

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 3.860	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2017 Issue: 06 Volume: 50

Published: 24.06.2017 <http://T-Science.org>

Denis Chemezov

Master of Engineering and Technology,
Corresponding Member of International Academy of
Theoretical and Applied Sciences, Lecturer of Vladimir
Industrial College, Russian Federation
chemezov-da@yandex.ru

SECTION 6. Metallurgy and energy.

SHRINKAGE OF SOME METAL ALLOYS AFTER SOLIDIFICATION

Abstract: The calculated values of shrinkage of the metal ingots of the circular cross section after solidification in the mould are presented in the article.

Key words: shrinkage, solidification, steel, cast iron, a casting.

Language: Russian

Citation: Chemezov D (2017) SHRINKAGE OF SOME METAL ALLOYS AFTER SOLIDIFICATION. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 06 (50): 87-89.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-06-50-10> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2017.06.50.10>

УСАДКА НЕКОТОРЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВОВ ПОСЛЕ ПРОЦЕССА ЗАТВЕРДЕВАНИЯ

Аннотация: В статье представлены расчетные значения усадки металлических слитков круглого сечения после затвердевания в литейной форме.

Ключевые слова: усадка, затвердевание, сталь, чугун, отливка.

Введение

Усадка возникает во всех фазах материала (в жидком состоянии, при охлаждении и после затвердевания) из которого изготавливается отливка. Усадка представляет собой изменение (уменьшение) габаритных размеров отливок при их охлаждении [1]. На величину линейной или объемной усадки отливок, изготовленных из различных металлических сплавов, влияет ряд факторов, в том числе и процентное содержание легирующих элементов.

Компьютерное моделирование позволяет имитировать реальный процесс литья от заполнения расплавом литейной формы до полного затвердевания отливки с расчетом величины усадки. Преимуществом применения специальных компьютерных программ является высокая точность расчетов и возможность моделирования процесса литья любого сплава.

Материалы и методы исследования

Моделирование процесса литья слитков и последующий расчет усадки различных сплавов осуществлялись в компьютерной программе LVMFlow. Процесс литья слитков из различных металлических сплавов выполнялся при одинаковых условиях. В качестве материалов отливок принимались следующие сплавы:

1. Легированная сталь для отливок марки 20ГТЛ [2]. Химический состав сплава: железо – 97.18 %, углерод – 0.22 %, кремний – 0.4 %, марганец – 1.2 %, хром – 0.2 %, фосфор и сера – 0.04 %, медь – 0.5 %, никель – 0.2 %, титан – 0.02 %. Порог текучести сплава – 70 %, порог протекания – 30 %.

2. Углеродистая сталь марки SS1505. Химический состав сплава: железо – 98.7 %, углерод – 0.25 %, кремний – 0.3 %, марганец – 0.6 %, хром – 0.01 %, фосфор – 0.03 %, сера – 0.02 %, медь – 0.07 %, молибден и никель – 0.01 %. Порог текучести и порог протекания сплава – 70 %.

3. Коррозионно-стойкая сталь марки 321 [3]. Химический состав сплава: железо – 69.75 %, никель – 9 %, хром – 18 %, кремний – 0.5 %, марганец – 1.5 %, углерод – 0.12 %, медь – 0.1 %, титан – 1 %, фосфор – 0.02 %, сера – 0.01 %. Порог текучести сплава – 70 %, порог протекания – 30 %.

4. Серый чугун марки EN-GJL-350 [4]. Химический состав сплава: железо – 94.7 %, углерод – 3 %, кремний – 1.3 %, марганец – 0.9 %, фосфор и сера – 0.05 %. Порог текучести сплава – 50 %, порог протекания – 30 %.

5. Ковкий чугун с шаровидным графитом марки EN-GJS-500 [5]. Химический состав сплава: железо – 93.83 %, углерод – 3.4 %,



Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 3.860	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

кремний – 2.4 %, марганец – 0.3 %, фосфор – 0.02 %, сера – 0.01 %, магний – 0.04 %. Порог текучести сплава – 70 %, порог протекания – 30 %.

6. Безоловянная бронза марки CC330G [6]. Химический состав сплава: медь – 90 %, алюминий – 9 %, железо – 0.5 %, марганец – 0.1 %, никель – 0.4 %. Порог текучести и протекания сплава – 30 %.

7. Свинцовая латунь марки C85700 [7]. Химический состав сплава: медь – 61.7 %, цинк – 35 %, алюминий – 0.4 %, железо – 0.3 %, никель – 0.6 %, олово и свинец – 1 %. Порог текучести и протекания сплава – 30 %.

8. Алюминиевый литейный сплав марки AISi12 [8]. Химический состав сплава: алюминий – 88.4 %, кремний – 11.2 %, марганец – 0.08 %, медь – 0.03 %, железо – 0.15 %, цинк – 0.05 %, титан – 0.09 %. Порог текучести сплава – 70 %, порог протекания – 30 %.

9. Цинковый сплав марки ZA-27 [9]. Химический состав сплава: цинк – 72.65 %, алюминий – 25 %, магний – 0.01 %, медь – 2.25 %, железо – 0.07 %, свинец и кадмий – 0.01 %. Порог текучести и протекания сплава – 30 %.

Начальные температуры каждого сплава до моделирования процесса литья слитков круглого сечения представлены в табл. 1.

Таблица 1

Начальные температуры расплавов.

Наименование сплава	Температура, °C
20ГТЛ	1600
SS1505	1610
321	1540
EN-GJL-350	1340
EN-GJS-500	1290
CC330G	1130
C85700	1010
AISi12	690
ZA-27	580

Более точные результаты компьютерного моделирования были получены при учете конвекции и газа во время заполнения литейной формы расплавом. Начальное давление газа в литейной форме и давление газа снаружи литейной формы приняты величиной 1 бар.

Результаты и их обсуждение

В соответствии с выполненным расчетом отливка из литейного сплава марки AISi12 имеет наименьшую массу. Обозначим массу данной отливки m_{al} (кг). Тогда расчетные массы отливок из других сплавов можно представить в следующем виде:

- $2.9431m_{al}$ – для сплава марки 20ГТЛ;
- $2.9431m_{al}$ – для сплава марки SS1505;
- $2.9649m_{al}$ – для сплава марки 321;
- $2.9934m_{al}$ – для сплава марки EN-GJL-350;
- $2.8884m_{al}$ – для сплава марки EN-GJS-500;
- $3.1903m_{al}$ – для сплава марки CC330G;
- $3.3238m_{al}$ – для сплава марки C85700;
- $2.3041m_{al}$ – для сплава марки ZA-27.

Наименьшее время охлаждения определено для слитка, изготовленного из стали марки

SS1505. Обозначим время охлаждения данной отливки $t_{cl.st}$ (с). Тогда расчетное время охлаждения отливок из других сплавов можно представить в следующем виде:

- $1.1851t_{cl.st}$ – для сплава марки 20ГТЛ;
- $1.2119t_{cl.st}$ – для сплава марки 321;
- $2.7668t_{cl.st}$ – для сплава марки EN-GJL-350;
- $2.642t_{cl.st}$ – для сплава марки EN-GJS-500;
- $2.2272t_{cl.st}$ – для сплава марки CC330G;
- $1.2971t_{cl.st}$ – для сплава марки C85700;
- $2.2113t_{cl.st}$ – для сплава марки AISi12;
- $4.4114t_{cl.st}$ – для сплава марки ZA-27.

Таким образом, можно сказать, что процесс охлаждения слитка из цинкового сплава марки ZA-27 наиболее продолжителен по сравнению с охлаждением слитков из других сплавов (с учетом одинаковой конфигурации выливаемых отливок).

Усадка наиболее выражена в тех слоях материала отливок, которые затвердевают в последнюю очередь.

Расчетные значения усадки слитков после затвердевания представлены в табл. 2.

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 3.860	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

Таблица 2

Усадка слитков после затвердевания.

Наименование сплава	Усадка, %
20ГТЛ	3.37
SS1505	2.28
321	3.19
EN-GJL-350	2.98
EN-GJS-500	1.82
CC330G	2.61
C85700	3.23
AlSi12	6.25
ZA-27	5.09

Минимальное уменьшение объема после процесса затвердевания наблюдается у отливок, изготовленных из сплавов на основе железа (в частности ковкий чугун марки EN-GJS-500 и качественная углеродистая сталь марки SS1505). Максимальное уменьшение объема наблюдается у отливок, изготовленных из цветных сплавов (в частности алюминиевый литейный сплав марки AlSi12 и цинковый сплав марки ZA-27).

Уменьшение усадки в чугунах достигается при изменении содержания таких легирующих элементов как углерод и марганец. Уменьшение усадки в сталях обуславливается малым процентным содержанием углерода (до 0.25 %). Снижение содержания марганца, хрома и особенно серы (вредная примесь) также способствует уменьшению усадочного явления. Высокое содержание алюминия в цветных сплавах приводит к увеличению усадки отливки. При увеличении содержания меди в сплаве

наблюдается уменьшение усадки отливки после затвердевания.

Заключение

Таким образом, принимая во внимание полученные результаты моделирования, можно сделать следующие выводы:

1. Цинковый сплав марки ZA-27, имеющий в три раза меньшую температуру плавления, чем температура плавления углеродистой или легированной сталей рассмотренных марок, охлаждается медленно в литейной форме с минимальным образованием остаточных напряжений в слитке.

2. Алюминиевый литейный сплав марки AlSi12 после затвердевания имеет наибольшую усадку. Данные расчетные значения позволяют выполнять проектирование необходимых размеров и конфигурации литейной оснастки с учетом изменения размеров отливки.

References:

- (2017) Shrinkage of metals. Available: https://ru.wikipedia.org/wiki/Усадка_металлов (Accessed: 22.06.2017).
- (2017) Steel 20ГТЛ. Available: <http://www.lbm.ru/techdocs/alloys/materials/123/info/2717> (Accessed: 22.06.2017).
- (2017) 321 Stainless Steel Technical Data Sheet. Available: <http://www.metalshims.com/t-321-Stainless-Steel-technical-data-sheet.aspx> (Accessed: 22.06.2017).
- (2017) EN-GJL-350 (EN-JL1060). Available: http://www.steelnumber.com/en/steel_composit ion_eu.php?name_id=1507 (Accessed: 22.06.2017).
- (2017) EN-GJS-500-7, Ductile Cast Iron GGG50. Available: <http://www.iron-foundry.com/en-gjs-500-7-ductile-cast-iron-ggg50.html> (Accessed: 22.06.2017).
- Richardson I (2016) Guide to Nickel Aluminium Bronze for Engineers. Copper Development Association. 98 p.
- (2017) C85700. Available: <http://www.concast.com/c85700.php> (Accessed: 22.06.2017).
- (2017) Cast aluminium properties. Available: <http://www.alteams.com/alteams-tech-centre/design-assistance/cast-aluminium-properties.html> (Accessed: 22.06.2017).
- (2017) ZINC ALLOY #ZA27. Available: <http://zinc.purityzinc.com/item/zinc-alloys/zinc-alloy-za27/item-1019> (Accessed: 22.06.2017).