

rheological models contributes to the emergence of a large number of works devoted not only hydrodynamic and mechanical calculations. An urgent question is the definition of rheological model parameters.

Approximation rheogram usually done by checking for compliance models and choosing the one that gives the smallest error. Given the complexity of determining the parameters of the models are the simplest models Shvedova-Bynhama and Ostwald, leading to significant error of approximation.

The author proposed to use an indirect method of determining the mechanical parameters of rheological models.

The purpose of the study, build mathematical tools for the implementation of experimental determination of mechanical parameters of rheological model indirect method.

The problem of mechanical parameters of rheological models in general form and model specific Voigt.

We consider the solution of the corresponding homogeneous differential equation of the first order, corresponding with isotonic Voigt model experiment, ie at constant stress and strain to zero at the initial time.

The paper used a system of nonlinear equations to determine the parameters of rheological models Voigt indirect method.

The method of least squares processing results of experiment and isotonic MATHCAD software package to calculate the solutions of nonlinear equations, values of mechanical parameters of rheological models Voigt.

Built MATHCAD program package for calculating mechanical parameters of rheological models Voigt.

The main result of this work is to verify the adequacy of rheological model system that simulated. Testing done by calculating the mechanical parameters of the model. If this time interval system of nonlinear equations has a solution model that adequately describes the system if not - the model should be changed.

**Keywords:** rheological model, nonlinear equations, model Voigt.

УДК 620.22: 669.017

## ТЕХНОЛОГІЯ СИНТЕЗУ ТЕРМІТНИХ ЛАТУНЕЙ І БРОНЗ

ЖИГУЦЬ Ю. Ю.<sup>1</sup>, ЛАЗАР В. Ф.<sup>2</sup>,  
ХОМ'ЯК Б. Я.<sup>2</sup>

ДВНЗ «Ужгородський національний університет»<sup>1</sup>  
Мукачівський державний університет<sup>2</sup>

У статті розглядаються можливості синтезу матеріалів «нетрадиційними» технологіями, що засновані на металотермічних процесах. Особлива увага звернута на термітні суміші для отримання мідних сплавів – латуней та бронз і їх практичного використання у промисловості. Хімічний склад термітних сплавів вибраний тотожним до існуючих марок промислових сплавів. Автори детально виклали методику проведення теоретичних та експериментальних досліджень. Насамперед це розрахунок стехіометричного складу шихт та встановлення співвідношення між компонентами металотермічної суміші. На основі цього проведена корекція складу шихт коефіцієнтами засвоєння легуючих компонентів, що дозволило розробити технологію синтезу термітних латуней і бронз. Крім цього, встановлений вплив технології виготовлення сплаву на особливості хімічного складу, структури та фізико-механічні властивості мідних сплавів, синтезованих металотермічними процесами. Проведена робота дозволила розробити склад шихти для синтезу термітних латуней і бронз та методику приготування металотермічної суміші для їх синтезу.

Встановлено, що використання синтезованого сплаву у технологіях термітних ливарних додатків високого температурного градієнту покращує економічні показники процесу лиття і призводить до ідентичності хімічного складу піддодаткової зони виливка і основи виливка. Розроблена технологія дає можливість виготовляти у важкодоступних районах, неспеціалізованих і навіть польових умовах виливки з мідних сплавів при відсутності «звичайного» плавильного обладнання та джерел електроенергії. Авторами не тільки проведено дослідно-промислову апробацію синтезованих матеріалів на промислових виробках, але і запропоновані основні галузі використання складів шихт і синтезованих сплавів.

**Ключові слова:** металотермія, синтез, терміт, латунь, бронза, властивості, мікроструктура.

У 30-х роках минулого століття вперше був запропонований промисловий спосіб отримання термітних сплавів. Для синтезу мідних сплавів та для їх зварювання найбільш доцільним може бути алюмінотермічний спосіб, який полягає у послідовному відновленні порошковим алюмінієм міді з її оксиду. Незважаючи на підвищену вартість синтезованого мідного сплаву висока продуктивність методу, можливість проведення реакції синтезу за лічені хвилини, а також перспективи суттєвого підвищення економічності технології в результаті використання вторинних відходів металургійного та металорізального виробництв, дозволяють використовувати термітні сплави при екстремному виготовленні виливків, ремонті або й зварюванні. Безпелеяційною перевагою вказаних методів і технологій синтезу є енергетична автономність (відсутність потреби у промислових джерелах електроенергії) і простота обладнання для проведення синтезу. Все вказане призвело до необхідності встановлення можливостей синтезу мідних сплавів – латуней та бронз та синтезі вказаних сплавів з необхідною мікроструктурою та потрібним комплексом фізико-механічних властивостей.

#### **Мета роботи**

Встановити можливість синтезу латуней і бронз металотермічним відновленням міді та легуючих елементів з їх оксидів із заданою мікроструктурою та комплексом фізико-механічних властивостей.

**Постановка завдання роботи:** 1. Встановити можливість синтезу латуней і бронз металотермічним способом.

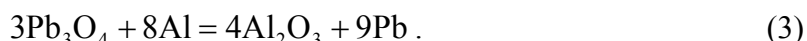
2. Дослідити структуру та властивості вказаних сплавів.

3. Отримати експериментальною технологією зразки виливків та встановити їх умови промислового використання.

#### **Матеріали та методика встановлення складу металотермічної шихти**

При компонуванні металотермічної шихти використані матеріали: хром металічний ГОСТ5905-79; ферохром ФХ65-7А ГОСТ 4757079; силікокальцій С40Л10 ГОСТ 4762-71; феросиліцій ФС65Ал3,5 ГОСТ 1415-78; порошок алюмінієвий ПА-3–ПА-6 ГОСТ 6058-73; феромарганець ФМн70 ГОСТ4761-80; феротитан ФТи30А ГОСТ4761-80; порошки хімічно чисті олова, цинку, свинцю; залізна окалина ковальського виробництва з середнім хімічним складом (% за мас.): 0,05 С; 0,10–0,35 Si; 0,10–0,35 Mn; 0,01–0,03 S; 0,01–0,03 P; 40–50 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 50–60 FeO.

При організації процесу синтезу мідних сплавів використовують класичні термітні реакції [1-5], засновані на окисленні алюмінію і відновленні міді. Для встановлення складу шихти розроблено методику розрахунку на основі стехіометричного співвідношення компонентів реакції із введенням відповідних коефіцієнтів, що враховують їх засвоєння сплавом. Методика встановлення складу шихти для синтезу мідних сплавів складається з трьох послідовних етапів. На першому етапі визначають стехіометричне співвідношення компонентів у реакціях. Реакція взаємодії описується формулами:



На другому етапі встановлюють адіабатичну температуру горіння шихти та виокремлюють ті реакції синтезу, що дозволяють синтезувати матеріал з рідкого стану.

На третьому етапі після експериментальних мікроплавлень встановлюють коефіцієнти засвоєння окремих компонентів шихти та коригують її склад.

Ця методика дозволяє не тільки встановити склад металотермічних шихт, але і розрахувати адіабатичну температуру їх горіння [2,6]. Теоретичні роботи виконані авторами виявили клас реакцій найбільш придатних для синтезу латуней марок Л60, Л70, ЛК80 та бронз БрОЦС5-5-5, БрАЖ10-4 та ін.

Порошкову шихту просушували при температурі 150–180°C, змішували і ущільнювали. При проведенні досліджень використовували порошкові інгредієнти металотермічної шихти, частку з яких виготовляли з відходів ливарного, ковальського та металорізального виробництв (залізна окалина, просіяне мливо графітових електродів, мливо алюмінієвої, латунної та бронзової стружок та ін.) [2,4,6,7]. Крім цього, у роботі використані методи металографічного кількісного аналізу, застосовані стандартні методи визначення основних технологічних характеристик вихідних порошків та фізико-механічних властивостей матеріалів.

**Результати теоретичного та експериментального дослідження**

Після встановлення реакцій синтезу, апробації розрахованих складів шихт мікроплавленнями та корекції складів шихт, були проведені плавлення відповідних термітних мідних сплавів із подальшим отриманням виливків у моделях промислових заготовок масою 350 г. Випробування виконані на промислових зразках, що дозволило встановити хімічний склад термітних латуней, показаний в табл. 1 та їх властивості, зведені у табл. 2.

Аналіз отриманих даних дозволяє зробити висновок, що властивості синтезованих сплавів не гірші, ніж промислових. Насамперед це стосується томпаків (аналогів Л80 та Л70), відносна пластичність та ударна в'язкість яких на 12% більша ніж у ординарних матеріалів.

Таблиця 1. Хімічний склад термітних ливарних латуней

Марка латуні	Хімічний склад							Механічні властивості	
	Cu	Zn	Fe	P	Pb	Sb	Bi	σв, МПа	δ, %
Л60	57-61	Решта	0,3	0,02	0,8-1,9	0,01	0,003	200	-
Л70	68-72		0,1	0,001	0,07	0,005	0,002	300-400	12-15
Л80	79-81		0,1	0,1	0,03	0,005	0,002	250-300	10-15

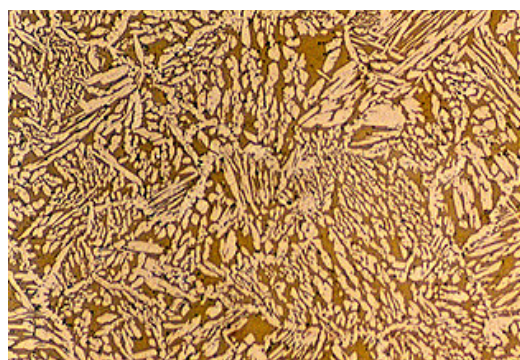
Таблиця 2. Фізико-механічні властивості ливарних латуней при 20°C

Основні властивості	Марка латуні		
	Л60	Л70	Л80
Температура ліквідусу, °C	885	995	900
Модуль Юнга, E·10 <sup>-5</sup>	1,05	1,16	1,14
Густина, x10 <sup>3</sup> , кг/м <sup>3</sup>	20	8,5	8,5
Коефіцієнт лінійного розширення, x10 <sup>-6</sup> , 1/°C	20,1	-	17
Питомий електричний опір, ρ·10 <sup>9</sup> , Ом·м	66	74	43

σв, МПа при:			
20°С	350	350	400
200°С	370	-	400
300°С	260	-	40
400°С	230	-	300
δ10, % при:			
20°С	40	15	20
200°С	43	-	22
300°С	-	-	17
400°С	28	-	17
σТ, МПа	150	-	160
αн, МПа	4,6	-	12,3
Твердість (НВ)	85	90	105
Лінійна усадка, %	2,23	-	1,7
Коефіцієнт тертя у парі зі сталлю:			
з оливою	0,013	-	0,01
без оливи	0,17	-	0,19

Мікроструктурний аналіз синтезованих сплавів встановив присутність невеликих роздрібнених різнонапрямлених за первинними дендритами евтектичної структури (рис. 1, а). Це свідчить про порівняно повільні швидкості охолодження та незначний градієнт температур при синтезі сплавів. Очевидно, що домішки та додаткова присадка (до 50%) порошку відповідної латуні «охолоджують» розплав до температур близьких до лінії ліквідусу і призводять до незначного перегріву сплаву. Слід також врахувати і технологію отримання сплаву, пов'язану із використанням порошкового алюмінію, який мікролегує розплав, надаючи йому дрібнозернисту структуру. Мікроструктури синтезованих термітних мідних сплавів показано на рис. 1, а механічні властивості зведені у табл. 2.

На рис. 1, а показана структура термітного аналога латуні Л60 з геометрично правильним розташуванням окремих структурних складових у вигляді пластин або голок, що становлять кристалічні зерна. Така структура утворюється при повільному охолодженні сплаву термітної латуні. Для термітного аналога сплаву Л70 можна відзначити блокову структуру (рис. 1, б). На рис. 1, в показано мікроструктуру, отриману для термітної латуні (аналога промислової марки Л70) при гартуванні водою з температури 500°С. В ній чітко проявляється відманштеттова стрічкова структура характерна для високих швидкостей охолодження або перегріву сплаву.



а



б

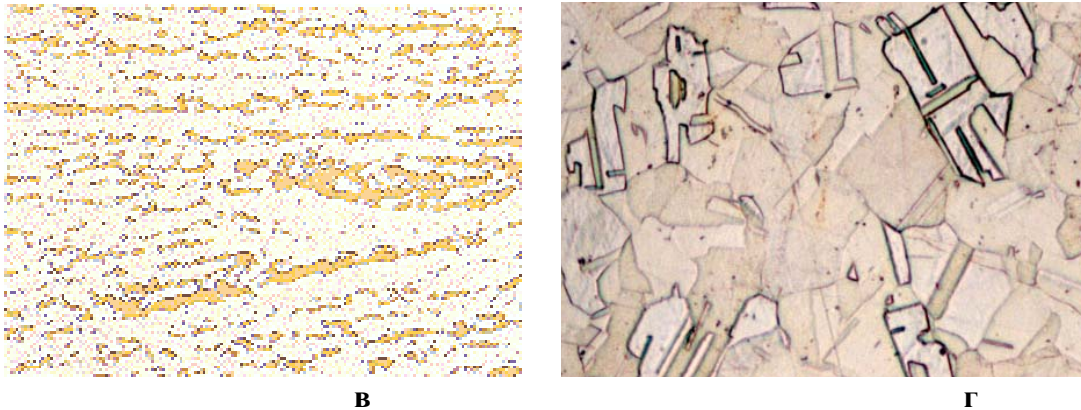


Рис. 1. Мікроструктура термітної латуні: а) аналог Л60 (x200), б) аналог Л70 (x300), в) аналог Л70 з гартуванням водою з температури 500°C (x150), г) аналог Л90 (x300). Для виявлення мікроструктури використаний метод Клемма

Врівноважена структура латуні Л90 (рис. 1, г) характеризується кластерами з чітким виокремленням границь зерен. При збільшенні у сплаві вмісту свинцю збільшується і кількість темних вкраплень.

Аналіз структури латуней та встановлені механічні властивості дозволяють зробити висновок, що синтезовані відповідні марки термітного сплаву не поступаються за своїми властивостями промисловим маркам.

На другому етапі дослідження виконані авторами для двох марок бронз БрОЦС5-5-5 і БрАЖ 10-4 [4,7-10]. Розроблений склад екзотермічної суміші відносився до композитів, горіння яких генерує рідкий розплав. Склад металотермічної шихти для бронзи БрОЦС 5-5-5 визначався з термохімічного розрахунку:  $Sn - 4,19\%$ ;  $Zn - 4,19\%$  (у вигляді гранул), а також  $Al - 16,52\%$ ,  $Pb_3O_4 - 4,5\%$ ,  $CuO - 70,54\%$  (у вигляді порошку). Теоретично розрахована адіабатична температура горіння екзотермічної суміші склала 3300 К. У результаті металотермічної реакції відновлення свинцю, міді та окислення алюмінію виділялась значна кількість тепла, яка дозволяла отримати мідний сплав із значним перегрівом. Для зменшення температури горіння шихти у її склад вводилася стружка бронзи БрОЦС5-5-5 (у кількості 100% від маси), що при зменшенні температури синтезованого сплаву “штучно” збільшувало вихід його з шихти. Таким чином, вдалося запобігти і надлишкового випалювання дорогих компонентів екзотермічної шихти мідного сплаву і використати відходи металообробного виробництва [4,11,12]. У результаті горіння спеціальної металотермічної шихти в реакторі утворювався рідкий високоперегрітий мідний сплав, який надалі, після вловлювання шлаку, зливався у форму виливка.

Аналогічні розрахунки здійснені і для отримання термітного сплаву БрАЖ9-4. Шихта складалася з  $CuO$ ,  $Al$ ,  $Fe_2O_3$ . Визначено співвідношення між кінцевими продуктами реакції і компонентами суміші (у % за масою):  $CuO - 12,5$ ,  $Fe_2O_3 - 3,81$ ,  $Al - 23,7$ . Загальний тепловий ефект реакції складає 400,34 ккал або 1668,1 кДж.

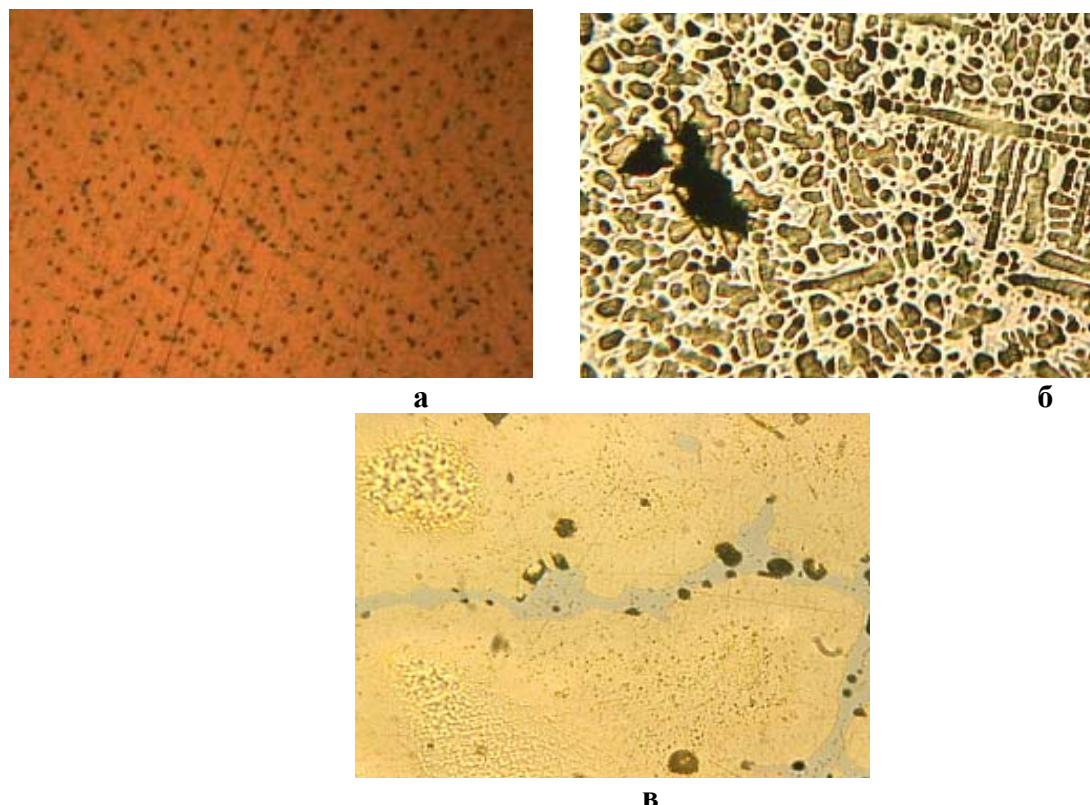
Механічні властивості синтезованих марок бронз зведено у табл. 3.

Таблиця 3. Механічні властивості синтезованої термітної бронзи

Марка сплаву	$\sigma_b$ , МПа	Твердість, HRC	$\delta$ , %
БрОЦС 5-5-5	24 0	27	1 9,3
БрАЖ 10-4	31 0	34	1 2,1

Мікроструктурний аналіз експериментальних сплавів показав рівномірно розподілені вкраплення свинцю у виливку термітного аналога бронзи БрОЦС5-5-5 (рис. 2, а). Після травлення бронзи проявилася дендритна структурна мікросегрегація у центральній частині виливка (рис. 2, б). Чорні ділянки на цій мікроструктурі – фази свинцю. На рис. 2, в можна побачити ядро мідної фази, яке є центром зростання дендритних стовбурів.

Результат дослідження механічних властивостей синтезованих термітних бронз показано в табл. 3.



**Рис. 2. Мікроструктура: а) свинцево-олов'янистого термітного аналога бронзи БрОЦС5-5-5 до травлення (x100), б) дендритна структура мікросегрегацій, виявлена у центральній частині виливка з бронзи БрОЦС5-5-5 (x250), в) структура дендриту в сплаві БрОЦС5-5-5 (x500),**

Як відомо, особливістю металотермічних технологій є простота переходу від лабораторних експериментів до промислового виробництва, при цьому у великих об'ємах значно покращуються показники процесу протікання металотермічної реакції. Тому, можна зробити висновок, що 68,6% виходу металу металотермічного виливка від теоретично розрахованого, може бути доведено до більш значного показника при проведенні плавлень у металотермічних реакторах з більшим об'ємом завантаженої шихти.

**Таблиця 3. Фізико-механічні властивості термітних бронз**

Марка бронзи	БрОЦС5-5-5	БрАЖ10-4
Модуль пружності E, МПа	9300	11600
Густина, кг/м <sup>3</sup>	8800	7500
Температура початку плавлення, °С	1020	1040

Відносний опір, $\rho$ , (Ом·мм <sup>2</sup> )/м	-	0,12
Теплопровідність, кал/(см·с·°С)	0,12	0,14
Коефіцієнт лінійного розширення, $\alpha \cdot 10^{-6}$ , 1/°С	19,2	16,2
Границя пружності $\sigma_{0.005}$ , МПа	300-450	
Границя текучості $\sigma_{0.2}$ , МПа	520-680	
Границя міцності $\sigma_B$ , МПа	240	310
Відносне видовження, $\delta$ , %	19,3	12,1
Твердість HRC	27	34
Ударна в'язкість, КСУ	26	

### *Дослідно-промислова апробація синтезованих термітних бронз*

Об'єктом дослідження при промисловій апробації синтезованих термітних сплавів були ливарні бронзи, що використовувалися для виготовлення корпусу крана Р-6 [4]. Теоретичною основою розв'язання задачі підвищення гідрогустини виливків корпусу крана Р-6 служать розробки екзотермічних порошкових сумішей для підігріву сплаву додаткової частини виливків шляхом ініціювання в них процесу горіння і підтримання процесу такого горіння.

Експериментальні дослідження проводилися на Барському машинобудівному заводі. Вони склалися з експериментальних плавлень, хімічного, спектрального, металографічного аналізів, механічних випробувань, випробувань на гідрогустину [11, 12]. У зв'язку із малою температурою кипіння цинку і шкідливістю парів олова, для промислового використання була створена видозмінена екзотермічна суміш, у якій окиснювачами служили тільки оксид міді і свинцевий сурик. Цинк і олово додавалися у вигляді порошкового металу. Екзотермічна суміш при горінні якої, синтезувався термітний сплав, тотожний за хімічним складом залитому у форму, додатково розігрівав суміш для екзотермічних додатків виливків "корпусу крана" Р6 010401-Б масою 2,55 кг із БрОЦС5-5-5 ГОСТ 613-79. Маса додатку виливка 0,4 кг.

При використанні розробленого складу екзотермічної суміші в результаті високої температури її горіння відбувається розігрівання сусідніх до екзотермічної шихти шарів бронзи і заповнення перегрітим рідким розплавом усадкової раковини. Небезпеки надлишкового перегріву сплаву під додатком виливка та зміну за рахунок цього його хімічного складу і фізико-механічних властивостей вдалося запобігти завдяки пізнішому спрацьовуванню металотермічного заряду (приблизно через 1–1,5 хвилини після закінчення заливки сплаву у форму), що призвело до розігрівання верхньої частини додатка виливка після початку кристалізаційних процесів у зоні під додатком. У результаті суттєво зменшилася ефективна маса бронзового сплаву, що використовувалася для додатку (на 70% від маси стандартного додатку – рис. 4). Встановлені на тріфах механічні властивості отриманих бронзових кранів за дослідною технологією показані у табл. 4.

Запропоновані заходи дали позитивний ефект не тільки з точки зору економії рідкої бронзи за рахунок зменшення маси ливарних додатків, але і для підвищення гідрогустини крану. Також при використанні розроблених складів шихти для синтезу термітної залізоалюмінієвої бронзи була випробувана технологія термітних ливарних додатків високого температурного градієнта в умовах Барського машинобудівного заводу для виливка "корпус насоса" з БрАЖ10-4 масою 7,2 кг (маса ливарного додатку 0,7 кг). Результати апробації технології використання екзотермічної суміші показані в табл. 5.

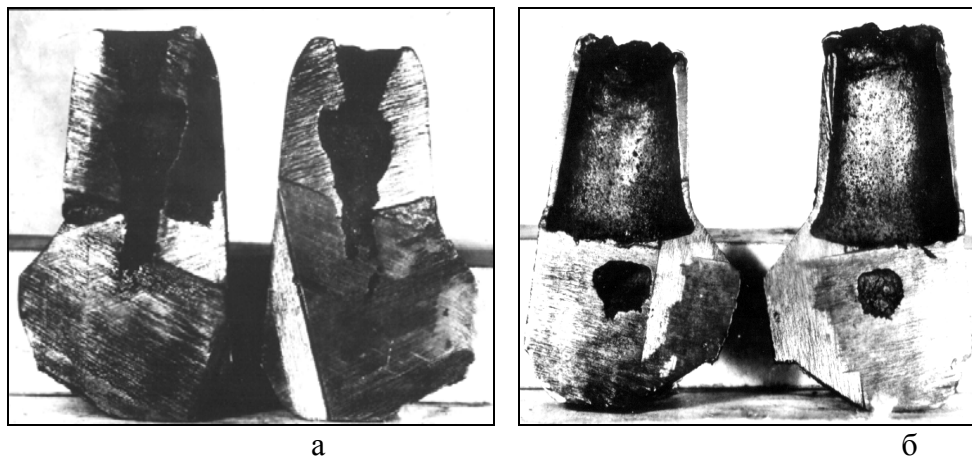


Рис. 4. Форма ливарного додатку корпуса крана Р6 виготовленого традиційною технологією (а) і за допомогою металотермічного додатка високого температурного градієнту (б)

Таблиця 4. Механічні властивості зразків вирізаних з корпусів кранів, виготовлених за дослідною технологією

Марка сплаву	Міцність ( $\sigma_B$ ), МПа	Твердість, (HRC)	Пластичність ( $\delta$ ), %
БрОЦС 5-5-5	275	30	17,1
БрАЖ 10-4	315	39	10,3

Таблиця 5. Результати використання екзотермічних сумішей для ливарних додатків бронзових виливків “корпус крану Р6 010401-Б” і “корпус насосу”

Склад екзотермічної суміші	Маса екзотермічної суміші, кг	Маса “звичайного” ливарного додатку, кг	Маса термітного додатку <sup>1</sup> , кг	Результати перевірки партії виливків ВТК
Екзотермічна суміш, виготовлена з порошкових $Fe_2O_3$ , $CuO$ і $Al$	0,120	0,7	0,3	без браку
Екзотермічна суміш, виготовлена з порошкових $Sn$ , $Pb_3O_4$ , $CuO$ , $Al$ і $Zn$	0,080	0,4	0,2	без браку

<sup>1</sup> Середня маса додатку в партії з 4 виливків.

Таким чином, застосування технології екзотермічних ливарних додатків для бронзових виливків підвищило щільність виливка “корпус крану Р6”, виготовленого за експериментальною технологією, знизило не менше ніж на 60% масу додатку виливків, зменшило брак за усадковими дефектами, що дало зростання виходу сплаву на 15% і суттєвий економічний. Як відомо, особливістю металотермічної реакції є простота переходу від лабораторних експериментів до промислового виробництва, при цьому у великих об’ємах значно покращуються показники протікання процесу горіння шихти.



Третім напрямом застосування розроблених складів шихт та розплавів є розроблена автором технологія металотермічного зварювання мідних сплавів за допомогою спеціального двокамерного металотермічного реактора з економною системою використання легуючих елементів. Верхня камера реактора служить для синтезу мідного розплаву, а нижня – для його легування та модифікування. Після проплавлення мідної пластинки товщиною 0,5 мм розплав зливається у нижню камеру, модифікується і легується, а після проплавлення алюмінієвої сітки, попадає в порожнину зварювання заготовок з мідного сплаву. Незначний надлишок алюмінію у вигляді слідів до 0,002 % виявлений у зварюваному шві, грає позитивну роль, сприяючи відновленню оксидної мідної плівки на поверхнях, що підлягають зварюванню. Заготовки перед зварюванням додатково прогриваються до 250-300°C для видалення вологи та зменшення градієнта температур між розплавом і заготовками. Все це суттєво впливає на однорідність основного матеріалу заготовок, зони термічного впливу та зварюваного шва. Про це свідчать дані механічного випробування отриманих швів та результати ультразвукового дослідження на пристрої УЗУ-2М. Внутрішні пори, тріщини, розриви – відсутні.

**Висновки.** Проведені експериментальні і дослідно-промислові роботи дозволили зробити такі висновки: 1. Встановлена можливість синтезу металотермічним способом термітних латуней та бронз.

2. Розроблено склади шихт для синтезу відповідних мідних сплавів.

3. Досліджено мікроструктуру та фізико-механічні властивості синтезованих мідних сплавів.

4. Проведено дослідно-промислову апробацію синтезованих матеріалів на промислових виробках.

5. Запропоновано основні галузі використання складів шихт і синтезованих сплавів.

6. Встановлено, що використання синтезованого сплаву у технологіях термітних ливарних додатків високого температурного градієнту покращує не тільки економічні показники ливарного процесу, піддодає зону виливка, але й гідрогустину виливків.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Боровинская, И.П. Процессы горения в химической технологии и металлургии / И.П. Боровинская, Н.П. Новиков. Черноголовка, 1975. – 141 с.

2. Жигуц, Ю. Ю. Технологія одержання та властивості термітних чавунів легованих міддю [Текст] / Ю.Ю. Жигуц, В.Ю. Талабірчук // Міжвузівський збірник Луцького національного технічного університету «Наукові нотатки». – 2015. – № 49. – С. 62 - 65.

3. Zhiguts, Yu. Thermites mixture for feeling of the bronze casting [Текст] / Yu. Zhiguts // Механіка і фізика руйнування будівельних матеріалів та конструкцій : збірник наук. праць. – 2009. – № 8. – С. 169 - 172.

4. Жигуц, Ю.Ю. Технології отримання та особливості сплавів синтезованих комбінованими процесами [Текст] / Ю.Ю. Жигуц, В.Ф. Лазар. – Ужгород: Видавництво «Інватор», 2014. – 388 с.

5. Жигуц, Ю.Ю. Получение бронзовых отливок с использованием экзотермических реакций [Текст] / Ю.Ю. Жигуц, В.И. Похмурский // Процессы литья. – К.: – 2003. – № 1. – С. 37 - 41.

6. Жигуц, Ю. Методика розрахунку складу екзотермічних шихт на основі термохімічного аналізу [Текст] / Ю. Жигуц, В. Широков // Машинознавство. – 2005. – № 4. – С. 48 - 50.

7. Жигуц, Ю.Ю. Матеріали, синтезовані металотермією і СВС-процесами [Текст] / Ю. Жигуц, В.І. Похмурський // Доп. НАН України. Сер. Математика, природознавство, техн. науки. – 2005. – № 8. – С. 93 - 99.

8. Жигуц, Ю. Ю. Синтез термитных бронз [Текст] / Ю.Ю. Жигуц, В.И. Похмурский // Теория и практика металлургии. К.: 2005. – № 1/2. – С. 118 - 121.

9. Жигуц, Ю.Ю. Технология использования экзотермических смесей для повышения гидроплотности бронзовых деталей [Текст] / Ю.Ю. Жигуц // Прогрессивные технологии и системы машиностроения. – 2005. – № 29. – С. 80 - 87.

10. Zhiguts, Yu. Yu. Exotermikus keverékek alkalmazása a bronz hidrosűrűségének növelésére [Текст] / Yu. Yu. Zhiguts, V.I. Pohmurszkij, V.V. Fedák, R.Zs. Tárczy // Műszaki szemle. – Budapest. – 2005. – № 29. – О. 38 - 40.

11. Жигуц, Ю.Ю. Особенности использования термитных литейных прибылей высокого температурного градиента для бронзовых оливок [Текст] / Ю.Ю. Жигуц, Я.П. Легета, І.І. Крайняй, Т.Т. Фелдеші // Perspektywiczne opracowania nauki i techniki : 2 międzynarodowej naukowo-praktycznej konf.,

16-30 listopada 2007 r. : materiały konf. – Przemysł : Nauka i studia, 2007. – Т. 10. – S. 5 - 7.

12. Zhiguts, Yu. Speciálna termitova liatina [Текст] / Yu. Zhiguts // Výrobné inžinierstvo. Košice. – 2007. – R. 6. – № 2. – S. 45 - 48.

#### АННОТАЦИЯ

##### **ТЕХНОЛОГИЯ СИНТЕЗА ТЕРМИТНЫХ ЛАТУНЕЙ И БРОНЗ**

*В статье рассматриваются возможности синтеза материалов "нетрадиционными" технологиями, которые основаны на металлургических процессах. Особое внимание обращено на термитные смеси для получения медных сплавов – бронз и их практического использования в промышленности. В работе исследованы особенности синтеза, структура и механические свойства термитных латуней и бронз.*

**Ключевые слова:** металлургия, синтез, термит, латунь, бронза, свойства, микроструктура.

#### SUMMARY

##### **THE TECHNOLOGY OF SYNTHESIS THERMITE BRASS AND BRONZE**

*The article deals with the possibility of synthesizing materials "non-traditionally" technologies, which are based on metallurgical processes. Particular attention is focused on the thermite mixture to produce copper alloys - bronze and their practical application in the industry. The features of synthesis, structure and mechanical properties of thermite brass and bronze have been investigated in the paper.*

**Keywords:** metallurgy, synthesis, thermite, brass, bronze, properties, microstructure.

УДК 685-31

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МОРФОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПЛАНТАРНОЇ ЧАСТИНИ СТОП МОЛОДІ НА ТЕХНІЧНУ ПОБУДОВУ ДЕТАЛЕЙ ВЗУТТЯ**

**КОНОВАЛ В.П., ШУМЕЙКО В.М.,  
ПЕКАРСЬКА О.В., СУГАЙЛО С.Г.**

**Київський національний університет технологій та дизайну**

*У даній статті було виявлено вплив різних способів визначення розміщення базисних ліній умовно – середньої копії /УРК/ колодки на проектування деталей взуття.*

*Використанні загальновідомі методи математичної статистики та антропометричних досліджень стоп дітей та молоді.*

*У ході реалізації досліджень і їх узагальненні встановлено, що базисні лінії на умовній середній копії колодки залежать від способів їх визначення, статево-вікових характеристик стоп молоді, висоти каблук тощо.*

*Вперше в галузі визначені закономірності розміщення базисних ліній різних статево-вікових груп дітей і молоді віком від 8 до 16 та дорослих 20-30 років на умовно – середній копії колодки.*

*Використання рекомендації дасть можливість зменшити на 1-2% відходи матеріалів при проектуванні деталей верху і підвищити якість формостійкості взуття.*

**Ключові слова:** стопа, плантограма, анатомічні точки, базисні лінії, умовно – середня копія колодки, УРК.

Моделі взуття розробляються на різних колодках, що відрізняються формами та розмірами. Тому для того, щоб модель відповідала колодці, вона проектується по