HCl, H₂SO₄) и солей магния (MgCl₂, MgSO₄) на проявление связующих свойств наночастиц в начальной стадии их образования и оценка прочности изделий при воздействии температуры. Исследование масс оксида хрома со связующими из соляной и серной кислот показало следующие результаты (рисунок 1, 2).

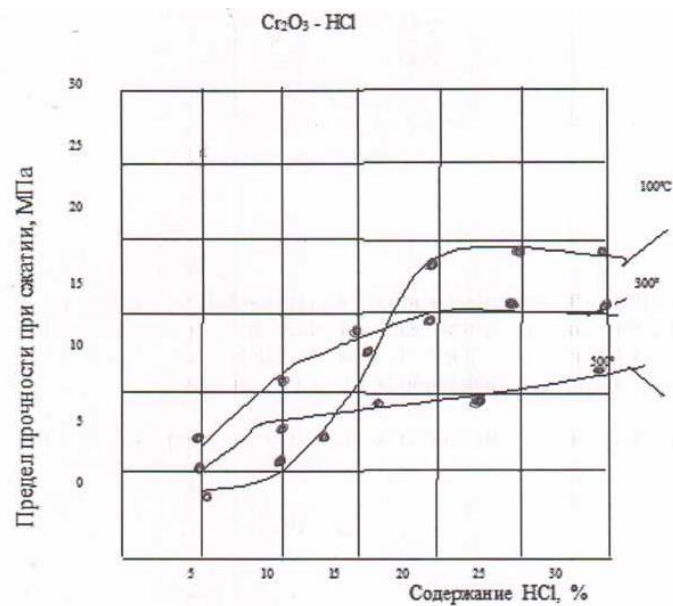


Рисунок 1 – Изменение предела прочности при сжатии в зависимости от концентрации HCl и температуры обжига

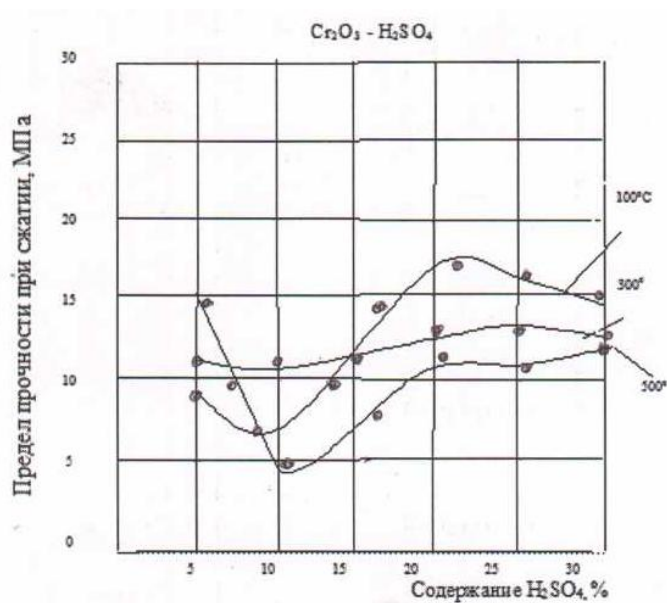


Рисунок 2 – Изменение предела прочности при сжатии в зависимости от концентрации H_2SO_4 и температуры обжига

При сопоставлении данных рисунков 1 и 2 видно, что характер воздействия их на свойства изделий примерно одинаков. Особенно это проявляется при 20% концентрации растворов. При применении соляной кислоты в результате реакции с оксидом хрома образуется CrCl_3 , который начинает разлагаться при 170 °С. Это соединение неустойчиво поэтому температура его разложения колеблется от 180 до 200 °С.

Изучение масс показало, что в составе их присутствует трехвалентный хром в виде оксида хрома и хлорида хрома. При температурном воздействии хлорид хрома разлагается, образуя оксид хрома с размером частиц менее 10 нанометров. При 100 °С и концентрации в растворе 20-30% HCl прочность составляет 18 МПа, а при повышении температуры до 300-500 °С она снижается до 10-15 МПа. В материале происходит

образование наночастиц, в результате диспергации химических соединений хрома. Предположительно, что кроме хлоридов могут образовываться гидраты хрома или хромовые кислоты $\text{Cr}(\text{OH})_2$, $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, которые также неустойчивы и при температурах 300-500 °С распадаются, формируя сверхтонкие частицы оксида хрома.

При воздействии серной кислоты (рисунок 10) оксид хрома вступает с ней в реакцию с образованием сульфата хрома $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$. Это проявляется на графике рисунка 2, из которой видно, что с повышением концентрации раствора прочность повышается. Однако при увеличении температурного режима она снижается с 18 МПа (100 °С) до 10 МПа (500 °С). Изучение химического и фракционного состава масс показало, что размер вновь образованного оксида хрома составляет 7-8 нанометров и количество увеличивается с повышением концентрации раствора от 10 до 30%. Температура окончательного разложения сульфата хрома составляет 700°С. В связи с этим повышение температуры обжига хромсодержащих масс способствует образованию значительного количества наночастиц, повышающих прочность изделий.

Характер поведения масс, содержащих соли магния MgCl_2 и MgSO_4 показывает как в предыдущих массах (рисунки 2) снижение прочности при повышении температуры.

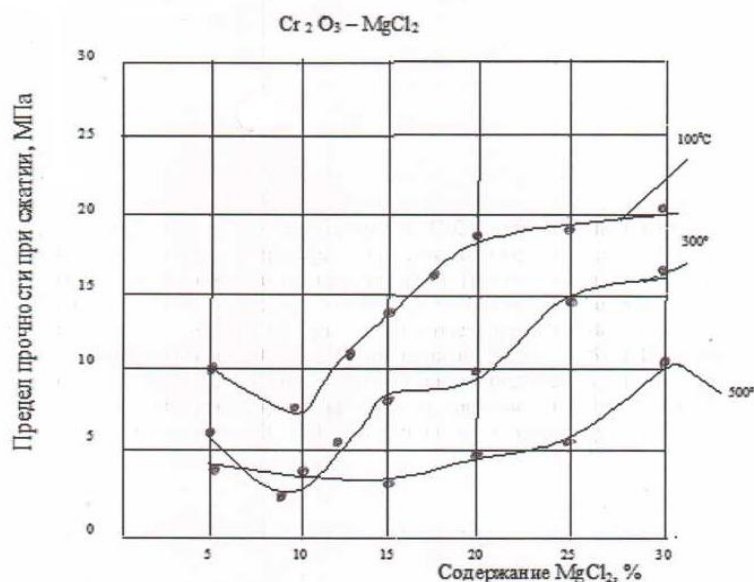


Рисунок 3 – Изменение предела прочности при сжатии в зависимости от концентрации MgCl_2 и температуры обжига

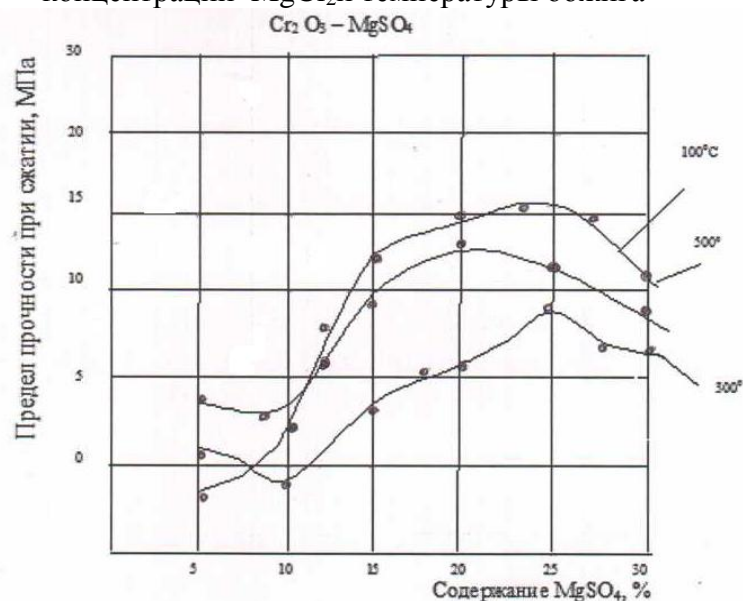


Рисунок 4 –Изменение предела прочности при сжатии в зависимости от концентрации $MgSO_4$ и температуры обжига

Хлорид магния проявляет хорошие связующие свойства без резких падений прочности с повышением концентрации раствора (рисунок 3). Связано это с образованием в массе хлоридов хрома при разложении хлористого магния и выделении свободного активного хлора с формированием соляной кислоты, которое хорошо вступает в реакцию с оксидом хрома. В свою очередь это соединение разлагаясь способствует образованию дисперсного наноразмерного оксида хрома, способствующего повышению прочности структуры изделий.

Соединение масс, содержащих оксид хрома и сульфат магния (рисунок 4) показывает, что оптимальная концентрация масс составляет 20-25%, выше которой прочность изделий снижается с 22 до 12 МПа. Это, по-видимому, связано с образованием двойного соединения $Cr_2O_3 \cdot MgSO_4$ и $MgSO_4 \cdot Cr_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$, последнее проявляется в незначительном количестве вероятно сформированного при распаде сульфата магния. При обжиге наблюдается образование наноразмерных частиц оксида хрома и незначительное количество оксида магния. При повышении концентрации раствора сульфата магния свыше 20% наблюдается разрыхление масс и снижение прочности изделий. Из этого становится ясным, что объемное содержание в массе наноразмерных элементов должно быть оптимальным.

Вывод: изменение предела прочности образцов при сжатии в зависимости от концентрации и температур обжига показывают образования плотных структур за счет образования наночастиц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов Д.В. Перспективы использования наноматериалов в технологии огнеупоров / А.А. Немтинов // Новые огнеупоры. – 2009.- №4. -.6-7
2. Севастьянов В.Г. Влияние природы прекурсоров высокодисперсного углерода на морфологию наночастиц карбида кремния/ Р.Г. Павелко // Химическая технология. – 2007. – т.8, №1. – С. 12-16.
3. Исследование влияния добавки бора на структурные и прочностные свойства клеевой композиции смолы СФ-294 + кремниевый наполнитель при температуре 250-2000 °С / Л.Т. Анимин, С.П. Артемьева, Кравецкий // Сборник научных трудов НИИГрафита «Композиционные материалы на основе углерода». – М., 1991. – С.92-99.
4. Задорожный И.В. Разработка термостойких композиционных материалов на основе карбида кремния: автореф. Дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук спец. 05.16.06. «Порошковая металлургия и композиционные материалы» / И.В. Задорожный. – М., 2009. – 22 с.

REFERENCES

1. Kuznecov D.V. Perspektivy ispolzovaniya nanomaterialov v tekhnologii ogneuporov / A.A. Nemtinov // Novye ogneupory. – 2009. - №4. – S. 6-7
2. Sevastyanov V.G. Vliyanie prirody prekursorov vysokodispersnogo ugleroda na morfologiyu nanochastic karbida kremniya/ R.G. Pavelko // Himicheskaya tekhnologiya. – 2007. – t.8, №1. – S. 12-16.
3. Issledovanie vliyaniya dobavki bora na strukturnye i prochnostnye svojstva kleevoj kompozicii smola SF-294 kremnievuj napolnitel pri temperature 250-2000 °С / L. T. Animin, S. P. Artemeva// Kraveckij Sbornik nauchnyh trudov NIIGrafita «Kompozicionnyye materialy na osnove ugleroda». – M., 1991. – S.92-99.

4. Zadorozhnyj I. V. Razrabotka termostojkih kompozicionnyh materialov na osnove karbida kremniya: avtoref. 05. 16. 06. « Poroshkovaya metallurgiya i kompozicionnye materialy» / I. V. Zadorozhnyj. – M., 2009. – 22 s.