

- ing machine. A theoretical substantiation / V.P. Komshukov, A.N. Tcherepanov, E.V. Protopopov [etc.] // News of higher educational institutions. Ferrous metallurgy. – 2008. – №8. – P. 10 - 11. (Rus.)
3. Trotsan A.I. Melt modifying by disperse particles taking into account their scatter in the sizes / A.I. Trotsan, V.V. Kaverinskiy, I.L. Brodetskiy, J.P. Karlikova // The bulletin of Pryazovskyi State Technical University. – Mariupol : 2011. – V.22. – P. 144 – 150. (Rus.)
4. Isaev O.B. Determination of the high-melting particles optimum sizes entered into melt for modifying / O.B. Isaev, I.N. Kostyrja, A.I. Trotsan, V.V. Kaverinskiy, I.L. Brodetskiy // The metallurgical and mining industry. – 2010. – №7. – P. 87 – 89. (Rus.)
5. Trotsan A.I. Determination of the disperse particles optimum sizes for melt modifying in crystallizer of CCM on the basis of mathematical modelling of the process / A.I. Trotsan, V.V. Kaverinskiy, I.L. Brodetskiy // The collector of "Scientific works of DonNTU", series: Metallurgy, V. 12 (171), Donetsk : - 2010. - P. 149 - 156. (Rus.)
6. Trotsan A. I. Estimation of number of the additional crystallisation centres for obtaining of the set level of structure dispersion / A.I. Trotsan, V.V. Kaverinskiy, I.L. Brodetskiy // Building, materials technology, mechanical engineering. The collector of scientific works. – Dnepropetrovsk : – PSACEA. – 2011. – V. 62. – P. 690-693. (Rus.)
7. Trotsan A. I. The analysis of modifying agent disperse particles entered into liquid metal distribution by their effect in melt / A.I. Trotsan, V.V. Kaverinskiy, I.L. Brodetskiy // Materials of 8th International scientific and technical conference "Heat interchange and mass transfer processes in metallurgical systems". – Mariupol : – PSTU. – 2010. – P. 211 - 215. (Rus.)
8. Babaskin Ju. Z. Constructional and special rolled steels with nitride phase / Ju. Z. Babaskin, S. Ja. Shchipitsin, I.F. Kirchu. – K. : Scientific thought, 2005. – P. 258. (Rus.)

Рецензент: И. Ф. Ткаченко
д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 27.11.2011

УДК 669.154.002.61

© Скребцов А.М.¹, Иванов Г.А.², Кузьмин Ю.Д.³, Качиков А.С.⁴, Золотарева Е.В.⁵

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НАГРЕВА ЖИДКОГО АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА НА МИКРОСТРУКТУРУ ЗАТВЕРДЕВШЕГО МЕТАЛЛА

На примере сплава алюминия обнаружено, что микроструктура затвердевшего сплава периодически изменяется природной максимальной температурой нагрева жидкого расплава. В структуре металла в различных соотношениях наблюдается области твердого раствора и обособленных избыточных фаз.

Ключевые слова: температура нагрева, жидкий расплав, структура твердого металла.

Скребцов О.М., Иванов Г.О., Кузьмин Ю. Д., Качиков О.С. Золотарева О.В. Влияние температуры нагрева жидкого алюминиевого расплава на микроструктуру металла, який ствердіє. На прикладі сплаву алюмінію виявлено що микроструктура затверділого сплаву періодично змінюється природною максимальною температурою нагріву рідкого розплаву. У структурі металу в різних співвідношеннях спостерігається області твердого розчину та відокремлених надлишкових фаз.

Ключові слова: температура нагріву, рідкий розплав, структура твердого металу.

¹ д-р. техн. наук, профессор, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

² аспирант, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

³ ст. преподаватель, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

⁴ аспирант, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

⁵ инженер 1 категории, НИОМЕТ "ПАО" Азовобцемаш, г. Мариуполь

O.M. Skrebtsov, G.O. Ivanov, J.D. Kuzmin, O.S. Kachikov, E.V. Zolotareva. Effect of heating temperature of liquid aluminum alloy on the microstructure of hardened metal.

It was found out on the state of aluminum alloy that the microstructure of hardened alloy periodically changes by natural maximal temperature of the liquid. Areas solidified solution and separate excessive phases are observed inside the metal structure in different proportions.

Key words: *temperature of heating, liquid melt, solid metal structure.*

Постановка проблеми. В литературе встречаются очень редко работы, в которых рассматриваются вопросы влияния температуры нагрева жидкого расплава на микроструктуру затвердевшего металла.

Анализ последних исследований и публикаций. Температурный режим выплавки металлических расплавов влияет на качество конечного металлопродукта. Этим вопросам уделено большое внимание в монографии Б.А. Баум с соавторами [1], в работе А.М. Скребцова [2], в давних журнальных публикациях [3,4 и др.]. Однако, экспериментальных данных явно недостаточно для обобщающих выводов по рассматриваемому вопросу.

Цель статьи Получение новых данных по влиянию максимальной температуры нагрева жидкого металлического расплава на микро – и макроструктуру затвердевшей отливки.

Проведение опытов и их результаты. Опыты проводили по методике, изложенной в предыдущей нашей статье [5]. В работе [3] изучали, в зависимости от температуры выплавки, микроструктуру литейного алюминиевого эвтектического сплава АЛ2. Опыты в нашей работе провели на сплаве алюминия содержанием 8,18%Si, 1,27%Fe, 0,55%Cu, 0,22%Pb, 0,12%Zn, 0,10%Mg, 0,08%Ti, 0,07%Mn. Металл нагревали до максимальных температур 700, 750, 800, 850, 900 и 950°C и выдерживали 10 минут перед заливкой в литейную песчано-глинистую форму. Отливки диаметром 50мм. и высотой 120мм. для измерения твердости разрезали вдоль продольной оси с помощью механической пилы. На поверхность разреза после шлифовки наносили на равных расстояниях 9 горизонтальных параллельных линий. В 5 точках каждой линии измеряли твердость по Бринелю с помощью прибора марки ТЭМП-3. Каждый опыт повторяли трижды.

Кроме этого для исследования структуры металла из каждой отливки вырезали шлифы, поверхность которых находилась на расстоянии примерно 4см от ее верха. Для изучения макроструктуры шлифы травили раствором, состоящим из 90мл воды, 15мл соляной и 10мл плавиковой кислоты. Шлифы для исследования микроструктуры металла травили в 1% водном растворе плавиковой кислоты. На фотографиях шлифов макроструктуры металла не было обнаружено заметной разницы между различными вариантами нагрева расплава.

Исследование микроструктуры выполнили на микроскопе марки EpiTip при увеличении в 200 раз. Фотографии микроструктур сплавов приведены на рис.1. Они подобны друг другу в следующем: на всех изображениях большую площадь занимает раствор в α-фазе алюминия различных примесей, меньшую площадь заняли выделившиеся из раствора обособленные фазы (CuAl₂, Mg₂Si, FeMn₃, Si₂Al₈).

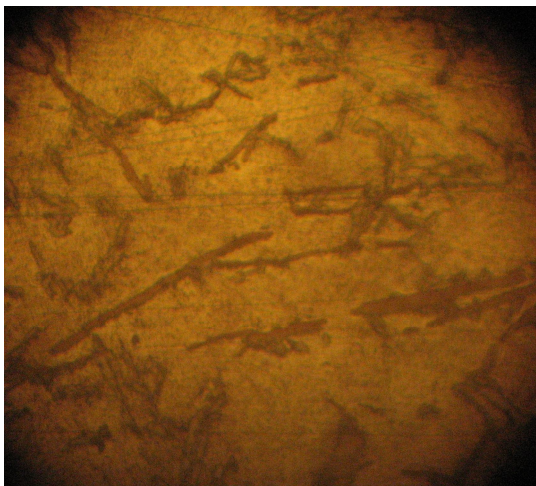
В работе [3] и в большинстве других подобных исследованиях составляющие микроструктуры описываются качественно. Например, “эвтектика пластинчатая, тонкодифференцированная” далее “происходит ее огрубление” [3].

В отличие от этих исследований, в нашей работе определение доли выделившихся фаз произвели по полуколичественному методу публикации [6]. Для этого на фотографию микроструктуры накладывали прозрачную кальку с начерченной на ней сеткой с размерами ячеек 5 на 5мм. Считали, что чем больше пересечений “П” узлов сетки с выделившейся фазой, тем больше ее количество. Так, например, число пересечений “П” узлов сетки с выделившейся фазой (см. рис.1) было следующим.

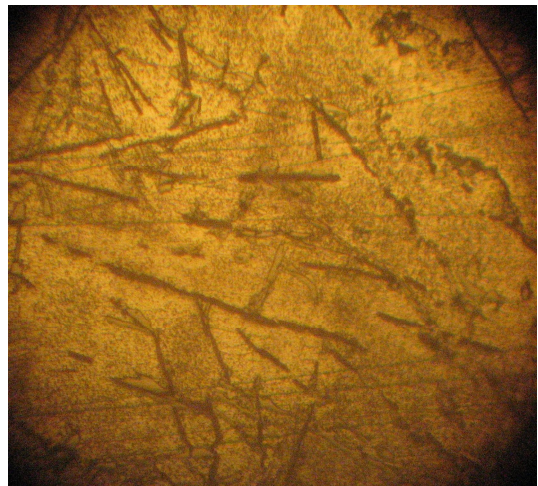
Таблица

Число пересечений “П” узлов сетки с выделившейся фазой.

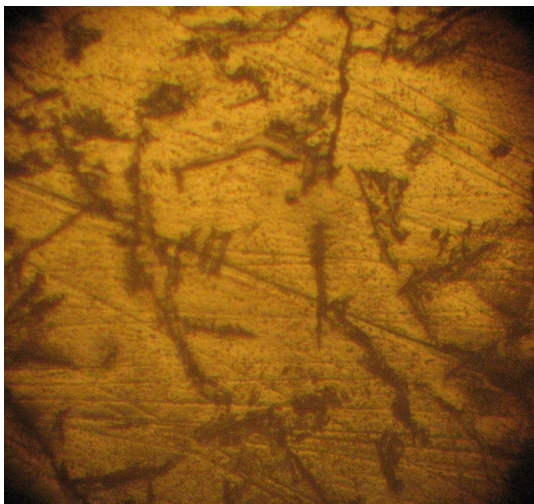
Вариант на рис.1	а)	б)	в)	г)	д)	е)
Число пересечений П	112	132	102	107	64	93



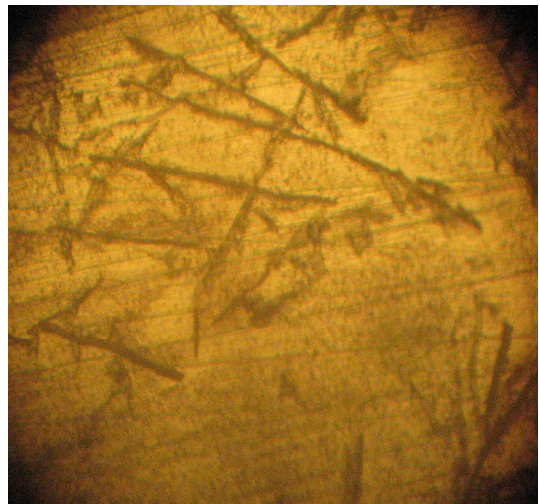
а)



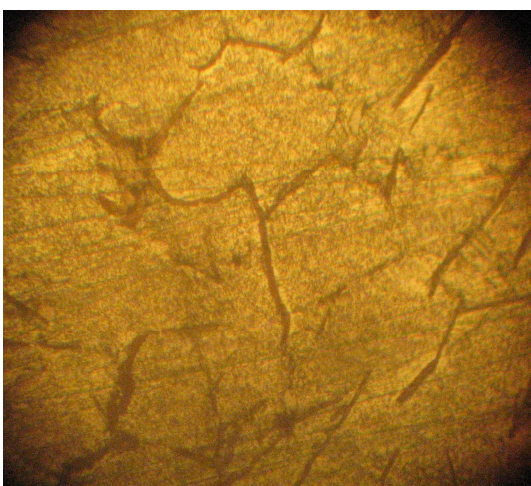
б)



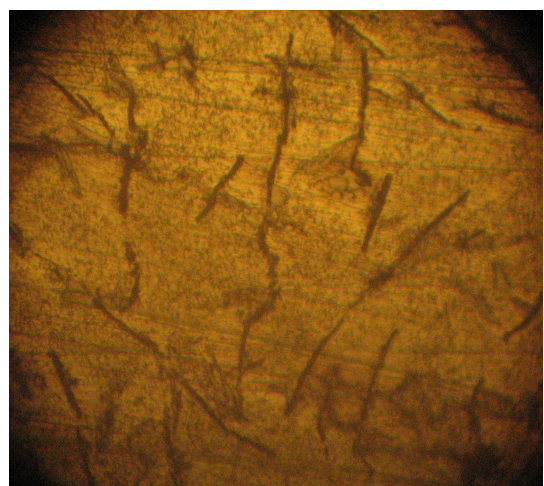
в)



г)

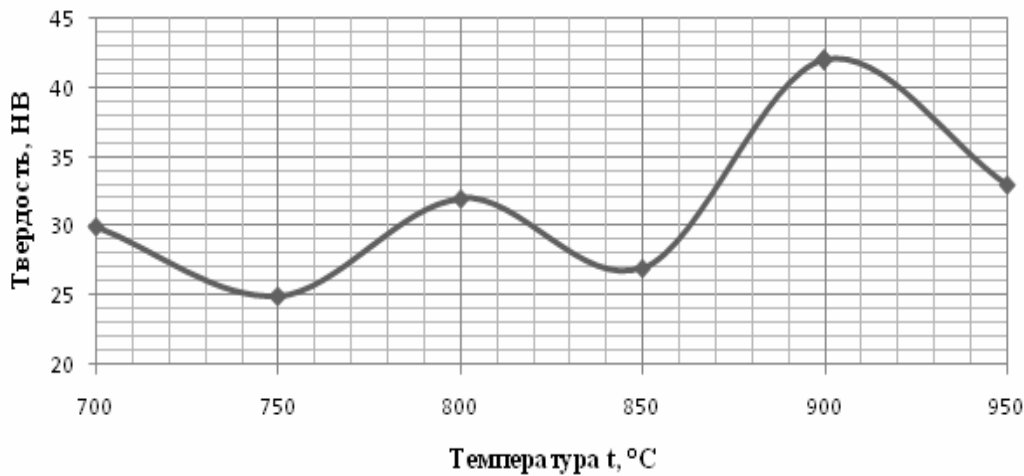


д)

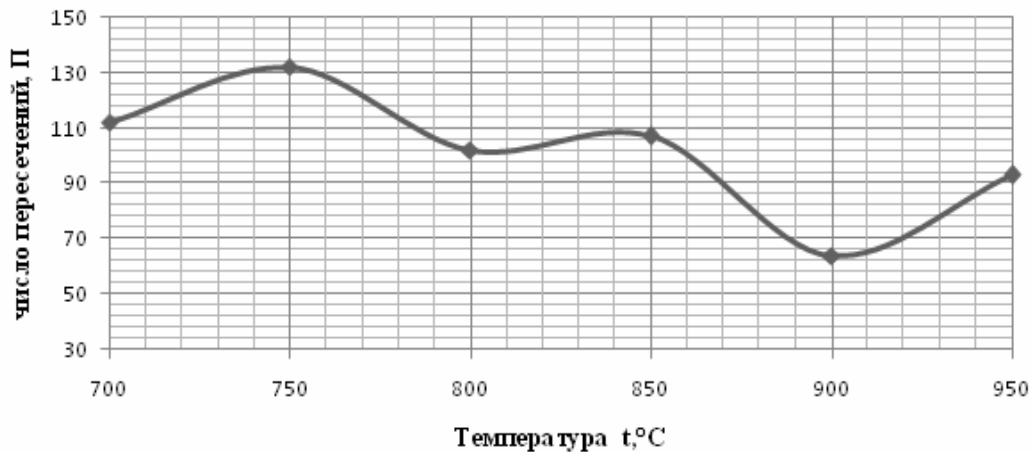


е)

Рис. 1 – Микроструктура шлифов алюмінієвого сплаву при выдержке 10 мин. и максимальной температуре нагрева 700°C (а), 750°C (б), 800°C (в), 850°C (г), 900°C (д) и 950°C (е)



а)



б)

Рис.2 - Залежність від температури нагріву розплаву t твердості металу по Брінелю НВ (а) і числа вузлів пересечень сітки "П" з виділеною з твердого розчину обособленими фазами (б)

На рис.2 приведена залежність від температури нагріву розплаву t твердості металу по Брінелю НВ (а) і числа вузлів пересечень сітки "П" з виділеною фазою (б). Як видно з рис.2, існує повне відповідність між цими кривими, - чим більше кількість виділеної фази "П" тим менше твердість металу. З цього слідує, що легируючі добавки, розчиняючись в матриці твердого розчину алюмінію, підвищують його міцність, т.е. твердість сплаву.

Таким чином, в нашій роботі для алюмінієвого сплаву максимум властивостей затвердівшого металу спостерігали при температурах нагріву розплаву 700, 800 і 900 °C. Алюмінієві сплави вивчали також в інших роботах [3,4]. Нашли, що максимуми властивостей твердого металу виявили в сплаві АЛ2 [3] при нагріву розплаву 735, 865, і 990 °C, а в сплаві АД3 [4] при 750 і 1000 °C.

Ураховуючи різні складові сплавів АК9, АЛ2, АД3 можна вважати, що отримані дані по названим температурам добре узгодяться між собою.

Висновки

1. Як і у багатьох авторів, на прикладі алюмінієвого сплаву, підтверджено зв'язок між певними максимальними температурами нагріву рідкого розплаву і мікроструктурою за-

твердевшего металла.

2. В отличие от подавляющего большинства авторов, которые описывают изменения структуры металла лишь качественно, в нашей работе введены и использованы полуколичественные характеристики строения микроструктуры металла.

3. Для алюминиевого сплава найдены температуры нагрева 700, 800 и 900 °С, при которых наблюдается максимумы твердости по Бринелю соответственно 30, 32 и 42 НВ и минимум выделившийся из твердого расплава избыточных фаз. Это явление показывает, что легированные матрицы алюминия улучшает ее свойства. Оно может быть использовано при выборе режимов пластичной деформации металла.

4. Накопление экспериментальных данных по оптимальным температурам нагрева металлических расплавов с целью достижения благоприятной структуры твердой фазы является весьма желательным для обобщающих выводов по обсуждаемому вопросу.

Список использованных источников:

1. Баум Б.А. Жидкая сталь / Б.А. Баум [и др.] - М.: Металлургия, 1991. - 158 с.
2. Скребцов А.М. Жидкие металлы, их свойства и строение / А.М. Скребцов.- Мариуполь: ПГТУ, 2010. - 252 с.
3. Таран Ю.Н. Влияние термоскоростной обработки жидкого сплава АЛ2 на свойство отливок/ Ю.Н. Таран, И.А. Новохатский, В.И. Мазур. // Литейное производство. - 1985. – №7 - С. 8.
4. Баранов Е.М. Зависимость механических свойств алюминиевых сплавов от термоскоростной обработки жидкой фазы / Е.М. Баранов // Литейное производство. – 1986 – №11. - С. 8-9.
5. Влияние температуры и времени выдержки расплава при ней на качество затвердевшей отливки / А.М. Скребцов, [и др.] // Приазов. держ. техн. ун-т: Зб. наук. пр. – Мариуполь, 2011. - №21. - С.140-144.
6. Скребцов А.М. Об автордиографическом методе изучения распределения элементов между фазами чугуна / А.М. Скребцов. Металловедение и термическая обработка металлов. - 1982. - №9. – С. 47 – 49.

Bibliography:

1. Baum B.A. Liquid steel / B.A. Baum [and others] - Moscow: Metallurgiya, 1991. - 158. p. (Rus.)
2. Skrebtsov A.M. Liquid metals, their properties and structure / AM Skrebtsov - Mariupol: PSTU, 2010. - 252. p. (Rus.)
3. Taran J.N. Effect thermo-speed processing liquid alloy castings AL2 on property / J.N. Taran, I.A. Novokhatsky, V.I. Mazur. // Foundry. - 1985. - № 7 - P. 8. (Rus.)
4. Baranov E.M. The dependence of the mechanical properties of aluminum alloys from the liquid phase thermo-speed processing / E.M. Baranov // Foundry. - 1986 - № 11. - P. 8 - 9. (Rus.)
5. Effect of temperature and exposure time of the melt in her presence on the quality of the solidified casting / AM Skrabets, [and others] // Priazov. State. tech. Univ: The ST. of Sciences. etc. - Mariupol, 2011. - № 21. - P. 140 - 144. (Rus.)
6. Skrebtsov A.M On the autoradiographic method for studying the distribution of elements between phases of iron / AM Skrabets. Metallurgy and heat treatment of metals. - 1982. - № 9. - P. 47 - 49. (Rus.)

Рецензент: В.Г. Ефременко
д-р техн. наук, проф. ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 27.11.2011