

184-185 МПа (на 11-12 %), твердість – з 68-70 НВ до 184-185 НВ, відносне подовження з 0,9-1,0 % до 1,26-1,27 % (на 26-27 %).

Отримані дані свідчать про перспективність проведення подальших досліджень у даному напрямку з використанням можливостей інших способів впливу на процес формування структури алюмінієвих сплавів в процесі їхнього затвердіння.

Сіренко К. А.
(ФТІМС НАН України, Київ)
ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ У ЛИВАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ
МЕТОДОЛОГІЇ ПРОГНОЗУВАННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЧАВУНУ
(ЙМОВІРНІСНИЙ ПІДХІД)
E-mail: thermoexp.metal@gmail.com

Актуальною задачею у ливарному виробництві є впровадження у виробничу практику неруйнівних способів контролю і прогнозування властивостей литва за даними хімічного складу чавуну, визначеного у процесі його виплавлення. Показано можливості вирішення цієї задачі при використанні, як узагальнюючих показників якості чавуну, його вуглецевого еквівалента і ступеня евтектичності. Висвітлено резерви удосконалення розрахунку шихти, а також регулювання хімічного складу чавуну у процесі його виплавлення шляхом застосування ймовірнісного підходу для врахування нестабільності компонентів шихти.

Розвиток ливарного виробництва нині полягає у його комп'ютеризації, впровадженні автоматичних систем управління технологічними процесами тощо. Актуалізувалася задача застосування ймовірнісного підходу і методу Монте-Карло для врахування нестабільності хімічного складу компонентів шихти та контролю і регулювання хімічного складу чавуну. На особливу увагу заслуговує тема прогнозування механічних властивостей виливків на підставі результатів заміру вмісту хімічних елементів розплаву чавуну в процесі його виплавлення. Проблема розробки теорії, математичних моделей, алгоритмів, комп'ютерних програм для

неруйнівного контролю механічних властивостей чавунних виробів виходить на пріоритетну позицію в ливарному виробництві.

Результати досліджень, виконаних у цьому напрямі, свідчать, що зазначена тема хвилює вчених та виробничників уже понад півстоліття. У роботах Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, зокрема, свого часу для вирішення задачі оперативного контролю хімічного складу розплаву чавуну, його вуглецевого еквівалента та прогнозування твердості, міцності інших властивостей було розроблено комплекс апаратних і програмних засобів, які базувалися на термічному аналізі кривих охолодження розплавів із використанням принципів розпізнавання образів [1 та ін.]. Відповідно до опублікованих матеріалів виконані розробки та їх апаратне оснащення пройшли випробування в промислових умовах ряду металургійних заводів. Були отримані позитивні відгуки про підвищення достовірності і оперативності інформації щодо параметрів процесів, які досліджувалися. Але на час публікації, наприклад статті [1], зазначений комплекс апаратних і програмних засобів контролю показників властивостей залізовуглецевих розплавів не мав розповсюдження у практиці ливарних підприємств, оскільки промисловість тоді не була готова до реалізації в автоматичних системах управління технологічними процесами (АСУТП) плавки і лиття такого математичного та апаратного забезпечення без всебічної комп'ютеризації виробництва.

Нині у ливарній промисловості властивості чавуну контролюються на зразках, вирізаних із тіла виливків. Ця операція супроводжується суттєвими витратами на її виконання. При тому, що хімічний аналіз чавуну вимірюється ще на стадії його виплавлення на відібраних з розплаву пробах. Очевидно, що отримана достовірна інформація відносно вмісту хімічних елементів чавуну ще на стадії розплаву створює передумови для визначення за цими даними твердості, міцності, інших властивостей готового чавунного литва. Можливо із попереднім розрахунком величин показників, які узагальнено характеризують його хімічний склад, зокрема вуглецевого еквівалента і ступеня евтектичності. Такий підхід викладений, наприклад, у класичному довіднику Н.Г. Гиршовича [2, с. 133], де

міцність синтетичного чавуну представлена у вигляді залежності від ступеня евтектичності його хімічного складу та відношення вуглецю до кремнію. В роботі [3] також наведені залежності твердості і міцності різних чавунів від ступеня їх евтектичності та наголошується про реагування механічних властивостей чавуну на величини його вуглецевого еквівалента і ступеня евтектичності.

В наших статтях [4-7 та ін.] викладено розроблені методологію та формули для визначення твердості й міцності виливків залежно від вуглецевого еквівалента та ступеня евтектичності, розрахованих із застосуванням ймовірнісного підходу та методу Монте-Карло, сірих чавунів різних марок і класів. Запропоновані підхід, методологія, отримані рішення, які мають перспективи використання в системах автоматичного контролю, визначення і прогнозування неруйнівним способом властивостей залізовуглецевих сплавів, насамперед, виливків із синтетичного чавуну. Розглянуто також напрями розвитку термічного деривативного аналізу [8 та ін.].

Література

1. Файнзильберг Л.С., Потапова Т.П. Комплекс аппаратных и программных средств для контроля технологических параметров железоуглеродистых расплавов // Металлургическая и горнорудная промышленность. 1992. № 1. С. 70–72.
2. Гиршович Н.Г. Справочник по чугуному литью. Л.: Машиностроение. 1978. 758 с.
3. Коган Л.Б., Новик Ф.С., Виноградов Ю.Г. Изучение свойств синтетических чугунов с использованием методов математической статистики. М. 1971. 76 с.
4. Сіренко К.А., Мазур В.Л. Оцінка підходів до прогнозування властивостей синтетичного чавуну у ливарному виробництві // Металознавство та обробка металів. 2023. Т. 29 (108). № 2. С. 24–35.
5. Сіренко К.А., Мазур В.Л. Прогнозування механічних властивостей сірого чавуну (ймовірнісний підхід) // Металознавство та обробка металів. 2023. № 3. Т. 29. С. 19–30.

6. Сіренко К.А. Напрями розвитку методології регулювання хімічного складу і властивостей чавуну в ливарному виробництві на базі ймовірнісного підходу // *Металознавство та обробка металів*. 2023. Т. 29 (108). № 4. С. 23–33.

7. Сіренко К.А., Мазур В.Л., Дереча Д.О. Залежність твердості та інших властивостей сірого чавуну від його вуглецевого еквівалента та ступеня евтектичності // *Метал та лиття України*. Т. 31. № 2 (333). С. 42–50.

8. Сіренко К.А. Шляхи удосконалення методики термічного аналізу якості рідкого чавуну // *Процеси лиття*. 2022. № 2. С. 30–39.

Скоробагатько Ю. П., Горюк М. С., Єфімова В. Г., Горшков А. О.
(ФТІМС НАН України, Київ)

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФІЛЬТРУВАННЯ МЕТАЛЕВИХ РОЗПЛАВІВ
ВІД НЕМЕТАЛЕВИХ ВКЛЮЧЕНЬ З БІЧНИМ РОЗТАШУВАННЯМ
ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СИСТЕМИ**

E-mail: yulka.ukr@gmail.com

Протягом десятиліть металургійна промисловість покладалася на низку методів для видалення неметалевих включень, які включають флотацію, седиментацію, керамічну фільтрацію, уловлювання бульбашками та перемішування. Для алюмінію, наприклад, існують також методи дегазації та фільтрації рідкого металу. У випадку видалення заліза з алюмінію, традиційні підходи охоплюють гравітаційне розділення, електрошлаковий переплав, фракційну кристалізацію та флюсове рафінування. Хоча тришаровий електроліз вважається однією з найуспішніших технік для видалення заліза з алюмінію, але вона є дорогою.

Однак ці методи часто стикаються з певними обмеженнями. Наприклад, традиційний метод видалення заліза з алюмінію, який передбачає додавання металевих елементів та подальше охолодження для осадження залізовмісного "шламу", є складним для контролю та часто неефективним. Це постійне прагнення до вищої якості металу, як зазначено в вимогах до аерокосмічної та автомобільної промисловості, вказує на те, що існуючі методи не завжди можуть задовольнити