УДК 669.018:536]:66.091.3 DOI https://doi.org/10.26661/2071-3789-2020-1-08

**Скідін Ігор Едуардович**, старший викладач, Криворізький національний університет ORCID: 0000-0003-3247-473X
**Воденнікова Оксана Сергіївна**, доцент, кандидат технічних наук, Запорізький національний університет. ORCID: 0000-0003-0496-5435
**Воденніков Сергій Анатолійович**, професор, доктор технічних наук, Національний університет «Запорізька політехніка». ORCID: 0000-0002-5563-5244
**Саітгареєв Леван Наільєвич**, доцент, кандидат технічних наук, Криворізький національний університет. ORCID: 0000-0002-6841-3202
**Бабошко Дмитро Юрійович,** старший викладач, кандидат технічних наук, Криворізький національний університет. ORCID: 0000-0003-2332-4721

# ПРО РОЗРАХУНКИ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ ШАРУ ТЕРМІТНОГО СПЛАВУ НА СТАЛЕВІЙ ПІДКЛАДЦІ ЗА СВС-ПРОЦЕСОМ

Розглянуто процес формування шару термітного сплаву на основі системи Fe-Cr-C на сталевій підкладці за допомогою самопоширюваного високотемпературного синтезу. Показано, що попереднє нагрівання шихтових компонентів термітної суміші призводить до збільшення спікливості продукту, знижує продуктивність і здорожує процес синтезу кінцевих СВС-продуктів. В процесі нагрівання термітної суміші з 273 К до 873 К утворюється 67,1% додаткового заліза та 24,5% карбіду хрому, що вводиться від кількості компонентів термітної суміші. При цьому на нагрівання порошку заліза витрачається 2318,44 кДж теплоти, а на нагрівання порошку хрому 3314,93 кДж теплоти (у перерахунку на 1,0 кг суміші). Оптимальний вміст металевого наповнювача у нагрітій до 873 К термітній суміші складає 40%. Показано, що надлишок теплоти, який утворився в процесі алюмотермічних реакцій, можна витратити на розплавлення додаткової кількості порошку заліза.

Ключові слова: біметалеві виливки, самопоширюваний високотемпературний синтез, термітний сплав, структуроутворення

*Постановка проблеми та її зв'язок з науковими чи практичними завданнями.* На сьогодні передумовою одержання нових матеріалів з оптимальними техніко-економічними показниками є розробка технології, заснованої на розумінні та прогнозуванні процесів структуроутворення й формуванні потрібних фізико-механічними та експлуатаційних властивостей виробів з них.

Під час виробництва біметалевих виливків важливим залишається питання впливу різних видів модифікаторів на їх функціональні властивості. Зокрема, використання сумішей ультра- та нанодисперсних порошків різного хімічного складу призводить до підвищення ефективності дії модифікаторів на процес структуроутворення та механічні властивості одержаних біметалевих виливків.

Однією з ефективних технологій одержання біметалевих виливків є застосування самопоширюваного високотемпературного синтезу, суть якого полягає в проходженні прямого синтезу цінних в практичному відношенні сполук в екзотермічних реакціях між певними хімічними елементами [1-4]. Особливу увагу під час СВС процесу приділяють механізму формування структури та утворення продуктів у самопоширюваних термітних реакціях [5-7]. Для одержання щільного СВС-матеріалу з високими фізико-механічними характеристиками необхідно враховувати закономірності горіння реакційної суміші, формування хімічного і фазового складу кінцевого продукту та режим кристалізації сплаву [8].

Вище зазначене спричинює виконання розрахунків процесу формування шару термітного сплаву на сталевій підкладці за СВС-процесом.

©Скідін І.Е., Воденнікова О.С., Воденніков С.А., Саітгареєв Л.Н., Бабошко Д.Ю.

*Аналіз останніх досліджень і публікації.* Сучасні технології із застосуванням самопоширюваного високотемпературного синтезу відрізняються між собою типом хімічних реакцій і процесів, зовнішнім впливом, видом вихідної сировини, структурою шихти, морфологією продуктів і способів їх обробки чи переробки та призначення кінцевої продукції [9].

Серед одних з найбільш використовуваних напрямків реалізації СВС-процесу є нанесення зносостійких захисних покриттів [9-13].

Одержанню на вуглецевих матеріалах захисних хромоалюмотитанових і хромоалюмосиліційованих покриттів в умовах СВС-процесу присвячено роботу [14].

Авторами роботи [15] розглянуто технологію одержання інтерметалідів титанових сплавів на основі самопоширювального високотемпературного синтезу та показано, що розроблені склади СВС-сумішей та технологічні режими СВС-процесу дозволяють створювати інтерметалідні сплави на основі алюмінідів титану.

Дослідженню технології одержання біметалевих виливків методом СВС-процесу присвячено роботи [16, 17].

В роботі [18] розглянуто напрями застосування самопоширювального високотемпературного синтезу та комбінованих (СВС+металотермія) процесів для синтезу литих сплавів – легованих конструкційних і нержавіючих сталей, легованих зносостійких чавунів, твердих сплавів і карбідосталей. Застосування СВС-процесу у комплексі із лазерним поверхневим зміцненням дає змогу вирішити проблему наплавлення високотвердих зміцнених шарів на поверхню сплаву [18, 19].

Застосування самопоширювального високотемпературного синтезу знайшло відображення також в технологічному процесі виготовлення пористих проникних матеріалів [20]. Можливість застосування СВС-процесу сумісно з газотермічним напиленням розгляддають у роботі [21].

*Постановка завдання.* Мета роботи – визначити вплив нагрівання компонентів шихти на процес формування шару термітного сплаву на сталевій підкладці за СВС-процесом.

*Викладення матеріалів та результати.* за лабораторних умов розглядали процес формування шару термітного сплаву на основі системи *Fe-Cr-C* на сталевій підкладці за допомогою самопоширюваного високотемпературного синтезу. Як компоненти шихти використовували сталеву окалину, порошок алюмінію марки ПА-2 (ГОСТ 6058-73), порошок заліза марки ПЖРВ 2.300.28 (ГОСТ 9849-86), порошок хрому марки ПХА (ГОСТ 14-00186482-051-2005) та модифікатор марки МК91А.

Для запобігання втрати заліза в термітному сплаві додавали різні модифікатори, які знижують температуру системи або додаткову кількість заліза в певному масовому співвідношенні, яке за рахунок надлишку теплоти розплавиться та перейде у сплав. Це, в свою чергу, дає змогу зміцнити формування шару термітного сплаву під час СВС-процесу та надати йому певні фізико-механічні властивості.

Слід зазначити, що у термітній суміші враховується наявність двох оксидів заліза $FeO$ та $Fe_2O_3$, алюмотермічні реакції відновлення яких мають вигляд:

$$3FeO + 2Al = 3Fe + Al_2O_3 + Q_1, \; ; \qquad (1)$$

$$Fe_2O_3 + 2Al = 3Fe + Al_2O_3 + Q_2. \; . \qquad (2)$$

Відомо, що попереднє нагрівання шихтових компонентів термітної суміші призводить до збільшення спікливості продукту, знижує продуктивність і здорожує процес синтезу кінцевих СВС-продуктів, але не знижує ймовірність утворення нестехіометричних сполук (продуктів алюмотермічних реакцій за СВС-процесом).

На нагрівання компонентів термітної суміші від стандартних умов (298 К) до температури її кипіння (3134 К) для порошку заліза та хрому витрачають відповідно 2318,44 кДж та 3314,93 кДж теплоти (у перерахунку на 1,0 кг суміші).

Якщо вважати, що всю наведену теплоту витрачають тільки на випаровування заліза, якого в продуктах реакції міститься 52,28 %, то в перерахунку на 1,0 кг заліза, з урахуванням нагрівання суміші до температури 473 К, кількість теплоти становить 1069,39 кДж/кг.

Отримані розрахункові данні сумарної кількості додаткового порошку заліза та карбіду хрому від кількості компонентів термітної суміші, що вводять у термітний сплав під час нагрівання до температури 873 К наведено у табл. 1 та на рис. 1.

Враховуючи різні термохімічні параметри вихідних додаткових матеріалів, теоретично можлива кількість порошку заліза та карбіду хрому становить 19,3 г та 7,1 г на 100 г вихідної екзотермічної суміші відповідно. Під час змінювання співвідношення додаткових вихідних матеріалів їх сумарна кількість змінюється від 7,1% до 19,3%. За результатами розрахунків, без врахування витрат металу під час екзотермічної реакції формування шару термітного сплаву, концентрація порошків карбіду хрому в термітній суміші може бути не більше ніж 13,5%.

Так, нагрівання термітної суміші до температури 873 К дає змогу отримати теоретичне значення вмісту карбіду хрому в сплаві ≤ 24,5%. Проте слід зауважити, що при цьому не представляється можливим внесення порошку заліза. Маса сформованого шару термітного сплаву складає 65,1 г за значенням вихідної маси екзотермічної суміші 100 г.

Таблиця 1 – Розрахункові данні кількості додаткового заліза та карбіду хрому в термітному сплаві

| Температура нагрівання, К | Надлишок теплоти, кДж/кг | Кількість одержаного заліза від алюмотермічної реакції, % | Кількість додатково-го заліза від маси термітної суміші, % | Кількість додаткового карбіду хрому від маси суміші, % | Додано додатково-го заліза від маси заліза реакції, % | Додано додаткового карбіду хрому від маси заліза реакції, % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 298 | 448 | 52,28 | 19,3 | 7,1 | 36,9 | 13,5 |
| 473 | 559 | | 24,4 | 8,8 | 46,0 | 16,9 |
| 673 | 686 | | 29,6 | 10,8 | 56,6 | 20,7 |
| 873 | 813 | | 35,1 | 12,8 | 67,1 | 24,5 |

Зменшення кількості карбіду хрому, що додається у додатковому матеріалі із-за різниці в значеннях термохімічних параметрів матеріалів, дозволяє збільшити масу екзотермічного сплаву: на 10% кількості карбіду хрому можливо збільшити масу екзотермічного сплаву на 1,22%.

Після проведення термодинамічних розрахунків були проведені лабораторні дослідження процесу формування шару термітного сплаву на основі системи Fe-Cr-C на сталевій підкладці самопоширюваним високотемпературним синтезом. Було визначено оптимальний вміст металевого наповнювача у нагрітій до 873 К термітній суміші, який склав 40%. Температура термітного сплаву складала в середньому 2574 К.

Виконані додаткові металографічні дослідження зразків термітної шихти на основі хрому (рис. 2) показали на утворення неметалевих включень у вигляді корунду, які створюють ефект інокулюючого модифікування термітного сплаву та сприяють утворенню карбідів хрому.

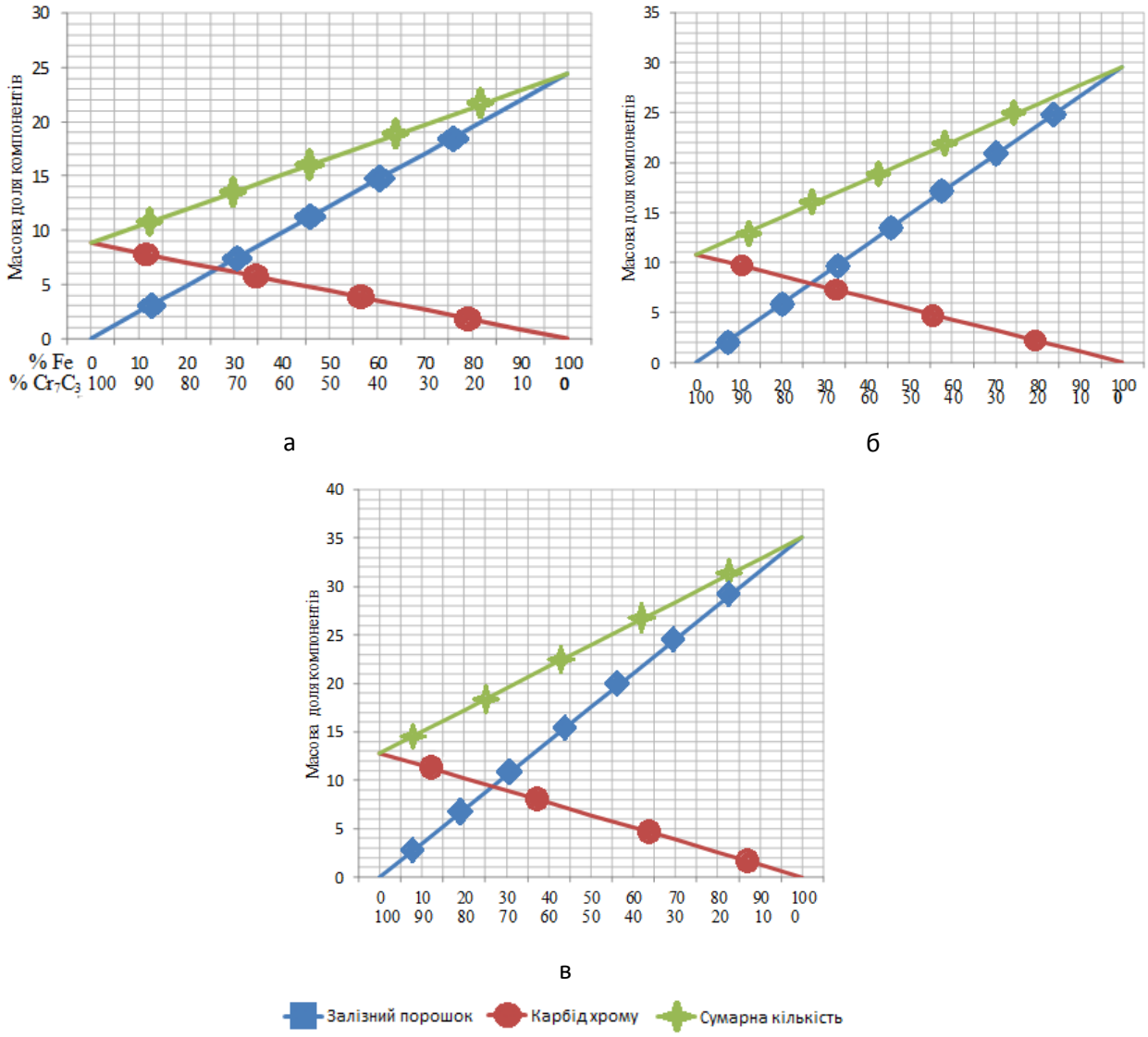


Рисунок 1 – Залежність сумарної кількості додаткового порошку заліза та карбіду хрому від кількості компонентів термітної суміші, що вводять, до термітного сплаву за температури 473 К (а), 673 К (б) та 873 К (в)

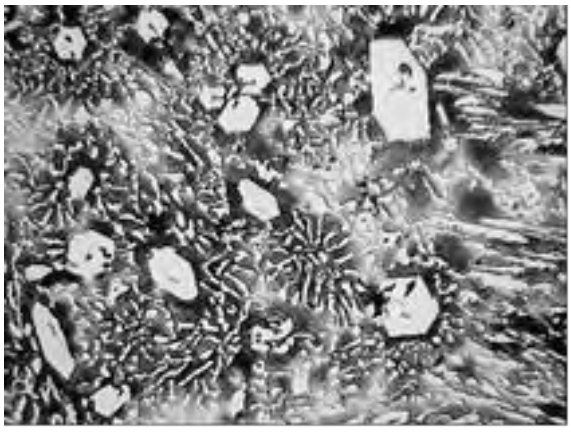

Рисунок 2 – Мікроструктура формування шару термітного сплаву на основі хрому на сталевій підкладці самопоширюваним високотемпературним синтезом

*Висновки*. Під час формування шару термітного сплаву на основі системи *Fe-Cr-C* на сталевій підкладці з використанням самопоширюваного високотемпературного синтезу попереднє нагрівання шихтових компонентів термітної суміші призводить до збільшення спікливості продукту, зниженню продуктивності та здороженню процесу синтезу кінцевих СВС-продуктів. Визначено, що в процесі нагрівання термітної суміші з 273 К до 873 К утворюється 67,1% додаткового заліза та 24,5% карбіду хрому, що вводять від кількості компонентів термітної суміші, при цьому на нагрівання порошку заліза у перерахунку на 1,0 кг суміші витрачають 2318,44 кДж теплоти, а на нагрівання порошку хрому 3314,93 кДж теплоти. Надлишок теплоти, що утворюється від алюмотермічних реакцій, можна витратити на розплавлення додаткової кількості порошку заліза. Металографічні дослідження процесу формування шару термітного сплаву на основі хрому на поверхні сталевої підкладки за допомогою СВС-процесу свідчать про утворення дрібних включень корунду (продуктів екзотермічної реакції оксиду заліза з алюмінієм), які створюють ефект інокулюючого модифікування термітного сплаву та сприяють утворенню карбідів хрому.

## Бібліографічний перелік

1. Мержанов А. Г., Мукасьян А. С. Твердопламенное горение. Москва: Торус Пресс. 2007. 336 с.
2. Коидзуми М. Химия синтеза сжиганием. Москва: Мир. 1998. 247 с.
3. Мержанов А. Г. Концепция развития СВС как области научно-технического прогресса. Черноголовка: Территория. 2003. 367 с.
4. Кузнецов М. В., Мороз Ю. Г. Огненные технологии или СВС. *Химия и жизнь*. 2004. № 1. С. 16-19.
5. Orru’ R., Simoncini B., Carta D., Cao G. On the mechanism of structure and product formation in self-propagating ther mite reactions. *International Journal of Self-Propagating High-Temperature Synthesis*. 1997. Vol. 6. P. 15-27.
6. Orru’ R., Simoncini B., Virdis P.F., Cao G. Self-propagating thermite reactions: effect of alumina and silica in the starting mixture on the structure of the final products. *Metallurgical Science & Technology*. 1997. Vol. 15. No. 1. P. 31-38.
7. Orru’ R., Simoncini B., Virdis P.F., Cao G. Mechanism of structure formation in self-propagating thermite reactions: the case of alumina as diluent. *Chemical Engineering Communication*. 1998. Vol. 163. P. 23-36.
8. Евтушенко А.Т. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез инструментальной стали. *Известия Томского политехнического института*. 2008. Т. 313. № 3. С. 100-104.
9. Луцак Д. Л., Криль Я. А., Пилипченко О. В. Застосування самопоширюваного високотемпературного синтезу в технологіях нанесення зносостійких покриттів. *Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ*. 2015. № 2. С. 43-50.
10. Ситников А. А., Яковлев В. И., Татаркин М. Е. Новые порошковые материалы из СВС-композитов для электродуговой наплавки износостойких покрытий. *Инновации в машиностроении*: Материалы 1-й международной научно-практической конференции. Бийск: Изд-во АлтГТУ, 2010. С. 191-193.
11. Середа Б. П., Чернета О. Г., Середа Д. Б. Математическое моделирование получения износостойких покрытий с использованием технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза. *Перспективні технології та прилади*. 2016. Вип. 8. С. 94-102.
12. Санин В. Н., Андреев Д. Е., Юхвид В. И. СВС-металлургия труб с износостойким защитным покрытием с использованием техногенных отходов металлургических производств. *Известия вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия*. 2011. № 2. С. 37-43.
13. Юхвид В. И. Создание защитных покрытий методами СВС-металлургии. *Наука производству*. 1998. № 8. С. 52-56.
14. Середа Б. П., Белоконь Ю. А., Середа Д. Б., Кругляк И. В. Получение хромоалитированных покрытий на углеродистых материалах в условиях самораспространяющегося высоко температурного синтеза. *Строительство, материаловедение, машиностроение.* Серия: Стародубовские чтения. 2015. Вып. 80. С. 296-301.

15. Белоконь Ю. А., Павленко Д. В., Пахолка С. Н. Получение интерметаллидных титановых сплавов для деталей компрессора газотурбинных двигателей на основе метода самораспространяющегося высокоскоростного синтеза. *Вестник двигателестроения*. 2016. № 1. С. 72-80.
16. Скідін І. Е., Саітгареєв Л. Н., Ткач В. В. Дослідження впливу металевого наповнювача термітної шихти на якісні показники сплаву, наплавленого методом СВС. *Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні*. 2017. № 2. С. 66-70.
17. Скідін І. Е., Жбанова О. М. Дослідження показників змін температур при наплавленні методом СВС. *Литво. Металургія-2017*: Матеріали XIII Міжнарод. наук.-практ. конф. (23-25 травня 2017 р., м. Запоріжжя). Запоріжжя : АА Тандем, 2017. С. 217-219.
18. Жигуц Ю. Ю. Матеріали, синтезовані металотермією і СВС-процесами. *Вісник Сумського державного університету*. Серія Технічні науки. 2005. № 12(84). С. 164-171.
19. Жигуц Ю. Ю., Похмурський В. І., Скиба Ю. Ю., Легета Я. П. Матеріали, синтезовані металотермією і СВС-процесами. *Науковий Вісник Ужгородського університету*. Серія Фізика. 2014. Випуск 16. С. 93-103.
20. Гулієва Н. М. Технологічний процес виготовлення пористих проникних матеріалів. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль у машинобудуванні та приладобудуванні*. 2015. № 822. С. 78-85.
21. Кухтов В. Г., Лузан С. А, Сидоренко И. В. О возможностях применения СВС-процессов совместно с газотермическим напылением. *Вісник ХНТУСГ. Механізація сільськогосподарського виробництва.* 2006. Вип. 44. Т. 2. С. 42-46.

## References

1. Merzhanov A. G., Mukas'jan A. S. Tverdoplamennoe gorenie. Moskva: Torus Press, 2007. 336 p.
2. Koidzumi M. Himija sinteza szhiganiem. Moskva: Mir, 1998. 247 p.
3. Merzhanov A. G. Koncepcija razvitija SVS kak oblasti nauchno-tehnicheskogo progressa. Chernogolovka: Territorija, 2003. 367 p.
4. Kuznecov M. V., Moroz Ju. G. Ognennye tehnologii ili SVS. *Himija i zhizn'*. 2004. no. 1. pp. 16-19.
5. Orru' R., Simoncini B., Carta D., Cao G. On the mechanism of structure and product formation in self-propagating thermite reactions. *International Journal of Self-Propagating High-Temperature Synthesis*. 1997. vol. 6. pp. 15-27.
6. Orru' R., Simoncini B., Virdis P.F., Cao G. Self-propagating thermite reactions: effect of alumina and silica in the starting mixture on the structure of the final products. *Metallurgical Science & Technology*. 1997. vol. 15. no. 1. pp. 31-38.
7. Orru' R., Simoncini B., Virdis P.F., Cao G. Mechanism of structure formation in self-propagating thermite reactions: the case of alumina as diluent. *Chemical Engineering Communication*. 1998. vol. 163. pp. 23-36.
8. Evtushenko A. T. Samorasprostranjajushhijsja vysokotemperaturnyj sintez instrumental'noj stali. *Izvestija Tomskogo politehnicheskogo instituta*. 2008. t. 313. no. 3. pp. 100-104.
9. Lucak D. L., Kril' Ja. A., Pilipchenko O. V. Zastosuvannja samoposhirjuvanogo visokotemperaturnogo sintezu v tehnologijah nanesennja znosostijkih pokrittiv. *Rozvidka ta rozrobka naftovih i gazovih rodovishh*. 2015. no. 2. pp. 43-50.
10. Sitnikov A. A., Jakovlev V. I., Tatarkin M. E. Novye poroshkovye materialy iz SVS-kompozitov dlja jelektrodugovoj naplavki iznosostojkih pokrytij. *Innovacii v mashinostroenii*: materialy 1-j mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Bijsk: AltGTU Publ., 2010. pp. 191-193.
11. Sereda B. P., Cherneta O. G., Sereda D. B. Matematicheskoe modelirovanie poluchenija iznosostojkih pokrytij s ispol'zovaniem tehnologii samorasprostranjajushhegosja vysokotemperaturnogo sinteza. *Perspektivni tehnologii ta priladi*. 2016. vol. 8. pp. 94-102.
12. Sanin V. N., Andreev D. E., Juhvid V. I. SVS-metallurgija trub s iznosostojkim zashhitnym pokrytiem s ispol'zovaniem tehnogennyh othodov metallurgicheskih proizvodstv. *Izvestija vuzov. Poroshkovaja metallurgija i funkcional'nye pokrytija*. 2011. no. 2. pp. 37-43.
13. Juhvid V. I. Sozdanie zashhitnyh pokrytij metodami SVS-metallurgii. *Nauka proizvodstvu*. 1998. no. 8. pp. 52-56.

14. Sereda B. P., Belokon' Yu. A., Sereda D. B., Krugljak I. V. Poluchenie hromoalitirovannyh pokrytij na uglerodistyh materialah v uslovijah samorasprostranjajushhegosja visokotemperaturnogo sinteza. *Stroitel'stvo, materialovedenie, mashinostroenie*. Ser.: Starodubovskie chtenija. 2015. vol. 80. pp. 296-301.
15. Belokon' Yu. A., Pavlenko D. V., Paholka S. N. Poluchenie intermetallidnyh titanovyh splavov dlja detalej kompressora gazoturbinnyh dvigatelej na osnove metoda samorasprostranjajushhegosja vysokoskorostnogo sinteza. *Vestnik dvigatelestroenija*. 2016. no. 1. pp. 72-80.
16. Skidin I. E., Saithareev L. N., Tkach V. V.,Kalinin F. T., Zhbanova E. N. Doslidzhennya vplyvu metalevoho napovnyuvacha termitnoyi shykhty na yakisni pokaznyky splavu, naplavlenoho metodom SVS. *Novi materialy i tekhnolohiyi v metalurhiyi ta mashynobuduvanni*. 2017. no. 2. pp. 66-70.
17. Skidin I. E., Zhbanova O. M. Doslidzhennya pokaznykiv zmin temperatur pry naplavlenni metodom SVS. *Lytvo. Metalurhiya-2017*: materialy XIII Mizhnarod. nauk.-prakt. conf. (Zaporizhzhya, 23-25 travnya 2017). Zaporizhzhya: AA Tandem, 2017. pp. 217-219.
18. Zhyhuts Yu. Yu. Materialy, syntezovani metalotermiyeyu i SVS-protsesamy. *Visnyk Sums'koho derzhavnoho universytetu*. Ser. Tekhnichni nauky. 2005. no. 12(84). pp. 164-171.
19. Zhyhuts Yu. Yu., Pokhmurs'kyy V. I., Skyba Yu. Yu., Leheta Ya. P. Materialy, syntezovani metalotermiyeyu i SVS-protsesamy. *Naukovyy Visnyk Uzhhorods'koho universytetu*. Ser. Fizyka. 2014. vol. 16. pp. 93-103.
20. Huliyeva N. M. Tekhnolohichnyy protses vyhotovlennya porystykh pronyknykh materialiv. *Visnyk Natsional'noho universytetu «L'vivs'ka politekhnika». Optymizatsiya vyrobnychykh protsesiv i tekhnichnyy kontrol' u mashynobuduvanni ta pryladobuduvanni*. 2015. no. 822. pp. 78-85.
21. Kuhtov V. G., Luzan S. A, Sidorenko I. V. O vozmozhnostjah primenenija SVS-processov sovmestno s gazotermicheskim napyleniem. *Visnik HNTUSG. Mehanizacija sil's'kogospodars'kogo virobnictva*. Kharkiv: HNTUSG, 2006. t. 2. vol. 44. pp. 42-46.

**Skidin Ihor**, senior lecturer, Kryvyi Rih National University.
**Vodennikova Oksana**, associate professor, candidate of technical sciences, Zaporozhe national university.
**Vodennikov Sergii,** professor, doctor of technical sciences, Zaporozhe polytechnic national university.
**Saithareiev Levan,** associate professor, candidate of technical sciences, Kryvyi Rih National University.
**Baboshko Dmytro**, senior lecturer, candidate of technical sciences, Kryvyi Rih National University.

## CALCULATION OF THE FORMATION PROCESS OF TERMITIC ALLOY LAYER ON A STEEL SUBSTRATE DURING SHS PROCESS

The most perspective directions of realization of process of self - propagating high - temperature synthesis (SHS) are considered. It is shown that in the SHS process special attention is paid to the mechanism of structure formation and product formation in self-propagating thermite reactions. In order to obtain dense SHS material with high functional characteristics, it is necessary to take into account the patterns of combustion of the reaction mixture, the formation of chemical and phase compositions of the final product and the mode of crystallization of the alloy. In the laboratory, the process of formation of thermite alloy layer based on the Fe-Cr-C system on a steel substrate using self-propagating high-temperature synthesis is considered. It is shown that preheating of the charge components of the thermite mixture leads to an increase in the hotness of the product, reduces productivity and increases the cost of synthesis of the final SHS products, but does not reduce the likelihood of nonstoichiometric compounds. Calculations show that the concentration of chromium carbide powders in the charge to form a layer of thermite alloy can't be more than 13.5%. In the process of heating the termite mixture from 273 K to 873 K, 67.1% of additional iron and 24.5% of chromium carbide are formed, which is introduced from the number of components of the termite mixture. 2318.44 kJ of heat is used to heat the iron powder, and 3314.93 kJ of heat is used to heat the chromium powder per 1 kg of mixture. The optimal content of metal filler in the thermite mixture heated to 873 K is 40%. It is shown that the excess heat generated during

aluminothermic reactions can be spent on melting an additional amount of iron powder. Metallographic studies of samples of the formed layer of thermite alloy from chromium-based charge showed the formation of small inclusions of corundum. These are the products of the exothermic reaction of iron oxide with aluminum, which create the effect of inoculating modification of thermite alloy and promote the formation of chromium carbides.

Стаття надійшла: 02.11.2020 р.