

в вакуумной камере. Более того, стандартные системы жизнеобеспечения изделия в процессе его эксплуатации ведут не только продувку его отсеков, но и фиксируют содержание паров компонентов топлива в каждый данный момент времени. Базируясь на достигнутом в условиях производства уровне негерметичности изделия, начальном уровне паров компонентов топлива в контейнере и динамике этого уровня во времени, можно прогнозировать состояние герметичности всех «мокрых», т. е. затопленных компонентами топлива отсеков изделия в данный момент времени.

Таким образом, сегодняшняя технология производства изделий ракетно-космической техники располагает достаточным арсеналом методов и средств НК и технической диагностики для обеспечения

жизнедеятельности изделия на всех этапах его эксплуатации и хранения на протяжении десятков лет.

REALIZATION OF METHODS AND MEANS OF NONDESTRUCTIVE TESTING OF STRETCHED CONSTRUCTIONS OF LIQUID-PROPELLANTS PRODUCTS

I. V. Fedchyshyna, B. P. Efimchuk, Z. D. Chorny

Status and possibilities to realize of various methods of nondestructive testing of the most stretched constructions of liquid-propellants products of rocket-space technology is considered. These methods include the propellant tanks, including ultrasonic, X-ray, capillary methods of control and sealing test both during fabrication of units or their selection and storage or running.

УДК 669.715

СНИЖЕНИЕ ПОРИСТОСТИ В ПРОМЫШЛЕННЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВАХ

© Е. А. Ханейчук, Н. Е. Калинина

Дніпропетровський державний університет

Розглянуто проблему покращення фізико-механічних властивостей сплавів системи Al-Zn-Mg-Cu. Запропоновано методику виплення досліджуваних сплавів, що дозволяє зменшити пористість.

Алюминиевые сплавы системы Al-Zn-Mg-Cu являются наиболее высокопрочными из существующих алюминиевых сплавов, применяемых в ракетостроении и артиллерии.

Выплавка алюминиевых сплавов осложняется большой их склонностью к газонасыщению водородом. Взаимодействие алюминиевых сплавов с газом печной атмосферы связано с высокой химической активностью алюминия. Газовые пузыри при неблагоприятных условиях остаются между дендридами и образуют газовые раковины. Это является причиной газовой пористости при затвердевании.

Было проведено исследование высокопрочных алюминиевых сплавов типа В93-В95, а также сплава системы Al-Zn-Mg-Cu, микролегированный скандием в количестве 0.1—0.3 % по массе.

Содержание скандия должно быть таким, чтобы при литье слитков основная его часть фиксировалась в пересыщенном твердом растворе, который затем распадался при последующих технологических нагревах слитков с образованием частиц опти-

мальной дисперсности.

Чтобы обеспечить полное растворение скандиевых интерметаллидов, расплав подвергается перегреву до 780 °С и выдержке при этой температуре. Сильное модифицирующее влияние скандия позволяет получить слитки алюминиевых сплавов с мелкозернистой структурой, что способствует улучшению технологичности сплавов и наследованию литой, мелкозернистой структуры.

Таким образом, свойства и структура отливок, полуфабрикатов и изделий из алюминиевых сплавов с добавкой скандия в значительной степени зависят от технологии выплавки и кристаллизации слитков.

На основании проведенных исследований была разработана методика выплавки и составы лигатуры Al-Zn, Al-Mg, Al-Cu, Al-Mn. Выплавку производили в 150 кг индукционной печи с вакуумированием расплава. Изменение относительного содержания водорода по ходу плавки оценивали по вакуум-пробам, окончательное содержание газов

Химический состав высокопрочных алюминиевых сплавов

Марка сплава	Массовое содержание элементов, %									
	Al	Zn	Mg	Cu	Mn	Sc	Fe	Si	Ti	Cr
B93	основа	6.5—7.3	1.6—2.2	0.8—1.2	—	—	0.2—0.4	0.2	—	—
B95	основа	5.0—7.0	1.8—2.8	1.4—2.0	0.4—0.6	—	0.5	0.5	—	0.1—0.25
B95+Sc	основа	4.5—6.5	1.5—2.5	1.0—1.8	0.3—0.5	0.3	0.4	0.4	—	0.1—0.2

определяли спектральным анализом. Наиболее резкое снижение содержания водорода наблюдалось в процессе рафинирования (гексахлорэтаном) и вакуумирования расплава.

Составы исследованных сплавов приведены в таблице.

Выдержка расплава до 30 мин и более приводило к сильному газонасыщению сплава. Снижение температуры расплава уменьшало эффект рафинирования, повышение — приводило к интенсивному окислению сплава. Однако рафинирования гексахлорэтаном недостаточно для очистки металла от газов. Дальнейшее вакуумирование расплава способствует уменьшению количества растворенных газов.

Выплавленные слитки подвергали 24-ч гомогени-

зации при температуре 450 °С и последующему старению. Для уменьшения вторичной пористости алюминиевые слитки обрабатывали с защитой титановой стружкой. В результате пористость уменьшилась с 5 баллов до минимально допустимой нормы для сплавов типа B95, которая составляет 2 балла.

LOWERING OF POROSITY IN INDUSTRIAL ALUMINIUM ALLOYS

E. A. Khaneichuk, N. E. Kalinina

Problems to raise physicomachanic properties of Al-Zn-Mg-Cu alloys are presented. The method of smelting the research alloys allowed to reduce a porosity is proposed.