

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ МЕЖКРИСТАЛЛИТНЫХ ПУСТОТ НА КАЧЕСТВО ОТЛИВОК СИЛОВЫХ АГРЕГАТОВ ЛЕТАТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ

Резанова М.В.,

научный руководитель д-р техн. наук Крушенко Г.Г.

***Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика
М.Ф. Решетнева***

Литейные алюминиевые сплавы широко применяются для получения отливок машиностроительного профиля, включая корпусные детали (Рис. 1) силовых агрегатов космической техники, вследствие того, что они обладают высокими технологическими и физико-механическими характеристиками, что гарантирует надежность их работы в сложно-нагруженных условиях, например, в составе топливо-насосных агрегатов (ТНА) жидкостных ракетных двигателей



Рис. 1. Корпусная деталь ТНА [<http://www.yuzhmash.com/ru/product.php?page=uzliavto>]

В основном с этой целью применяют сплавы на основе системы Al-Si и Al-Mg с легированием их различными упрочняющими добавками (титан, цирконий и др.).

Однако известно, что алюминиевые сплавы в процессе их приготовления в той или иной степени растворяют водород, содержание которого в жидком металле определяется температурно-временными режимами плавки и обработки расплава средствами, препятствующими насыщению его водородом. Обычно дегазация производится введением в расплав хлорсодержащих соединений, например, хлористого магния $MnCl_2$ или более эффективного гексахлорэтана C_2Cl_6 . В результате взаимодействия этих соединений с водородом образуются пары HCl , которые улетучиваются из расплава. Существуют и другие средства и способы уменьшения содержания водорода в расплаве (продувка газами, обработка током, ультразвуком).

Эффективный способ повышения плотности отливок заключается в создании направленной кристаллизации металла в форме.

Растворенный в жидком металле водород в процессе кристаллизации отливок из алюминиевых сплавов с узким интервалом кристаллизации (температура от начала до окончания кристаллизации – от линии ликвидуса до линии солидуса, к которым относятся сплавы системы Al-Si, в интервале содержания кремния от 8,0 до 11,5% (например, АК9ч, АК7ч и др.), образует в их объеме рассеянную газовую пористость. Наличие таких несплошностей в материале отливок, во-первых, снижает их прочностные показатели, и, во-вторых, уменьшает герметичность.

Оценка пористости отливок (то есть количество и размеры пор) производится в условных баллах (Таблица 1) при изучении рентгеновских пленок, экспонированных с помощью рентгеновского просвечивания при наложении на них, вырезанных из детали-представителя темплетов (плоские образцы). В производство пропускаются отливки с пористостью не больше 1 и 2 баллов, но на деталях, работающих в условиях высоких давлений, пористость вообще не допускается.

Присутствующие в алюминиевых отливках поры уменьшают плотность металла, что приводит к снижению их механических свойств. Например, на сплаве АК9ч (8,0-10,5% Si; 0,17-0,30% Mg; 0,20-0,50% Mn) нами установлено, что при плотности отливок (определяли методом гидростатического взвешивания) $\rho = 2564 \text{ кг/м}^3$ временное сопротивление $\sigma_{\text{в}} = 235 \text{ МПа}$, относительное удлинение $\delta = 5,0\%$, тогда как при $\rho = 2575 \text{ кг/м}^3$, $\sigma_{\text{в}}$ повысилось до 260 МПа (на 10,4%), а δ – до 5,6% (на 12,0%), а при $\rho = 2658 \text{ кг/м}^3$ $\sigma_{\text{в}}$ повысилось до 275 МПа (на 17,0%), а δ – до 8,2% (на 64,0%).

Таблица 1

Пористость, балл	Диаметр пор, мм	Количество пор на 1 см ² , шт.
1	до 0,1	до 5
2	до 0,1	до 8
	до 0,2	до 2
3	до 0,3	до 12
	до 0,5	до 3
4	до 0,5	до 14
	до 1,0	до 6
5	до 0,5	до 15
	до 1,0	до 8
	> 1,0	до 2

При литье деталей из сплавов с широким интервалом кристаллизации, к которым относятся сплавы системы Al-Mg (в интервале содержания магния от 6,0 до 10,5% (например, АЛ8, АМг10ч и др.), вследствие кристаллизации металла по так называемому «объемному» механизму, отливки оказываются пораженными междендритной усадочной пористостью, что снижает их прочностные показатели и герметичность. При этом в усадочные пустоты выделяется и растворенный в расплаве водород.

На основании предложенной известным металловедом академиком А.А. Бочваром теории кристаллизации сплавов под давлением им совместно с профессором А.Г. Спасским, была разработана и внедрена в производстве технология автоклавного литья деталей авиационных двигателей из алюминиевых сплавов. При этом собранную форму устанавливают в металлическую емкость, в крышке которой находится отверстие, совпадающее с литниковой чашей в литейной форме. После заливки металла в форму крышку в металлической емкости быстро закрывают, и подают в нее сжатый воздух. Давление на жидкий металл усиливает питание расплавом затвердевающих междендритных пустот, в результате чего получаются плотные отливки с требуемыми по технической документации характеристиками.

Существует технология повышения плотности и уже отлитых деталей, что достигается пропиткой имеющихся в них пустот различными веществами с последующим их затвердеванием. В качестве пропитывающего вещества зачастую применяют бакелитовый лак. Пропитка выполняется в автоклаве под давлением.

* * *

15-25.04.2013 на базе Сибирского федерального университета проводится IX Всерос. научно-технич. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодёжь и наука».

Предусмотрен выпуск электронного сборника и печатный сборник лучших статей молодых ученых.

Техническое направление

- Вооружение и военная техника
- Машиностроение: Материаловедение и технологии обработки материалов
- Машиностроение: Машиностроительные технологии (сварочное, ЛП и ОМД)
- Нанотехнологии
- Цветные металлы: металлургия, композиционные материалы
- Цветные металлы: Совершенствование технологий литья, обработки и автоматизации металлургических процессов

До 01.04.2013 зарегистрироваться на сайте <http://conf.sfu-kras.ru/mn2013>, заполнить заявку и загрузить материалы доклада объемом 2-4 полные стр.

Требования к оформлению материалов доклада:

Редактор – MSWord, шрифт - 12 Times New Roman, межстрочный интервал – 1, лист 210x297, все поля - 25 мм. Новый абзац должен начинаться с отступа. Расположение графических материалов – по ходу текста.

Первая строк - УДК, вторая - название доклада прописными буквами, на следующей строке ФИО докладчиков, ниже ФИО с указанием степени (пишется фраза “научный руководитель” степень, Ф.И.О.), далее полное название представляемой организации, далее текст статьи без ссылок и списка литературы.

Сокращение степеней должно соответствовать требованиям СФУ <http://www.sfu-kras.ru/node/2365>.

Регистрационная карта участника конференции заполняется на сайте конференции
Рабочая группа: пр. Свободный, 76Д, ауд. 402, тел. 8 (391) 206-39-31
Специалисты
НОЦМУ СФУ:

Половинкина Ольга Антоновна OPolovinkina@sfu-kras.ru, т. 274-62-82

Краев Олег Альбертович okraev@sfu-kras.ru т. 180-72-48

[Вестник СибГАУ, 2012.- Вып. 3.- С. 124-126. СтПорыСибГАУ](#)