

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ „КПІ”**

**ІНЖЕНЕРНО-ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**



**НОВІ МАТЕРІАЛИ І ТЕХНОЛОГІЇ  
В МАШИНОБУДУВАННІ**

**МАТЕРІАЛИ**

**VIII Міжнародної науково-технічної конференції**

Україна, Київ

2016

<i>Кисла Г.П., Сисоєв М.О., Білодід Д.М., Лобода П.І. (НТУУ «КПІ», м. Київ) СПЛАВИ СИСТЕМИ <math>ZrO_2 - ZrV_2</math>.....</i>	<i>69</i>
<i>Клеков А.О., Степанчук А.М., Смик В.М., Шум Л.В. (НТУУ «КПІ», м. Київ) ЗАКОНОМІРНОСТІ УЩІЛЬНЕННЯ ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ КОМПОЗИЦІЙ <math>Fe - Al</math>.....</i>	<i>70</i>
<i>Клименко В.А., Шейко О.І., Левіцька Т.О. (НТУУ «КПІ», м. Київ) МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОРИСТОСТІ, ЩІЛЬНОСТІ ТА ГАЗОПРОНИКНОСТІ ФОРМУВАЛЬНИХ СУМІШЕЙ З НАПОВНЮВАЧЕМ З ДВОХ ФРАКЦІЙ.....</i>	<i>71</i>
<i>Клименко В.А., Шейко О.І., Левіцька Т.О. (НТУУ «КПІ», м. Київ) ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОСТОРОВОЇ СТРУКТУРИ ДВОКОМПОНЕНТНОГО НАПОВНЮВАЧА У СКЛАДІ УЩІЛЬНЕНОЇ ФОРМУВАЛЬНОЇ СУМІШІ.....</i>	<i>73</i>
<i>Клименко С.И., Маляр В.А. (ФТИМС НАН України, г. Киев) ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ ЛИТЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ АРМИРОВАННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ЛИТЬЕ ПО ГАЗИФИЦИРУЕМЫМ МОДЕЛЯМ, НАПОЛНЕННЫМ ГРАФИТОВОЙ ФАЗОЙ.....</i>	<i>75</i>
<i>Кобзева А.І., Чубін К.І., Сторожженко Т.І. (ДДТУ, м. Дніпродзержинськ) УДОСКОНАЛЕННЯ ОБРОБКИ РОЗПЛАВУ ЧАВУНУ МАГНІЄМ З МЕТОЮ ОТРИМАННЯ ВИЛИВКІВ ПІДВИЩЕНОЇ ЯКОСТІ.....</i>	<i>76</i>
<i>Кобилінський Ю.В., Болбут В.В., Богомол Ю.І., Лобода П.І. (НТУУ «КПІ», м. Київ) ВПЛИВ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА НА ВНУТРІШНІ НАПРУЖЕННЯ В СПРЯМОВАНО ЗАКРИСТАЛІЗОВАНОМУ ЕВТЕКТИЧНОМУ СПЛАВІ <math>V_4C-TiV_2</math>.....</i>	<i>77</i>
<i>Ковальчук О.Г., Ямшинський М.М., Федоров Г.Є. (НТУУ «КПІ», м. Київ) ПОВЕРХНЕВЕ ЛЕГУВАННЯ СТАЛЕВИХ ВИЛИВКІВ.....</i>	<i>78</i>
<i>Косинская А.В., Затумовский А.С., Костенко А.Д., Набока Е.А. (ФТИМС НАН України, г. Киев) СТРУКТУРА БИНАРНЫХ СПЛАВОВ <math>Al-Cr</math> И ИХ ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ.....</i>	<i>79</i>
<i>Костик Е.А., Костик В.О., Аль-Рекаби Дафер В. (НТУ «ХПИ», г. Харьков) МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГАЗОВОГО АЗОТИРОВАНИЯ.....</i>	<i>80</i>
<i>Костик Е.А., Костик В.О., Моханад Музахем Кхалаф (НТУ «ХПИ», г. Харьков) МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИОННО-ПЛАЗМЕННОГО АЗОТИРОВАНИЯ.....</i>	<i>81</i>
<i>Кочешков А.С., Тошева О.Ю. (НТУУ «КПІ», м. Київ) ЛИВАРНІ СУМІШІ З КОМБІНОВАНИМ НАПОВНЮВАЧЕМ ДЛЯ ЛИТТЯ ТОЧНОЇ ЗАГОТОВКИ У ФОРМИ-МОНОЛІТИ.....</i>	<i>82</i>
<i>Кравченко В.П., Кравченко Е.В. (ФТИМС НАН України; МНУЦИТС НАН и МОН України, г. Киев) ИНДУКТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ПРОЦЕССА ОХЛАЖДЕНИЯ ОТЛИВКИ.....</i>	<i>83</i>
<i>Кулініч А.А., Горєлкін Д.М., Захарова А.С., Тищенко Н.В., Онопрієнко О.О., Ясир Д.В. (НТУУ «КПІ», м. Київ) ВПЛИВ КОМПЛЕКСНОГО МІКРОЛЕГУВАННЯ ТИТАНОМ І ВУГЛЕЦЕМ НА МІКРОСТРУКТУРУ СПЛАВУ <math>B95</math>.....</i>	<i>84</i>
<i>Кулініч А.А., Христенко В.В., Тищенко Н.В., Чепурний П.В. (НТУУ «КПІ», м. Київ) ВПЛИВ ПЕРЕМІШУВАННЯ РОЗПЛАВУ НА РОЗМІР ЗЕРНА ЛИВАРНИХ СПЛАВІВ СИСТЕМИ <math>Al - Mg</math>.....</i>	<i>85</i>
<i>Лоскутова Т.В., Хижняк В.Г., Дудка О.І., Погребова І.С., Бобіна М.М., Дезула А.І. (НТУУ «КПІ», м. Київ) ЖАРОСТІЙКІСТЬ ПОКРИТТІВ НА ОСНОВІ КАРБІДУ ТИТАНУ.....</i>	<i>87</i>
<i>Лук'яненко О.Г., Труш В.С. (ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАН України, м. Львів) ВПЛИВ ПАРЦІАЛЬНОГО ТИСКУ КИСНЮ НА ПРИПОВЕРХНЕВИЙ ШАР СПЛАВІВ <math>VT1-0</math> ТА <math>Zr-1\%Nb</math> ЗА ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ.....</i>	<i>88</i>
<i>Лысенко Т.В., Шинский О.И., Солоненко Л.И., Васильев Д.С. (ОНПУ, г. Одесса) ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ФОРМ.....</i>	<i>89</i>
<i>Лютий Р.В., Прилуцький М.І. (НТУУ «КПІ», м. Київ) ВПЛИВ СПОСОБУ ПРИГОТУВАННЯ РІДКОГО СКЛА НА ВИБИВАЄМІСТЬ СТРИЖНЕВОЇ СУМІШІ.....</i>	<i>90</i>
<i>Лютова О.В., Авраменко К.А. (ЗНТУ, г. Запорожье) МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВА НА КАЧЕСТВО ВТОРИЧНЫХ СИЛУМИНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ.....</i>	<i>91</i>
<i>Максюта И.И., Квасницкая Ю.Г., Нейма А.В., Михнян Е.В. (ФТИМС НАН України, г. Киев) ПОЛУЧЕНИЕ ОТЛИВОК МЕТОДОМ КОМБИНИРОВАНИЯ СПОСОБА ЛВМ И ВЫЖИГАНИЯ.....</i>	<i>92</i>
<i>Максюта І.І., Квасницька Ю.Г., Михнян О.В., Нейма О.В. (ФТИМС НАН України, м. Київ) АНАЛІЗ ТЕРМОМЕТРИЧНИХ ДАНИХ КРИСТАЛІЗАЦІЇ СПЛАВІВ ПРИ ЛИТТІ ЛОПАТОК ГТД У КОМПЛЕКСНОМОДИФІКОВАНИ КЕРАМІЧНІ ФОРМИ.....</i>	<i>93</i>
<i>Малинов В.Л., Малинов Л.С. (ГВУЗ «ПГТУ», г. Мариуполь) ПОВЫШЕНИЕ СВОЙСТВ НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА ЗА СЧЕТ ПОЛУЧЕНИЯ В НЕМ АУСТЕНИТА И УПРАВЛЕНИЯ ЕГО КОЛИЧЕСТВОМ И СТАБИЛЬНОСТЬЮ.....</i>	<i>94</i>
<i>Малинов Л.С., Бурова Д.В., Гоманюк В.Д. (ГВУЗ «ПГТУ», г. Мариуполь) НЕТИПОВАЯ ИЗОТЕРМИЧЕСКАЯ ЗАКАЛКА СТАЛЕЙ ИЗ МЕЖКРИТИЧЕСКОГО ИНТЕРВАЛА ТЕМПЕРАТУР.....</i>	<i>96</i>

кремнезем  $\text{SiO}_2$ . Спектральний аналіз зразків глиби до і після вакуумної витримки показав зменшення кількості Na у два рази, що частково підтверджує висловлене припущення.

З обробленої вакуумом силікатної глиби приготували рідке скло. Стрижнева суміш вміщувала 96% кварцового піску і 4% рідкого скла. Стандартні циліндричні зразки зміцнювали в печі при  $200^\circ\text{C}$  протягом 30 хв. Міцність при стисканні 2,4...2,5 МПа, що відповідає міцності звичайних рідкоскляних сумішей.

За традиційною методикою визначення вибиваємості [1, 3] зразки дослідженої суміші були залиті сталлю 20Л при температурі  $1550^\circ\text{C}$ . Для вибивання зразків було виконано 14 ударів лабораторного копра, тобто робота вибивання становить 42 Дж, тоді як для традиційних рідкоскляних сумішей вона ніколи не була меншою за 200 Дж.

Отже, високотемпературне вакуумне оброблення ( $1000^\circ\text{C}$ ) силікатної глиби, призначеної для приготування рідкого скла, можна розглядати як перспективний спосіб покращення вибиваємості стрижневих сумішей.

Література:

1. Болдин А.Н., Давыдов Н.И., Жуковский С.С. и др. Литейные формовочные материалы. Формовочные, стержневые смеси и покрытия. – М.: Машиностроение, 2006. – 507 с.
2. Дорошенко С.П., Авдокушин В.П., Русин К., Мацашек И. Формовочные материалы и смеси. – К.: Вища школа, 1980. – 416 с.
3. Дорошенко С.П., Ващенко К.И. Наливная формовка. – К.: Вища школа, 1980.– 176 с.

**Лютова О.В., Авраменко К.А.**

*(ЗНТУ, г. Запорозьє)*

### **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВА НА КАЧЕСТВО ВТОРИЧНЫХ СИЛУМИНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ**

Цель исследований состояла в решении проблем современного литейного производства с использованием низкосортной шихты и производстве на ее основе высококачественных вторичных литейных алюминиевых сплавов.

Украина не имеет собственного производства первичного алюминия и его сплавов и потребности промышленности удовлетворяет за счет валютных закупок этих материалов. Широкое применение вторичных сплавов позволит:

- значительно сократить валютные затраты;
- существенно снизить себестоимость продукции;
- уменьшить объемы загрязнения внешней среды.

Для повышения механических (прочность, пластичность, твердость) и технологических (жидкотекучесть, пористость, линейная усадка) свойств вторичных алюминиевых сплавов применялась комплексная обработка, которая включала в себя усовершенствованные процессы рафинирования и модифицирования.

Была предложена двухэтапная обработка жидкого металла:

- в печи;
- в ковше.

Увеличение содержания стружки в шихте и увеличение содержания железа в составе вторичного силумина АК9М2, в исследуемых пределах, способствовало образованию неупорядоченной дифференцированной структуры, увеличению объемной доли интерметаллидных включений неблагоприятной формы ( $\text{Al}_5\text{SiFe}$ ,  $\text{Al}_4\text{Si}_2\text{Fe}$ ,  $\text{Al}_8\text{Fe}_2\text{S}_6$ ), а также их размеров. Присадки модификатора в количестве 0,12...0,15% позволили значительно улучшить структуру вторичного сплава за счет уменьшения размеров интерметаллидных фаз, их глобуляризации и равномерного распределения, а также за счет снижения балла пористости в среднем с 2,5...2 до 1...0 балла согласно ДСТУ 2839-94.

С использованием методов математического планирования эксперимента изучено влияние содержания стружки в шихте, железа в сплаве и рафинирующе-модифицирующей обработки на механические и литейные свойства вторичного силумина АК9М2.

Графический анализ полученных зависимостей показал, что увеличение содержания стружки в шихте с 1 до 19%, а также железа в сплаве с 0,66 до 2,34%, приводило к снижению жидкотекучести на 30..35%, уменьшению линейной усадки на 18...20%, снижению трещиностойкости, к росту пористости в среднем с 0,5 до 2...2,5% балла, вследствие увеличения количества интерметаллидных фаз неблагоприятной формы.

Увеличение присадки модификатора с 0,02% до 0,15% приводило к увеличению жидкотекучести на 10...15%, линейной усадки на 30...35% вследствие снижения пористости в среднем с 2,5 до 0,5 баллов; обеспечению максимальной трещиностойкости благодаря трансформации фазы  $Al_3SiFe$ , которая кристаллизуется в виде тонких вытянутых пластин, в соединении  $Al_{15}(FeMn)_3Si_2$ .

Графический анализ результатов исследований показал, что уровень механических свойств вторичного силумина АК9М2, который соответствует ДСТУ 2839-94, был достигнут при содержании стружки в шихте 10...15%, железа в сплаве 1,0...1,5%, присадки модификатора в количестве 0,10...0,15%.

Учитывая наличие наследственности в алюминиевых сплавах, можно сохранить оптимальный уровень свойств вторичных алюминиевых сплавов на последующих стадиях переработки.

**Максюта И.И., Квасницкая Ю.Г., Нейма А.В., Михнян Е.В.**

*(ФТИМС НАН Украины, г. Киев)*

### **ПОЛУЧЕНИЕ ОТЛИВОК МЕТОДОМ КОМБИНИРОВАНИЯ СПОСОБА ЛВМ И ВЫЖИГАНИЯ**

E-mail: teleportik123@ukr.net

Технологически перспективной на предприятиях газотурбостроения для повышения точности отливок является замена воскодержающих моделей при способе литья по выплавляемым моделям (ЛВМ) пенополистироловыми (ППС), удаляемыми методом выжигания.

Однако при обжиге формы на ее внутренней поверхности могут выявляться специфические дефекты, расположенные в местах скопления расплавленного ППС. Причиной появления данных дефектов может быть отрыв микрочастиц керамики от поверхности формы при расплавлении моделей в процессе обжига форм. Такой вид брака возможно сократить при применении более прочных видов ППС-моделей с шероховатостью поверхности не ниже шестого класса по ДСТУ ГОСТ 25142:2009 (ГОСТ 2789-73). Исходя из этого, для предотвращения возникновения вышеописанных дефектов, авторами предложено комбинированное использование способа ЛВМ и выжигания, что также повышает экономичность и экологичность процесса.

Из подвспененного полистирола марки ПСБ-25 (ДСТУ Б EN 13163-2013) плотностью  $25 \text{ кг/м}^3$  в автоклаве ГП-400 были изготовлены модели рабочей лопатки II ступени двигателя ДУ 80. Для обеспечения нужной чистоты поверхности керамической оболочки формы, а соответственно, и литой детали, модели лопаток перед сборкой окунали в расплавленный парафин марки Т-1 (СТО 00148636-004-2007). Также нами успешно опробовано покрытие из воскоподобной модельной массы Велен 1 и 3%-го раствора канифоли в спирте. При этом на поверхности модели оседает слой от 0,2 мм, что способствует гарантированному припуску на обработку и снижению шероховатости, обеспечивает технологический зазор, компенсирующий термическое расширение ППС-модели в процессе выжигания.

Литейный блок собирали на стандартную литниковую систему из модельной массы КС-5А, разработанной фирмой «Карион» (г. Днепропетровск). По используемому на