

В.М.Тонконогий, д-р техн. наук, М.О. Голофєєва,
В.О. Балан, Одеса, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК РОЗСПОВАННЯ ЕНЕРГІЇ КОЛИВАНЬ В БАЗОВИХ ДЕТАЛЯХ ВЕРСТАТІВ З СИНТЕГРАНУ

В статті розглядаються питання визначення демпфуючої спроможності виробів із синтеграну із закладними. Проведені дослідження залежності характеристик розсіювання механічної енергії від конструкцій закладних деталей та способу їх заділки.

В статье рассматриваются вопросы определения демпфирующей способности изделий из синтеграна с закладными. Проведены исследования зависимости характеристик рассеивания механической энергии от конструкции закладных деталей и способа их заделки.

In the article the determination of the damping capacity of products from sintegran with mortgages deals. The dependence of the characteristics mechanical energy dissipation on the design of embedded parts and the way they seal are investigated.

Останнім часом все більше застосування в техніці знаходять різного роду багатофазні композиційні матеріали, що володіють специфічними фізико-механічними властивостями. Одним з таких матеріалів є синтегран, який за основними фізико-механічними характеристиками аналогічний натуральному граніту. Принциповою відмінністю синтеграну від граніту є його технологічність. З нього можуть бути виготовлені такі конструкції деталей, які з натурального граніту отримати неможливо [2].

Цей матеріал призначений в основному для заміни чавунного лиття та блоків натурального граніту для виготовлення базових деталей верстатів, машин і приладів. Основною його перевагою перед традиційними матеріалами є підвищена демпфуюча спроможність, що характеризується нелінійною залежністю від параметрів коливань [3].

На характеристики розсіювання енергії в конструкціях з синтеграну, а, відповідно, і на точність та стабільність роботи верстатів значною мірою впливають закладні деталі. Серед характеристик закладних деталей, які здійснюють вплив на дисипативні властивості конструкції можна виділити:

- характеристики геометрії;
- матеріал;
- відстань між закладними деталями;
- способи закладення;
- навантаження, що прикладені до закладних деталей.

Досліджувалася залежність дисипативних характеристик базових деталей верстатів із синтеграну від конструкції закладних та способу їхньої заділки.

Такі деталі монолітно закладаються в синтегран. В якості анкерних кріплень найбільш часто використовується стрижнева арматура періодичного профілю. Оскільки відповідальні закладні деталі в основному виробляються із чавуна, то стрижнева арматура сполучається з такими деталями різьбовим з'єднанням.

Ребра жорсткості закладних деталей також проектуються з крупними отворами, вважаючи, що вони покращать якість закладення ребер в синтегран, а відповідно і підвищать характеристики розсіювання енергії в базових деталях верстатів. Для перевірки справедливості цього твердження були проведені спеціальні дослідження.

Планка, на яку в подальшому буде встановлюватися напрямна, являє собою чавунну пластину довжиною 840 мм та перетином 90×30 мм, на якій в розташовані анкери у вигляді стрижневої арматури періодичного профілю та ребер жорсткості. Конструкції анкерів були такими:

1) гладкі ребра без отворів довжиною 200 мм, виготовлені з сталі марки Ст. 3 перетином 200×5 мм;

2) гладкі ребра довжиною 200 мм, перетином 200×5 мм, з двома отворами діаметром 70 мм в середньому перетині за висотою ребра, виготовлені з сталі марки Ст. 3;

3) арматура періодичного профілю діаметром 16 мм та довжиною 200 мм;

4) гладкі ребра без отворів з привареними до них анкерами з арматури періодичного профілю;

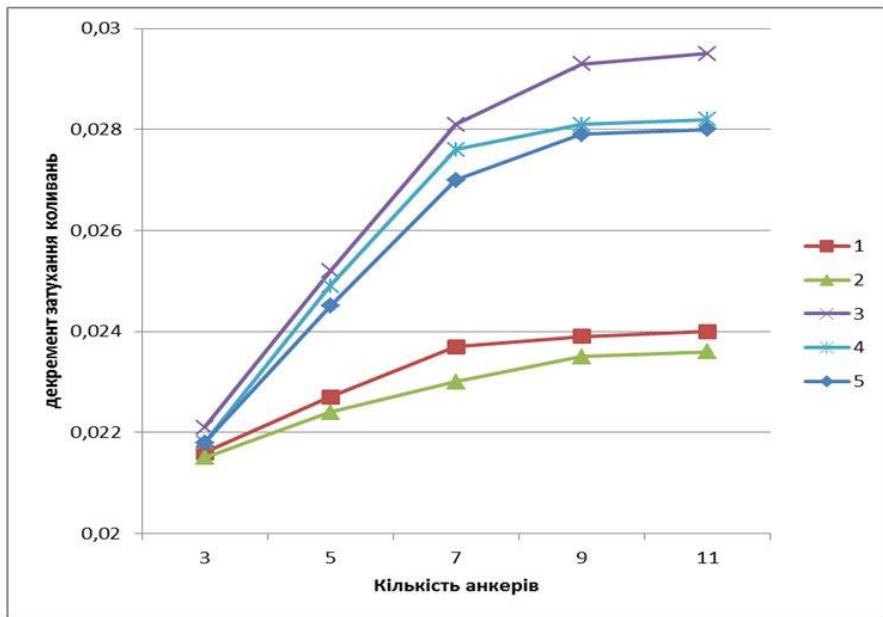
5) гладкі ребра з двома отворами діаметром 70 мм в середньому перетині за висотою ребра з привареними до них анкерами з арматури періодичного профілю.

При заливанні зразка із синтеграну закладні деталі встановлювалися на дно опалубки.

В ході випробувань досліджувалася залежність дисипативних властивостей конструкції від кількості анкерів. При цьому використовувалися зразки, в яких закладні деталі мали 3, 5, 7, 9 та 11 анкерів.

В зразках проводилися вимірювання декременту затухання коливань ударним ультразвуковим методом, заснованим на взаємозв'язку декременту затухання коливань та швидкості розповсюдження ультразвукових хвиль в матеріалі.

На рис. 1 наведена залежність декременту затухання коливань в зразках синтеграну від кількості анкерів закладних деталей для різних конструкцій анкерів.



1 – гладкі ребра без отворів; 2 – гладкі ребра з отворами; 3 – арматура періодичного профілю; 4 – гладкі ребра без отворів з привареними до них анкерами з арматури періодичного профілю; 5 – гладкі ребра з отворами з привареними до них анкерами з арматури періодичного профілю

Рисунок 1 – Залежність декременту затухання коливань в зразках синтеграну від кількості анкерів закладних деталей

Дослідження показали, що найбільший декремент затухання коливань мають зразки, в яких в якості анкерів використовується арматура періодичного профілю, найменший декремент затухання коливань у зразків, в яких в якості анкерів – гладкі ребра з отворами. На наш погляд це пов'язано з тим, що поверхня зчеплення ребер з отворами на 20 % менше, ніж у гладких ребер без отворів. Відповідно, знижується жорсткість їх закладання в синтегран.

Декремент затухання коливань в зразках, в яких в якості анкерів використовувалися арматура з періодичним профілем порівняно із зразками, де анкерами слугували гладкі ребра, був на 26 % більше, в той час, коли поверхня зчеплення – 2,1 раз менше. Таким чином, дослідження показали, що використання ребер з великими отворами є недоцільним.

Можна відмітити також, що в результаті приварювання до кінця ребер стрижнів з арматури періодичного профілю, підвищується декремент

затухання коливань за рахунок збільшення жорсткості зчеплення із синтеграном.

При збільшенні кількості анкерів закладних деталей декремент затухання коливань збільшується для всіх конструкцій анкерів. Причому, починаючи з дев'яти анкерів кут нахилу залежності декременту затухання коливань від кількості анкерів стає значно меншим для всіх досліджуваних зразків, що свідчить про недоцільність використання більшої кількості анкерів.

На зчеплення анкерів з арматури періодичного профілю з синтеграном, а, відповідно і на динамічні властивості конструкції, впливає також діаметр стрижнів. Були проведені відповідні дослідження. В зразках, які представляють собою синтегран із закладними деталями у вигляді планки із закріпленими на ній анкерами з арматури періодичного профілю діаметром 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, проводилися вимірювання декременту затухання коливань ударним ультразвуковим методом.

На рис. 2 наведена залежність декременту затухання коливань в зразках синтеграну від номінального діаметру анкерів закладних деталей у вигляді стрижнів арматури періодичного профілю.

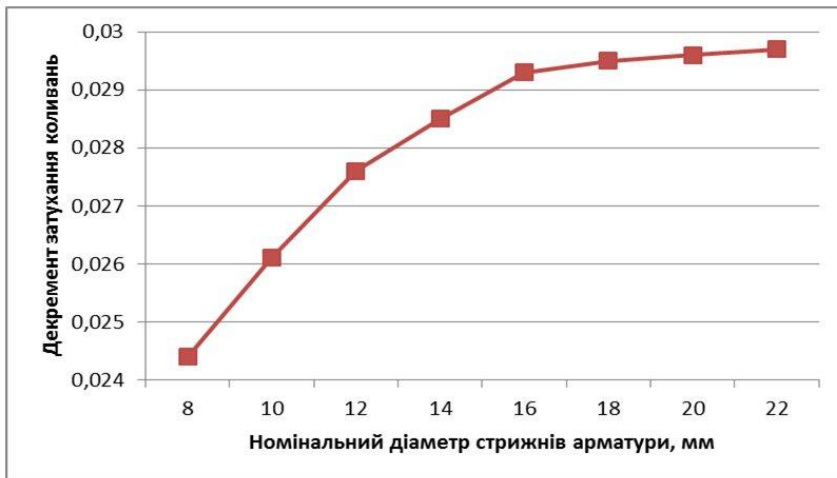
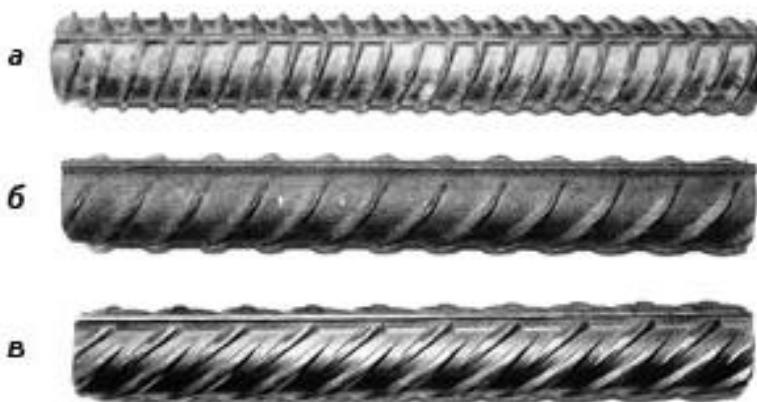


Рисунок 2 – Залежність декременту затухання коливань в зразках синтеграну від номінального діаметру анкерів закладних деталей у вигляді стрижнів арматури періодичного профілю

З рис. видно, що починаючи з діаметру стрижня арматури, що дорівнює 16 мм кут нахилу залежності декременту затухання коливань від діаметру анкерів стає значно меншим, що свідчить про недоцільність використання більших діаметрів анкерів в досліджуваних конструкціях.

Необхідно відмітити, що дослідні значення декременту затухання коливань для зразків з анкерами діаметром 16 мм були приблизно в 1,2 рази більше, ніж для зразків з арматурою діаметром 8 мм. Тобто співвідношення величин декрементів затухання коливань в цих межах складає приблизно 60 % від співвідношення діаметрів арматури.

Ще одним фактором, що значною мірою впливає на зчеплення анкерів закладних деталей у вигляді арматури періодичного профілю з синтеграном, а, отже, і на характеристики розсіювання енергії коливань в конструкції, є форма перетину арматури. На рис. 3 наведені основні види профілю арматури, що використовується в якості анкерів для закладних.



а – кільцевий профіль; б – серпоподібний профіль; в – змішаний профіль

Рисунок 3 – Види профілю арматури

Проведені дослідження впливу форми перетину арматури для анкерів закладних деталей на дисипативні властивості конструкції. На рис. 4 наведені результати вимірювання декременту затухання коливань в кожному із зразків синтеграну із закладними деталями, що представляють собою планку з анкерами у вигляді арматури з періодичним профілем з різною формою перетину.

З рис. видно незначні відмінності в характеристиках розсіювання енергії коливань в різних зразках. Причому, найкращі дисипативні властивості мають зразки із синтеграну, в яких в якості анкерів закладних деталей використана арматура з змішаним профілем. Найгірші результати показали зразки, де в якості анкерів використана арматура із серпоподібним профілем.

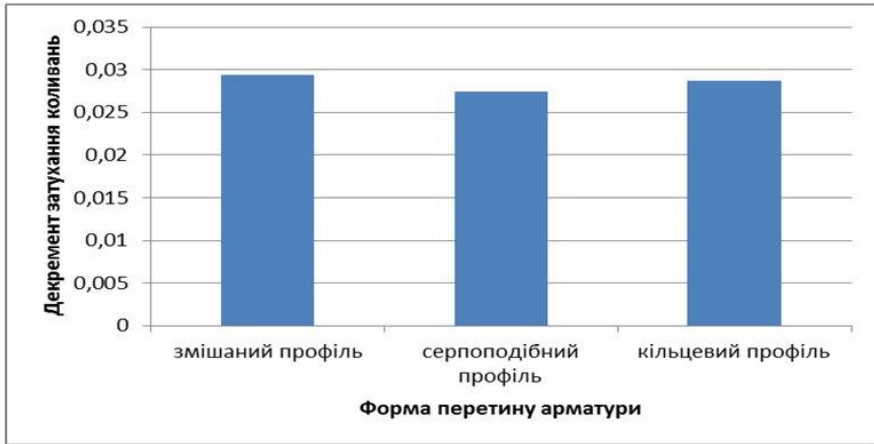


Рисунок 4 – Декремент затухання коливань дослідних зразків з різним видом профілю анкерів закладних деталей

Таким чином, результати дослідження показали, що на характеристики розсіювання енергії коливань в базових деталях верстатів, виконаних із синтеграну, значно впливають конструкція та спосіб заділки закладних деталей. Тому, з метою забезпечення необхідної вібростійкості базових деталей верстатів із синтеграну, при проектуванні необхідно приділяти серйозну увагу характеристикам закладних деталей.

Список використаних джерел: 1. *Тонконогий В.М., Голофеева М.А., Усатая И.А.* Применение синтегран в машиностроении // Резание и инструмент в технологических системах: Международный науч.-техн. Сборник, - Харьков: НТУ «ХПИ», 2009. – Вып. 77. – с. 167-172. 2. *Голофеева М.А.* Акустические методы исследования параметров качества деталей из синтегран // «Оралды ғылым жаршысы» Уральский научный вестник. Серия Технические науки. Физика. Экология. - № 10(58) – г. Уральск – 2013 – с. 15-18. 3. *Голофеева М.А.* Акустический метод контроля синтеграновых изделий // Проблемы техники: научно-виробничий журнал, - Одеса. – 2013. - №3 – С. 119-124.

Bibliography (transliterated): 1. *Tonkonogij V.M., Golofeeva M.A., Usataja I.A.* Primenenie sintegrana v mashinostroenii // Rezanie i instrument v tehnologicheskikh sistemah: Mezhdunarodnyj nauch.-tehn. Sbornik, - Har'kov: NTU «HPИ», 2009. – Vyp. 77. – s. 167-172. 2. *Golofeeva M.A.* Akusticheskie metody issledovanija parametrov kachestva detalej iz sintegrana // «Oraldy gylym zharshysy» Ural'skij nauchnyj vestnik. Serija Tehniceskie nauki. Fizika. Jekologija. - № 10(58) – g. Ural'sk – 2013 – s. 15-18. 3. *Golofeeva M.A.* Akusticeskij metod kontrolja sintegranyh izdelij // Problemi tehniki: naukovy-virobnichij zhurnal, - Odesa. – 2013. - №3 – S. 119-124.

Поступила в редколлегию 13.02 2015