

торным методом, подобным методу определения собираемости изделия [3]. Для этого потребуются геометрические данные из ЭМ изделия, характеристики средства измерения из соответствующей базы данных и перечень поверхностей и осей с повышенными требованиями к точности их расположения из координатной модели.

В результате выполнения описанных выше этапов получим сборочную схему базирования, представленную в виде координатной модели изделия. Процесс ее разработки полностью формализован и использует данные ЭМ изделия из САД-системы, связанные с ней данные из PDM-системы предприятия и данные экспертной системы.

Полученная схема базирования обеспечивает заданную точность сборки изделия и наибольшую возможную технологичность сборки в данных условиях производства. Она также определяет последовательность сборки изделия и компоновку сборочной оснастки. Координатная модель позволяет учесть расчётные отклонения сборочных и измерительных баз при изготовлении и монтаже сборочной оснастки, а также использовать координаты точек модели при разработке и выполнении автоматизированной сборки изделия.

Библиографический список

1. Пекарш, А. И. Современные технологии агрегатно-сборочного производства самолетов / А. И. Пекарш, Ю. М. Тарасов, Г. А. Кривов [и др.]. М. : Аграф-пресс, 2006.
2. Ахатов, Р. Х. Автоматизация проектно-конструкторских работ и технологической подготовки производства : учеб. пособие / Р. Х. Ахатов. Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2007.
3. Ахатов, Р. Х. Формализация анализа и выбора сборочных баз конструкции изделия с применением интегрированной системы управления данными об изделии / Р. Х. Ахатов, К. А. Однокурцев // Науч. вестн. Норил. индустриал. ин-та. 2007. № 1. С. 31–36.
4. Ахатов, Р. Х. Координатный подход к разработке схемы базирования при проектировании технологического процесса сборки / Р. Х. Ахатов, К. А. Однокурцев // Решетневские чтения : материалы XII Междунар. науч. конф. ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2008. С. 253–255.
5. ГОСТ 21495–76. Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения. М. : Изд-во стандартов, 1982.

R. Kh. Ahatov, K. A. Odnokurtsev

FORMALIZED METHOD OF ASSEMBLY DATUM SURFACES SELECTION AND ANALYSIS IN AIRCRAFT CONSTRUCTION

The research refers to the field of automation of aircraft assembly planning. The formalized method of assembly datum surfaces selection and analysis is founding on the coordinate model, which is an item of discrete information model.

Keywords: assembly, airframe, assembly datum surface, discrete model.

УДК 669.715/782

Г. Г. Крушенко

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЛИНЕЙНОГО РАСШИРЕНИЯ АЛЮМИНИЕВО-КРЕМНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Установлено влияние температуры нагрева на величину коэффициента линейного расширения алюминий-кремниевых сплавов (5...40 %Si). Его величина определяет, насколько могут изменяться размеры литых деталей при эксплуатации в разных температурных режимах.

Ключевые слова: алюминий-кремниевые сплавы, коэффициент линейного расширения, температурный режим.

Литейные алюминий-кремниевые сплавы широко применяются в авиационно-космической отрасли для литья деталей сложной геометрии, работающих в условиях высоких эксплуатационных нагрузок. При этом одной из важных характеристик, определяющих надежную их эксплуатацию, является коэффициент линейного расширения (КЛР), который показывает относительное изменение длины тела при нагревании на температуру ΔT . Значение КЛР можно показать на примере алюминий-кремниевых трубопроводов – изменение температуры от 293 К до 77

К приводит к изменению его длины на ~4 мм на каждый метр трубы (КЛР алюминия при температуре ~20 °С составляет $22,9 \cdot 10^{-6}$ (1/град)).

КЛР определяли относительным методом при помощи дифференциального оптического дилатометра Шевенара на сплавах, содержащих 5; 7; 9; 11,4; 18; 25 и 40 % Si, отпрессованных из гранул алюминия А99 и кремния полупроводниковой чистоты.

В результате проведенного исследования было установлено, что по характеру изменения КЛР с нагревом

образцов, сплавы можно разделить на две группы: доэвтектические (до содержания кремния 11,4%), КЛР которых растет при нагреве вплоть до 800 °С, затем уменьшается в области 400...425 °С, а при дальнейшем повышении температуры снова возрастает, и заэвтектические (выше 11,4 % Si), КЛР которых при нагреве до 300 °С повышается незначительно, а выше этой температуры растет резко, но в наименьшей степени для сплава Al-40 % Si.

Следует отметить, что характер изменения КЛР сплава Al-9 % Si выпадает из наблюдающейся закономерности КЛР с увеличением содержания кремния, по крайней мере, до области 350 °С, а при повышении температуры до 425 °С КЛР оказывается даже ниже, чем при 50 °С, и близок к величине КЛР заэвтектических сплавов при 315 °С. Для объяснения такого немонотонного изменения КЛР требуются дальнейшие исследования.

При изучении изменения КЛР с увеличением содержания кремния обнаружены минимумы при всех температурах нагрева в сплаве Al-9 % Si. Причем, в этой области концентраций даже при значительных температурах нагрева величина КЛР оказывается меньше, чем при низких.

Наблюдаемые отрицательные отклонения КЛР от аддитивных значений на температурных зависимостях могут служить признаком существования в этой области интерметаллического соединения, что совпадает с трактовкой [1] коэффициента термического расширения как связанного непосредственно с силами межатомного взаимодействия в твердом состоянии, низкие значения которого указывают на наличие значительных сил сцепления между атомами.

Высказанное с учетом анализа результатов измерений магнитной восприимчивости с (физической величины, характеризующей способность вещества намагничиваться в магнитном поле; $\chi = J/H$, где J – намагниченность единицы объема вещества, H – напряженность намагничивающего магнитного поля), на изотермах которых обнаруживаются минимумы в жидком и твердом состояниях [2], однозначно свидетельствуют о существовании при 9 % Si интерметаллического соединения.

Здесь обращается особое внимание на магнитную восприимчивость по той причине, что ее величина складывается из восприимчивости ионных остовов и элект-

ронного газа, и уменьшение ее величины свидетельствует об изменении энергетического состояния электронов при изменении характера взаимодействия элементов композиции – так, известно, что минимум на концентрационных зависимостях магнитной восприимчивости в твердом и жидком состояниях проявляется на ординатах, соответствующих присутствию химических соединений [3].

Следует обратить внимание и на минимум КЛР в области сплава Al-18 % Si, примерно совпадающий по концентрации с подобным отклонением на изотермах магнитной восприимчивости [2].

Полученная информация об изменении КЛР сплавов системы Al-Si имеет важное значение при выборе марки промышленных сплавов системы Al-Si в качестве достоверного критерия выбора составов для литья деталей, работающих в условиях эксплуатации, где требуется максимально возможное сохранение стабильных размеров литых деталей изделий машиностроения, особенно тех, которые работают в условиях повышенных температур.

Величина КЛР имеет основополагающее значение в случае необходимости изготовления с помощью сварки или пайки изделия из двух сопрягаемых сплавов разного состава с разными его значениями, а также при эксплуатации паяно-сварного узла в условиях изменения температуры, как в виде теплового удара, так и в цикле «нагрев « охлаждение». Неидентичность изменения размеров прочно сопрягаемых сплавов в этих случаях, как правило, приводит к возникновению в изделиях трещин и к их разрушению.

Библиографический список

1. Кинг, Х. У. Структура чистых металлов : пер. с англ. / Х. У. Кинг // Физическое металловедение. Вып. 1. Атомное строение металлов и сплавов. М. : Мир, 1967.
2. Кутвицкий, В. А. Магнитная восприимчивость сплавов систем Al-Si, Mg-Sn, Al-Cu и Al-Si в жидком и твердом состояниях / В. А. Кутвицкий, Г. Г. Крушенко // Физика. 1977. №4. Реф. 4E1341 Дел.
3. Вертман, А. А. Свойства расплавов железа / А. А. Вертман, А. М. Самарин. М. : Наука, 1969.

G. G. Krushenko

FOUNDATION OF THE LINEAR EXPANSION COEFFICIENT OF ALUMINUM-SILICON ALLOYS

The influence of the heat temperature on size of the linear expansion coefficient of aluminum-silicon alloys is established (5...40 %Si). This size determines how the casting dimensions can change during operation with different conditions of temperature.

Keywords: aluminum-silicon alloy, linear expansion coefficient, conditions of temperature.