

РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ЯК НАПРЯМОК ДІЯЛЬНОСТІ КАФЕДРИ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

О. В. Долженкова, О. В. Золотько

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, пр. Гагарина, 72, м. Дніпро,
49010, Україна, e-mail: dolena2017@gmail.com*

Проаналізовано напрямки діяльності та отримано результати НДЛМТТ з проблеми ресурсозбереження. Наукові розробки лабораторії отримали впровадження у виробництво матеріалів для ракетно-космічної техніки та інших галузей промисловості.

Ключові слова: стружка титанових сплавів, технологічні добавки, розкислення, модифікування, підвищення властивостей сталей, промислове впровадження.

The directions of activity and the results of NDMMT on the resource saving problem are analyzed. Scientific developments of the laboratory were introduced into the production of materials for rocket and space technology and other industries

Keywords: shaving of titanium alloys, technological additives, deoxidation, modification, increase of properties of steels, industrial introduction.

Проанализированы направления деятельности и получены результаты НДЛМТТ по проблеме ресурсосбережения. Научные разработки лаборатории получили внедрение в производство материалов для ракетно-космической техники и других отраслей промышленности.

Ключевые слова: стружка титановых сплавов, технологические добавки, раскисление, модифицирование, повышение свойств сталей, промышленное внедрение.

Вступ. Питання прикладного ресурсозберігального матеріалознавства вирішувала зі співробітниками Шаповалова Оксана Михайлівна – доктор технічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, член виконавчого комітету Всесвітньої та Української асоціації металургів, лауреат премії академіка К.Ф. Стародубова, володар звання «Творець України», яка заснувала лабораторію нових матеріалів та безвідходних технологій (НДЛМТТ), що входила до складу кафедри з 1989 року.

Метою дослідження є аналіз діяльності лабораторії НДЛМТТ з ресурсозбереження. Безперечна заслуга О.М. Шаповалової полягає у створенні наукової школи фізичного матеріалознавства, у якій було підготовлено та захищено 40 дисертаційних робіт, у тому числі 2 докторських. Вихованцями цієї широко відомої школи є доценти кафедри безпеки життєдіяльності О.В. Долженкова, О.В. Золотько та старший викладач І.В. Ходурська.

Матеріали та методи досліджень. Науковим кредо Оксани Михайлівни було рухатися від теорії та експерименту до

готової продукції. Коло її наукових інтересів включало різні напрямки ресурсозбереження [1]:

- переробка стружки кольорових металів у багатокомпонентні та багатофункціональні технологічні добавки марок ДТ за енергозберігаючими технологіями;

- розробка оптимальних технологічних процесів термічної, термоциклічної та термомеханічної обробки промислових великогабаритних виробів з титанових сплавів з метою зменшення браку;

- розробка корозійностійких титанових сплавів з використанням власних відходів;

- створення композиційних та пористих матеріалів на основі гранул титанових порошків та стружки кольорових металів;

- використання геттерів для захисту металів від газонасичення;

- модернізація окремих етапів титанового виробництва – розробка витратного електроду з використанням титанової стружки замість дефіцитних лігатур.

Результати та обговорення. У різні періоди діяльність лабораторії відповідала пріоритетним напрямкам розвитку науки і техніки України:

- у 1989 р. започатковано вирішення проблеми підвищення якості матеріалів для ракетно-космічної техніки;

- у 1994–1996 рр. проведено розробку теоретичних основ створення сировинної бази важкої промисловості України;

- протягом 1997–1999 рр. розроблено та впроваджено нові методи енергозбереження у виробництві розкислювачів та лігатур заміною процесу плавки на безрозплавні та безвідходні технології;

- з 2000 р. у рамках науково-технічної програми «Нові речовини і матеріали» розпочато створення матеріалів, сировинних композитів, новітніх технологій обробки титанових сплавів і сталей на основі фазових перетворень та їх аномалій.

Особливість НДЛМТТ полягала у поєднанні співпраці свого керівника з колективом науковців-однодумців – цілеспрямованих, невтомних, відданих ділу досвідчених спеціалістів.

Проф. О.М. Шаповалова була відомим знавцем титанових сплавів, під її керівництвом організовано та проведено 2 Всесоюзні конференції з ресурсозбереження титану. Представники великих машинобудівних підприємств, звертаючи увагу на її знання та виробничий досвід, зверталися за допомогою у вирішенні питань зменшення виробничого браку дорогих титанових заготовок. Наприклад, на одному з підприємств 10 % великогабаритних поковок з титанового сплаву ВТЗ-1 не відповідало вимогам за міцністю, 37 % – за пластичністю та 37 % – за ударною в'язкістю. Під час вивчення цієї проблеми на підприємстві було визначено причину браку, розроблено оптимальні режими термомеханічної обробки та виправлено існуючий технологічний процес з повним усуненням браку. У роботі брали участь к.т.н. Н.В. Могілевська та к.т.н. О.В. Золотько

Окремим напрямком діяльності НДЛМТТ було підвищення механічних та експлуатаційних властивостей титанових сплавів шляхом розробки режимів термічної та термоциклічної обробки. Нові режими тристадійної термічної обробки високоміцних титанових сплавів дозволили підвищити їх пластичність на 20–50 %, однорідність структури, зменшити схильність до утворення тріщин та зменшити брак продукції.

Усунуто значні недоліки в ливарних багатокомпонентних титанових сплавах, такі як грубодисперсність структури, неоднорідність розподілу легуючих компонентів, а, відповідно, підвищено їх механічні властивості без термічної обробки за рахунок модифікування розплаву (церієм, ітрієм та бором).

Великий розвиток отримав науковий напрямок створення принципово нових модифікаторів та розкислювачів для позапічної обробки сталей та сплавів. Цей напрямок був розширений впровадженням таких модифікаторів під час виробництва спеціальних сталей для коліс швидкісних потягів.

Більше 40 років своєї наукової діяльності О.М. Шаповалова присвятила вирішенню проблеми переробки виробничих відходів у вигляді стружки кольорових металів у технологічні добавки марок ДТ, на які розроблено технічні умови виготовлення, а їх склад захищено авторськими свідоцтвами та патентами. Особливістю кожної з добавок було додавання певних компонентів для досягнення поставлених вимог до якості сталі. Ці добавки вирішували проблеми збереження дефіцитного феротитану, алюмінію, електроенергії, були багатофункціональними сировинними компонентами евтектоїдноподібного типу.

Промислове впровадження технологічної добавки ДТ1 проводили к.т.н. Т.І. Івченко, к.т.н. І.А. Маркова, к.т.н. О.В. Долженкова, к.т.н. С.В. Сусленкова, к.т.н. Н.М. Федоркова. Її використання під час позапічної обробки низьколегованих сталей 23Г2А забезпечило у порівнянні зі стандартними розкислювачами більш повне засвоєння

легуючих елементів, зниження вмісту шкідливих домішок, стабілізацію механічних властивостей.

Усупереч існуючому погляду про неможливість використання стружки титанових сплавів, що містять олово, при розкисненні сталей було розроблено добавку ДТ1-0 (за участю к.т.н. М.О. Богочарова), доведено принципову можливість її використання у чорній металургії для розкиснення сталей 07ЮТ, 08ЮТ, 08кп.

Додавання у склад добавки ДТ2 (з Н.І. Шевченко й С.М. Смірновим) порошків, що містять вуглець, дозволило пролонгувати процес розкиснення трубної сталі Ст20. Виявлено, що вуглець та інші складові неметалевих відходів збільшують число центрів кристалізації в мікрооб'ємах сталі за рахунок утворення дисперсних карбідів, оксидів, нітридів та інших включень, що забезпечило подрібнення зернистої структури (модифікуючий ефект) та помітне підвищення показників пластичності й ударної в'язкості.

Наступним етапом стало створення добавки ДТ3, до складу якої ввели сталеву стружку. Її опробування та дослідження можливості мікролегування сировинними матеріалами із вторинних ресурсів проводив к.т.н. С.В. Бобир на сталі 07Т. Застосування ДТ3 забезпечило високу дисперсність та однорідність структури металу за рахунок рівномірного розподілу субмікроскопічних часток карбонітридів титану, а також стабілізації вмісту домішок кремнію, сірки та фосфору.

Технологічна добавка ДТ5 (розроблена за участю к.т.н. Г.Л. Щербакова) стала перехідною від виготовлення технологічних добавок до створення композиційних матеріалів: в її склад було введено стружку магнієвих сплавів. Варіювання кількості пластичної складової дозволило наблизити щільність брикету до щільності компактного матеріалу, а, відповідно, зменшити втрати легуючих компонентів під час позапічної обробки сталі.

З метою розширення сфери використання технологічних добавок розроблено ДТ6 (к.т.н. І.А. Маркова, к.т.н.

О.В. Долженкова, к.т.н. О.П. Бабенко). Добавку застосовували під час обробки листової сталі марок 09Г2 та 09Г2С для розкислювання та сталей 18ХГТ, 25ХГТ, 30ХГТ, 13ХГН, 13ХГН2ТА – для легування. Дослідження якості оброблених сталей виявило стабілізацію вмісту легуючих елементів та механічних властивостей (особливо відносного подовження – до 40 %) та суттєве зменшення кількості неметалевих включень.

Для виготовлення добавок серії ДТ за енергозберігаючими технологіями створено 3 промислові лінії. Проведено їх впровадження на 7 металургійних комбінатах, де оброблено 5,5 млн. т сталі 36 марок з покращенням якості металу.

Коло наукових інтересів О.М. Шаповалової також включало питання створення нових композиційних матеріалів на базі титанових порошків. Розроблено метод контролю якості титанових порошків, губчатого титану та компактного металу, складено таблиці переведення мікротвердості у твердість на базі великої статистичної вибірки. Винайдено нестандартну експрес-методику визначення кількості водню в титанових сплавах.

На базі створеної теорії багатоконпонентного легування титанових сплавів розроблено та впроваджено на 32 підприємствах металургії, машинобудування, хімічної, авіаційної промисловості 9 вторинних і корозійностійких сплавів [2].

Ливарну лігатуру з корозійностійких сплавів впроваджено на Дніпровському хімічному комбінаті, де її стійкість виявилась у 100 разів вищою за стійкість серійних аналогів з легованого титану.

Дослідженнями к.т.н. Т.І. Івченко та к.т.н. О.В. Долженкової доведено, що у склад електроду, який витрачається при виробництві високоміцних титанових сплавів, можна вводити до 30 % титанової стружки, що вважали неможливим раніше [3].

Висновки. Вчені, дослідники, які працювали над проблемою ресурсозбереження в НДЛМТТ, і нині продовжують цей актуальний напрямок у

науково-дослідних інститутах, в навчальному процесі у вищих навчальних закладах, на машинобудівних та металургійних підприємствах.

Бібліографічні посилання

1. Шаповалова О.М. Ресурсосберегающие технологические процессы обработки цветных и черных металлов, их сплавов. Днепропетровск : ДГУ, 1991. 142 с.
2. Шаповалова О.М., Золотько Е.В., Шевченко Н.И. Изучение фазовых

превращений сплава ВТ23, выплавленного по особой технологии с использованием возвратного метала. Днепропетровск : ДГУ, 1993. 162 с.

3. Бабенко Е.П., Долженкова Е.В. Исследование причин разрушения крупногабаритного изделия из сплава ВТ23. Днепропетровск : ООО Укрметаллургинформ НТА, 2014. 4 с.

Надійшла до редколегії 02.07.2018 р.

УДК 621.791: 621.7.011

ТЕРМОДЕФОРМАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ (УСАДКА) В МЕТАЛЛЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СВАРОЧНЫХ РАБОТ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ КОРПУСНЫХ ОТСЕКОВ

О. А. Дружинина, Е. С. Болюбаш

Державне підприємство «Конструкторське бюро «Південне» ім. М.К. Янгеля, ул. Криворожская, 3, г. Днепр, 49008, Украина, e-mail: asacurane@gmail.com

Розглянуто питання зварювання і деформації конструкції, викликані внутрішньою поперечною напругою, що виникає у зварних швах. Проведено розрахунок усадки металу (АМг6), приведено результати вимірів усадки після зварювання, дано рекомендації по зменшенню зварювальних деформацій, напруги і переміщень, призначенню технологічних припусків для парювання впливу термодформаційних процесів.

Ключові слова: зварювання, термодформаційні процеси, усадка, тонкостінний корпус.

The questions of welding and deformation are considered the constructions, caused by internal transversal tensions arising up in the weld-fabricated guy-sutures. The calculation of shrinkage of metal (AMg6) is conducted, the result of measuring over shrinkage is brought after welding, given to recommendation on reduction of welding deformations, tensions and moving, setting of technological allowances for the parry of influence of termal deformation processes.

Keywords: welding, thermal deformation processes, shrinkage, thin-walled housing.

Рассмотрены вопросы сварки и деформации конструкции, вызванные внутренними поперечными напряжениями, возникающими в сварных швах. Проведен расчет усадки металла (АМг6), приведены результаты измерения усадки после сварки, даны рекомендации по уменьшению сварочных деформаций, напряжений и перемещений, назначению технологических припусков для парирования влияния термодформационных процессов.

Ключевые слова: сварка, термодформационные процессы, усадка, тонкостенный корпус.

Введение. Сварка – это один из наиболее совершенных видов неразъемных соединений металлических элементов. При использовании сварки в ракетостроении имеются большие возможности в создании наиболее оптимальных и рациональных конструкций.

При изготовлении тонкостенного конического корпусного отсека (см. рис. 1) выявлено, что после выполнения сварки четырех кольцевых швов длина корпуса уменьшилась на ~3,5 мм. Причиной этого являются термодформационные процессы

при сварке, вызванные поперечным напряжением в сварном соединении.

Суть процесса сварки состоит в том, что металлы нагреваются до температур, близких к температуре порога рекристаллизации. Характерным для сварки является создание внутрикристаллических форм связи между соединяемыми металлами (или соединяемыми металлами и металлом шва). Между соединяемыми металлами возникает непрерывная металлическая связь путем образования общих зерен (см. рис. 2).