

В работе исследовали влияние некоторых технологических параметров плавки и литья ЭЛГП с ЭМП расплава и скорости охлаждения металла в литейной форме на структуру, фазовый состав и механические свойства в литом состоянии и после отжига для снятия напряжений на примере коммерческих сплавов Grade5 и Timet-10-2-3.

Было определено, что литой металл не имеет классической «литой» макроструктуры, прочность сплавов находится на уровне деформированного металла, пластичность Grade5 имеет необходимый уровень, а Timet-10-2-3 характеризуется хрупкостью. Для обоих сплавов установлено уменьшение количества β -фазы на 5-10 % ниже стандартного уровня. Проанализировав структуру и фазовый состав, установили, что в β -сплаве Timet-10-2-3 наблюдается развитая пограничная α -фаза на пределах первичного β -зерна, что и является причиной хрупкости.

Уменьшение количества β -фазы в литых титановых сплавах связано в первую очередь с низкой скоростью охлаждения металла в литейных формах. Существующие технологические условия ЭЛГП с ЭМП расплава способствуют получению фазового состояния, приближенного к равновесному. Избавиться от структурных недостатков литого состояния титановых сплавов, полученных методом ЭЛГП с ЭМП расплава можно за счет использования контролируемого теплоотбора, термической, деформационной обработки, а также их сочетания.

УДК 669.71:532.694:539.216

С.В. Гнилокурченко

Физико-технологический институт металлов и сплавов, г. Киев

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОПОРИСТЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ С ЯЧЕИСТОЙ СТРУКТУРОЙ

Разработка новых и совершенствование существующих материалов направлены, в первую очередь, на удовлетворение требований по уровню их механических и служебных свойств, необходимых при эксплуатации изделий.

Уникальной комбинацией таких свойств обладают перспективные конструкционные материалы – высокопористые металлы и сплавы с ячеистой структурой. Их малая плотность достигается за счет наличия в структуре значительного количества газовой фазы (до 98%). Поры, окруженные твердыми металлическими перегородка-

ми, формируют элементарные ячейки, которые повторяются в объеме материала, создавая газометаллический композит. Таким образом свойства этого материала предопределяются комплексом свойств как металлической матрицы, так и газовой фазы. Например удельные механические свойства высокопористого алюминия выше, чем стали, а его малый вес, негорючесть, способность поглощать энергию (механическую, тепловую) делают его незаменимым в ряде отраслей и, особенно, на транспорте.

Хотя исследование и разработка таких материалов существенно интенсифицировались в последнее десятилетие, они до сих пор не получили широкого применения ввиду высокой стоимости как методов их получения так и готовых изделий.

Краткий анализ современных направлений изучения высокопористых металлов и способов производства возможно провести, используя данные специализированных конференций в этой области. Так, с 2000 года в мире проводятся конференции «Металлические пены» (MetFoam), которые охватили Америку, Азию и Европу, а последняя, девятая, была проведена в Испании (Барселона, 2015 г.). Значимость пенометаллов подтверждается более чем 150 докладами из 30 стран и вкладом около 450 соавторов. Можно выделить следующие направления.

Физика вспенивания и его механизмы. До сих пор ведутся дискуссии о закономерностях получения вспененного состояния жидких металлов, т.к. это очень важно и с точки зрения окончательной структуры твердого ячеистого металла. Наряду с влиянием поверхностных сил, твердых включений а также оксидного каркаса в жидком металле на получение и стабильность пены, новые знания, полученные на новейшем оборудовании – 3Д синхротронных томографах позволяют углубиться в механизм пенообразования. Возможность зафиксировать явления длительностью менее 1 мсек позволили установить лавинообразный механизм разрушения металлической пленки между пузырьками и выдвинуть гипотезу о самоорганизации пеносруктуры [1].

Пены и методы вспенивания, производство ячеистых металлов. Прикладные исследования, направленные на поиск новых вспенивающих агентов (наряду с гидридом титана – карбонатами [2], Mg (для Al сплавов), гематит, уголь, кокс – для чугуна и стали [3] и др.), несущих газовых сред, полужидких исходных расплавов для жидкостных методов производства; различных добавок (Sn, Mg, стеараты) для порошковых методов; разработку новых методов получения пенометаллов но на основе уже известных подходов (Aluinvent с введением в расплав ультрадисперсных стабилизирующих частиц и использованием акустического инжектора [4]). Остальные

направления - тепло- и массоперенос, моделирование и механические свойства, синтетические 3Д-структуры, ячеистые биоматериалы, вторичные операции и применение подтверждают широту исследований, но также подчеркивают необходимость поиска подходов к удешевлению получения ячеистых металлов и сплавов для их более широкого производства и внедрения.

Список литературы

1. *M. Paerlow et. all.* Coalescence avalanches in liquid aluminium foams.//Abstract book of 9th International Conference on Porous Metals and Metallic foams Technology, "MetFoam 2015", Барселона, Испания, 2015, С.69.

2. *Byakova, S. Gnyloskurenko, T.Nakamura.* Stabilization of Liquid Aluminium Foam with Carbonate Blowing Agent, С.61, там же.

3. *T. Murakami et. all.* New manufacturing Method of Porous Iron using Powders of Hematite and Carbonaceous Materials С.43, там же.

4. *N. Babcsán et. all.* Aluinvent Aluminium Foam Can Do All and More С.65, там же.

УДК 669.181:620.192.3

С.И. Губенко,

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

В.Н. Беспалько,

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

В.В. Юрковский,

ОАО НПО «Трубосталь», Никополь, Днепропетровская область,

Ю.И. Балева,

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ВКЛЮЧЕНИЯ В ЦЕНТРОБЕЖНОЛИТОЙ СТАЛИ 40Х25Н20С2

Обсуждаются основные виды и распределение неметаллических включений в центробежнолитой стали 40Х25Н20С2. Показано их влияние на образование дефектов. Исследованы источники и механизм формирования трещин вблизи включений.