

досягається в середині тимчасового інтервалу плавлення ($t_{пл}$), то для алюмінієвих наночастинок максимум швидкості досягається при $t = (0,66-0,67)t_{пл}$ (рис. 5в).

Теплота плавлення алюмінієвих наночастинок менше ніж масивного алюмінію. З підвищенням дисперсності наночастинок таке розходження збільшується і якщо при розмірах 160 - 200 нм воно становить 1 - 10%, то при розмірах від 35 до 36 нм теплота плавлення алюмінієвих наночастинок в 2,1-2,3 рази менше, ніж масивного алюмінію.

При нагріванні розплавлених наночастинок до температури вище 727 °С, в інтервалі від 727 до 800 °С спостерігається екзотермічна реакція з виділенням тепла в кількості 15,6 Дж/г, що відповідає утворенню карбідів Al_4C_3 .

Необхідно відзначити, що утворення Al_4C_3 відбувається при температурах на 1000 - 1200 °С нижче і в 15 - 25 разів швидше, ніж утворення карбиду алюмінію шляхом прожарювання суміші сажі і порошку металевого алюмінію. При цьому теплота утворення Al_4C_3 в 60 - 120 разів менше ніж масивного карбиду алюмінію.

УДК. 621.74.046:620.178.16

Е. Г. Афтандилянц, В. П. Лихошва, О. А. Пеликан, Л. М. Клименко

Физико-технологический институт металлов и сплавов

НАН Украины, г. Киев

Тел./факс.: 0444240250, e-mail: aftyev@yahoo.com

ФОРМИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОТЛИВОК

Напряженно-деформированное состояние отливки при охлаждении после затвердевания определяется разностью между допустимой скоростью деформации и скоростью нарастания свободной литейной усадки. Зарождение трещин происходит по межкристаллитным границам в том случае, когда литейная усадка металла не компенсируется межзеренной деформацией, в результате чего возникают напряжения, превосходящие прочность межкристаллитного сцепления.

При диспергировании первичной и вторичной структуры взаимное смещение кристаллов в процессе затрудненной усадки происходит легче, чем в металле с крупными кристаллитами. Удлинение образца в результате межзеренной деформа-

ции зависит от числа межзеренных границ на единицу длины, по которым происходят эти смещения. Чем мельче зерно, чем больше границ и тем выше относительное удлинение металла в интервале хрупкости. Проскальзывание по границам зерен в интервале хрупкости существенным образом зависит также от пограничного расположения неметаллических включений, которые затрудняют межзеренную деформацию.

Температура верхней границы интервала хрупкости зависит от особенностей кристаллизации и соответствует температуре образования каркаса твердой фазы. Уменьшение зоны транскристаллизации и размеров первичных кристаллитов приводит к снижению ее температуры. В этом случае требуется меньше жидкой фазы, при которой происходит жесткая взаимная блокировка кристаллитов. Нижняя граница температурного интервала хрупкости соответствует переходу от межзеренной деформации к преимущественно внутризеренной при охлаждении металла. Эта граница в основном отвечает температуре затвердевания окисульфидных включений по границам зерен.

Анализ приведенных данных показывает, что возникновение напряжений и деформаций, образование и развитие трещин в биметаллических отливках в процессе охлаждения после затвердевания и в условиях внешних нагрузок зависит, в основном, от скорости литейной усадки, дисперсности первичной и вторичной структуры металла, а также распределения неметаллических включений.

Напряженно-деформированное состояние биметаллических отливок в литом состоянии определяется условиями развития усадочных процессов в металлической основе и рабочем слое, интенсивность которых зависит от химического состава, условий заливки и скорости теплоотвода при затвердевании и охлаждении после затвердевания.

Принимая за независимые факторы параметры заливки биметаллических отливок, а также углеродные эквиваленты стали металла-основы и чугуна рабочего слоя, определили эффективность влияния исходных факторов на развитие напряжений и условия разрушения отливок.

Исследование развития и распределения напряжений в рабочем слое при разрушении биметаллических отливок показало, что определяющее влияние на этот процесс оказывают отношение толщины рабочего слоя к толщине металла-основы, углеродный эквивалент стали, скорость охлаждения в интервале затвердевания и температуры заливки первого и второго слоев.

Оценка эффективности влияния факторов показало, что увеличение углерод-

ного эквивалента стали и скорости охлаждения в интервале затвердевания приводит к понижению уровня напряжений в биметаллических отливках, а отношения толщины рабочего слоя к толщине металла-основы и температуры заливки первого и второго слоев – к его повышению. При этом соотношение влияния вышеуказанных факторов следующее: 1 : 0,5 : 2,0 : 0,7 : 2,0.

Предел прочности при изгибе и деформация разрушения с вероятностью 95 % определяются значениями углеродных эквивалентов стали и чугуна, скоростью охлаждения в интервале затвердевания и температурой заливки первого слоя.

Анализ значений критерия Стьюдента показал, что для предела прочности при изгибе эффективность влияния факторов химического состава и температуры заливки в 3 – 4 раза выше, чем скорости охлаждения в интервале затвердевания, а для деформации разрушения – в 1,1 – 1,6 раза.

УДК 539.3/6:669.055(075.8)

Ахмед Сундус Мохаммед, О. В. Акимов

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт»

ПРИМЕНЕНИЕ СПЛАВОВ С ЭФФЕКТОМ ПАМЯТИ ФОРМЫ

В настоящее время большой интерес представляют сплавы с эффектом памяти формы, которые широко применяются в различных областях техники (спецмашино-строение, приборостроение, авиакосмическая техника, бытовая техника и др.). При этом наибольшее распространение получили сплавы с памятью формы на основе Ti-Ni, применяемые преимущественно в области медицины, благодаря уникальному сочетанию эксплуатационных свойств.

Сплавы с эффектом памяти формы характерны тем, что в пластически деформированном состоянии восстанавливают свою первоначальную форму непосредственно со снятием нагрузки или после нагрева. Суть этого явления заключается в следующем. В исходном состоянии в материале существует определенная структура. Под влиянием деформации внешние слои материала вытягиваются, а внутренние сжимаются (средние остаются без изменений). Эти вытянутые структуры – мартенситные пластины. Необычным является то, что в материалах с памятью формы мартенсит термоупругий. После нагрева начинает проявляться термоупругость мартенситных пластин, то есть возникают внутренние напряжения,