

Лук'яненко І.В., Гурія І.М., Ямшинський М.М., Лобода П.І.
(КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ)

ЖАРОСТІЙКІ СПЛАВИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СКЛОФОРМ

Виробництво скла в Україні є однією із складових частин економіки, яка відіграє важливу роль у формуванні макроекономічних показників держави і відноситься до галузі промисловості, що виробляє будівельно-технічне, тарне, хімічно-лабораторне та приладобудівне, господарсько-побутове та інші види скла, скловолокно, мистецькі вироби зі скла і кришталю. Значну питому вагу в товарообігу займає скляна тара [1].

Варто відзначити, що останнім часом скляна тара набирає популярність у зв'язку з домінуванням тенденції до використання екологічних матеріалів. Це дозволяє стверджувати, що ринок склотари залишатиметься перспективним і буде спостерігатися подальше зростання обсягу його споживання.

Незважаючи на зростаючий попит, виготовлення скляної тари відбувається на оснащених (деталі склоформи), яке виготовлено із закордонних матеріалів. Розроблення сучасних вітчизняних матеріалів, які забезпечують експлуатаційні характеристики на рівні закордонних аналогів, є актуальною науково-технічною проблемою ливарного виробництва.

Аналіз умов експлуатації деталей склоформ на виробничій лінії дозволив авторам [1-4] встановити, що основними факторами які впливають на стійкість деталей склоформ, є:

- висока температура робочого шару 750-850 °С;
- знакозмінні напружини в поверхневих шарах, які контактують із скломасою (градієнт температур поверхневого шару впродовж 1 циклу виготовлення (загальна тривалість процесу «скломаса → готовий скловиріб» не перевищує 2-7 с) становить приблизно 50 °С, а градієнт температур за перерізом склоформи – до 650 °С);

– зміна структури в процесі експлуатації (за життєвий цикл спостерігається коагуляція графітових вкраплин та процеси рекристалізації металевої матриці).

Одним із напрямів суттєвого підвищення стійкості даних деталей, на думку авторів [5, 6], є необхідність регулювання хімічного складу чавуну і ступеню його структуризації, який можна забезпечити за рахунок утворення структур у різних частинах вилівка за різними механізмами кристалізації та дифузії окремих хімічних елементів.

Одним із найбільш суттєвих ціноутворювачів кінцевого продукту є металева прес-форма для виготовлення склотарної продукції – склоформа.

В роботі поставлено за мету вдосконалення хімічного складу жаростійких чавунів.

Створення конкурентоспроможності вітчизняної продукції закордонним аналогам можливо двома способами:

– зниження собівартості виробництва готових деталей склоформуального комплексу за рахунок раціоналізації процесів на виробництві литих заготовок, їх подальшого термічного та механічного оброблення;

– створення комплексу необхідних властивостей на рівні закордонних склоформ: термостійкість; жаростійкість; окислостійкість.

Авторами роботи визначено найбільш поширені хімічні склади закордонних та вітчизняних жаростійких чавунів для склоформ та розглянуто основні легувальні елементи та мікродобавки, які входять їх складу. За результатами проведеної роботи визначено три групи сплавів, об'єднані близьким хімічним складом за окремими елементами:

– група 1 – сплави з високим вмістом нікелю, які характеризуються аустенітною структурою та діапазоном робочих температур до 1100 °С;

– група 2 – містить у своєму складі 4,5-5,5% кремнію, який забезпечує жаростійкість сплаву до 700 °С та утворення феритної структури металевої матриці;

– група 3 – містить легувальні елементи у незначній кількості, які підвищують в комплексі складові властивості жаростійкості та міцність матеріалу.

На підставі вищезазначеного найбільший інтерес представляє чавун легований кремнієм, у якому за допомогою додаткового мікродозування іншими хімічними елементами забезпечується формування необхідної структури в литому стані.

У переважній більшості робіт, що присвячуються легованим чавунам, відзначають негативну дію надмірного вмісту кремнію в розплаві [7]. Це пов'язано із несприятливим впливом на властивості пластичності сплаву. Але ці негативні ефекти не проявляються за вмісту кремнію менше 4,5%, оскільки у цьому діапазоні переважає феритизувальний вплив кремнію на металеву матрицю чавуну [8].

Вибір хрому, нікелю та алюмінію як додаткових легувальних елементів, відповідно до аналізу літературних джерел, забезпечує покращення комплексної характеристики чавунів – жаростійкості. Жаростійкість необхідно розглядати як сукупність окремих властивостей матеріалу: тріщиностійкість, ростостійкість і окалиностійкість.

На підставі висновків авторів [9], умов експлуатації склоформ, з метою економії легувальних елементів та дослідження впливу легувальних елементів на структуру та властивості чавуну, можна рекомендувати сплави з вмістом кремнію 2-3%, марганцю 0,5-1% та нікелю до 36%.

За результатами досліджень найкращий комплекс властивостей виявлено у чавуну марки 220ЖЧН35.

Література:

1. Леушин И. О. Теплофизические параметры эксплуатации деталей чугуновых стеклоформ / И. О. Леушин, Д. Г. Чистяков // Литейное производство. – 2013. – № 1 (13). – С. 50-52.

2. Леушин И. О. Влияние структурообразования и фазового состава чугуновых отливок стеклоформ на эксплуатационные свойства готовых изделий / И. О. Леушин, Д. Г. Чистяков // Изв. вузов. Черная металлургия. – 2013. – № 5. – С. 19-23.

3. Попов В. М. Термостойкость чугунов с различной формой графита / В. М. Попов, Б. Л. Коган // Литейное производство. – 1991. – № 2. – С. 34.

4. Леушин И. О. Повышение эксплуатационной стойкости деталей чугуновых отливок стеклоформ путем совершенствования технологии их изготовления и контроля / И. О. Леушин, Д. Г. Чистяков, С. Н. Марфенин // Труды Нижегородского государственного университета им. Р.Е. Алексеева. – 2014. – № 1 (103). – С. 212-224.

5. Александров М. В. Разработка химических составов и технологии получения низколегированных термостойких чугунов для деталей стеклоформ: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.16.04 "Литейное производство" / Александров М. В. – Нижний Новгород, 2013. – 18 с.

6. Леушин И. О. Влияние структуры чугуна на образование эксплуатационных дефектов стеклоформирующей оснастки / И. О. Леушин, Д. Г. Чистяков, В. А. Володин // Наука и Образование МГТУ им. Н. Э. Баумана. – 2015. – №11. – С. 111–123.

7. Loper C. R. Jr. Structure of Spheroidal Graphite in Cast Iron / C. R. Loper Jr., K. Fang // American Foundry Society [Schaumburg]. – 2008. – №. 08-066 (05). – P. 1–10.

8. Александров М. В. Повышение эффективности модифицирования чугуна для отливок стеклоформ интенсификацией процесса графитообразования / М. В. Александров, Д. Г. Чистяков // Литейщик России. – 2013. – №5. – С. 19-21.

9. Александров М. В. Влияние химсостава и микроструктуры чугуновых отливок на термостойкость деталей стеклоформ / М. В. Александров // Литейное производство. – 2012. – №8. – С.15-19.