

К вопросу приготовления жидкометаллических рабочих веществ для радиационных контуров

Г. И. КИКНАДЗЕ, Д. М. ЗАХАРОВ, Р. Б. ЛЮДВИГОВ, Л. И. ФЕЛЬДМАН

УДК 621.039.573.669.87

Приготовление жидкометаллических γ -носителей, например индий-галлиевого или индий-галлий-оловянного сплавов, — одна из основных проблем радиационного контуростроения. В каждом случае методика приготовления может отличаться определенными технологическими особенностями процесса, однако в любом случае необходимо соблюдение следующих общих правил.

1. Для создания плавильной установки, в частности, узлов и коммуникаций, непосредственно соприкасающихся с жидким γ -носителем, следует применять конструкционные материалы, которые отличаются высокой устойчивостью к воздействию жидкометаллической среды.

Это требование преследует цель исключить возможность загрязнения γ -носителя посторонними элементами (вследствие растворения конструкционного материала в сплаве) или продуктами взаимодействия, образующимися на границе поверхности раздела конструкционный материал — расплав. В качестве конструкционного материала могут быть рекомендованы кварц или титановые однофазные, двухфазные сплавы (например, ВТ1-4, ВТ-6 и т. д.). По технологическим причинам использование титана предпочтительнее. Желательно провести также предварительную пассивацию титана на воздухе при температуре 550—570° С в течение 100—150 ч. Такая обработка приводит к образованию на поверхности титана окисной пленки TiO_2 , препятствующей взаимодействию титана с индий-галлиевым сплавом [1, 2].

2. Необходимо провести специальную дегазацию металлов, составляющих шихту γ -носителя, в процессе ее расплавления и нагрева до заданной температуры.

Это требование преследует цель уменьшить содержание кислорода и других газов, растворенных в исходных металлах, а также удалить (хотя бы частично) летучие окислы галлия и индия. Процесс дегазации следует проводить постепенно путем откачки газовой фазы из плавильного сосуда, в который предварительно загружена шихта, до остаточного давления 10^{-3} — 10^{-4} мм рт. ст. в течение всего времени расплавления металлов и их нагрева до заданной температуры. Скорость нагрева 1,5—2° С/мин.

3. Особое внимание следует обратить на изотермическую выдержку расплава в течение нескольких часов в условиях барботажа инертным газом. Температура изотермической выдержки не должна превышать 500° С, а в случае использования титана как конструкционного материала максимальную температуру нагрева необходимо снизить до 300° С. Барботажа инертным газом (лучше использовать гелий) позволяет обеспечить: а) тщательное перемешивание компонентов расплава механическим путем; б) извлечение на поверхность расплава окисной фазы, находящейся в объеме жидкого γ -носителя во взвешенном состоянии.

Изотермическая выдержка жидкой фазы стимулирует выравнивание концентрации компонентов γ -носителя по всему объему расплава за счет интенсификации протекающих в нем диффузионных процессов. Следует иметь в виду, что барботажа расплава инертным газом может приводить к образованию мелкодисперсной фазы черного цвета (возможно, что это окислы галлия

и индия или одного галлия [3—5]), которая во взвешенном состоянии находится в свободном пространстве плавильного сосуда, постепенно оседая на его стенки и на поверхность «шанки окислов», покрывающей расплав.

4. Следующий этап — охлаждение жидкометаллического γ -носителя до температур, близких к комнатным, и его тщательная фильтрация.

Скорость охлаждения составляет 2—3° С/мин. Фильтрующая система состоит из набора фильтров, которые позволяют обеспечить постепенный переход от грубой очистки к тонкой. В качестве фильтрующих насадок можно использовать сетки из нержавеющей стали в сочетании с тканью Петрянова, капроновой тканью, кварцевой стружкой; для тонкой очистки могут быть применены фильтры Шотта и пористый графит.

5. Целесообразно проводить периодический анализ проб γ -носителей на содержание основных компонентов.

Особенно важен анализ γ -носителя в процессе его изотермической выдержки и барботажа. Постоянство концентрации компонентов γ -носителя во времени является объективным показателем качества приготовления сплава и может служить сигналом к окончанию изотермической выдержки и барботажа. Анализ γ -носителя на содержание основных компонентов необходимо также провести перед непосредственным заполнением радиационного контура сплавом (после того как γ -носитель прошел фильтрующую систему). Это позволит получить достоверные сведения о составе γ -носителя, выполняющего функции рабочего вещества радиационной циркуляционной установки.

6. Весь комплекс работ по приготовлению γ -носителя и заполнению им РК должен быть проведен в отсутствие контакта сплава с кислородом воздуха и влагой.

Таким образом, необходимо контролировать содержание кислорода и влаги в нейтральном газе и в случае необходимости принять меры к его очистке. Следы влаги должны быть удалены из коммуникаций и узлов установки по приготовлению сплава и РК.

Сформулированные принципы, являющиеся итогом разработок Института физики АН ГрузССР [6], могут быть положены в основу создания установок по приготовлению больших порций сплава для радиационных контуров промышленного назначения.

Авторы выражают благодарность Б. И. Литвинову за участие в создании и эксплуатации установок для приготовления жидкометаллического γ -носителя.

Поступило в Редакцию 6/VIII 1970 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. С. Мороз и др. Титан и его сплавы. Т. 1. Л., Судпромгиз, 1960.
2. Г. И. Кикнадзе, Д. М. Захаров, Л. В. Мельникова. «Атомная энергия», 19, 177 (1965).
3. M. Robert. Compt. rend., 5, 51 (1964).
4. А. Г. Годжелло. «Тр. Моск. энерг. ин-та». Вып. 5, 1964, стр. 354.
5. С. П. Яценко, Г. Н. Перельштейн, Д. В. Локшин. «Тр. Ин-та химии. Уральский фил. АН СССР». Вып. 18, Свердловск, 1968.
6. И. Г. Кикнадзе и др. АЭ, 19, 176 (1965).