

- [2] Захаров, А. В., Рибалко, І. М., Тіхонов, О. В., & Сайчук, О. В. (2023). Дослідження зношуючої здатності ґрунтів та її вплив на довговічність робочих органів ґрунтообробних машин. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету, 13(1)
- [3] Сайчук, О., Рибалко, І., & Захаров, А. (2022). Електрошлакове наплавлення на постійному струмі в струмопідвідному кристалізаторі електродом великого перерізу. Scientific Collection «InterConf», (127), 229-237
- [4] Захаров, А. В., Рибалко, І. М., & Сайчук, О. В. (2023). Металургійні процеси плавлення і перенесення електродного та присадного матеріалів у шлаковій ванні при електрошлаковому наплавленні. Вісник ЛТЕУ. Технічні науки, (33), 12-18.

**УДК 621.9.032**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ШОРСТКОСТІ ПОВЕРХНІ НА МІЦНІСТЬ З'ЄДНАННЯ, ПІД ЧАС ПРОЦЕСУ ЗВАРЮВАННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ**

### **STUDY OF THE INFLUENCE OF SURFACE ROUGHNESS ON THE STRENGTH OF THE JOINT DURING THE WELDING PROCESS OF COMPOSITE MATERIALS**

*магістрант С.О. Кобець, доцент В.А. Бантковський  
Державний біотехнологічний університет (м. Харків)*

*Master's student S.O. Kobets, associate professor V.A. Bantkovskiy  
State Biotechnological University (Kharkiv)*

Зовнішній шар деталей, що підлягають з'єднанню із застосуванням процесу зварювання композиційних матеріалів, має макро- і мікровідхилення від ідеальної геометричної форми, що сильно впливає на міцність з'єднання [1]. Підвищення шорсткості може призвести до підвищення адгезійної міцності, що пов'язано зі збільшенням фактичної площі з'єднання, зменшенням швидкості поширення втомлюваних тріщин, а також більшою дисипацією в процесі деформації фрагмента з'єднувального матеріалу, який перебуває безпосередньо в мікронерівностях.

Однак через присутність на поверхні деталі різноманітних забруднень і парів води повного розтікання композиту по всій поверхні практично не відбувається, внаслідок чого зменшується адгезійна міцність, погіршення змочуваності та знижується когезійна міцність, що пов'язано з виникненням тріщин у композиті та збільшенням швидкості їхнього розповсюдження [2].

З механічних способів найдоцільнішими є точіння і розточування, шліфування, дробоструминне і піскоструминне оброблення, обробка щітками з використанням ручного механізованого інструменту. Точіння і розточування рекомендується використовувати для обробки зношених поверхонь і надання їм правильної геометричної форми. Шліфування застосовується для підготовки поверхні всіх груп деталей, а стан поверхні залежить як від застосовуваного матеріалу, так і від режимів шліфування. Найдоцільніше використовувати ручне шліфування наждачним полотном. Під час дробоструминної обробки

деталей відбувається поверхнєве зношування матеріалу, виникає висока шорсткість і зміцнюється поверхня. Вельми перспективним є очищення поверхні деталі за допомогою механізованих щіток, зважаючи на простоту і довговічність інструменту, нескладність механізації процесу і підвищення продуктивності праці в 20-30 разів порівняно з ручними операціями [3].

Графіки залежності напруги при зсуві як функції часу полімеризації  $\tau_{сд} = f(T)$  до досягнення повної міцності представлені на рис. 1 і 2.

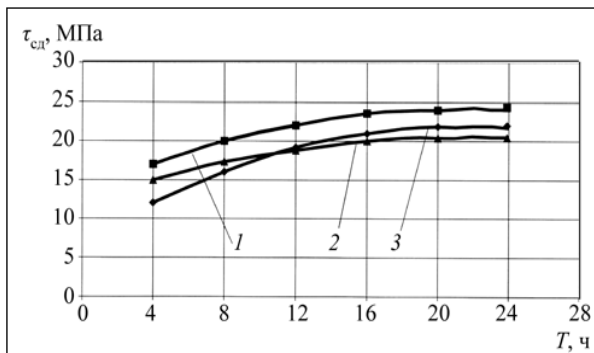


Рис. 1. Залежність міцності з'єднання "композит-сталь" від часу полімеризації під час оброблення поверхні точінням (крива 1), шліфуванням (крива 2) і фрезеруванням (крива 3)

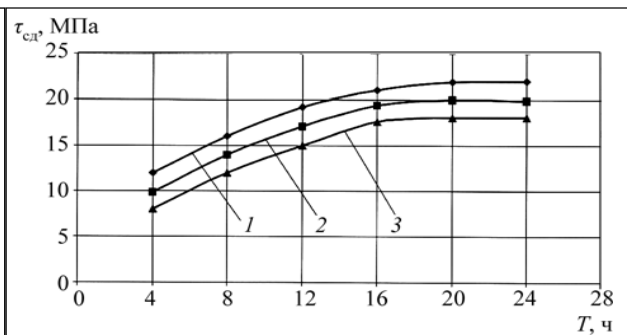


Рис. 2. Залежність міцності з'єднання "композит-сталь" від часу полімеризації під час дробоструменевого (крива 1), ручного (крива 2) і піскоструменевого оброблення (крива 3) поверхонь

Як видно з характеру кривих, зображених на цих графіках, найбільша міцність має місце під час токарного оброблення деталей (крива 1 на рис. 1), а найменша - під час піскоструминного (крива 3 на рис. 2), що пояснюється висотою мікронерівностей на поверхнях деталей під час відповідних видів оброблення. Із графіків можна зробити висновок також і про те, що після полімеризації композиту (тобто через 4 год) з'єднання набуває приблизно 50-60% міцності, а через 24 год - повної міцності.

Проведені дослідження також показали, що висота мікронерівностей, тобто шорсткість поверхні, впливає на характеристики міцності. Крім цього, свою роль у зниженні міцності відіграє збільшення товщини композиційного прошарку, яке виникає в результаті підвищення шорсткості. Також із графіків видно, що міцність з'єднань  $\tau_{сд}$  залежить не тільки від висоти мікро нерівностей  $R_a$ , а й від інших чинників [4]. Очевидно, що тут відіграє роль не тільки глибина западин шорсткості, що забезпечують заклинювання композиту, а й їхня форма, тобто мікрорельєф, який отримують у результаті обробки. Форма западин, нарівні з їхньою глибиною, впливає на затікання в них композиту і, отже, на повноту адгезійного контакту між ним і поверхнею деталі, а отже, і на кінцеву міцність з'єднання. Таким чином, на основі проведених досліджень можна зробити такі висновки:

1. для кожного виду обробки поверхні існує своя оптимальна шорсткість, за якої міцність з'єднання "композит-сталь" найбільша;
2. існує певна геометрія мікрорельєфу, що забезпечує найбільшу міцність з'єднання при використанні композиційних матеріалів як з'єднувального елемента.

- [1] Захаров, А. В., & Рибалко, І. М. (2023). Дослідження особливостей експлуатаційного зношування робочих органів ґрунтообробних машин. «Перспективи розвитку машинобудування та транспорту». м. Вінниця: ВНТУ, (3), 141-146
- [2] Захаров, А. В., Рибалко, І. М., & Сайчук, О. В. (2023). Дослідження особливостей очищення наплавленого металу від неметалевих домішок під час процесу електрошлакового наплавлення. Молода наука - роботизація і нано-технології сучасного машинобудування. Краматорськ: ДДМА, 101-105
- [3] Захаров, А. В., Рибалко, І. М., & Сайчук, О. В. (2023). Механічна обробка металу наплавлених деталей ЕШН. Нові матеріали і технології в машинобудуванні-2023, Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського (15), 141-146
- [4] Рибалко, І. М., & Захаров, А. В. (2023). Дослідження утворення дефектів в зоні сплавлення і наплавленому металі після ЕШН, їх походження і попередження. «Молоді вчені 2023 - від теорії до практики»: Матеріали. Електронне видання. – Дніпро, Журфонд, (8), 23-28.

**УДК 621.78**

## **ВСТУП ДО ПРОБЛЕМАТИКИ ЕНЕРГОСИЛОВОГО ВПЛИВУ ПРИ ФРИКЦІЙНОМІСТКИХ МЕТОДАХ ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХОНЬ**

### **INTRODUCTION TO THE PROBLEM OF ENERGY-FORCE IMPACT IN FRICTION-BASED METHODS OF SURFACE HARDENING**

***Канд. техн. наук О.О. Волков, Ж.В. Краєвська, В.О.Таровський,  
В.В. Скалібог, А.В. Юшко***

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», (м. Харків)*

***Candidate of Engineering Sciences O.O. Volkov, Zh.V. Kraevska, V.O. Tarovskyi,  
V.V. Skalibog, A.V. Yushko***

*National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute" (Kharkiv)*

Фрикційномісткі види оброблення – це технологічні методи, в тому числі, зміцнення поверхонь деталей машин, під час яких використовуються висококонцентровані джерела енергії. Потік теплової енергії високої концентрації у зоні контакту «інструмент-деталь» виникає в процесі високошвидкісного тертя між інструментом-диском та поверхнею, що обробляють. У зоні контактування відбувається також зсувне деформування поверхневих шарів металу. Формування зміцненого шару залежить від температурних та силових параметрів, які виникають у зоні контакту «інструмент-деталь», а також від технологічного середовища, напряму і величини зсувного деформування у зоні обробки, хімічного складу, попередньої термічної обробки та інших факторів. Для визначення параметрів зміцнення, вихідних даних для проведення динамічних та термопружних розрахунків необхідно знати сили та складові сил, які виникають у процесі оброблення, яка виникає у зоні контакту «інструмент-деталь» у процесі фрикційної обробки поверхонь. Енергосилові параметри - це параметри, які визначають енергетичні та силові характеристики процесу. Тобто - це такі параметри, як сила, швидкість, робота, потужність, момент [1,2]. Ці параметри є важливими для аналізу технологічних процесів і дозволяють зрозуміти, як вони працюють і як можна покращити їх ефективність. Аналіз енергосилових