

08.04.2024 596

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Жукова Віктора Вікторовича «Особливості структури та механічні властивості зварних швів сталі 14ХГНДЦ, модифікованих дисперсними частинками карбідів, оксидів та сполук на основі титану», що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.01 — «Матеріалознавство»

На експертизу представлено дисертаційну обсягом 182 сторінки тексту, автореферат і копії 16 наукових праць, в яких опубліковано основні наукові результати дисертації, а також надані документи про їх впровадження.

Об'єктом дослідження є процес структуроутворення металу зварного шва високоміцних низьколегованих сталей в результаті модифікування дисперсними частинками карбідів, оксидів та сполук на основі титану.

Предметом дослідження є закономірності значень кінетичних параметрів фазового перетворення; закономірності впливу неметалевих включень та фазових виділень на процес розпаду переохолодженого аустеніту; закономірності параметрів хімічного складу, температурних умов перетворення аустеніту, структурно-фазового складу та механічних властивостей металу модифікованих швів високоміцних низьколегованих сталей.

Дисертаційна робота Жукова Віктора Вікторовича виконувалась в ІЕЗ ім. Є.О. Патона за темами відомчого плану НАН України, в яких автор приймав участь, як виконавець: «Інструментальними методами фізичного металознавства і аналітичної хімії дослідити розподіл і концентрацію легуючих елементів, домішок та газів, особливості структури і структурних перетворень та кінетику утворення нових фаз у зварних швах, зоні термічного впливу і газотермічних покриттях» (№ ДР 0110U02877, 2010-2012 рр.); «Дослідити структурні перетворення у зварних з'єднаннях високоміцних сталей в залежності від зовнішнього навантаження при нагріві по зварювальному циклу та розробити математичні моделі» (№ ДР 0112U001513, 2012-2016 рр.); «Вивчення особливостей фізико-хімічних процесів взаємодії фаз і структуроутворення в нерівноважних термокінетичних умовах при формуванні зливків, зварних з'єднань та покриттів на поверхні виробів зі сталей та металевих сплавів» (№ ДР 0112U001513, 2012-2016 рр.);

1. Актуальність наукових досліджень

Надійність і ресурс сучасних будівельних конструкцій значною мірою залежить від властивостей їх зварних з'єднань, як складових конструкцій. При використанні в будівельних конструкціях високоміцних сталей виникла проблема, пов'язана зі зниженням показників в'язкості металу зварних швів при підвищенні показників міцності. І саме тому модифікування металу зварювальної ванни, яке відчутно впливає на структуроутворення, забезпечує суттєве підвищення рівня збігу міцності і пластичності, що загалом надає даній роботі актуальність.

2. Зміст та обсяг дисертації та автореферату

Дисертація складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку використаних літературних джерел, що включає 102 найменування і додатків.

У першому розділі наведено аналіз сучасного стану проблеми формування структури зварних з'єднань високоміцних низьколегованих сталей (ВМНЛ). Розглянуто механізми їх зміцнення, термічну обробку сталей, вплив хімічного складу на властивості, а також модифікування металу шва зварних з'єднань із ВМНЛ сталей. Вивчення наведених механізмів і особливостей доповнили визначенням умов формування мікроструктури металу зварного шва ВМНЛ сталей. Таким чином встановили, що вплив мікрочастинок, які модифікують на вторинну структуру металу зварного шва, потребує подальшого вивчення. Надається необхідним дослідити термодинаміку структурно-фазових перетворень стосовно кристалізації металу шва, а також особливості впливу неметалевих включень на формування структури, що загалом зумовить підвищення механічних властивостей зварних з'єднань із ВМНЛ сталей.

На основі аналізу відомих досліджень визначено напрям роботи, сформувано мету і основні задачі для її досягнення.

У другому розділі обґрунтовано вибір сталей, наведено процес модифікування металу шва через зварювальний порошковий дріт, в осердя якого вводили модифікатори. Наведено методи і методики дослідження, а також відповідне обладнання і машини. Дослідження структури металу шва виконувалось шляхом використання оптичної (Неофот-32) і електронної мікроскопії. Для визначення фазового складу виділень в металі шва, їх форми і розмірів, а також кількості залишкового аустеніту і МАК-фази, а також зміни параметрів кристалічної решітки при твердорозчинному зміцненні,

використовувався метод рентгеноструктурного фазового аналізу (РСФА). Хімічну неоднорідність і розподіл елементів у зварному шві досліджували при використанні мікрорентгеноспектрального аналізу (РСМА). Комплекс моделювання термодетформаційного стану визначали шляхом використання установки Gleeble 3800. Для вивчення кінетики розпаду переохолодженого аустеніту проводили дилатометричні випробування на установці Gleeble 3800. Для визначення температур початку і кінця фазового перетворення переохолодженого аустеніту було розроблено новий метод аналізу дилатометричних даних і відповідне програмне забезпечення.

У третьому розділі наводяться результати дослідження впливу модифікування на формування вторинної кристалічної структури зварних з'єднань ВМНЛ сталей. Також наводяться, в порівнянні, особливості структури металу шва, отриманої без модифікування і аналогічної структури з використанням модифікування. Для металу швів, без модифікування, характерна переважно бейніто-мартенситна структура з наявністю незначної фрагментації. Бейнітна складова в основному надається нижнім бейнітом (понад 50%), а також верхнім. Спостерігається наявність до 10% феритної складової. Стосовно модифікації металу шва FeTi, встановлено, що в металі швів формується в основному бейніто-мартенситна структура, що має незначну фрагментацію. Бейнітна складова структури являє переважно верхній бейніт (понад 50%) і нижній бейніт (близько 30%). Також в невеликій кількості (до 10%) присутні мартенсит і ферит (близько 5%). Встановлено, що модифікація металу шва Fe Ti сприяє формуванню дрібнозернистого нижнього бейніту і грубопластичного верхнього бейніту, які характеризуються незначною фрагментацією їх зерен. Спостерігається наявність нерівномірного розподілу дисперсних фаз по тілу і границях зерен, що може спричинити розкид механічних властивостей і знижений опір тріщиностійкості.

Виявили, що модифікування металу швів TiN забезпечило формування переважно бейніто-мартенситної структури. Близько 60% такої структури складає верхній бейніт, близько 20% - нижній бейніт, до 10% - мартенсит і ферит. Спостерігається незначна фрагментація зерен нижнього бейніту, а також наявність фазових виділень карбонітритного типу TiCN і оксидів TiO₂.

Стосовно модифікування металу шва SiC виявили, що структура, яка формується, є переважно бейніто-мартенситною з незначною наявністю фрагментації. Бейнітна складова такої структури представлена здебільшого

верхнім бейнітом (понад 50 %) і нижнім бейнітом (близько 30%), а також мартенситом (близько 10%) і феритом (менше 10%).

Встановили, що використання TiC призводить до появи мартенситної складової в структурі металу шва. Така структура металу шва є бейніто-мартенситною. Бейніт верхній складає понад 60 %, а нижній бейніт - близько 25%. Відповідно мартенсит складає до 10%, а ферит – до 5%. Структура нижнього бейніту характеризується значною фрагментацією.

Вивчення особливостей ZrO₂ показало наступне. В металі швів формується переважно бейніто-мартенситна структура: близько 65 % складає нижній бейніт, близько 20% - верхній бейніт, до 10% складає мартенсит та близько 5% складає ферит.

Шляхом дослідження впливу наведених модифікаторів на параметри такої мікроструктури швів встановили наступне. Використання модифікаторів забезпечує формування у різному співвідношенні структурних складових (нижнього і верхнього бейніту, мартенситу та фериту). Виявлено, що значна кількість верхнього бейніту (50...60%) спостерігається в структурі металу швів, які модифікували частинками FeTi, TiN, SiC і TiC. Наведена кількість верхнього бейніту сприяє зниженню механічних властивостей. В структурі металу шва, модифікованого ZrO₂ наявність верхнього бейніту складала близько 20%. Відповідно об'ємна складова нижнього бейніту в металі шва, модифікованого частинками FeTi, TiN, SiC і TiC складала 20...30%, а при модифікації ZrO₂ така складова збільшилася до 60%, що позитивно впливає на рівень механічних властивостей зварних з'єднань. Водночас, кількість мартенситу в досліджуваних швах зварних з'єднань становить близько 10%, а кількість феритної складової – близько 5...10%.

Встановили, що модифікування металу швів TiN і FeTi приводить до утворення фазових виділень, які близькі за складом до частинок модифікаторів, що формуються в об'ємі бейнітних зерен. При модифікуванні металу шва карбідними чи оксидними модифікаторами такі фазові виділення формуються по границях зерен. Встановили, що в структурі металу шва, модифікованого TiN і FeTi, спостерігається підвищена щільність дислокацій біля границь зерен. Наприклад $2\div 3 \times 10^{11} \text{ см}^{-2}$ при модифікуванні TiN. Виявили, що модифікування металу шва дисперсними частинками сприяє укрупненню неметалевих включень розміром понад 0,36 мкм.

У четвертому розділі досліджували вплив модифікування на температурні

параметри структурно-фазових перетворень в металі зварних швів високоміцних низьколегованих сталей. Визначали температури початку і закінчення мартенситного перетворення, а також інтенсивність перетворення і об'ємний ефект перетворення.

Шляхом зіставлення термодинамічних діаграм розпаду переохолодженого аустеніту металу шва без модифікування, а також з його використанням, вивчали термодинаміку структурно-фазових перетворень. Визначили параметри термодинаміки структурно-фазового перетворення стосовно металу шва без модифікування, а також з модифікуванням.

Аналіз термодинамічних діаграм (ТКД) металу шва, модифікованого ZrO_2 стосовно використовуваних швидкостей охолодження, окрім $45^\circ C/c$, показав наявність монотонного характеру перетворення. При максимальній швидкості охолодження формується незначна кількість мартенситної фази. Мікроструктура металу шва, модифікованого частинками ZrO_2 , при швидкості охолодження $5^\circ C/c$, складається з фериту, який відрізняється за формою. Виявлена залежність формування структури стосовно різної швидкості охолодження, яка складала $10^\circ C/c$, $17^\circ C/c$, $30^\circ C/c$ і $45^\circ C/c$. Дослідження термодинаміки структурно-фазового перетворення металу шва, модифікованого частинками ZrO_2 показали, що температура максимальної інтенсивності структурно-фазового перетворення забезпечує плавну зміну значень, які характеризують такі перетворення.

Аналіз термодинамічної діаграми металу шва, який модифіковано частинками TiO_2 , показав різку зміну температур перетворення при швидкості охолодження $17^\circ C/c$. Для швидкостей охолодження, які є вищими або нижчими зазначеної швидкості, характерна плавна зміна критичних температур. Спостерігається зниження критичних температур перетворення (майже на $20^\circ C$) переохолодженого аустеніту в порівнянні з металом шва без модифікування.

Аналіз ТКД металу шва, який було модифіковано Al_2O_3 , показав зниження температур фазового перетворення приблизно на $20^\circ C$, для всього діапазону швидкостей охолодження в порівнянні з металом шва без модифікування. Стосовно швидкостей охолодження металу шва, що складала 5, 10, 17, 30 і $45^\circ C/c$, отримали відповідну структуру, визначили інтегральну твердість та визначили параметри термодинаміки структурно-фазового перетворення металу.

Аналіз ТКД металу шва, модифікованого частинками MgO, показав незначне підвищення температур структурно-фазового перетворення в порівнянні з металом шва без модифікування. Встановили, що мікроструктура зразка, який модифікували частинками MgO, при відповідній швидкості охолодження складається з суміші глобуляризованого фериту, фериту з упорядкованою другою фазою, фериту з напівупорядкованою другою фазою і невеликої кількості голчатого фериту. Інтегральна твердість металу шва становить $HV1 = 2050$ МПа. Наводиться коротка характеристика структури металу шва стосовно швидкості охолодження 10, 17, 30 і $45^{\circ}\text{C}/\text{с}$, встановлені параметри термодинаміки структурно-фазового перетворення металу шва, модифікованого частинками MgO.

Шляхом аналізу ТКД встановили, що модифікування металу зварних швів частинками TiC зумовлює продовження мартенситного перетворення при швидкостях охолодження, які є вищими $30^{\circ}\text{C}/\text{с}$. Загалом модифікування металу шва частинками TiC призводить до зниження температур перетворення приблизно на 25°C при порівнянні з металом без модифікування. Стосовно швидкостей охолодження 5, 10, 30 і $45^{\circ}\text{C}/\text{с}$ отримали відповідну структуру, визначили інтегральну твердість і параметри термодинаміки структурно-фазового перетворення металу шва, який модифіковано частинками TiC.

Шляхом дилатометричних досліджень і аналізу ТКД, яку побудували для металу зварних з'єднань, модифікованих SiC, встановили, що при швидкості охолодження, вищою ніж $17^{\circ}\text{C}/\text{с}$, формується мартенситна складова структури. Наявність мартенситної складової відносно бейнітної, при збільшенні швидкості охолодження, зростає. Виявили, що формування мартенситної складової супроводжується зниженням температури бейнітного перетворення. Початок такого перетворення проходить при більш низьких температурах в порівнянні з металом шва без модифікування. Стосовно швидкостей охолодження 5, 10, 30 і $45^{\circ}\text{C}/\text{с}$ отримали відповідну структуру, визначили вплив SiC на особливості її формування, а також параметри термодинаміки структурно-фазового перетворення металу шва.

Шляхом вивчення результатів дилатометричних досліджень і даних ТКД металу зварного шва, модифікованого частинками NbC, встановили, що при швидкості охолодження, яка є більшою ніж $10^{\circ}\text{C}/\text{с}$, формується мартенсит. Виявили, що відповідно збільшенню швидкості охолодження частка мартенситу, відносно бейнітної складової, збільшується. Зниження бейнітної

складової відчутно зменшується при швидкості охолодження $45^{\circ}\text{C}/\text{с}$. При відповідному порівнянні перетворення в металі шва без модифікування, а також із наявністю SiC , спостерігається зниження температур перетворення майже на 35°C . Стосовно швидкостей охолодження $5, 10, 30$ і $45^{\circ}\text{C}/\text{с}$ отримали відповідну структуру металу шва, модифікованого NbC , а також визначили вплив NbC на особливості її формування і параметри термодинаміки структурно-фазового перетворення.

Аналіз термодинамічної діаграми розпаду переохолодженого аустеніту металу шва, який модифікували частинками TiN , показав суттєве зниження (до 100°C) температур структурного перетворення в порівнянні з металом шва без модифікування. Мікроструктура металу шва, модифікованого частинками TiN , охолодженого зі швидкістю $5^{\circ}\text{C}/\text{с}$, складалася переважно з бейнітних структур, а для зразків зі швидкостями охолодження $10-45^{\circ}\text{C}/\text{с}$ – з бейніто-мартенситних структур. Встановили критичні температури та кінетичні параметри перетворення для металу шва, модифікованого частинками TiN .

Виявили, що модифікування металу зварного шва ВМНЛ сталей зумовлює зміну критичних температур перетворення аустеніту і приводить до формування відповідних структур. Модифікування TiC , SiC , NbC і TiN призводить до появи мартенситних фаз.

П'ятий розділ присвячено дослідженню механізму впливу модифікування дисперсними частинками на механічні властивості металу зварних швів. Аналіз впливу модифікування на хімічний склад металу зварних швів, а також хімічного складу на властивості, отримували з використанням вуглецевого еквіваленту. Визначено вплив температури максимальної інтенсивності модифікованого металу. Також визначено вплив швидкості охолодження на температуру максимальної інтенсивності перетворення аустеніту металу шва, який набув відповідного модифікування. Встановили, що оксидні модифікатори ZrO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , MgO в цілому підвищують значення пластичності і знижують значення міцності металу зварного шва, тоді як титановмісні і карбідні модифікатори мають протилежний вплив. При використанні NbC і TiN спостерігали відхилення від загальної тенденції, що потребує додаткового уточнення. Виявили зниження властивостей міцності і підвищення пластичності при підвищенні співвідношення кількості феритної фази до аустенітної. Модифікування металу шва NbC і TiN зумовлює появу мартенситної фази, що викликає підвищення його міцності.

Шляхом дослідження тонкої структури встановили, що метал шва, модифікований FeTi і TiN, характеризується підвищеною щільністю дислокацій біля границь зерен. Наведена щільність дислокацій зумовлює зниження тріщиностійкості металу, особливо при температурах, які є нижчими 0°C. В порівнянні з металом швів без модифікування, використання частинок ZrO₂ і MgO призводить до підвищення значень його ударної в'язкості, а використання TiO₂ і Al₂O₃ – до підвищення міцності металу швів.

В шостому розділі наводяться результати стосовно дослідно-промислової перевірки результатів досліджень на підприємстві ПАТ Новокраматорський машинобудівний завод (ПАТ НКМЗ). Для перевірки впливу модифікування металу шва зварних з'єднань зі сталі 16ХГМФТР на механічні властивості використовували зварювальний дріт марки BÖHLERX 70-JG та експериментальні порошкові дроти з модифікаторами. Аналіз отриманих даних показав, що використання експериментальних зварювальних дротів з модифікаторами дозволило значно підвищити механічні властивості зварних з'єднань порівняно з використанням дроту Св-08Г2С. Виявили, що механічні властивості зварних з'єднань, які виконали з використанням експериментальних зварювальних дротів, наближаються до показників з використанням дротів Св-10ХН2ГСМФТЮ, BÖHLER NiCrMo 2,5 і BÖHLER X 70-JG.

Шляхом дослідно-промислової перевірки на ПАТ НКМЗ були підтверджені основні результати досліджень і прийнято рішення про впровадження запропонованих технологічних рішень в промислове виробництво.

3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій

Наукові положення, висновки та рекомендації роботи достатньою мірою обґрунтовані, оскільки базуються на аналізі сучасних загальноvizнаних літературних джерел в області використання модифікаторів металу зварного шва для підвищення механічних властивостей зварних з'єднань.

Обґрунтування отриманих теоретичних і практичних результатів дисертації також базується на коректному використанні методів і методик, а також сучасного обладнання стосовно дослідження особливостей модифікування металу шва, структурного стану і механічних властивостей.

Достовірність отриманих результатів додатково підтверджується тим, що

методику їх отримання повністю узгоджуються з загальновизнаними методологічними засадами і концепціями у галузі теорії та практики металознавства, зокрема підвищення механічних властивостей зварних з'єднань шляхом модифікування металу шва. Наведені автором результати апробації зварних з'єднань з металом шва, який відповідно модифікували оксидними (ZrO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , MgO) та карбідними (TiC , SiC , VC , NbC) модифікаторами, підтверджують достовірність наукових результатів, пов'язаних з підвищенням механічних властивостей зварних з'єднань. Отримані результати модифікування металу шва можуть виконуватися при виготовленні зварних з'єднань із високоміцних низьколегованих сталей в ключових галузях промисловості.

4. Новизна наукових положень, висновків, рекомендацій

В дисертаційній роботі отримано ряд наукових результатів, які у сукупності є значущими для вирішення проблеми підвищення механічних властивостей зварних з'єднань із високоміцних низьколегованих сталей, що дає змогу підвищити їх експлуатаційні характеристики.

На основі аналізу результатів дисертаційних досліджень В.В. Жукова доцільно визначити наступні результати, що мають наукову новизну.

В дисертаційній роботі виконано комплекс фундаментальних та прикладних досліджень стосовно особливостей структури та механічних властивостей металу швів зварних з'єднань зі сталі 14ХГНДЦ, які модифікували дисперсними частинками карбідів, оксидів і сполук на основі титану. Отримані результати можуть бути кваліфіковані як теоретичне узагальнення та рішення важливої науково-прикладної задачі, що має вагоме народногосподарське значення.

- Вперше шляхом вдосконалення методики аналізу дилатометричних даних за рахунок визначення температур, інтенсивності і об'ємного ефекту перетворення аустеніту встановили, що модифікування зварних швів ВМНЛ сталей дисперсними частинками впливає на його кінетику.

- Вперше визначено механізм впливу різних типів модифікаторів на кінетику структуроутворення металу зварних швів: виявили, що карбідні модифікатори впливають на кінетику перетворення та формування вторинної

кристалічної структури шляхом розчинення і зміни складу розплавленого металу ванни. Встановили, що оксидні модифікатори та модифікатори на основі сполук титану розчиняючись виділяються на поверхні неметалевих включень у вигляді фаз, які впливають на структуроутворення і механічні властивості модифікованого металу зварного шва.

- Вперше встановили, що склад неметалевих включень, характер їх розташування відносно границь зерен та наявність градієнту дислокацій, накопичених поблизу включень, впливають на кінетику фазових перетворень і на механічні властивості. Встановили, що в структурі металу швів, які модифікували FeTi і TiN, спостерігається підвищена щільність дислокацій поблизу границь зерен ($2\div 3 \times 10^{11} \text{ см}^{-2}$).

Практичне значення отриманих результатів, які складають основу модифікування металу зварних швів, полягає в наступному:

- для підвищення механічних властивостей металу зварних швів ВМНЛ сталей рекомендовано використовувати у якості модифікаторів оксидні дисперсні сполуки;

- в умовах виробництва ПАТ НКМЗ підтверджено можливість застосування модифікування оксидними сполуками металу зварного шва, що забезпечило необхідний рівень механічних властивостей;

- запропонована методика визначення критичних температур фазових перетворень, з використанням поліномів 5-го ступеню, дозволила знизити похибку у визначенні температур фазових перетворень.

Практична значимість одержаних автором результатів досліджень підтверджується також зв'язком дисертаційних досліджень з державними пріоритетними напрямками наукових робіт ІЕЗ ім. Є.О. Патона (№ ДР 0110U02877, № ДР 0107U002282, № ДР 0112U001513, № ДР 0115U006678)

6. Повнота вкладених отриманих результатів у наукових виданнях

Основні результати і наукові положення, висновки та рекомендації, що наведені в дисертації, повністю висвітлені у 16 публікаціях. В тому числі 10 статей у фахових виданнях України, з них 3 опубліковані в закордонних виданнях, внесених до реєстру міжнародних наукометричних баз даних, та 6 матеріалів міжнародних наукових конференцій.

7. Рекомендації по використанню результатів дисертації

Отримані та запропоновані автором результати доцільно використовувати для підвищення механічних властивостей зварних з'єднань із ВМНЛ сталей, що застосовуються в ключових галузях промисловості. Наприклад, в машинобудуванні. Одержані результати доцільно також використовувати в матеріалах дисциплін «Матеріалознавство і термічна обробка зварних з'єднань», «Фізико-хімічні процеси в зварних з'єднаннях», «Металографія зварних з'єднань», які читаються студентам матеріалознавчого профілю.

8. Оформлення дисертації та автореферату

Зміст автореферату повною мірою відповідає змісту дисертації. Автореферат містить основні положення, висновки та рекомендації, наведені в дисертації, а також всю іншу, необхідну для оцінки дисертації, інформацію.

Дисертаційна робота і автореферат викладені логічно та коректно. Оформлення автореферату повністю відповідає вимогам пунктів 11, 13 і 14 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання» стосовно кандидатських дисертацій.

9. Зауваження щодо змісту та оформлення роботи

Слід відмітити наступні зауваження щодо змісту та оформлення розглянутої дисертаційної роботи:

- в постановочній частині дисертаційної роботи слідувало б в концентрованому вигляді сформулювати допущення і обмеження. В переліку умовних позначень (стор. 22) наведені не всі позначення, що зустрічаються в тексті роботи. В окремих позначеннях порушена послідовність розташування символів. Наявність наведених порушень ускладнює усвідомлення матеріалу роботи;
- було б доцільним отримані зразки зварних з'єднань з модифікованим металом шва і аналогічні зразки штатної технології випробувати на втому і надати в порівнянні результати таких випробувань;
- в розділі 6, який присвячено дослідно-промисловій перевірці результатів

досліджень, слідувало б розглянути вплив на структурний стан досліджуваних з'єднань післязварювального відпуску;

- по тексту дисертації зустрічаються граматичні помилки;
- було б доцільним дослідити в металі шва, модифікованого титановмісними частинками, особливості утворення високої щільності дислокацій навколо включень, що зумовлює зниження пластичності.

10. Висновок про відповідність дисертації паспорту спеціальності і встановленим вимогам

Зазначені зауваження можна вважати такими, що не знижують цінності роботи і не впливають на її загальну позитивну оцінку. Дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням, що містить нові науково-обґрунтовані теоретичні та практичні результати в галузі матеріалознавства.

Дисертаційна робота оформлена у відповідності до вимог ДСТУ.

В цілому вважаю, що дисертаційна робота Жукова Віктора Вікторовича «Особливості структури та механічні властивості зварних швів сталі 14ХГНДЦ, модифікованих дисперсними частинками карбідів, оксидів та сполук на основі титану» відповідає необхідним кваліфікаційним ознакам наукового дослідження відповідно вимог п.п. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України №567 від 24 липня 2013 р., № 567, стосовно кандидатських дисертацій.

Все вищевказане дає підстави вважати, що дисертаційну роботу виконано на високому науковому рівні, а її автор Жуков Віктор Вікторович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.01 – «Матеріалознавство».

Офіційний опонент доктор
технічних наук,
Лауреат Державної премії України
в галузі науки і техніки, професор
кафедри «Зварювання» НТУ «ХПІ»



Віталій Дмитрик
06.04
Віталій ДМИТРИК