

### НЕСУЧА СИСТЕМА ВЕРСТАТУ З ПОЛІМЕРНОГО ГРАНІТУ

Подальший розвиток технологій вимагає зниження вартості і тривалості виготовлення деталей, одночасно зі зростанням вимог до якості і точності. Особливо високі вимоги ставляться до металорізальних верстатів. Несуча система верстату – один із найвідповідальніший вузлів, яка має забезпечувати герметичну точність, жорсткість та витримувати умови складних динамічних навантажень. Поширеними матеріалами для виготовлення цього вузла є чавун та сталь. Процес виготовлення станин гарячим литтям дуже енергоємний. Крім того це накладає деякі обмеження на форму деталей, пов'язаних із технологією виготовлення. Значного використання в кінці двадцятого століття набули епоксидні смоли. В поєднанні з скло- та вуглеволокном вони застосовуються в авіації. У верстатобудуванні, поєднуючи із мінеральними наповнювачами, їх почали використовувати на початку 21 століття.

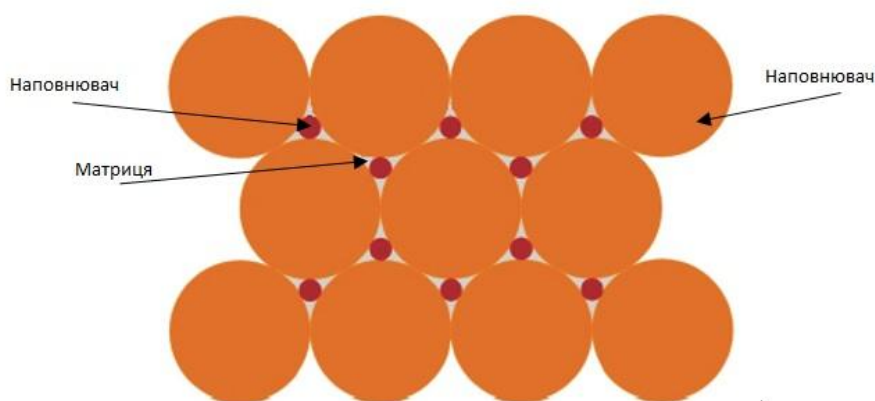


Рис. 1 Схема розташування компонентів полімерного граніту.

Фізико-механічні характеристики полімерного граніту залежить від вмісту мінеральних наповнювачів, які можуть складати 80 - 90% маси.

Таблиця 1 Фізико-механічні характеристики полімерного граніту та чавуну [2]

	Одиниця вимірювання	Чавун	Полімерний граніт
Границя міцності на стиснення	МПа	600-1000	70-150
Границя міцності на розрив	МПа	410-560	20
Границя міцності на згин	МПа	150-400	24-40
Густина	кг/м <sup>3</sup>	7150-7250	2100-2400
Коефіцієнт демпфування	-	0,003	0,03
Модуль Юнга	ГПа	80-140	60-80
Теплоємність	Дж/(кг·К)	0,5	0,9-1,1
Теплопровідність	Вт/(м·К)	45-50	1,3-2
Теплове розширення	10 <sup>-6</sup> /К	9-12	13-14

В якості наповнювача використовують різні фракції граніту, а матрицею слугують низько екзотермічні епоксидні смоли, оскільки в процесі полімеризації утворюється велика кількість тепла, що через погану теплопровідність може призвести до перевищення допустимої температури 100-120°C. Після полімеризації необхідно провести термообробку деталей, для завершення полімеризації, і набуття найкращих властивостей матеріалу. В залежності від смоли деталі нагрівають до 70-100°C із поступовим нагріванням і витримкою 6-8 годин кожні 20°C [1].

Міцність матеріалу значно гірша ніж в чавуну. Цей недолік не є критичним при раціональному конструюванні, зважаючи на особливості матеріалу. Коефіцієнт поглинання коливань на порядок вищий традиційних матеріалів, що допомагає сприймати більші динамічні навантаження. Теплоємність та теплопровідність полімерного граніту роблять станину менш чутливою до коливань температури навколишнього середовища. Майже відсутні внутрішні напруження, що скорочує час виготовлення станини, роблячи непотрібним довготривале старіння деталей. Полімерний граніт стійкий до агресивних хімічних середовищ, таких як масла, луги, кислоти, охолоджуючі рідини, відсутня корозія, але чутливий до органічних розчинників таких як ацетон.

Процес виготовлення деталей з цього матеріалу відбувається при кімнатній температурі, що значно спрощує технологію та вартість виготовлення. Станини з полімерного граніту дешевші на 30% в порівнянні із традиційними матеріалами [3]. Форми для разового лиття можуть бути виготовленні з дерева. Металеві ж форми можуть витримувати до 1000 відливок. Вартим уваги є також точність лиття, яка залежить в основному лише від точності форм, оскільки об'ємна усадка при полімеризації складає лише 0,03%. Також холодне лиття дозволяє інтегрувати в несучу систему значну кількість датчиків, та комунікацій. Серед яких система труб для підтримання стабільної температури станини, канали для кабелів та інших рідин, датчики напружень в станині та інше.



Рис. 2 Станина з полімерного граніту

З урахуванням особливостей матеріалу було сконструйовано вертикально-фрезерний верстат з ЧПУ зі станиною із полімерного граніту. За розрахунків навантаження приймалась сила різання 8 кН. В середовищі Autodesk Inventor були проведені розрахунки методом скінчених елементів. Серед результатів наступні показники: коефіцієнт запасу міцності - 9.3, максимальна деформація станини виміряна кінці шпинделя - 0,08 мм.

## **ВИСНОВКИ**

Введення нових матеріалів в машинобудування потребує багато досліджень та має деякі складнощі. Та незважаючи на це, використання полімерного граніту дозволяє скоротити витрати на виготовлення несучих систем на 30%, та досягнути кращої продуктивності та якості продукції.

## **Список використаних джерел**

- 1) Experimental investigation of material properties of epoxy granite / U. D. Deepak, P. P. Ajit, G. S. Kailas. // International Journal of Mechanical and Production Engineering. – 2013. – №1. – С. 22–24.
- 2) Jung D. S. Design and manufacture of hybrid polymer concrete bed for high-speed CNC milling machine / D. S. Jung, G. L. Dai. // International Journal of Mechanics and Materials in Design. – 2008. – №411. – С. 112-124.
- 3) Experimental Studies on Mechanical Properties of Epoxy Granite for Machine Tool Structure using Design of Experiments / [C. Shanmugam, P. R. Thyla, K. N. Mahindra та ін.]. // Asian Journal of Research in Social Sciences and Humanities. – 2017. – С. 1333–1342.