

дифракционным максимумам на диаграмме и определены их относительные величины (интенсивности отражения). Зная угол θ , по таблицам межплоскостных расстояний были найдены величины межплоскостного расстояния, соответствующего этому углу отражения.

Инфракрасные спектры поглощения анализируемых соединений записаны в диапазоне частот $400-4000 \text{ см}^{-1}$ путем непосредственного анализа индивидуальных веществ без предварительного смешения с KBr при использовании DTGS-детектора.

Из рисунков видно, что значения критических точек на кривых охлаждения исходного образца модификатора и с добавками наночастиц нитрида титана совпадают. Это означает, что добавки в состав базового модификатора, наночастиц не оказывают воздействия на фазовые составляющие полученного слитка. Испытания эффективности модифицирования проводили при выплавке стали 35Л в индукционной тигельной печи с кислой футеровкой емкостью 60 кг.

Модификатор в виде брикетов в количестве 0,05% вводился в ковш ёмкостью 10 кг. По каждому варианту модифицирования были отлиты специальные пробы из которых вырезались образцы для изучения структуры и свойств, как в литом состоянии, так и после термической обработки.

Обработка углеродистой стали модификатором с добавками нитрида титана изменила перлитоферритную структуру отливок. У стали обработанной модификатором, содержащим 6 и 9 % нитрида титана, более высокие показатели твердости. В литой стали наблюдается крупнозернистая перлитная структура с включениями феррита игольчатой формы (видманштеттова структура). По мере увеличения добавок нанопорошка балл зерна литой структуры увеличивается. В структуре отливок из такой стали после отжига отмечается также равномерное распределение включений пластинчатого и зернистого перлита. Ряд исследователей отмечает положительную роль добавок нанопорошков в углеродистую сталь на глобуляризацию неметаллических включений и более равномерное их распределение в отливке.

Проведены лабораторные испытания модификатора в виде брикетов при ковшевой графитизирующей обработке серого чугуна, выплавленного в индукционной тигельной печи ИСТ-006. Наличие в составе базового модификатора нитридов титана снизило склонность чугуна к отбелу с 7,0 до 2,0 мм. Это отразилось на количестве и распределении графитных включений. При этом твердость сплава несколько снизилась, особенно при использовании модификатора содержащего 3 % нитридов титана. Таким образом, проведенные предварительные исследования показали перспективность применения в составе базового модификатора на основе алюминия дисперсных порошков соединений титана.

УДК 666.946

Осаждение нитридов титана и кремния из газовой фазы

Студенты гр. 104112 Сидоркин А.С., гр. 101610 Шевченко А.А.

Научный руководитель Медведев Д.И.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

В последние 20 лет наблюдается возрастающий интерес к структурам, размеры отдельных элементов которых сравнимы с нанометровыми. Объясняется это тем, что наноструктурные объекты обладают уникальными механическими, электрическими, магнитными, оптическими, химическими и другими свойствами и характеристиками, открывающими путь к созданию принципиально новых материалов, устройств и технологий.

Одним из перспективных методов получения трехмерных нанопорошков является метод их осаждения из газовой фазы путем плазмохимического или высокотемпературного синтеза из галогенидов металлов. Последний при значительно более низких температурах

синтеза (1000 – 1200°C) позволяет получать более однородные по фракционному составу порошки.

Ранее проведенными исследованиями показаны преимущества использования в качестве азотирующего агента хлоридов аммиака по сравнению с азотоводородной смесью (N₂ + H₂). Указанные процессы являются эндотермическими (Δ₂H⁰ > 0) и без введения дополнительного тепла извне осуществить их невозможно. Поэтому недостающее тепло подводили в зону реакции за счет внешнего обогрева и предварительного подогрева исходных реагентов и газа-носителя, в качестве которого использовали Ar.

В результате проведенных исследований установлено, что нитрид титана стехиометрического состава TiN образуется в процессе аммонолиза TiCl₄ уже при 900°C и с увеличением температуры до 1000 – 1100°C выход и степень чистоты нитрида титана увеличиваются соответственно до 99,8 и 99,5%. Увеличение температуры синтеза приводит к укрупнению частиц TiN, а снижение времени пребывания реагентов в зоне реакции до 5 сек сопровождается увеличением удельной поверхности TiN с 13,8 до 29,3 м²/г.

Показано, что в аналогичных условиях при температурах 1000 – 1100°C нитрид кремния не образуется, это может быть объяснено тем, что синтез TiN происходит через стадию образования нитридхлорида титана (TiNCl), который при температурах 900 – 1100°C легко разлагается в результате реакции диспропорционирования по уравнению:



Аммонолиз SiCl₄ при высоких температурах приводит к образованию более устойчивых имидохлорпроизводных кремния разложение которых протекает при температурах выше 1200°C.

Последнее объясняется различной степенью ионности и, как следствие, различными энергиями связей Ti — N и Si — N в промежуточных продуктах синтеза. Степень ионности связи определяли как разность электроотрицательности элемента и азота.

Таким образом, проведенное исследование показали, что увеличение степени ионности связи Э — N (1,33 и 1,75 соответственно связи Si — N и Ti — N) способствует снижению температуры синтеза в случае металлоподобных нитридов титана и повышением температуры синтеза в случае неметаллических нитридов.

УДК 625.7

Исследование возможности производства силикатных изделий неавтоклавного твердения

Студент гр. 104112 Прокопчук Д.А.

Научный руководитель Меженцев А.А.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Традиционно термическая активация компонентов силикатобетонной смеси осуществляется в автоклавах, где в условиях повышенной температуры и давления происходит гидротермальный синтез гидросиликатов кальция (ГСК).

В последние годы на основе экспериментально-теоретических исследований была обоснована возможность получения силикатных материалов неавтоклавного твердения методом литьевого формования силикатобетонных активированных смесей.

Переход от гидротермального синтеза ГСК в автоклавах к тепловлажностной обработке (ТВО) осуществляется объединением следующих способов активации:

- химической – за счет введения аморфного (активного) кремнезема;
- хемоактивации – за счет повышенных значений рН среды;