

СИНТЕЗ СЛОЕВОГО КОМПОЗИТА TiC/Cr₂AlC И ЕГО ТЕРМООКСИЛИТЕЛЬНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ

Шульпеков А. М., Габбасов Р. М., Китлер В. Д., Лепаква О. К.

Томский научный центр СО РАН

shulp@yandex.ru

Аннотация: Изучены процессы распространения фронта волны горения в двухслойных порошковых смесях (Ti + Cr + Al + C)/(Ti + C). Получены материалы на основе карбидов хрома, интерметаллидов Cr и Al, Cr₂AlC изучена их термоокислительная устойчивость при температуре 1000 °С. Показано, что добавка титана в смесь Ti + Cr + Al + C приводит к ухудшению термоокислительной устойчивости.

Введение: В последнее время большой интерес возник к МАХ-фазе Cr₂AlC. Эта фаза обладает необычной комбинацией свойств металлов и керамики. Соединение перспективно для использования в аэрокосмической, автомобильной и индустриальной сферах. Покрытия, наносимые на металлические изделия, обладают лучшими термобарьерными свойствами, чем у карбосилицидов титана. Поэтому интерес к получению и исследованиям свойств непрерывно повышается. Простым методом получения МАХ – фазы является самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС). Реакция синтеза МАХ – фазы из элементов является эндотермической, поэтому СВС – синтез возможен при использовании метода термически – сопряженных систем (химическая печь). В этом случае используют две смеси: одна высокоэнергетическая (донор) а другая, где нужно получить целевой продукт, низкоэнергетическая или эндотермическая (акцептор).

Постановка задачи и методика исследования: Целью работы являлось разработка метода получения Cr₂AlC и композитов (Ti, Cr)₂AlC с содержанием хрома более 50 мол. % по отношению к титану, который нельзя получить СВС в волновом режиме. Смесь порошков Т + С (донор), 2(Cr, Ti) + Al + С (акцептор) в виде суспензии в изопропиловом спирте наносили на керамические (ВК 1, 98 мас. % Al₂O₃, 6 мм x 50 мм x 2 мм) пластины через трафарет толщиной от 0.5 до 1.7 мм. Инициирование процесса проводили с помощью электрической спирали. Температуру и скорость распространения фронта волны горения измеряли термопарами WR5/20 подключенные к АЦП ЛА20USB, высокоскоростной видеокамерой «Motion ProX-3», ПЗС-спектрометром (HR 4000, Ocean Optics) (Рис. 1). Рентгенофазовый анализ проводили на портативном дифрактометре RIKOR, предоставленном Томским центром коллективного пользования СО РАН. Микроструктуру покрытия изучали с помощью оптического микроскопа Axiovert (Karl Zeiss, Germany).

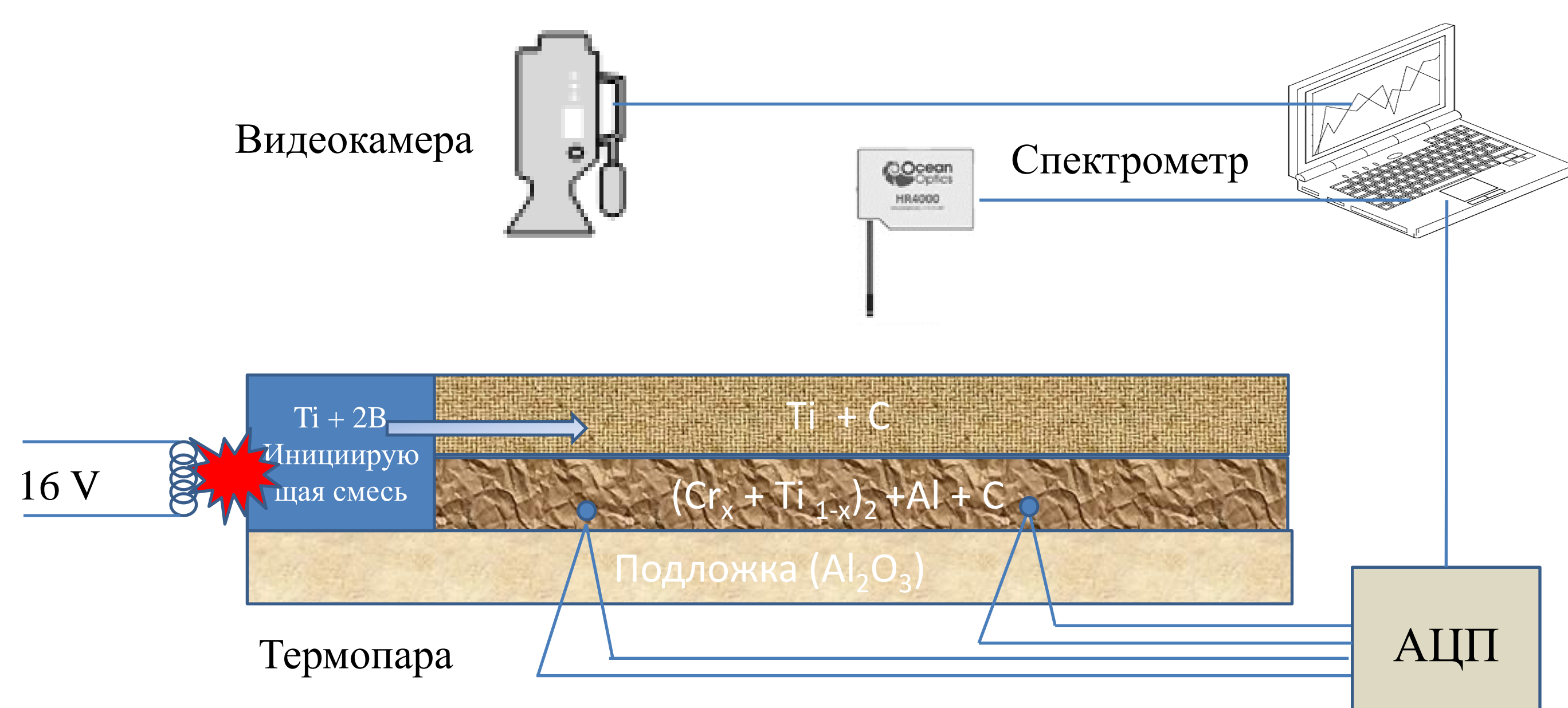


Рис. 1 Схема эксперимента

Результаты: При увеличении соотношения толщин слоев (Ti + C)/(2Cr + Al + C) температура закономерно повышается, а скорость распространения фронта уменьшается. Так можно получить необходимую температуру в нижнем слое.

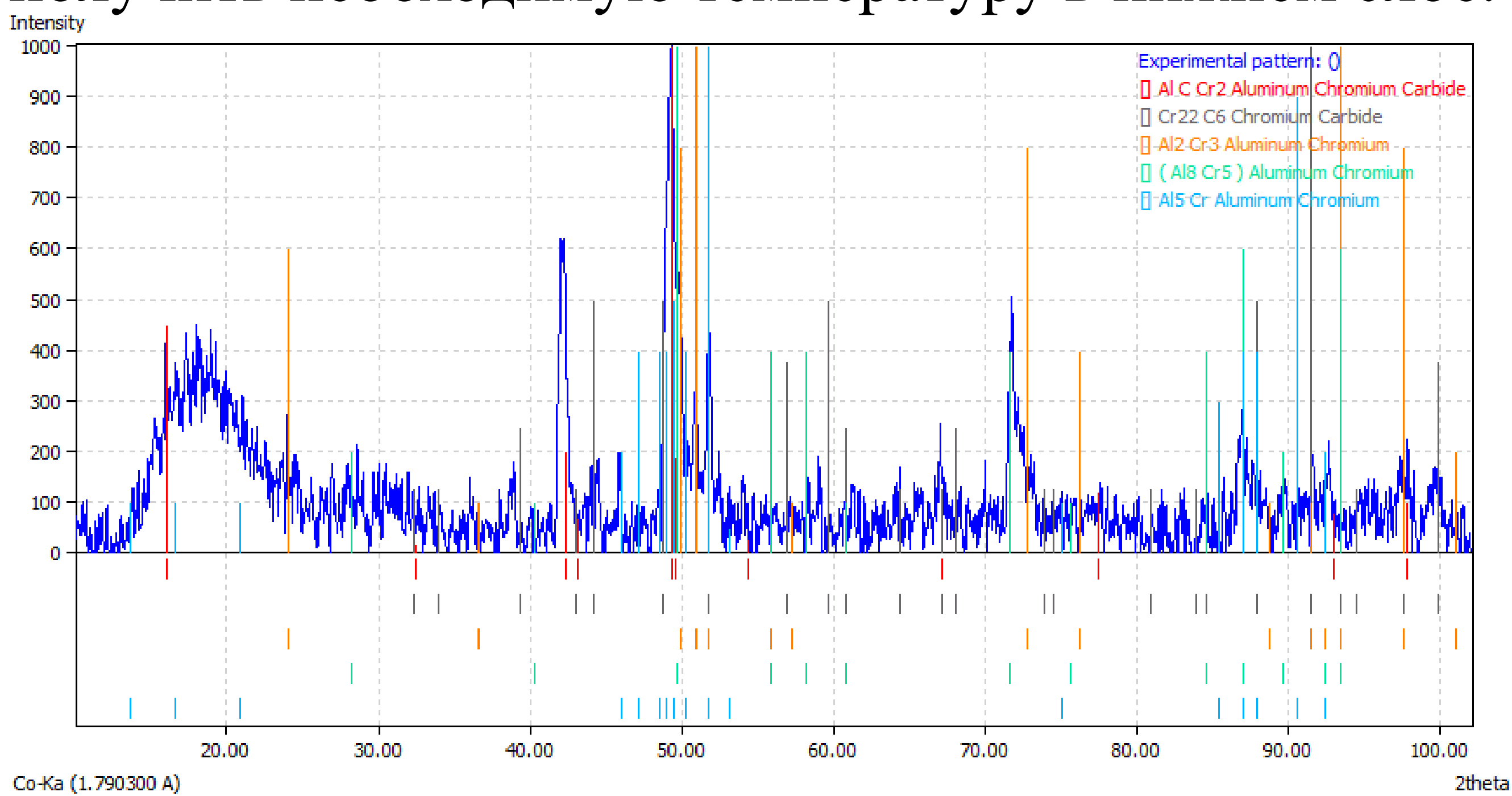


Рис. 2 Дифрактограмма материала среднего слоя для Ti + C/2 Cr + Al + C/Ti + C

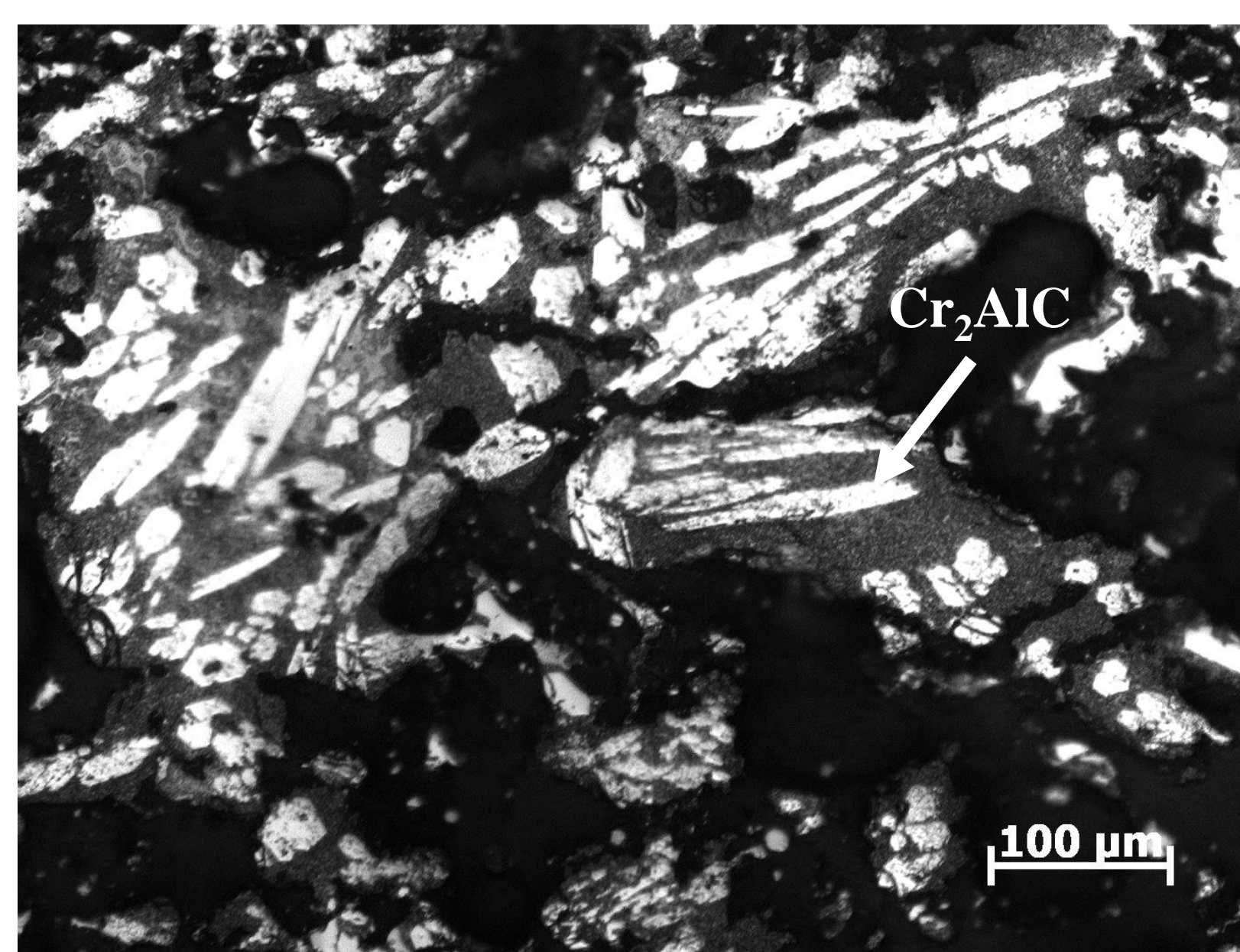


Рис. 3 Микроструктура продукта синтеза

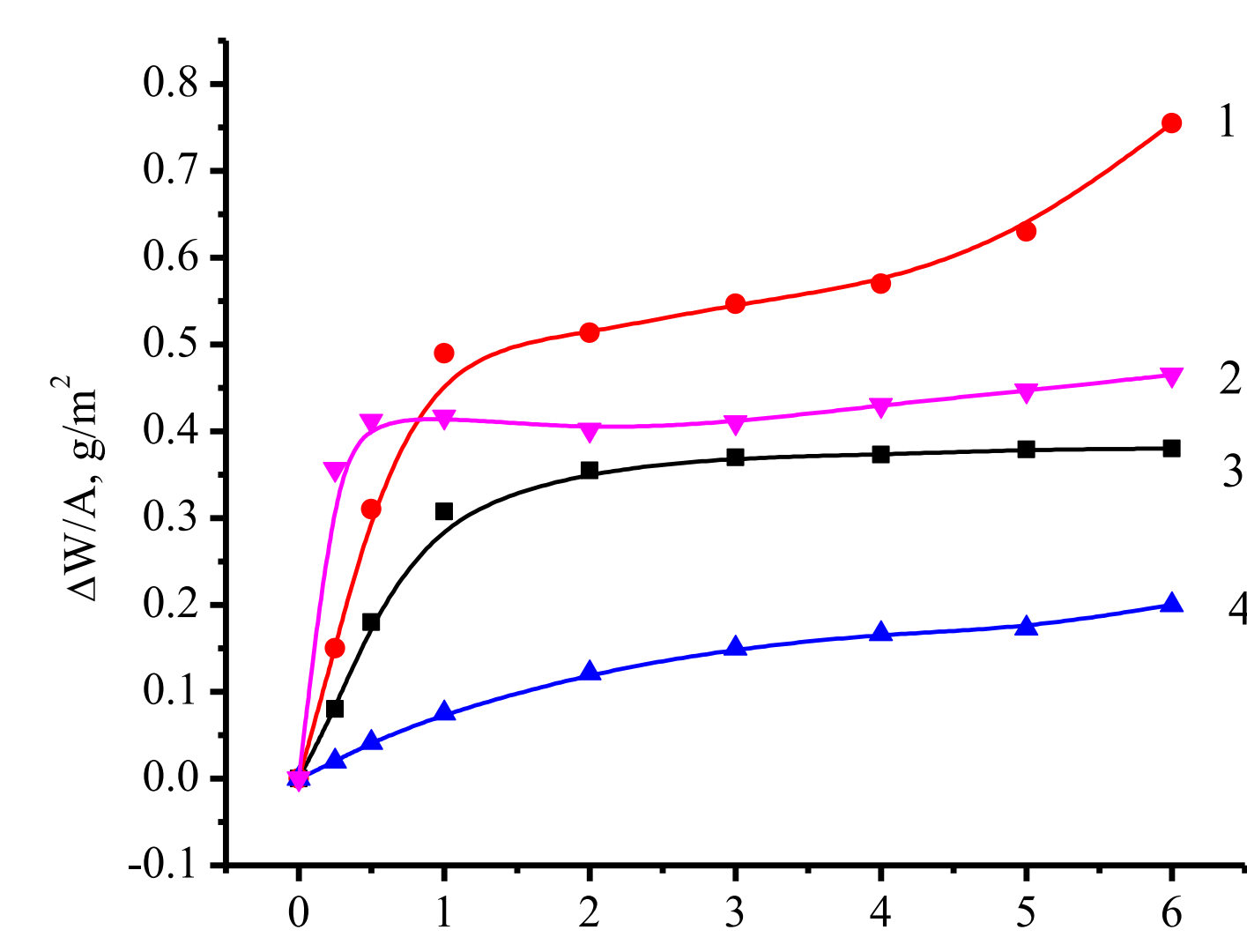


Рис. 4 Обжиг продуктов синтеза (1000 °С) 1 - (0,5Cr0,5Ti)₂AlC; 2 - TiC; 3 - (0,8Cr0,2Ti)₂AlC; 4- слой Cr₂AlC.

По данным РФА, верхний слой состоит из карбида титана, а нижний слой содержит карбида хрома, интерметаллиды хрома и алюминия и фаза Cr₂AlC (рис.2). МАХ фаза Cr₂AlC образуется только в трехслойном покрытии, нижний и верхний слой состоит из смеси Ti + C, а средний из смеси 2Cr + Al + C (удлиненные зерна на рис. 3). Повысить температуру в нижнем слое с 1260 до 1660 °С можно добавлением в смесь 2Cr + Al + C, высокоэнергетической смеси Ti + Al + C. Термоокислительная устойчивость при обжиге на воздухе (1000 °С) (рис. 4) наименьшая у карбида титана, наибольшая у продукта из слоя Cr₂AlC. Добавка титана в исходную смесь так же увеличивает скорость окисления материала, однако окислительная устойчивость материала выше, чем у карбида титана.

Выводы: Установлено, что температура в слое Ti + Cr + Al + C возрастает при увеличении толщины слоя Ti + C, а скорость распространения уменьшается. Увеличение содержания титана в смеси так же приводит к повышению температуры. Получены материалы на основе карбидов хрома, интерметаллидов Cr и Al, Cr₂AlC изучена их термоокислительная устойчивость при температуре 1000 °С. Показано, что добавка титана в смесь Ti + Cr + Al + C приводит к ухудшению термоокислительной устойчивости.