

їх не можна використовувати. Тому важливою задачею є визначення впливу макроармувальної фази на процес спікання пінополістиролових моделей автоклавним способом.

Розміщення арматури в прес-формі за рахунок виступаючих частин має забезпечити необхідне положення арматури в моделі, а надалі й у виливку. Оскільки спікання пінополістиролової моделі відбувається під впливом водяної пари, а охолодження прес-форми в воді, то з метою попередження іржавіння армувальні елементи зі сталі необхідно використовувати з захисним покриттям.

Для дослідження впливу макроармувальної фази на процес спікання моделей використовували полістирол марки D833, який попередньо спінювали до щільності  $29 \text{ кг/м}^3$ . Моделі виготовляли в алюмінієвих прес-формах шляхом спікання в автоклаві ГК-100 при тиску пари в камері  $0,16 \text{ МПа}$ . Армувальні елементи виготовляли з оцинкованого сталевого дроту та сітки товщиною  $2,0, 1,2, 0,9$  і  $0,8 \text{ мм}$ .

В якості контрольних дослідів спочатку виготовляли моделі без арматури та фіксували час їх спікання. Так тривалість спікання моделі з товщиною стінки  $5 \text{ мм}$  без арматури виявилася більшою, ніж моделі з товщиною стінки  $8 \text{ мм}$ , що пояснюється тим, що прес-форма першої моделі мала товщі стінки, ніж прес-форма другої. Тривалість спікання моделей з арматурою визначали дослідним шляхом. Результати дослідів показали, що зі збільшенням діаметру арматури тривалість спікання моделі збільшується. При цьому час спікання моделі зі стінкою  $5 \text{ мм}$  з арматурою  $0,9 \text{ мм}$  збільшився на  $15 \text{ с}$  від контрольного дослідів, а з арматурою  $2 \text{ мм}$  – на  $30 \text{ с}$ . Для другої моделі зі стінкою  $8 \text{ мм}$  арматура  $0,9 \text{ мм}$  привела до збільшення часу спікання на  $30 \text{ с}$ , а арматура  $2 \text{ мм}$  – на  $60 \text{ с}$ .

Збільшення маси арматури, та як наслідок об'ємної долі арматури в моделі, призводило до збільшення часу спікання моделей. Очевидно, що зі збільшенням маси арматури збільшується кількість тепла, необхідного для нагрівання гранул полістиролу й арматури до температури спікання. Оскільки теплопровідність полістиролу є низькою, то наявність додаткової теплоти, у вигляді арматури, уповільнює процес спікання.

Висновок: Збільшення товщини та маси арматури уповільнює процес спікання моделей за рахунок збільшення теплоємності прес-форми, що призводить до зростання часу спікання моделей з макроармувальною фазою.

#### Література:

1. Калюжний П.Б., Слюсарев В.А., Калашник Д.О. Армуння виливків за технологією лиття за моделями, що газифікуються / Металознавство та обробка металів. – 2017. – №4. – С. 48-53.
2. Шинский О.И., Киореан. Х., Шинский И.О. Исследование термовременных параметров получения изделий из пенополистирола для литья по газифицируемым моделям / Процессы литья. – 1996. – №2. – С. 82-90.

**Смірнова Я.О., Гурія І.М., Солодкий Є.В., Лобода П.І.**

*(КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ)*

### **ВПЛИВ ШОРСТКОСТІ ПОВЕРХНІ ТИТАНОВОГО КОМПОЗИТУ НА ЙОГО ВЗАЄМОДІЮ З РОЗПЛАВОМ АЛЮМІНІЮ**

E-mail: decan@iff.kpi.ua; gurya@ukr.net; yana.luschay@gmail.com

Гомогенні матеріали, одержані відомими методами обробки (литтям, спіканням тощо) майже досягли своєї максимальної ефективності, тому актуальним є створення сучасних композиційних матеріалів, гетерогенна структура яких може значно підвищити фізико-механічні та експлуатаційні характеристики і забезпечити стабільну роботу виробів в екстремальних умовах.

У роботі досліджувався вплив шорсткості на товщину утвореного інтерметалевого перехідного шару між титановим композитом та розплавом алюмінію.

Попереднім експериментом [1] було встановлено, що титан, армований боридом титану, має достатню сумісність з розплавом алюмінію, і може використовуватись як армувальний елемент для виготовлення алюміній-матричних композиційних матеріалів.

У якості вихідних матеріалів використовували алюміній, чистотою 98,6% та 3 пластини титану розмірами  $20 \times 13 \times 3$  мм, армованого волокнами бориду титану діаметром 1...2 мкм та довжиною 100...500 мкм. Вміст волокон бориду титану складав 11 об'ємних %. Пластини було отримано методом електронно-променевого переплавлення з наступною прокаткою, а їх поверхні були оброблені шліфувальним папером з розміром зерна 250...315 мкм, 63...80 мкм та 3...5 мкм.

Температура розплаву складала 730...750 °С, час витримки пластин у ньому – 30 хвилин.

Методом металографічного аналізу було встановлено, що при шліфуванні поверхонь папером з розміром зерна 250...315 мкм (рис. 1, а) та 63...80 мкм (рис. 1, б) товщина перехідного шару між алюмінієм та титановим композитом значно не змінюється. В обох випадках можна спостерігати утворення рівномірного інтерметалевого шару товщиною до 5 мкм. Натомість, при обробленні поверхні папером з розміром зерна 3...5 мкм (рис. 1, в) спостерігається збільшення перехідного інтерметалевого шару до 60 мкм та відсутність зони рівномірно армованого алюмінію.

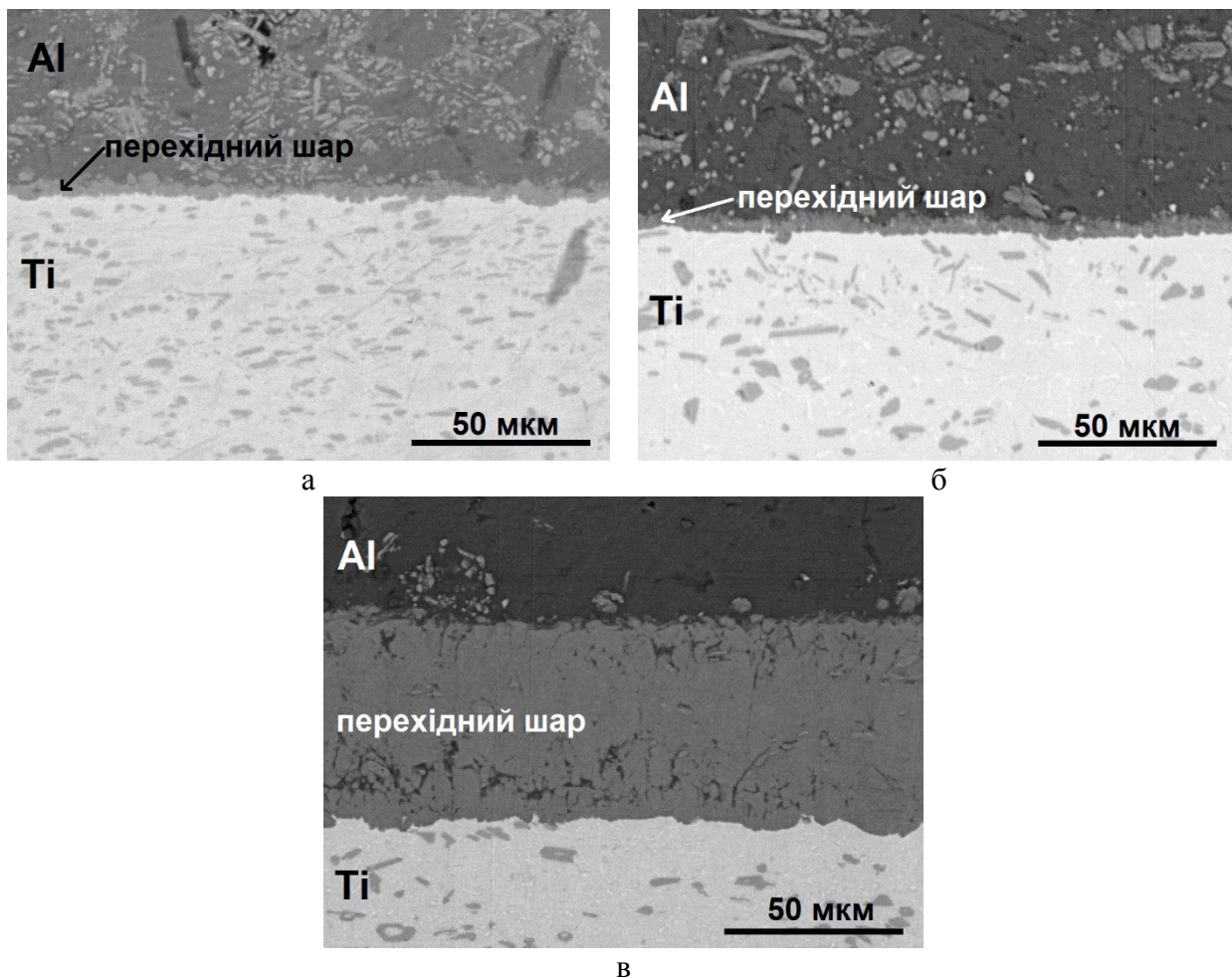


Рис. 1. Мікроструктура перехідного шару, утвореного при взаємодії розплаву алюмінію та титанового композиту, поверхні якого були відшліфовані шліфувальним папером з розміром зерна 250...315 мкм (а), 63...80 мкм (б) та 3...5 мкм (в)

Отже, шляхом зміни шорсткості поверхні можна регулювати товщину перехідного інтерметалевого шару, утворюваного між розплавом алюмінію та титаном, армованим боридом титану.

Література:

1. Особливості взаємодії титану, армованого волокнами монобориду титану, з розплавом алюмінію / Смірнова Я.О., Гурія І.М., Солодкий Є.В., Лобода П.І. // IX Міжнародна науково-технічна конференція Нові матеріали і технології в машинобудуванні-2017: матеріали науково-технічної конференції, 30...31 травня 2017 р., м. Київ / загальна редакція Р.В. Лютий, І.М. Гурія. – Київ: НТУУ «КПІ», 2017. – С 168-169.

**Соколовская Л. А., Шинский О.И., Мамишев В.А.**

**(ФТИМС НАН Украины, г. Киев)**

## **О ВЛИЯНИИ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ТЕПЛОТВОДА ОТ ЗАТВЕРДЕВАЮЩИХ СЛИТКОВ И ОТЛИВОК**

E-mail: sokolovlola@gmail.com

В машиностроении и металлургии требуется улучшать качество отливок и слитков. Чтобы при кристаллизации стали, чугуна или другого сплава в теле литых заготовок не возникали дефекты литой структуры, необходимо управлять температурными полями в отливке и форме, слитке и изложнице.

На температуру рабочих поверхностей чугунных изложниц и песчаных форм влияют теплоизоляционные и противопопригарные покрытия. Так как низкотеплопроводные защитные покрытия создают тепловой барьер между затвердевающей заготовкой и формой, то интенсивность теплоотвода в зоне контакта слитка с изложницей и отливки с формой резко снижается.

Чтобы устранить приварку слитка [1] к чугунной изложнице в месте ее разогрева до предсолидусных температур и предотвратить появление пригара на поверхности отливки [2], затвердевающей в песчаной форме, необходимо изменять толщину  $\delta_{кр}$  и теплопроводность  $\lambda_{кр}$  защитного покрытия.

Для расчетной оценки эффективного коэффициента теплопередачи  $\alpha_{эф}$  от затвердевающих слитков и отливок к стенкам изложниц и форм или от жидкого металла к расплавляющимся литым гранулам с окисной пленкой на их поверхности можно воспользоваться полученными в [3] формулами.

Необходимо выяснить, как влияет тепловое сопротивление огнеупорной краски на внутренней поверхности формы или теплоизоляционной смазки на рабочей поверхности изложницы на теплообмен в зоне контакта отливки с формой и слитка с изложницей или литых гранул с расплавом. Эти формулы полезны для исследования теплообмена через слой огнеупорной краски при затвердевании шарообразных (ш), цилиндрических (ц) и плоских (п) отливок и слитков, соответственно, в песчаной форме и в чугунной изложнице или при плавлении гранул в расплаве, если записать их в следующем виде:

$$\alpha_{эф} = \frac{\alpha_o}{1 + \alpha_o \frac{\delta_{кр}}{\lambda_{кр}} \frac{R_{ш}}{R_{ш} + \delta_{кр}}} \quad (1a); \quad \alpha_{эф} = \frac{\alpha_o}{1 + \alpha_o \frac{R_{ц}}{\lambda_{кр}} \ln \frac{R_{ц} + \delta_{кр}}{R_{ц}}} \quad (1б); \quad \alpha_{эф} = \frac{\alpha_o}{1 + \alpha_o \frac{\delta_{кр}}{\lambda_{кр}}} \quad (1в),$$

где:  $\lambda_{кр}$  – теплопроводность краски или окисной пленки, Вт/м К;  $\delta_{кр}$  – толщина слоя краски или окисной пленки, м; R – радиус (полутолщина) слитка, отливки или литых гранул, м;  $\alpha_o$  – коэффициент теплопередачи от расплава к изложнице, форме или к гранулам при отсутствии краски или окисной пленки, Дж/м<sup>2</sup> с К.