ВЛИЯНИЕ НА ТЕМПЕРАТУРАТА И СИЛАТА НА ПРЕСОВАНЕ ВЪРХУ ПЛЪТНОСТТА, ТВЪРДОСТТА И СТРУКТУРАТА НА БРИКЕТИ ОТ СТРУЖКИ НА СПЛАВ AlSi10Mg

ЦВЕТАН ТОЧЕВ

*Институт по металознание, съоръжения и технологии
с Център по хидро- и аеродинамика „Акад. Ангел Балеvски“,
Българска академия на науките,
бул. Шипченски проход № 67, 1574 София, България,
e-mail: cvetan.tochev@abv.bg*

Резюме. Изследвано е влиянието на деформационните сили на компактиране на стружки от сплав AlSi10Mg върху плътността, твърдостта и структурата на брикетите. От проведените експерименти и получените резултати се установи, че при компактиране на отпадъчни стружки от сплав AlSi10Mg, с определени термо-деформационни сили, могат да се получат заготовки с физико-механични показатели, близки до тези на летия алуминиев материал.

Ключови думи: температура, сила на пресоване, плътност, твърдост, структура.

1. УВОД

Рециклирането на алуминиеви стружки се извършва основно чрез претопяване и загубата на материал достига 20–25%, поради окисляването при високите температури на топене, което се дължи на голямата повърхност на стружките [1]. В случай на малки стружки загубите на материал могат да достигнат 50% [2]. Процесът на директно рециклиране, преобразуващ алуминиевите стружки в готови или полуготови продукти, е представен от Стерн (1945 г.). Това е обещаващ подход за преодоляване на проблема със загубата на материал и за по-нататъшно подобряване на енергийния баланс на производството на алуминий [3]. При този метод стружките се компактират (уплътняват) при определена температура и сила на пресоване.

Целта на изследването е да се определят подходящата температура и силите на пресоване, при които се получават заготовки от стружки на сплав AlSi10Mg с високи механични показатели и плътна структура.

DOI: 10.7546/EngSci.LVI.19.01.05

2. МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИКА

Изследването на влиянието на деформационните сили на компактиране на стружки от сплав AlSi10Mg върху плътността, твърдостта и структурата на брикетите е проведено, като в контейнер последователно са поставени порции от стружки на алуминиева сплав AlSi10Mg и всяка порция е пресована със сила 100 kN. След напълването на контейнера на пресформата със стружки и тяхното уплътняване, при спуснат горен поансон, е извършено нагряване на стружките в продължение на 45 мин. Предварително пресформата е нагрята до зададената температура. След пресоването с предварително определена сила, брикетът е задържан под товар в продължение на 60 сек. За целта на изследването са използвани отпадъчни стружки от алуминиева сплав AlSi10Mg (по БДС EN 1706:2010) [4].

3. РЕЗУЛТАТИ И АНАЛИЗИ

Компактирането на отпадъчни стружки от алуминиева сплав AlSi10Mg е извършено при температура 20 °C за първоначално уплътняване и при повишени температури 100 °C, 200 °C, 300 °C, 400 °C и 500 °C за окончателно пресоване. Температурата при пресоването е поддържана с точност ± 5 °C. Варираните експериментални сили на компактиране са 250, 500 и 750 kN, а специфичните сили са, съответно, 19,9 kN/mm², 39,8 kN/mm² и 59,7 kN/mm². На така получените брикети са определени плътността, твърдостта по Бринел и структурата.

При пробите от отпадъчни стружки от алуминиева сплав AlSi10Mg, брикетирани при ниски температури, е невъзможно да се определи твърдостта. Брикетите имат малка плътност и е невъзможно техните чела да бъдат обработени, за да се получат достатъчно чисти и гладки повърхнини за извършване на измерването. Резултатите, получени за твърдостта и плътността на брикетите, са дадени в *табл. 1*, където P е силата на пресоване, T е температурата по време на компактиране. На *фигура 1* са показани резултатите от изследване на влиянието на условията на компактиране върху твърдостта на брикетите. Прави впечатление, че независимо от малкото относително тегло на пробите, пресовани при сила 750 kN и температура 500 °C, получените резултати за твърдостта са близки до тези на летия алуминиев материал.

Получените резултати за плътността на брикетирани проби, от отпадъчни стружки от алуминиева сплав AlSi10Mg, са показани на *фиг. 2*. Както се очакваше най-малка плътност притежават пробите, пресовани

Фиг. 1. Влияние на условията на компактиране върху твърдостта на брикетите
Fig. 1. Influence of the conditions of pressing on the hardness of briquettes

Фиг. 2. Влияние на условията на компактиране върху плътността на брикетите
Fig. 2. Influence of the conditions of pressing on the density of briquettes

ТАБЛИЦА 1. Плътност и твърдост на брикетите от стружки на сплав AlSi10Mg след пресоване

TABLE 1. Density and hardness of briquettes from alloy AlSi10Mg chips after pressing

Условия на компактиране		Плътност след пресоване, σ , gr/sm ³	Твърдост след пресоване, HB 10/1000/60
P , kN	T , °C		
250	20	2,376	–
	100	2,455	–
	200	2,473	–
	300	2,476	23
	400	2,496	30
	500	2,492	35
500	20	2,403	–
	100	2,483	–
	200	2,499	25
	300	2,519	29
	400	2,523	34
	500	2,525	43
750	20	2,426	–
	100	2,517	–
	200	2,539	29
	300	2,548	36
	400	2,547	39
	500	2,549	45

при сила 250 kN. Най-висока е плътността на пробите, пресовани при сила 750 kN.

Максималните стойности за плътността на брикетираните проби, от отпадъчни стружки от алуминиева сплав AlSi10Mg, са получени при температури на пресоване 300, 400 и 500 °C, като различията между стойностите на отделните измервания на пробите са най-малки при сила на пресоване 750 kN и сравнително най-големи при сила на пресоване 250 kN. Максимално постигнатите стойности за плътността на брикетираните проби, от отпадъчни стружки от алуминиева сплав AlSi10Mg при сила на пресоване 750 kN, са 2,549 gr/cm³, като са с 3,84% по-ниски от стойността за плътността на летия материал, която е 2,65 gr/sm³[5].

Външният вид на брикетите от отпадъчни стружки от алуминиева сплав AlSi10Mg, получени при сила на пресоване 750 kN и стайна температура, е показан на *фиг. 3*. Макроструктурата на брикетите, получени при различни режими на пресоване, е показана на *фиг. 4–8*. Ясно се вижда

Фиг. 3. Външен вид на брикет, получен при сила на пресоване 750 kN и стайна температура, $\times 1$
Fig. 3. Overview of a briquette obtained at force pressing 750 kN and a room temperature, $\times 1$

Фиг. 4. Структура на брикет, получен при сила на пресоване 750 kN и стайна температура, $\times 2$
Fig. 4. Structure of a briquette obtained at force pressing 750 kN and a room temperature, $\times 2$

Фиг. 5. Структура на брикет, получен при сила на пресоване 750 kN и температура 200 °C, $\times 2$
Fig. 5. Structure of a briquette obtained at force pressing 750 kN and temperature 200 °C, $\times 2$

Фиг. 6. Структура на брикет, получен при сила на пресоване 750 kN и температура 500 °C, $\times 2$
Fig. 6. Structure of a briquette obtained at force pressing 750 kN and temperature 500 °C, $\times 2$

Фиг. 7. Структура на брикет, получен при сила на пресоване 250 kN и температура 200 °C, $\times 2$
Fig. 7. Structure of a briquette obtained at force pressing 250 kN and temperature 200 °C, $\times 2$

Фиг. 8. Структура на брикет, получен при сила на пресоване 250 kN и температура 500 °C, $\times 2$
Fig. 8. Structure of a briquette obtained at force pressing 250 kN and temperature 500 °C, $\times 2$

увеличаването на плътността и компактността на пресованите стружки с увеличаване на температурата и силата на пресоване.

4. ИЗВОДИ

1. В резултат от проведените изследвания се установи, че при определени термо-деформационни сили могат да се получат заготовки с добри физико-механични показатели, близки до тези на летия алуминиев материал.
2. Определени са оптималните условия за компактиране, осигуряващи получаването на структура на пробите, от пресовани стружки на сплав AlSi10Mg, която позволява тяхното директно използване за изработка на детайли чрез механична обработка.
3. Установено е, че пробите от стружки на сплав AlSi10Mg, брикетирани при стайна температура, имат малка плътност, поради което е невъзможно да се определи тяхната твърдост.

REFERENCES

- [1] W. Z. MISIOLEK M. HAASE, N. BEN KHALIFA AND A. E. TEKKAYA, High quality extrudates from aluminum chips by new billet compaction and deformation routes, *CIRP Annals Manufacturing Technology* (2012) **61** 239–242.
- [2] V. GÜLEY, N. BEN KHALIFA AND A. E. TEKKAYA, Direct recycling of 1050 aluminum alloy scrap material mixed with 6060 aluminum alloy chips by hot extrusion, *International Journal of Material Forming* (2010) **3** 853–856, Supplement 1.
- [3] M. HAASE AND A. E. TEKKAYA, Recycling of aluminum chips by hot extrusion with subsequent cold extrusion, 11th International Conference on Technology of Plasticity, ICTP (2014) Japan, *Procedia Engineering* **81** (2014) 652–657.
- [4] BDS EN 1706:2010
- [5] <https://www.stenaaluminium.com/aluminium-alloys-and-services/alloy-specifications/>

INFLUENCE OF A TEMPERATURE AND A PRESSING FORCE ON THE DENSITY, HARDNESS AND STRUCTURE OF BRIQUETTES FROM ALLOY AlSi10Mg CHIPS

TSVETAN TOCHEV

*Institute of Metal Science, Equipment and Technologies
with Hydro-and Aerodynamics Centre “Acad. A. Balevski”,
Bulgarian Academy of Sciences,
67, Shipchenski Prohod Blvd, 1574 Sofia, Bulgaria,
e-mail: cvetan.tochev@abv.bg*

Abstract. The influence of the deformation forces of pressing of alloy AlSi10Mg chips on the density, hardness and structure of briquettes is studied. As a result of the carried out experiments it was established that preforms, obtained by pressing alloy AlSi10Mg chips, with physics-mechanical indices close to these of the cast aluminum material can be obtained at determined thermo-deformation forces.

Keywords: temperature, force of pressing, density, hardness, structure.

Received February 04, 2019