

УДК 621.763-233.3

## ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ РОЗ'ЄМНОГО З'ЄДНАННЯ В ДЕТАЛЯХ З АКМ

Некрасов С.С., Довгополов А. Ю.

Сумський державний університет

**Анотація:** З метою дослідження міцності, запропонованого роз'ємного з'єднання для деталей з армованих композиційних матеріалів (АКМ), були проведені дослідження зі зміною основних параметрів що найбільше впливають на працездатність з'єднання. Для запропонованого з'єднання, круглої різьби з великим кроком, змінювалися такі основні параметри як крок різьби  $p$  та глибина профілю різьби  $t$ . Отримані значення сили, дозволили встановити, що запропоноване роз'ємне з'єднання за характеристиками міцності, при всіх встановлених параметрах наближається, за показниками міцності, до з'єднання з аналогічними параметрами виконаному в металі. За рахунок виконання повного факторного експерименту за класичною схемою його виконання, були встановлені основні параметри при яких показники міцності будуть найкращими, для нашого випадку значення кроку різьби складатиме  $p = 4$  мм, а значення глибини профілю різьби  $t = 1.76$  мм.

**Ключові слова:** армовані композиційні матеріали (АКМ); роз'ємні з'єднання; напруження; міцність; кругла різьба.

Останнім часом, питанням дослідження міцності конструкцій з композиційних матеріалів в Україні та в усьому світі, приділяється досить значна увага. Для з'єднання деталей з композиційних матеріалів в основному використовуються нероз'ємні з'єднання, такі як клейові та заклепкові, оскільки досить складно отримати роз'ємне з'єднання яке б задовольняло необхідним показникам міцності для даних матеріалів [1]. У випадку з різьбовими з'єднаннями АКМ (армованих композиційних матеріалів), все набагато складніше, оскільки, композити мають анізотропні властивості, то класичні різьби такі як метрична, дюймова не задовольняють показниками міцності для роз'ємних з'єднань, адже завдяки наявності гострих концентраторів напруг, вони не витримують необхідного навантаження. Саме тому потрібна зовсім інша геометрія профілю роз'ємного з'єднання, щоб уникнути низьких показників міцності, та не допустити виникнення гострих концентраторів напруг в роз'ємному різьбовому з'єднанні.

Авторами описана проблема була вирішена, наступним чином, оскільки не допускається гострих концентраторів напруг, була виготовлена кругла різьба з великим кроком. Профіль такої різьби із зазначенням параметрів профілю представлений на рис. 1.

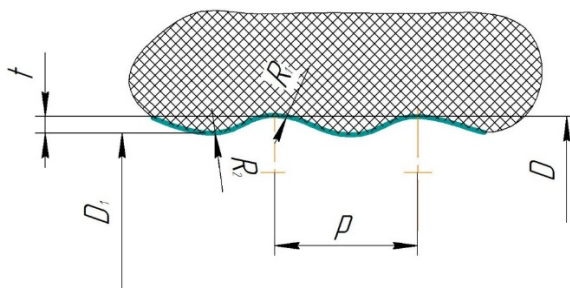


Рис. 1. Профіль різьби із зазначенням параметрів

Як відомо, армовані композити, краще обробляти гостро заточеним різцем. Саме з урахуванням даної особливості, за основу технології виготовлення круглої різьби, був взятий раніше розроблений спосіб обробки методом огинання, оскільки лише в цьому методі геометрія інструмента не впливає на формування профілю різьби [2]. Перевагою такого способу також є те що, обробка різьбової поверхні відбувається за один прохід що зменшує час обробки, а отже і час контакту ріжучої кромки з АКМ також зменшується, що позитивно

впливає на сам процес різання та не допускає миттєвого зростання температур та зносу ріжучої кромки. Більш детально дана технологія обробки описана в [1].

Практична перевірка міцності запропонованого з'єднання відбувалася виконанням повного факторного експерименту за класичною схемою його виконання. В нашому випадку побудова матриці повного факторного експерименту була реалізована на двох рівнях по двом факторах, оскільки в процесі експерименту змінювалися основні параметри круглої різьби такі як:  $p$  – крок різьби, та  $t$  – глибина профілю різьби. Таким чином була реалізована матриця типу  $2^2$ . Зовнішня різьба виготовлялась на металевих вставках (рисунок 2а), також раніше відомим способом [3], а внутрішня в склопластиковій пластині армованій в двох взаємно перпендикулярних напрямках (рисунок 2б). Різьби із зазначеними параметрами, для кожного випадку виконувалось в кількості по 5 різьб.

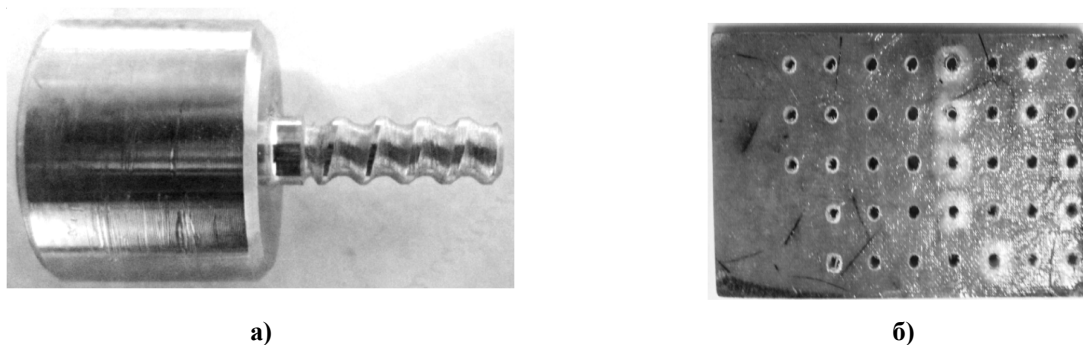


Рис. 2. Складові частини експерименту:

а – металева вставка з круглою зовнішньою різьбою; б – склопластикова пластина з виконаною в ній круглою внутрішньою різьбою.

В таблиці 1 представлено кодування факторів які в нашому випадку змінювалися.

Таблиця 1

**Кодування факторів**

Фактори що змінюються	Позначення	Межі варіювання	Кодове позначення	Нижній рівень	Верхній рівень	Нульовий рівень
Глибина профілю різьби	$t$	0.5 – 1.0	$x_1$	0.5	1.0	0.75
Крок різьби	$p$	1.0 – 4.0	$x_2$	1.0	4.0	3.0

Умова яка обов'язково повинна виконуватися в процесі реалізації зазначеного експерименту

$$0.5 \leq x_1 \leq 1.0$$

$$1.0 \leq x_2 \leq 4.0$$

Матриця планування експерименту типу  $2^2$ , представлена в таблиці 2

Таблиця 2

**Матриця планування експерименту типу  $2^2$**

№ експ.	$x_1$	$x_2$	$t$	$p$
1	+	+	1	4
2	+	-	1	1
3	-	+	0.5	4
4	-	-	0.5	1
5	0	0	0.75	2.5

Дослідження міцності запропонованого роз'ємного з'єднання відбувалося на універсальній розривній машині Р20, фото експерименту представлено на рисунку 3. В таблиці 3 представлені значення параметрів що змінювалися та отримане значення сили для кожного із зазначених випадків.

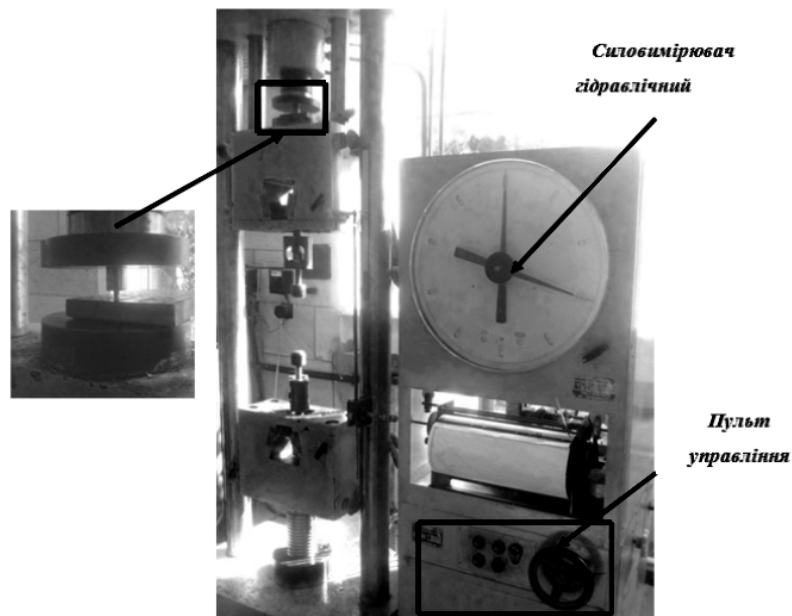


Рис. 3. Фото експерименту з дослідження міцності різьбового з'єднання

Таблиця 3

Параметри та отримані значення сили для кожного випадку

№	t	p	F <sub>1</sub> ,кН	F <sub>2</sub> ,кН	F <sub>3</sub> , кН	F <sub>4</sub> , кН	F <sub>5</sub> , кН	F <sub>ср</sub> , кН
1	1	4	14.4	14	13.5	13.5	13.7	13.82
2	1	1	13	12	11,7	12	13	12.34
3	0.5	4	9.2	9	11	10.4	10.2	9.96
4	0.5	1	12.2	12.5	12.6	12.2	8	11.5
5	0.75	2.5	15	14.6	13	12.4	13.7	13.74

Розрахувавши коефіцієнти рівняння регресії, для нашого випадку отримаємо наступне рівняння для перевірки адекватності моделі. Рівняння регресії матиме наступний вигляд:

$$y = F = -2.49 + 43.68 \cdot t - 1.52 \cdot p + 2.0 \cdot t \cdot p - 29.34 \cdot t^2 \quad (3)$$

На рисунку 4 представлений графік функції яка залежить від  $p$  кроку різьби та  $t$  глибини профілю різьби, а також на цьому графіку показані граничні точки в межах яких змінюється представлена функція.

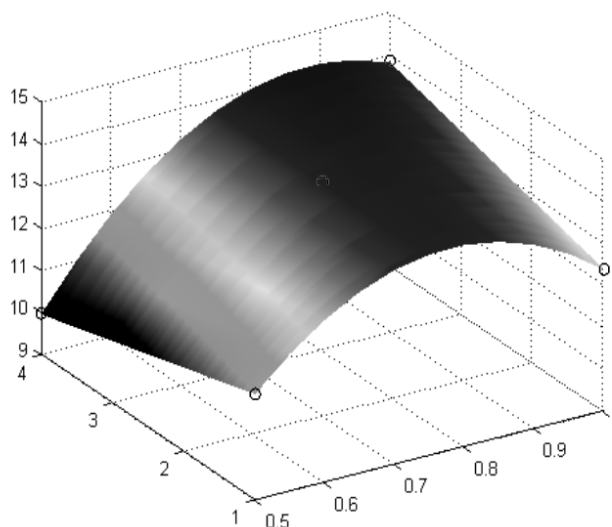


Рис. 4. Графік представленої функції

Знайшовши екстремуми отриманої нами функції, знаходимо значення наших параметрів при яких показники міцності будуть найвищими. У нашому випадку для нашої функції значення кроку різьби складатиме  $p = 4 \text{ мм}$ , а значення глибини профілю різьби  $t = 0.9 \text{ мм}$ . Згідно проведеного дослідження встановлено, що данні параметри вважаються найкращими для виготовлення представленого різьбового з'єднання.

#### Список літератури:

1. Довгополов А. Ю. Технологія обробки гвинтової поверхні роз'ємного з'єднання в деталях з армованих композиційних матеріалів /А. Ю. Довгополов, С. С. Некрасов // Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Сер. : Нові рішення в сучасних технологіях– Харків : НТУ "ХПІ", 2016. – № 42 (1214). – С. 38-42.
2. Пат. UA 103734. Спосіб обробки круглої внутрішньої різьби/ Некрасов С.С., Криворучко Д. В., Нешта А.О. МПК В23С 3/32 (2006.01), В23В 1/00. - No a201214037 заявл. 10.12.2012; 11.11.2013, бюл. No 21.
3. Пат. UA 115892. Спосіб обробки круглої зовнішньої різьби/ Некрасов С.С., Довгополов А. Ю. МПК В23С 3/32 (2006.01), В23В 1/00. - No u201612668 заявл. 12.12.2016; 25.04.2017, бюл. No 8.