

**ВІДГУК**  
**офіційного опонента на дисертаційну роботу**  
**Іванова Валерія Григорівича**

«Розвиток теоретичних основ впливу технологічних параметрів на структуру і властивості  
виправків із сірих чавунів»,  
яка подана на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук  
за спеціальністю 05.16.04 –“Ливарне виробництво”.

**1. Актуальність теми**

Сплави заліза з вуглецем – це унікальні матеріали. В залежності від вмісту вуглецю, форми, в якій він знаходиться, розмірів його включень, способу виплавки та обробки розплаву, легування, модифікування тощо, можна одержати чавуни з унікальними властивостями або з комплексом унікальних властивостей. В багатьох випадках сплави системи Fe-C ( $Fe_3C$ ) можна кваліфікувати як композиційні матеріали зі спеціальними властивостями. Незважаючи на велику кількість досліджень чавунів питання щодо механізму формування включень графіту різної форми в матриці заліза ще й досі залишаються дискусійними.

Скорочення виробництва ливарних доменних чавунів і заміна їх переробними чавунами та зростання кількості сталевих брухтів в шихті приводить до зниження якості чавунного литва. Для одержання необхідних властивостей таких чавунів використовується легування, модифікування, температурно-часова обробка розплаву, термічна обробка виправків тощо.

Представлена робота спрямована на вирішення актуальної задачі – визначення закономірностей формування структури виправків з чавуну шляхом визначення впливу різних технологічних факторів, наявності домішок, використання модифікаторів, рафінування металу, встановлення ролі субоксидних сполук у зародженні та зростанні графітних включень у виправках з чавуну і формуванні властивостей цих сплавів.

Це дає можливість суттєво розширити області застосування таких литих виробів.

Тому узагальнення закономірностей, прогнозування властивостей і створення наукових і технологічних засад впливу технологічних параметрів на структуру і властивості виправків із сірих чавунів можна вважати актуальною науковою та технологічною задачею.

Результати, що лежать в основі дисертаційної роботи, були отримані в ході досліджень у рамках планів науково-дослідних робіт виконаних на кафедрі машин і

технології ливарного виробництва Національного університету «Запорізька політехніка» у відповідності до держбюджетної тематики № 02612 «Вдосконалення складу сплавів чорних і кольорових металів та технологій ливарних процесів для покращення якості виливків (№ держреєстрації 0115U002569); № 02615 «Дослідження складу сплавів і технологічних параметрів виробництва на якість виливків з чорних і кольорових сплавів»; № 02618 «Вплив технологічних факторів виробництва виливків з чавуну, сталі, кольорових та спеціальних сплавів на фізико-механічні властивості та показники якості» та госпдоговірною роботою № 534040767/1144 «Вдосконалення технології плавки чавуну та виробництва виливниць із середньою стійкістю сімдесят виливків.

## **2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій**

Дисертація Іванова В.Г. складається з вступу, 6 розділів, загальних висновків, списку посилань та додатків.

У вступі дана загальна характеристика роботи, висвітлена її актуальність, наукова новизна, апробація, практична цінність, тощо.

Перший розділ присвячений аналізу сучасного стану теорії та технології виготовлення чавунних виливків, зокрема формування структури і графіту. Проведений аналіз робіт провідних вчених у галузі формування графітної фази. Показано, що керування структурою чавунів залишається актуальним і сьогодні. Автор досить доцільно відмітив як одержані позитивні результати, так і явні недоліки та прогалини в накопиченому матеріалі, що дозволило йому сформулювати мету та задачі дослідження. Вирішення поставлених задач автор обґрунтовано бачить у вивченні умов формоутворення графіту і впливу легувальних елементів і домішок на процеси структуроутворення в чавунах.

Дисертант обґрунтовує своє рішення проблеми шляхом дослідження впливу високотемпературних сполук, які утворюються при взаємодії активних елементів з газовою фазою, та їх впливу на формування графіту в чавуні.

У другому розділі автором наведено широке коло сучасних стандартних методів дослідження, які дали можливість одержати різнобічні дані та надійні і достовірні висновки. Автором застосована статистична обробка результатів експериментів, що підтверджує достовірність наукових результатів. Детально описано шихтові матеріали, що використовувалися, і технології виплавлення чавуну в лабораторних та промислових умовах.

Третій розділ присвячений теорії та практиці утворення графіту в чавуні. Особливу увагу приділено дослідженням механізму впливу кремнію на морфологію графітної фази,

який проявляється в утворенні нижчого оксиду кремнію у газоподібному вигляді. Графіт може утворюватися і зростати на поверхні бульбашок монооксиду кремнію. Автором встановлено, що реакція утворення монооксиду кремнію впливає на морфологію графіту. Він може приймати розеткову, пластинчасту, гіллясту та інші форми, які утворюються при зміні температури, властивостей розплаву і активності реакції утворення монооксиду кремнію.

Аналогічні дослідження проведено з використанням магнію і показано, що і в цьому випадку відбувається утворення не оксиду, а субоксиду магнію. Розглянуто механізм утворення графітних включень, який полягає і дифузії монооксиду вуглецю у бульбашку з утворенням вуглецю і вуглекислого газу. Перший з них відкладається на межі поділу фаз «газ-рідкий метал» і може зростати до заповнення усієї порожнини бульбашки. Різноманіття форм вуглецю визначається повнотою проходження реакції утворення субоксиду.

Четвертий розділ дисертації Іванова В.Г. охоплює комплекс експериментальних досліджень із порівняння графітних включень, що утворюються у чавунах при різних умовах. Автором отримані нові дані про будову графітних включень. Підтверджено, що графіт різної форми та різний за походженням має само подібність і утворення кулястих включень відбувається відповідно до гексагонального графіту. Розглянуто механізм утворення графітних включень різної форми з позицій впливу субоксидів на їх формування.

Автором проведена відповідність між фрактальною розмірністю вкраплень графіту і умовами утворення та зростання включень. Показано, що цей фактор може бути застосований для оцінки технології плавки та лиття виливків.

В п'ятому розділі сконцентровані основні теоретичні та експериментальні результати досліджень впливу технологічних факторів на структуроутворення та властивості чавунів. Особливу увагу приділено впливу вмісту газів на структуроутворення.

Основні досягнення автора у вказаному напрямку наступні:

- визначено що між вмістом газів, зокрема кисню, і формою графітних включень існує зв'язок. Встановлено, що кисень головним чином накопичується у графітній фазі;
- набули подальшого розвитку теоретичні відомості про вплив домішок сірки та кисню на форму графіту;
- підтверджено, що куляста форма графіту в чавунах утворюється при глибокому рафінуванні рідкого металу (плавка у вакуумі), тобто це нормальний стан

графіту, а інші його форми пов'язані з наявністю домішок та інших елементів металу.

Шостий розділ спрямований на техніко-економічну оцінку практичного застосування попередніх розробок. Розроблено та впроваджено технології отримання чавунних виливниць для колісної сталі на ВАТ «Нижньодніпровський трубопрокатний завод», виготовлення заготовок для поршневих кілець і технологічні методи керування структурою чавуну на ТОВ «ТВИНС-СЕРВІС». Це дало змогу одержати значний економічний ефект.

Загальні висновки по дисертації відтворюють одержані автором результати, розкривають наукові та практичні досягнення.

### **3. Достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій**

Достовірність і обґрунтованість одержаних результатів і наукових положень визначається комплексним застосуванням ряду незалежних сучасних експериментальних методів дослідження, серед яких особливе місце займають аналізу та контролю мікроструктури, мікрорентгеноспектральний аналіз, петрографічний та ін., а також позитивним випробуванням і впровадженням одержаних результатів в промисловості. Всі висновки дисертаційної роботи базуються на отриманих автором теоретичних і експериментальних результатах, які між собою співпадають, не суперечать існуючим науковим даним і тому є достовірними.

Наукова достовірність результатів досліджень, висновків та положень, висвітлених у дисертаційній роботі, не викликає сумнівів і забезпечена великим об'ємом досліджень, кваліфікованим підходом до обробки експериментальних даних, коректною оцінкою похибок вимірювань, узгодженістю лабораторних і промислових результатів випробувань.

### **4. Новизна наукових положень, висновків та рекомендацій**

В процесі виконання досліджень, як у лабораторних, так і у промислових умовах, дисертантом отримані результати, аналіз яких дозволяє говорити, що вони відповідають критерію наукової новизни. Новизна наукових положень, які викладені в дисертації та авторефераті, а саме:

- розвиток теоретичних уявлень про вплив субоксидних сполук на форму графіту в чавуні, зв'язок між структурою та кількісними і морфологічними характеристиками структурних складових чавуну;
- встановлена наявність та закономірності утворення субоксидів кремнію та

магнію;

- визначений механізм впливу субоксидів на формоутворення графіту;
- важливість повноти проходження реакції кремнію з монооксидом вуглецю при формоутворенні графіту;
- встановлена залежність розміру та форми графіту у високоміцних чавунах від повноти проходження реакції утворення субоксиду магнію,

висновків та рекомендацій не викликає сумнів.

Отримано нові науково обґрунтовані теоретичні та експериментальні результати, сукупність яких дозволила розробити технології одержання виливків з високими експлуатаційними властивостями.

### **5. Цінність результатів для науки та практики**

Сукупність викладених в дисертації теоретичних положень, результатів експериментальних досліджень та практичної реалізації може бути кваліфікована, як робота, яка розвиває взагалі теорію ливарного виробництва і зокрема теорію чавунного лиття та вирішує проблему керування властивостями виливків з сірих чавунів.

Вважаю важливим підкреслити, що вказана на стор.151 виявлена слаба магнітність деяких агрегатів пластин графіту і самих пластин – факт, що потребує подальшого дослідження. Це пов'язано з тим, що нещодавно був синтезований з аморфного вуглецю так-званий Q-вуглець. На відміну від алмаза, графіту та інших форм вуглецю, Q-вуглець виявився феромагнетиком, таким як магнетит або залізо. При цьому його температура Кюрі склала близько 220 градусів.

Практичні результати роботи В.Г.Іванова мають велике науково-практичне значення, базуються на вагомому науковому результаті, отриманому вперше і визнаному науковою громадськістю.

### **6. Повнота відображення в опублікованих роботах наукових положень, висновків та результатів**

За матеріалами дисертації опубліковано 43 друковані роботи, в тому числі в 1-й монографії зі співавторами, науково-технічних виданнях переліку ВАК та іноземних держав, що входять до міжнародних науко метричних баз – 21 стаття, 21 публікація в матеріалах та тезах конференцій. Вказані публікації відображають основний зміст дисертації, об'єм та характер проведених теоретичних та практичних досліджень.

Структура дисертації логічна і послідовна. Викладені у роботі матеріали досліджень добре проілюстровані.

Основні результати дисертаційної роботи Іванова В.Г. були представлені на багатьох науково-технічних конференціях.

Автореферат дисертації їй відповідає, містить в собі всю необхідну інформацію для її оцінки, включає в себе основні положення, висновки та результати наведені в дисертації. Представлена наукова робота не повторює результатів кандидатської дисертації. Автораферат дисертації містить в собі всю необхідну інформацію для її оцінки.

### **7. Рекомендації по використанню результатів дисертації**

Враховуючи безумовну наукову та практичну значимість дисертації Іванова В.Г. вважаю необхідним рекомендувати його результати до впровадження на підприємствах з виробництвом чавунних виливків, а також в наукових організаціях, які займаються аналогічною проблемою.

### **8. Загальні зауваження по роботі**

Однак, не дивлячись на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи Іванова В.Г., є ряд недоліків, по яких можуть бути сформульовані наступні зауваження:

1. Стор. 34. Те, що кисень і сірка є сильними поверхнево-активними речовинами у сплавах на основі заліза було відомо і раніше.
2. На стор. 7, 124 і надалі використовується термін «вірогідність» замість «ймовірність» або «можливість», це не вірно.
3. Стор. 40. Якщо мікровкраплення графіту є підкладинкою для кристалізації будь-чого, то це гетерогенне зародкоутворення.
4. Стор.41 і стор 133, рис. 3.17. Розрахунок за формулою дає дуже занижені результати. Зазвичай критичний радіус складає декілька сотень чи тисяч нанометрів. Тому цей результат потребує перевірки. Тим паче, що на стор.40 вказано: «Однією з гіпотез... є коагуляція ультрамікроскопічних частинок графіту у зародки...»
5. Стор. 134. Потребує пояснення, чому наведене на рис. 3.18 рентгенівське випромінювання «може свідчити про газову природу» сполуки магнію.
6. Стор. 180-182. На стор 180 вказано, що «...мікрорентгеноспектральний аналіз стінок оболонок виявив наявність вуглецю та кисню». Справа в тому, що

існує область розсіювання, з якої знімається спектр. Це конкретний об'єм, який знаходиться у матриці, і тому дані, наведені на рис. 5.10 і у табл. 5.12 не можуть слугувати одним з доказів формування кулястих вкраплень у газових бульбашках.

7. За текстом на сторінках 49, 50, 51, 61, 80, 124, 134, 151 є невдалі вирази та русизми.

8. Є окремі помилки друку ( стор. 3, 7, 51 тощо).

### 9. Оцінка дисертації в цілому

В цілому дисертація Іванова Валерія Григоровича становить собою самостійний завершений науковий труд, який виконано та оформлено згідно Держстандартів України.

Дисертація є вагомим внеском у розвиток теорії та технології чавунного лиття.

Робота відповідає вказаній спеціальності 05.16.04 – “Ливарне виробництво”.

Відмічені недоліки роботи не мають вирішального значення щодо формулювання наукової новизни. Дисертаційна робота В.Г.Іванова повністю відповідає вимогам п.9, 10 «Порядку присудження наукових ступенів, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. №567, а її автор Іванов Валерій Григорович за наукові і практичні результати, викладені в дисертаційній роботі, заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.16.04 – «Ливарне виробництво»

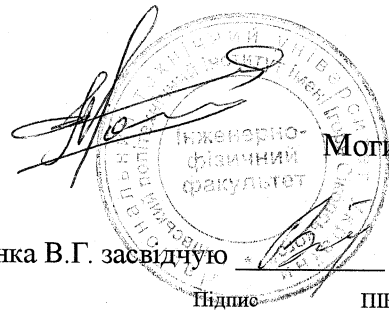
Офіційний опонент

професор кафедри ливарного виробництва

Національного технічного університету  
України «Київський політехнічний інститут»

д.т.н., доцент

Підпис доктора технічних наук, доцента Могилатенка В.Г. засвідчую



Могилатенко В.Г.

Підпис

ПШБ