

4. К. Л. Епишин, А. Н. Питюлин. ФГВ, 1986, 22, 1, 29.
 5. Sauer Christa. Neue Hütte, 1972, 17, 6.
 6. А. И. Августинник, Т. В. Дроздецкая, С. С. Ордамян. Порошковая металлургия, 1967, 6, 53.

Поступила в редакцию 20/IX 1985

ИЗМЕНЕНИЕ ЧАСТИЦ АЛЮМИНИЯ В ПРОДУКТАХ ГОРЕНИЯ ПРИ ВАРЬИРОВАНИИ СООТНОШЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ В СЛОЖНОЙ АЛЮМОТЕРМИТНОЙ СИСТЕМЕ

Г. И. Карякина
 (Черноголовка)

В [1] рассматривались особенности горения сложной системы $[\text{ZrC} + 0,5(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7] : (2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3) = m : n$ с варьруемым массовым соотношением карбидохроматного состава и термита. Для систем с крупнодисперсным Al обнаружена область концентраций составов, в которой термит не горит и становится инертной добавкой в системе, а кривая зависимости скорости ее горения от концентрации термита проходит через минимум.

В настоящей работе представлены микроскопические наблюдения несгоревших частиц крупнодисперсного Al в данной области, выполненные с целью выяснения факторов, способствующих воспламенению Al и началу прохождения алюмотермитной реакции.

Исследованная область (рис. 1) лежит между точками 1—7, которым соответствуют системы 1—7 с содержанием термита s , %: 33,3; 40,0; 50,0; 52,3; 54,3; 56,5; 58,3. Точке 7 соответствуют величины s , при которых начинается прохождение алюмотермитной реакции. При меньшем s по данным рентгенофазного анализа основная масса Al и Fe_2O_3 при горении системы остается непрореагировавшей.

Условия эксперимента со всеми сложными составами однотипны. Образцы диаметром 10 и высотой 10 мм спрессовывались при давлении 110 кг/см^2 , поджигались на воздухе раскаленной спиралью под химическим стаканом емкостью 2 л.

Для определения гранулометрического состава несгоревшего крупнодисперсного Al марки ПА-3 и исследования его структурно-морфологических особенностей в [1] предложен метод выделения Al из продуктов сгорания тяжелой жидкостью — иодистым метиленом с плотностью $3,3 \text{ г/см}^3$,

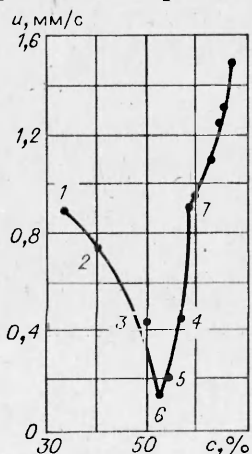


Рис. 1. Зависимость скорости горения системы $[\text{ZrC} + 0,5(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7] : (2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3) = 1 : (0,5 \div 2,0)$ на воздухе от концентрации термита (Al — ПА-3, ZrC — ТУ-6-09-131-70 (3—5 мкм)).

предложен метод выделения Al из продуктов сгорания тяжелой жидкостью — иодистым метиленом с плотностью $3,3 \text{ г/см}^3$,

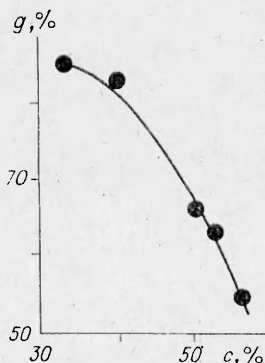


Рис. 2. Зависимость выхода несгоревших частиц Al (g) от содержания термита в системе $[\text{ZrC} + 0,5(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7] : (2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3) = 1 : (0,5 \div 1,3)$.

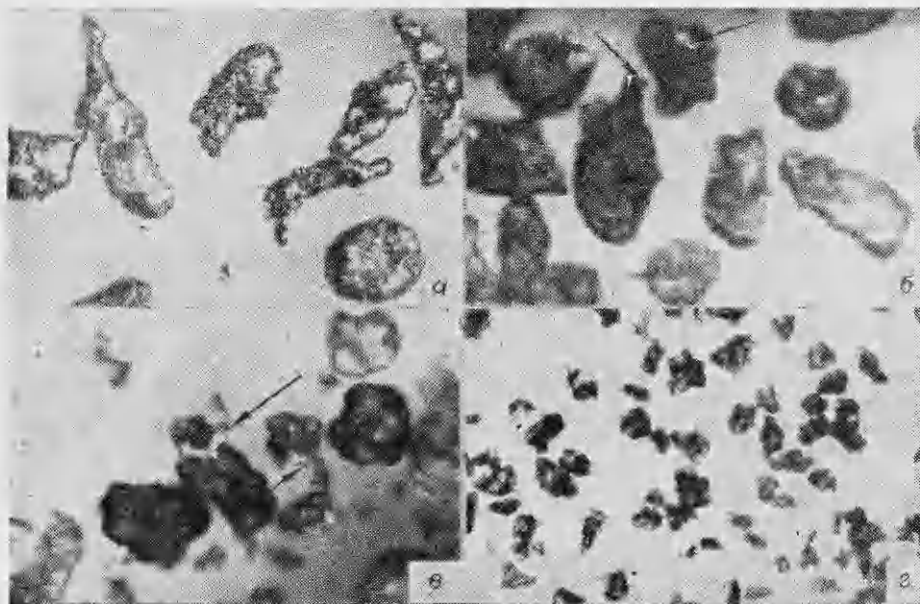


Рис. 3. Микрофотографии исходных и выделенных частиц Al марки ПА-3.

предварительно очищенным выстаиванием или встряхиванием с КОН. Навеска порошкообразных продуктов сгорания заливалась в пробирку СН.Л. При этом Al всплывал на поверхность, остальные продукты ZrO_2 , Cr_2O_3 , Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , ZrC и другие опускались на дно. Собранный Al, промывался толуолом, затем спиртом. Количество выделенного Al зависело от глубины его превращения при разных соотношениях двух бинарных систем. С ростом c от 33,3 до 56,5% увеличивалось количество нарастающих на поверхности Al продуктов окисления, влияющих на удельный вес частиц в целом, и тем самым на разделение их тяжелой жидкостью, а массовый выход Al уменьшался от 85 до 54,6% (см. рис. 2). При этом, как показали опыты по растворению выделенных частиц в кипящем 10%-ном растворе NaOH, содержание чистого Al в них оставалось приблизительно на одном уровне — 80%.

Микроскопические исследования и определение гранулометрического состава Al проводили на поляризационном микроскопе МИН-8. При нанесении на предметное стекло частицы не диспергировались. На рис. 3 представлены микрофотографии частиц исходного и непрореагировавшего в реакции горения и выделенного иодистым метиленом Al. В зависимости от содержания термита в системе структура его поверхности претерпевает некоторые изменения. В продуктах горения системы 1 (см. рис. 1, 1) поверхность Al представляется вытравленной, напоминающей кокс, и покрытой зелеными, черными, красно-коричневыми и белыми зернами (рис. 3, б). Местами виден непрореагировавший блестящий Al. По мере увеличения содержания термита в смеси поверхность Al становится более рыхлой, она растрескивается, отслаиваются блестящие чешуйки, напоминающие по внешнему виду чешуйки пудры. При соотношении составов в термитной системе, предшествующем началу прохождения алюмотермитной реакции (см. рис. 1, 4—б), наряду с крупной фазой появляется много мелких частиц, состоящих из застывших капель Al и отслоенных чешуек. Наблюдаются разорванные частицы, осколки различной формы и т. д.

Типичная картина представлена на рис. 3, в, в середине которой расположены две частицы непрореагировавшего алюминия. Поверхность одной из них густо покрыта продуктами реакции, особенно окисью хрома. В микроскоп видны сплошные зеленые разлитые области. Застывшая струйка расплавленного Al, выделившаяся из трещины, отмечена на ри-

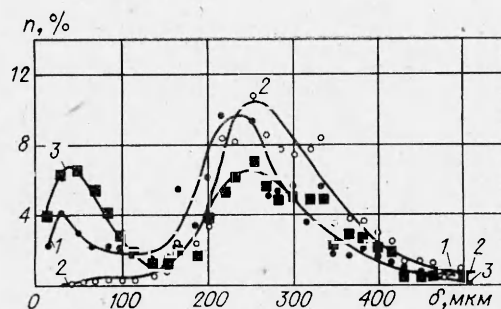


Рис. 4. Кривые распределения частиц Al по размерам.

сунке стрелкой. Другая частица кажется разорванной на две половины. Стрелка указывает на свисающую застывшую каплю Al внутри разорванной частицы. (Следует подчеркнуть, что в процессе отделения Al от других продуктов реакции частицы не под-

вергаются механическому воздействию, способному в какой-либо степени их деформировать.)

На рис. 3, в помимо крупных частиц присутствует много мелких. Появление мелкой фазы наглядно демонстрируется на кривой распределения частиц Al по размерам δ (рис. 4). Определялся наибольший линейный размер частиц, число которых для каждой кривой не менее 2500. На кривой 1, описывающей гранулометрический состав исходного Al, наблюдается небольшое количество мелкой фазы. Линии 2 и 3 соответствуют гранулометрическому составу непрореагировавшего Al, выделенного из продуктов сгорания систем 1 и 4 (см. рис. 1, 1, 4), температура горения которых, измеренная $W - Re$ -термопарой, составляет 1190 и 740°C соответственно. На кривой 2 мелкой фазы почти нет, а на 3 присутствуют два максимума приблизительно равной величины, соответствующие размерам крупных частиц $\delta \approx 260$ мкм и относительно мелкой фазе ($\delta = 50$ мкм), состоящей из отслоенных чешуек и застывших капель Al.

Таким образом, экспериментально наблюдаемое появление мелкой фазы Al при концентрациях термита в системе, находящихся в области минимума на рис. 1, дает основание предположить, что одним из факторов, способствующих воспламенению и началу прохождения алюмотермитной реакции, является дробление крупных и увеличение содержания относительно мелких частиц Al. Причиной появления мелких частиц с активной поверхностью, способных воспламеняться в водяном паре, образующимся при разложении бихромата аммония, может быть нарушение герметичности защитной окисной пленки на поверхности частиц в процессе их нагрева с истечением расплавленного металла. О важной роли пленки Al_2O_3 в процессах, аналогичных рассмотренному, имеются сведения в литературе, например в [2—6].

Появление мелких частиц может быть связано также с возрастанием количества тепла, выделяемого алюмотермитными реакциями на отдельных локальных участках поверхности Al (локальными перегревами) по мере возрастания концентрации алюмотермита в системе и увеличения вероятности реагирования Al и Fe_2O_3 .

Автор благодарит Б. В. Бочкова и А. М. Алексеева за помощь в работе, В. А. Струнина и Г. Б. Манелиса за обсуждение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. И. Карякина, Б. В. Бочков, А. В. Колесников. Деп. ВИНТИ № 5957—84.
2. И. Н. Бахман, А. Ф. Беляев. Горение гетерогенных конденсированных систем. М.: Наука, 1967.
3. П. Ф. Похил, А. Ф. Беляев, Ю. В. Фролов и др. Горение порошкообразных металлов в активных средах. М.: Наука, 1972.
4. М. А. Корчагин, В. А. Подергин. ФГВ, 1979, 15, 2, 48.
5. М. А. Корчагин, В. В. Александров, В. А. Неронов. Изв. СО АН СССР. СХИ, 1979, 6, 104.
6. А. К. Локенбах, П. А. Запорина, А. З. Кншеле и др. ФГВ, 1985, 21, 1, 73.

Поступила в редакцию 23/VII 1985