

До Спеціалізованої вченої ради Д 08. 084. 02  
Національної металургійної академії України  
пр.Гагаріна 4, м.Дніпро, 49600

## **ВІДГУК**

**офіційного опонента на дисертаційну роботу**

**Макеєвої Ганни Сергіївни**

**«Розробка основ технології прокатки алюмінієвих штаб з армуванням сталевую сіткою для конструкційних виробів з прогнозованими механічними властивостями»,  
подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю  
05.03.05 – Процеси та машини обробки тиском.**

### **Оцінка змісту структури та завершеності роботи:**

Дисертаційна робота складається з анотацій на українській та англійській мовах, вступу, чотирьох розділів, висновків по роботі, списку використаних джерел з 115 найменувань та чотирьох додатків. Загальний об'єм роботи 184 сторінки, з них 148 сторінок основний текст. Структура роботи відповідає вимогам, що висуваються до кандидатських дисертацій, не викликає заперечень та є завершеною науковою працею.

У **вступі** обґрунтовано актуальність дисертаційного дослідження; вказано його зв'язок з науковими програмами, планами та темами; наведено мету та задачі дослідження, об'єкт дослідження, предмет дослідження та методи досліджень; визначено наукову новизну та практичне значення отриманих в ході виконання роботи результатів; наведено дані стосовно особистого внеску здобувача у публікаціях, що виконані у співавторстві та апробації результатів дисертації; наведено загальну характеристику дисертаційної роботи.

У **першому** розділі «Стан питання щодо дослідження процесів з'єднання армованих матеріалів» виконано огляд та аналіз існуючих способів виробництва алюмінієвих армованих композитів. Розглянуто існуючі методи армування композитних матеріалів, проаналізовано параметри, що впливають на процес прокатки алюмінієвих армованих композитів. Таким чином обґрунтовано постановку науково-технічної задачі дисертаційної роботи.

У **другому** розділі «Матеріали та методики дослідження» наведено дані стосовно використаного лабораторного обладнання та плану експерименту. Наведено опис створеної математичної моделі, що в подальшому використовувалась для теоретичних досліджень процесу прокатки армованих сталевую сіткою алюмінієвих композитів. Запропоновано інженерну методику розрахунку параметрів деформації сітки при прокатці між двох алюмінієвих штаб, та адаптовано розрахунок величини енергії удару при випробуваннях на

удар для алюмінієвих штаб, армованих сталевую сіткою, прокатаних при різних ступенях деформації.

**Третій розділ** «Дослідження впливу типу та орієнтації сітки на її формозміну і механічні властивості отриманого композиту» дисертаційної роботи присвячений дослідженню впливу розташування сітки на з'єднання композиту та його механічні властивості. Крім цього визначено три механізми композиційних переломів та розрахована теоретична межа міцності та плинності армованих композитів. Здійснено співставлення видовження ґратки та витяжки дротів сітки з експериментальними даними та за результатами моделювання процесу прокатки армованих сталевую сіткою алюмінієвих композитів в програмному середовищі QForm.

**Четвертий розділ** «Вплив параметрів деформації на формозміну сітки та механічні властивості армованого композиту» присвячений експериментальним дослідженням прокатки армованих композитів при різних ступенях деформації. Встановлені залежності таких параметрів деформації армуючої сітки як видовження ґратки сітки, витяжки дротів сітки та їх овалізації від ступеню деформації при прокатці, досліджено анізотропію властивостей у поздовжньому та поперечному напрямках, а також вплив термічної обробки на властивості прокатаного композиту. Розроблені основи технології прокатки алюмінієвих штаб армованими сталевими сітками.

У **додатках** наведено отримані акти впровадження та використання результатів дисертаційної роботи, перелік публікацій здобувача та відомості про апробацію результатів дисертації.

У кожному розділі наведено висновки, а загальні висновки у повній мірі відображають підсумки всієї роботи.

#### **Актуальність теми дисертаційної роботи.**

З метою вдосконалення конструкційних матеріалів для реалізації інноваційних проектів в інженерії одним з ефективних напрямків є розробка композиційних матеріалів, які характеризуються підвищеною здатністю до поглинання енергії удару та зменшенням питомої маси у порівнянні з масою найбільш міцного компоненту. На сьогодні існують роботи, що присвячені виготовленню армованих алюмінієвих композитів з застосуванням сталевого дроту. Даний матеріал не забезпечує рівномірність властивостей в поздовжньому та поперечному напрямку.

Альтернативним способом виробництва армованих алюмінієвих композитів зі здатністю до поглинання енергії удару є сумісна прокатка двох алюмінієвих штаб, армованих сталевую сіткою. Цей матеріал можна використовувати в машинобудуванні та будівництві,



зокрема, для виробництва ролетів, дверей, вікон, підбою бойових відсіків броньованих машин тощо.

Розвитку технологій виробництва композитів, що отримуються прокаткою, із застосуванням сітки в якості армуючої складової в композитах, наразі перешкоджає брак відомостей про параметри деформації як сітки в цілому, так і дротів, з яких вона складається. Крім того, невідомим досі залишався зв'язок між ступенем деформації та видовженням ґратки сітки, витяжкою та овалізацією дротів сітки, а також недослідженим до сьогодні був вплив армування на механічні властивості армованого композиту, зокрема здібністю до абсорбції енергії удару.

Тому робота Макеєвої Ганни Сергіївни «Розробка основ технології прокатки алюмінієвих штаб з армуванням сталеву сіткою для конструкційних виробів з прогнозованими механічними властивостями», яка спрямована на розробку основ технології виробництва алюмінієвих штаб, армованих сталеву сіткою, способом гарячої прокатки, що базується на визначенні параметрів деформації ґратки сітки, витяжки та овалізації її дротів, а також впливі цих параметрів на механічні властивості отриманого композиту та здатності до поглинання енергії удару, з метою подальшого отримання конструкційних виробів з прогнозованими механічними властивостями, є актуальною.

#### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Виконана дисертаційна робота пов'язана з тематичними планами наукових досліджень Національної металургійної академії України та в рамках проекту “Партнерство з організації практики в металургії” за підтримки Німецького товариства академічних обмінів.

#### **Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, що виносяться на захист.**

Обґрунтованість наукових положень та висновків дисертації базується на фундаментальних положеннях теорії та технології обробки металів тиском, теорії пластичності, теорії прокатки, повторюваності експериментальних результатів, коректної обробки результатів досліджень. Лабораторні дослідження виконані з використанням сучасного обладнання і вимірювальної апаратури, що пройшла метрологічну перевірку.

#### **Положення дисертації, що мають наукову новизну**

Наукова новизна дисертаційної роботи містить наступні положення:

1. Вперше встановлені закономірності деформації сталеву армуючої сітки, розташованої між алюмінієвих штаб, а саме — трансформація (видовження) ґратки сітки, витяжка та овалізація дроту, від ступеня деформації при прокатці.

2. Отримали подальшого розвитку відомості про закономірності анізотропії механічних властивостей армованого композиту в залежності від параметрів композиту та деформації його елементів: видовження ґратки сітки та овалізації її дротів.

3. Вперше на підставі визначених закономірностей плинучості металів, які формують алюмінієво-сталевий композит з внутрішнім армуванням дротяною сіткою, визначено механізми з'єднання складових композиту в залежності від геометрії його елементів та ступеня деформації.

4. Вперше встановлені характерні особливості руйнування при розтягуванні армованих сталевих сіткою алюмінієвих композитів, отриманих сумісною прокаткою при різних ступенях деформації.

#### **Наукове та практичне значення роботи.**

Наукове значення роботи полягає у встановленні закономірностей деформації сталевих армуючих сіток, розташованих між алюмінієвих штаб, закономірностей плинучості металів від ступеня деформації при прокатці та закономірностей анізотропії механічних властивостей армованого композиту від деформації його елементів.

Практичне значення роботи полягає в тому, що результати теоретичних і експериментальних досліджень дозволили: встановити, що діагонально орієнтована відносно напрямку прокатки сітка сприяє плинучості металу в матричному шарі композиту та покращенню механічних властивостей; розробити інженерну методику розрахунку параметрів деформації сітки у складі композиту; адоптувати до порівняння композитів різної товщини за умови відсутності руйнування зразків під час випробувань на удар; встановити адекватність моделі прокатки алюмінієвих композитів, армованих сталевих сіткою, що розроблено в програмному комплексі QForm; встановити вплив термічної обробки після деформації на властивості композиту; встановити, що армовані сталевих сіткою прокатані алюмінієві штаби у порівнянні з двома сумісно прокатаними штабами без армування мають вищі характеристики поглинання енергії удару; встановити, що діапазон ступеня деформації в межах 35...45 % може бути рекомендований для отримання компромісу між міцністю і пластичністю композитів у поздовжньому та поперечному напрямках; розробити основи технології прокатки алюмінієвих штаб армованими сталевими сітками для одержання суцільного композиту.

Виконані в рамках дисертаційної роботи результати досліджень використовуються в умовах ПрАТ Дніпровський завод «Алюмаш», а також у науковій роботі кафедри матеріалознавства Падерборнського університету (ФРН) та у навчальному процесі кафедри обробки металів тиском Національної металургійної академії України.



## **Повнота викладення результатів роботи в опублікованих працях.**

Основні результати дисертаційної роботи повністю викладено в 12 наукових працях, серед яких: серед яких 6 статей у наукових фахових виданнях України та інших держав, зокрема 2 статті, що входять до наукометричної бази SCOPUS та мають імпакт фактор SNIP 0,859 та 1,378; 1 патент на корисну модель, 2 статті у спеціалізованих виданнях, що додатково відображають матеріали дисертації та 3 тези доповідей. Публікації відповідають вимогам, а їхня кількість достатня для захисту дисертації поданої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.

Зміст автореферату цілком відповідає основним положенням дисертаційної роботи.

## **Апробація матеріалів дисертації.**

Основні положення дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на наукових конференціях в Україні та Європейському Союзі. Робота була заслухана на Придніпровському науковому семінарі «Обробка металів тиском» (м. Дніпро) та отримала позитивний висновок.

## **Зауваження по роботі**

1. В меті роботи зазначено прогнозовані механічні властивості, незалежно від того, які вони. Краще було написати, «...підвищеної міцності» та / або «здатності до поглинання енергії удару», як написано висновках в п.5.

2. В першому пункті наукової новизни задекларовано, що вперше встановлені закономірності видовження ґратки сітки, витяжки та овалізації дротів сітки, однак крім слів, що ці закономірності не раніше були відомі, інших пояснень та нових знань в цьому пункті немає. Вони присутні в самому тексті автореферату на стор. 12, 13 та в дисертації на стор. 109-128.

3. П.2 Отримали розвиток відомості про закономірності анізотропії механічних властивостей. Відмінність полягає у впливі деформації армуючої сітки та овалізації дроту на механічні властивості. Але в пункті не вказано в чому полягають ці закономірності. Яким чином впливає ступінь деформації та овалізації армуючої сітки. Тобто в даному випадку маємо реферативне наведення інформації. В той же час необхідні нові наукові знання знаходяться в п.9 висновків.

4. П.3. Механізми з'єднання складових композиту. Механізми в самому пункті наукової новизни не розкрито. Наведено лише, що ці дані відомі не були. Водночас в п.5 висновків, на стор. 12-13 автореферату та на стор. 113-119 самої дисертації ці нові наукові знання наведено. В скороченому вигляді вони повинні бути зазначені у самому пункті наукової новизни.

5. Пункт 4 наукової новизни – про характерні особливості руйнування. Теж саме. Не наведено ці характерні особливості в пункті наукової новизни. Вони приведені у висновках п.10 та на стор. 15-16 автореферату, але повинні бути коротко наведені в самому пункті наукової новизни.

6. При дослідженні процесу прокатки алюмінієвих штаб, армованих сталевими сітками, не досліджено вплив співвідношення параметрів сітки та товщини алюмінієвої штаби на властивості композиту.

7. За описом основ технології мова йде про прогнозовані механічні властивості композиту, однак не зазначено їх кількісних значень.

8. З матеріалів дисертації не ясно, за якими критеріями оцінюється якість з'єднання шарів композиту.

### **Рекомендації щодо подальшого використання результатів роботи**

Результати дисертаційної роботи можуть бути використані при виробництві алюмінієвого композиту, армованого сталевими сітками для отримання конструкційних матеріалів з прогнозованими механічними властивостями, зокрема при виробництві елементів конструкцій та машин з високою здатністю до поглинання енергії удару.

### **Оцінка мови, стилю й оформлення дисертації**

Мова і стиль дисертації забезпечують доступність сприйняття викладених матеріалів досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій за рахунок послідовного та стилістично коректного викладення.

Дисертація та автореферат написані та оформленні відповідно до вимог до кандидатських дисертацій.

### **Відповідність змісту дисертації спеціальності**

Зміст дисертації цілком відповідає спеціальності 05.03.05 – Процеси та машини обробки тиском. Автореферат відповідає змісту дисертації.

### **Висновок на відповідність дисертації установленим вимогам**

Дисертаційна робота Макеєвої Г.С., що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, є закінченою науковою працею на правах рукопису.

Назва роботи відповідає спеціальності та її сутності. Мета роботи та завдання є логічними та обґрунтованими. Структура роботи, обсяг окремих частин відповідають вимогам, що висувають до кандидатських дисертацій в Україні.

Нові наукові і практичні результати, що отримані в дисертаційній роботі, забезпечили вирішення науково-технічної задачі розробки основ технології виробництва алюмінієвих штаб, армованих сталеву сіткою, способом гарячої прокатки. Ця технологія базується на визначенні параметрів деформації ґратки сітки, витяжки та овалізації її дротів, а також



впливі цих параметрів на механічні властивості отриманого композиту та здатності до поглинання енергії удару, з метою подальшого виробництва конструкційних виробів з прогнозованими механічними властивостями. Зауваження, що зроблені, не мають принципового характеру та не знижують високу оцінку роботи.

Усе вищезазначене дозволяє зробити висновок про те, що дисертаційна робота Макеєвої Ганни Сергіївни «Розробка основ технології прокатки алюмінієвих штаб з армуванням сталевую сіткою для конструкційних виробів з прогнозованими механічними властивостями» відповідає вимогам п. 9, 11, 12, 13 постанови Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567 «Про затвердження Порядку присудження наукових ступенів» зі змінами, затвердженими постановами Кабінету Міністрів України № 656 від 19.08.2015, № 1159 від 30.12.2015 та № 567 від 27.07.2016 та чинним вимогам Міністерства освіти і науки України, а її автор Макеєва Г.С. заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.03.05 – Процеси та машини обробки тиском.

Офіційний опонент, доктор технічних наук, с.н.с.,  
завідувач відділу процесів та машин обробки  
металів тиском інституту чорної металургії  
ім. З.І. Некрасова НАН України

Приходько І.Ю.

Підпис Приходько І.Ю. засвідчую.  
Вчений секретар Інституту чорної  
металургії ім. З.І. Некрасова  
НАН України



О.Є. Меркулов

Відгук надійшов  
у Раду: 10.12.2018  
Вчений секретар: [Signature]