

Полтавський державний технічний університет
імені Юрія Кондратюка

ЖИГИЛІЙ Сергій Михайлович

УДК 621.01.001

**КЕРОВАНА ВІБРАЦІЙНА
МАШИНА ДЛЯ ПІДГОТОВКИ
МЕТАЛЕВОЇ ФІБРИ**

Спеціальність 05.05.02 - машини для виробництва будівельних
матеріалів та конструкцій.

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Полтава – 1997



Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Полтавському державному технічному університеті імені Юрія Кондратюка Міністерства освіти України

Науковий керівник - доктор техн. наук, професор
Сердюк Леонід Іванович,
Полтавський держ. техн. університет,
зав. каф. теоретичної механіки

Офіційні опоненти: - доктор техн. наук, професор
Назаренко Іван Іванович,
Київський держ. університет будівництва і
архітектури, зав. каф. експлуатації та
ремонту будівельних машин;

- канд. техн. наук, доцент
Шахов Олександр Миколайович,
Полтавський держ. техн. університет, доцент
кафедри будівельних машин.

Провідна установа: Харківський державний університет
будівництва і архітектури, кафедра
механізації будівельних процесів.

Захист відбудеться 10 грудня 1997 р. о 14 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 25.01.01 Полтавського державного технічного університету імені Юрія Кондратюка за адресою: 314601 м. Полтава Першотравневий проспект 24, зал засідань (аудиторія 234).

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці університету.

Автореферат розісланий " 6 " листопада 1997 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
канд. техн. наук, доцент

М.П.Нестеренко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Вібраційна техніка набуває ширшого застосування в технологічних процесах, а вібраційна технологія активно витискує традиційні технології, забезпечуючи підвищення продуктивності праці та якості продукції, зменшення енергетичних витрат і собівартості.

Керовані технологічні вібромашини, що з'явилися останніми роками, мають незвичайні поєднання корисних властивостей і дають змогу використовувати вібротехніку там, де ще зовсім недавно це вважалось недоцільним і малоперспективним.

Застосування в будівництві дисперсно армованих бетонів вимагає спеціальної підготовки великих обсягів сталюї фібри (очищення її поверхні та покращення її зчеплення з бетоном).

Пошуки вирішення цієї задачі, що пов'язані з розробкою ефективної дебалансної вібраційної машини, є досить актуальними з технічної та економічної точок зору.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами. Виконана робота є частиною комплексної теми "Розробка, створення та дослідження технологічних керованих вібраційних машин" Полтавського державного технічного університету, яка виконується на кафедрі теоретичної механіки. Ця тема є складовою частиною колишнього координаційного плану НДР АН СРСР "Теорія машин і систем машин", п. 1.11.1.7.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є розробка, створення та дослідження нової вібраційної машини з керованим дебалансним вібробуджувачем, що забезпечує високу насиченість розсіяної енергії в оброблюваному середовищі з одночасним зменшенням питомої потужності привідного двигуна.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі науково-технічні задачі:

1. Роробити кінематичні схеми керованої вібромашини для підготовки металевої фібри.
2. Скласти і дослідити математичні моделі керування рухомими дебалансами.
3. Скласти математичні моделі керованих вібромашин і дослідити їх.
4. Провести динамічні дослідження машини з метою визначення її працездатності.
5. Провести технологічні дослідження машини з метою визначення її корисності для підготовки металевої фібри.
6. Провести виробничі дослідження дослідних зразків машини.

Наукова новизна одержаних результатів: розроблені математичні моделі керування рухомими дебалансами;

- розроблені математичні моделі керованих вібромашин з гвинтовою та поступальною структурами вібраційного поля;
- поглиблені уявлення про інваріанти неврівноваження та їх використання для класифікації вібраційних машин;
- накопичені і узагальнені багаті експериментальні матеріали динамічних досліджень, що дозволяє удосконалювати конструктивні параметри машини;
- зроблені достовірні рекомендації стосовно розширення галузі використання створених машин у інших технологічних процесах на підставі експериментальних технологічних досліджень.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблена і створена оригінальна конструкція керованої вібраційної машини з гвинтовими і круговими коливаннями для підготовки металевої фібри, яка за своїми динамічними, енергетичними та технологічними показниками перевищує відомі вібромашини. Створена машина використовується для підготовки металевої фібри для фібробетонних виробів на Решетилівському АБЗ виробничого об'єднання Полтаваагрошляхбуд.

На шести підприємствах міністерства електронної промисловості колишнього Союзу аналогічні машини, розроблені за участю автора, використовуються для обробки дрібних металевих деталей декількох сот найменувань.

Технічна документація на розроблені машини передана на Полтавський та Лубенський заводи ЗБВ об'єднання Полтаваагробуд.

Результати роботи використовуються також у навчальному процесі на електромеханічному факультеті університету під час курсового та дипломного проєктування.

Особистий внесок здобувача. У винаходах (авт. свід. №1484634 СРСР та авт. свід. №1514575 СРСР) автором розроблений механізм керування рухомими дебалансами; в опублікованих з співавторами працях автору належать результати динамічних і технологічних досліджень машин.

У теоретичній частині автором складені та проаналізовані математичні моделі керування дебалансами, отримані у безрозмірному вигляді узагальнені геометричні характеристики та інваріанти неурівноваженості, з використанням рівнянь Нільсена складені і досліджені математичні моделі керованих вібромашин, отримані необхідні для математичного моделювання критерії подібності.

Апробація результатів дисертації. Основні положення роботи доповідалися на регіональних семінарах з вібротехнології: "Применение низкочастотных колебаний в технологических целях" (Полтава, 1990 р.; Ростов-на-Дону, 1989 р., 1991 р. і 1997 р.), на галузевих семінарах з машинобудування та вібротехнологій (Маріуполь, 1990 р.; Белгород, 1990 р.; Воронеж, 1991 р.; Іжевськ, 1992 р.), на Всесоюзній конференції з вібротехніки та вібротехнології (Ростов-на-Дону, 1988 р.), на міжнародній конференції з вібротехніки та

вібротехнології (Курск, 1993 р.), на науково-технічних конференціях Полтавського ІБ та технічного університету в 1987-97 р.р., в роботі наукової школи "Вибротехнология – 97" (Одеса, 1997 р.).

Публікації За темою дисертації опубліковано 17 робіт, у тому числі 2 авторських свідоцтва на винаходи, 2 журнальні статті, 3 статті в збірниках наукових праць і 10 матеріалів та тез доповідей на наукових конференціях та семінарах.

Структура і обсяг дисертації Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків і додатку. Обсяг дисертації 187 сторінок машинописного тексту, включаючи 40 рисунків, 7 сторінок таблиць і додаток на 4 сторінках. Список використаних джерел складає 114 найменувань на 12 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі "Стан проблеми та задачі дослідження" проаналізовані роботи, що стосуються використання вібраційної техніки в технологічних процесах; розглянуті існуючі керовані машини з дебалансними збуджувачами коливань; розглянута технологія виготовлення та галузі використання дисперсно армованих бетонів; зроблений аналіз існуючих способів підготовки металеві фібри; визначені основні задачі досліджень.

Широке використання залізобетону висуває на перший план проблему підвищення міцності розтягнутої зони, тріщиностійкості та ударної в'язкості. Одним з ефективних шляхів вирішення цієї проблеми є створення композитних матеріалів – дисперсно армованих бетонів з арматурою у вигляді сталльної дротяної фібри, отриманої з відпрацьованих сталних канатів.

За даними НДІЗБ в XII п'ятиріччі для виробництва фібробетону потрібно було 12...15 тисяч тон сталльної фібри. В цей же час щорічно в колишньому Союзі здавали в утиль близько 650 тисяч тон відпрацьованих канатів.

Для отримання фібри канати ріжуть на частини довжиною 40...100 мм, розділяють на окремі дротинки і очищають від мастил і корозії. Із зрозумілих причин найтрудомісткішою є робота, пов'язана з очищенням та підготовкою поверхні фібри для надійного їх зчеплення з бетоном, від якого залежить якість сталєфібробетону.

Незважаючи на широке використання вібраційних технологій у будівництві, промисловості будівельних матеріалів, у машинобудуванні і приладобудуванні, ніякої згадки в науковій і технічній літературі про використання вібраційної техніки для підготовки металеві фібри немає.

Ці обставини вимагають спрямувати зусилля на створення вібраційних машин для очищення металеві фібри і підготовки її поверхні для надійного зчеп-

лення з бетоном. Вважасмо за можливе використати великий досвід обробки дрібних металевих деталей в середовищі вільного абразиву.

Найбільш відомою в СНД у галузі віброобробки є школа А.П.Бабічева (Ростов-на-Дону). Вагомий вклад у розвиток віброобробки внесли школи А.П.Сергієва (Маріуполь), М.Ю.Шайнського (Луганськ), А.П.Субача (Рига), В.О.Повідайла (Львів), П.С.Берника (Вінниця), Ю.Р.Копилова (Воронеж) та інші.

Розвиток вібротехнологій було забезпечено значним вкладом у теорію і практику вібраційної техніки відомих вчених П.М.Алабужева, І.І.Блехмана, І.І.Биховського, І.Х.Гончаревича, В.О.Кононенка, Б.І.Крюкова, Е.Е.Лавендела, І.І.Назаренка, К.О.Олехновича, В.М.Потурасва, К.М.Рагульскіса, Л.І.Сердюка, А.А.Тішкова, К.В.Фролова, А.Г.Червоненка, В.М.Шмигальського та інших.

Якісно новими є керовані вібраційні машини, які дозволяють під час їх роботи керувати інтенсивністю і структурою вібраційного поля, враховуючи індивідуальні особливості оброблюваного середовища. Оригінальні конструкції таких машин створені в Полтавському державному технічному університеті імені Юрія Кондратюка під керівництвом проф. Л.І.Сердюка.

Аналіз робіт із вібраційної обробки металевих деталей в середовищі вільного абразиву та існуючих методів підготовки металеві фібри для дисперсно армованих бетонів показав, що вібраційна технологія з використанням керованої вібраційної машини дозволить раціонально вирішити проблему очищення сталеві фібри та підготовку її поверхні для надійного зчеплення з бетоном.

У другому розділі "Синтез керованої вібраційної машини" отримані і наведені в безрозмірному вигляді інваріанти неурівноваженості дебалансного вала, за допомогою яких проведена класифікація силових вібраційних полів; розроблені математичні моделі керування рухомими дебалансами для різних кінематичних схем вібробуджувачів; наведені основні конструктивні характеристики розробленої вібраційної машини.

Основним елементом керованого вібробуджувача є дебалансний вал із рухомим і нерухомим дебалансом (рис. 1). Дебалансний вал 1, що знаходиться в підшипниках 2, несе на собі один нерухомий дебаланс 3 та один (або два) рухомих дебаланси 4. Шарові шпонки 5, що знаходяться у напівсферичних гніздах 6 і можуть переключуватись у гвинтових канавках 7, з'єднують рухомий дебаланс із валом.

Під час переміщення рухомого дебалансу вздовж вала він повертається відносно свого початкового положення на кут θ , який має значення 90° або 180° . Відповідно, довжина гвинтової канавки l визначається

$$l_{90} = \frac{\pi d}{4 \operatorname{tg} \gamma} \quad \text{и} \quad l_{180} = \frac{\pi d}{2 \operatorname{tg} \gamma}, \quad (1)$$

де γ - кут нахилу гвинтової канавки до осі вала, d - діаметр вала.

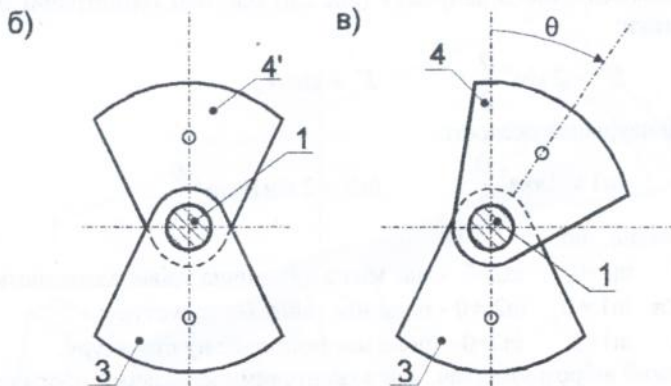
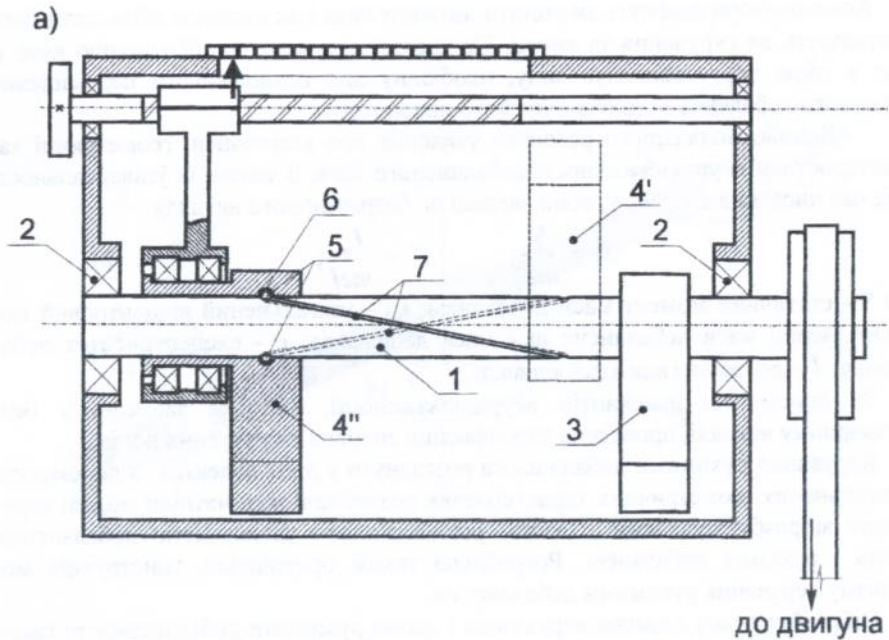


Рис. 1.

- 1 - дебалансний вал; 2 - підшипники;
 3 - нерухомий дебаланс;
 4 - рухомий дебаланс (4' - в стані рівноваги;
 4'' - в максимально неурівноваженому стані)
 5 - шарові шпонки; 6 - напівсферичні гнізда;
 7 - гвинтові канавки.

Конструктори прагнуть зменшити довжину вала і як наслідок збільшити його жорсткість на скручення та вигин. Це досягається завдяки збільшенню кута γ , що в свою чергу збільшує силу, необхідну для поздовжнього переміщення рухомого дебаланса з одночасним його поворотом.

Дістало подальшого розвитку уявлення про узагальнені геометричні характеристики неурівноваженості дебалансного вала. З метою їх універсальності під час чисельного аналізу, вони зведені до безрозмірного вигляду:

$$S^* = \frac{S}{me}; \quad I^* = \frac{I_{\alpha}}{mel}; \quad (2)$$

де S - статичний момент маси дебалансів; I_{α} - узагальнений відцентровий момент інерції маси дебалансів; m - маса дебалансів; e - ексцентриситет дебалансів; l - довжина гвинтової канавки.

За допомогою інваріантів неурівноваженості, які теж записані у безрозмірному вигляді, проведена класифікація силових вібраційних полів.

Керування рухомими дебалансами розглянуто у двох аспектах. З допомогою узагальнених геометричних характеристик розроблені математичні моделі керування вібробудувачами з різним розташуванням та кількістю дебалансних валів і рухомих дебалансів. Розроблена також оригінальна конструкція механізму керування рухомими дебалансами.

Вібробудувач з одним нерухомим і двома рухомими дебалансами та гвинтовими канавками одного напрямку (рис.2,а) має такі геометричні безрозмірні характеристики:

$$S^* = 2 \sin^2 \frac{\theta}{2}; \quad I^* = \sin \theta, \quad (3)$$

і інваріанти неурівноваженості:

$$in1 = 2 \sin^2 \frac{\theta}{2}; \quad in2 = 2 \sin \theta \sin^2 \frac{\theta}{2}.$$

З цього видно, що:

коли $\theta = 0$ $in1=0$, $in2=0$ - має місце динамічна урівноваженість;

коли $0 < \theta < \pi$ $in1 \neq 0$; $in2 \neq 0$ - поле має гвинтову структуру;

коли $\theta = \pi$ $in1=2$; $in2=0$ - поле має поступальну структуру.

Такий самий вібробудувач, але з гвинтовими канавками протилежного напрямку (рис.2,б) буде мати:

$$S^* = 2 \sin \frac{\theta}{2}; \quad I^* = 0; \quad (4)$$

$$in1 = 2 \sin \frac{\theta}{2}; \quad in2 = 0.$$

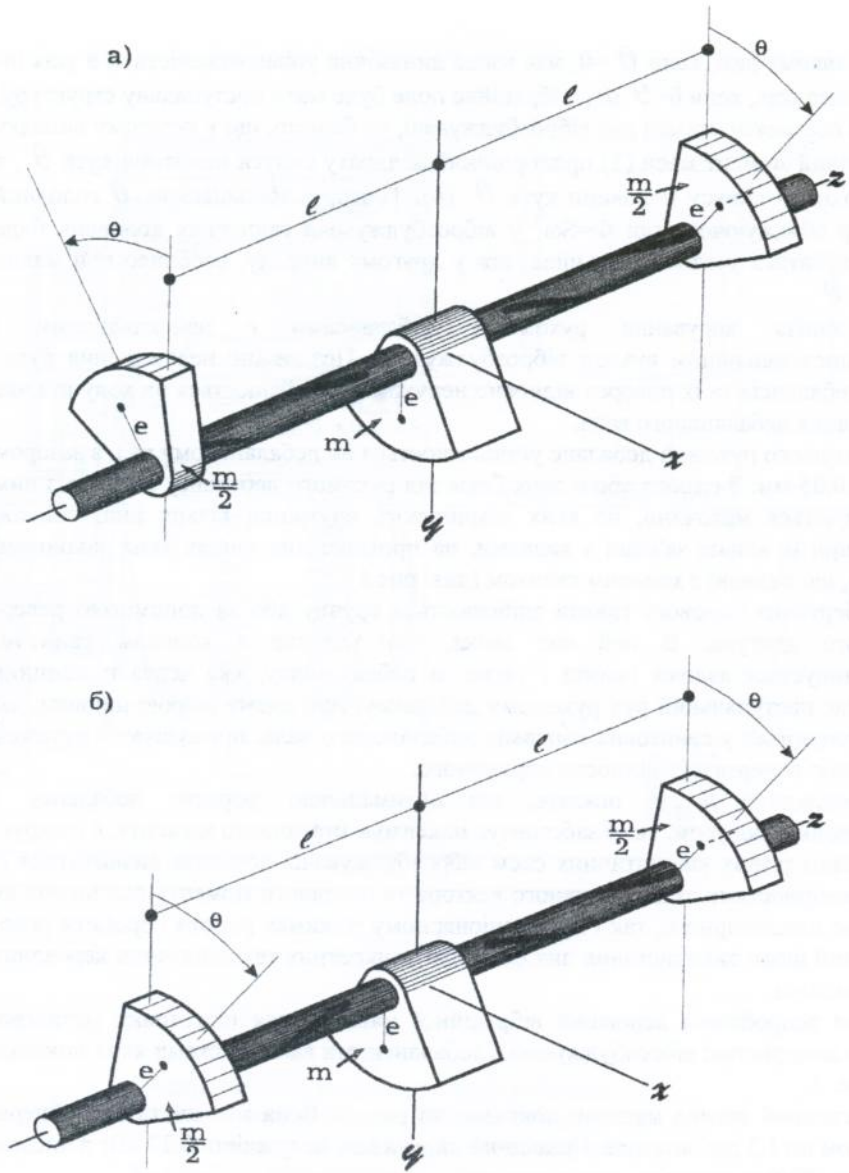


Рис. 2.

У такому разі, коли $\theta = 0$, має місце динамічна урівноваженість, а в усіх інших випадках, коли $0 < \theta \leq \pi$, вібраційне поле буде мати поступальну структуру. Якщо порівняти вказані два віброзбуджувачі, то бачимо, що у першому випадку статичний момент маси (3) пропорційний квадрату синуса половини кута θ , а у другому - синусу половини кута θ (4). Тобто, із збільшенням θ головний вектор збуджуючої сили $\Phi = S\omega^2$ у віброзбуджувача гвинтових коливань буде збільшуватись значно повільніше, ніж у другому випадку, особливо при малих кутах θ .

Механізм керування рухомими дебалансами є найскладнішим і найвідповідальнішим вузлом віброзбуджувача. Поздовжнє переміщення рухомих дебалансів та їх поворот відносно нерухомого здійснюється на ходу під час обертання дебалансного вала.

Для цього рухомий дебаланс устанавлюється на дебалансному валі з зазором 0,02...0,05 мм. З одного або з двох боків від рухомого дебалансу заєдино з ним виконуються маточини, на яких закріплюють внутрішні кільця підшипників. Зовнішні їх кільця зв'язані з вилками, на протилежних кінцях яких закріплені гайки, що з'єднані з ходовим гвинтом (див. рис.1).

Обертання ходового гвинта здійснюється вручну або за допомогою реверсивного двигуна. В цей час гайка, що з'єднана з ходовим гвинтом, переміщується вздовж гвинта і тягне за собою вилку, яка через підшипник передає поступальний рух рухомому дебалансу; при цьому шарові шпонки, які перекочуються у гвинтових канавках дебалансного вала, примушують рухомий дебаланс повертатись відносно нерухомого.

Нескладний аналіз показує, що оптимальною формою дебалансу з фіксованим радіусом, який забезпечує максимум статичного моменту, є півкруг.

Аналіз різних кінематичних схем віброзбуджувачів дозволив визначитися із закономірностями зміни головного вектора та головного моменту сил інерції як під час стаціонарного, так і в нестаціонарному режимах роботи і зробити рекомендації щодо використання цих схем для конкретних технологічних керованих вібромашин.

Для розробленої керованої вібраційної машини для підготовки металевої фібри використані віброзбуджувачі з дебалансними валами, схеми яких показані на рис. 2.

Загальний вигляд машини показано на рис. 3. Вона має шість контейнерів об'ємом по 1,3 дм³ кожний. Привідний двигун має потужність 0,37 кВт з числом обертів 2800 за хвилину.

Статичний момент маси рухомих дебалансів $S_{\text{рух}} = 0,0208$ кгм, а нерухомого - в двічі більший. Діаметр дебалансного вала дорівнює 25 мм. У розробленій машині вдалося збільшити майже в два рази кут нахилу гвинтових канавок (з 20°

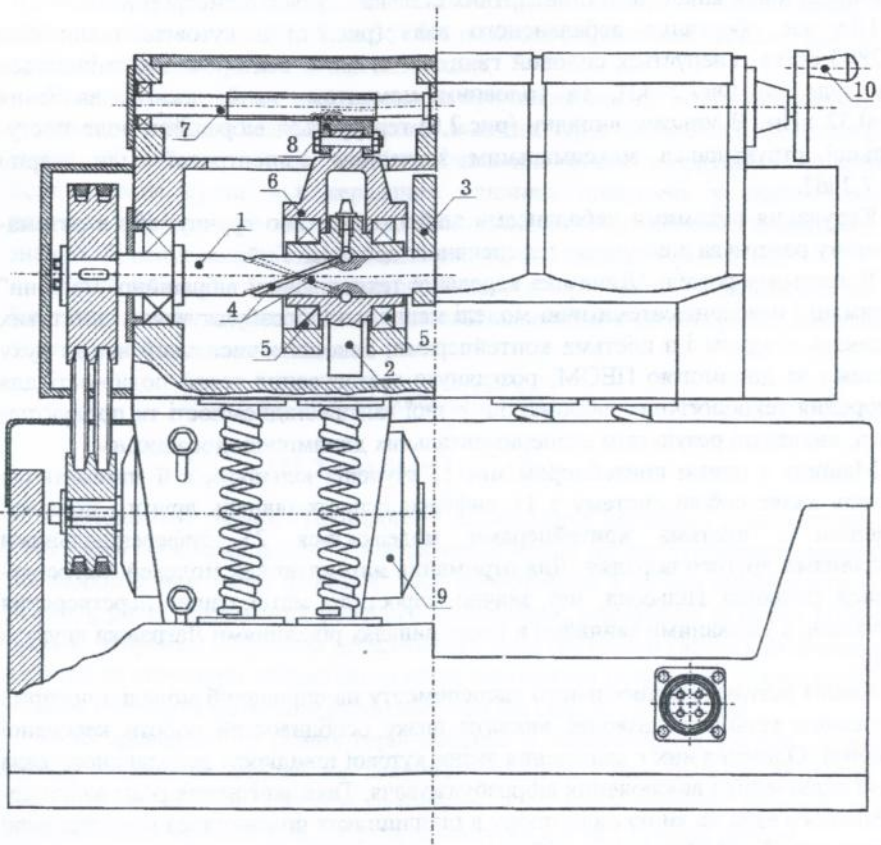


Рис. 3.

1 - дебалансний вал; 2 - рухомий дебаланс;
 3 - нерухомий дебаланс; 4 - гвинтові канавки;
 5 - підшипники; 6 - вилка; 7 - ходовий гвинт;
 8 - різьбова напіввтулка; 9 - електродвигун;
 10 - маховик ручного керування рухомими
 дебалансами.

до 36°) порівняно з аналогічною машиною, створеною раніше за участю автора. Шарові шпонки виконані зі стандартних сталевих кульок діаметром 8 мм.

Під час обертання дебалансного вала (рис.2,а) з кутовою швидкістю $n=2800$ об/хв генерується силовий гвинт з головним вектором, що змінюється від нуля до $\Phi=7,2$ кН, та головним моментом, який досягає значення $M=0,32$ кНм. В іншому випадку (рис.2,б) генерується вібраційне поле поступальної структури з максимальним значенням відцентрової сили інерції $\Phi=7,2$ кН.

Керування рухомими дебалансами здійснюється або вручну, або в автоматичному режимі за допомогою реверсивного двигуна.

У третьому розділі "Динаміка керованої технологічної вібраційної машини" отримані і наведені математичні моделі машини з віброзбуджувачем гвинтових коливань з одним і з шістьма контейнерами; виконано чисельний аналіз руху системи за допомогою ПЕОМ; розглянуто застосування теорії подібності для створення технологічних вібромашин різної вантажопідйомності та продуктивності; викладені результати експериментальних динамічних досліджень.

Машина з одним контейнером має 11 ступенів вільності, а її математична модель являє собою систему з 11 диференціальних рівнянь другого порядку. Машина з шістьма контейнерами моделюється 25 диференціальними рівняннями другого порядку. Для отримання математичних моделей застосовувалися рівняння Нільсена, що значно спростило математичні перетворення порівняно з уживаними звичайно в таких випадках рівняннями Лагранжа другого роду.

Аналіз результатів чисельного експерименту на спрощеній моделі з чотирма ступенями вільності дозволяє виявити низку особливостей роботи керованої машини. Однією з них є запізнення зміни кутової швидкості дебалансного вала після включення і виключення віброзбуджувача. Таке запізнення реагування дебалансного вала на зміну сили опору в підшипниках пояснюється його високою інертністю. З цим фактом потрібно узгоджувати розрахунки під час складання програм автоматичного керування технологічним процесом.

Із застосуванням основних положень теорії подібності отримано низку критеріїв подібності, які можна використовувати під час створення нових вібраційних машин для підготовки металевої фібри.

Досвід експлуатації керованої машини під час обробки різних металевих деталей у середовищі вільного абразиву підтвердив її роботоспроможність і високу конструкційну надійність в умовах тривалої експлуатації.

Дослідний зразок машини витримав динамічні дослідження в режимах значно жорсткіших, ніж експлуатаційні. Результати цих досліджень дозволили вдало підібрати привідний двигун (0,37 кВт), який працює з коефіцієнтом потужності $\cos \varphi = 0,74 \dots 0,77$.

У раніше розробленій машині кут нахилу гвинтових канавок на дебалансному валі дорівнював 20° , і це вважалося верхньою межею. Комплекс досліджень дозволив збільшити цей кут до 36° без помітного зростання зусиль у роботі механізму керування рухомими дебалансами.

Як показали дослідження, головною причиною виходу з ладу підшипникових вузлів є не вібрація взагалі, а перехід машини через некеровані проміжні резонанси. У зв'язку з цим найвідповідальніші вузли вібраційної машини – підшипникові вузли – в керованих машинах працюють у значно легших режимах порівняно із звичайними традиційними вібраційними машинами. Це значно збільшує надійність і робочий ресурс керованих вібромашин.

Дослідження потужності, яка споживається привідним двигуном під час роботи машини із завантаженими і незавантаженими контейнерами, дало змогу отримати аналітичні залежності:

$$N_{\text{max}} = 225,2 + 93,5 \left(\sin \frac{\theta}{2} \right)^{2,415} \text{ (Вт);} \quad (5)$$

$$N_{\text{н.зав}} = 225,2 + 34,8 \left(\sin \frac{\theta}{2} \right)^{1,727} \text{ (Вт).} \quad (6)$$

У четвертому розділі "Технологічні дослідження керованої вібромашини для підготовки металевої фібри" досліджується вплив на продуктивність розробленої вібромашини таких факторів: часу перебування в роботі абразивного середовища, рівня наповнення робочого контейнера, жорсткості підвіски робочого органа, напрямку обертання дебалансного вала (силового гвинта), інтенсивності вібродії та структури вібраційного поля; наводяться результати досліджень зчеплення з бетоном металевої фібри залежно від способу її обробки.

Було проведено 46 різних серій дослідів у лабораторних умовах. Знімання металу з поверхні деталей, які використовувались у цих дослідах, за перші чотири години складає 1,32% від загальної маси оброблюваних деталей, а далі стабілізується на рівні 1,04...1,13% за наступні 4,8 та 12 годин роботи.

У перші хвилини обробки поверхні деталей вкриваються густою сіткою слідів від мікрорізання металу гранулами абразивного середовища. Ці обставини дають підстави стверджувати про доцільність використання вібраційної технології для підготовки металевої фібри.

Результати експериментів показують, що в контейнерах місткістю до $1,3 \text{ дм}^3$ під час обробки полем гвинтової структури рівень заповнення контейнера в межах $0,5...0,85$ його об'єму практично не впливає на продуктивність вібромашини.

Дослідження впливу інтенсивності вібродії відбувалось на машині з вібробудувачем поступальної структури поля. Зі зміною кута θ змінювалось значення відцентрової сили інерції дебалансів. Кутова швидкість дебалансного

вала становила 1980 об/хв, а значення сили Φ було таким: для кута $\theta = 180^\circ$ $\Phi_{180} = 3576$ Н, для $\theta = 141,4^\circ$ $\Phi_{141,4} = 3305$ Н та для $\theta = 90^\circ$ $\Phi_{90} = 2529$ Н.

Експерименти показали, що зменшення сили Φ на 7,6% (з 3576 до 3305) призводить до зменшення знімання металу на 26,4%, а подальше зменшення сили Φ на 29,3% зменшує знімання металу на 55,6%. Це вказує на широкі можливості керування вібромашинами. Одну й ту ж машину можна використовувати для виконання грубих операцій віброобробки і для тонких фінішних операцій.

Цікаві результати отримані під час дослідження впливу структури вібраційного поля на інтенсивність вібродії. Обробка полем гвинтової структури збільшує на 23% продуктивність вібромашини порівняно з обробкою полем поступальної структури, тоді як величина головного вектора сил інерції у першому випадку дорівнювала лише $\Phi_{гв} = 1788$ Н, а в другому (при тому ж значенні кута θ) $\Phi_{пост} = 2529$ Н. Виявляється дія пари сил з моментом $M = 204$ Нм, наявним лише в першому випадку. Траєкторії переміщення елементів оброблюваного середовища більш складні, а швидкості більш високі під час дії поля гвинтової структури, що й призводить до ліпшого результату.

Спеціальні дослідження проведені з металевою фіброю. Вивчався вплив способу її обробки на зчеплення фібри з бетоном. Зчеплення визначалось значенням зусилля висмикування дротинки-фібри з бетонного кубика $3 \times 3 \times 3$ см після твердіння його протягом 28 діб. Результати дослідів наведені в таблиці:

Спосіб обробки фібри	Незнежирені необроблені	Знежирені				Незнежирені				
		Необроблені	Оброблені наждачним папером		Віброоброблені, хвилин					
			Вздовж осі	Поперек осі	1	2	5	1	2	5
Зусилля висмикування в Ньютонах	129	182	235	251	274	302	379	389	297	281
Коефіцієнт підвищення міцності зчеплення фібр з бетоном	0.71	1.00	1.29	1.38	1.51	1.66	2.08	2.14	1.63	1.54

З таблиці видно, що обробка фібр наждачним папером підвищує зчеплення на 30...40%. Вібраційна обробка знежирених фібр протягом 1...5 хвилин підвищує коефіцієнт зчеплення на 50...110% відповідно.

Деяко несподівані результати отримані під час вібраційної обробки незнежирених фібр. Найбільше значення коефіцієнта зчеплення одержали під час об-

робки протягом 1 хвилини. Подальша віброобробка зменшує зчеплення, але все ж воно вище, ніж під час ручної обробки фібри наждачним папером у будь-якому напрямку відносно її осі.

Експерименти підтвердили високу ефективність вібраційного способу підготовки фібри для дисперсно армованих бетонів.

Дослідний зразок розробленої машини з квітня місяця 1997 року використовується у виробничих умовах Решетилівського АБЗ ВО Полтаваагрошляхбуд. Технічна документація передана Лубенському, Полтавському та Броварському заводам ЗБВ. Розрахункова економічна ефективність складає 4,1 тис. грн. на 280 м³ фібробетону, або 14,6 гривні на 1 м³ фібробетону.

Аналогічна машина меншої інтенсивності вібродії, розроблена за участю автора, використовується для обробки дрібних деталей на декількох підприємствах електронної промисловості України та Росії: ВО «Октава» та НДІ «Оріон» (Київ), ВО «Знамено» (Полтава), завод «Агат» (Кстово, Нижегородська губ.), завод «Ера» та НДІ «Титан» (Москва), ЦНДІ вимірювальної апаратури (Саратов).

ВИСНОВКИ

У дисертації отримані і наведені нові науково обґрунтовані теоретичні та експериментальні результати, що в сукупності є суттєвими для розвитку вібраційної техніки у виробництві будівельних матеріалів і конструкцій.

1. Розроблені та досліджені математичні моделі вібраційних одно- і шестиконтейнерних машин з керованими збуджувачами гвинтових коливань.
2. Розроблені та досліджені математичні моделі керування рухомими дебалансами для різних кінематичних схем дебалансного вала з двома і трьома дебалансами. Це дозволило визначитися з характером зміни силової дії на оброблюване середовище під час керування, що важливо для подальших досліджень нестационарних режимів роботи, та вибрати раціональні схеми розроблюваної машини з гвинтовою та поступальною структурами полів.
3. Удосконалені уявлення про узагальнені геометричні характеристики у безрозмірному вигляді, за їх допомогою складені інваріанти неурівноваженості, проведена класифікація вібраційних силових полів.
4. Отримані критерії подібності, які дозволяють створювати низку подібних машин з різним об'ємом контейнерів для підготовки металевої фібри.
5. Обґрунтована конструкція і створена нова керована вібраційна машина для підготовки металевої фібри. За рахунок конструктивних удосконалень параметрів керування рухомими дебалансами значно підвищена її інтенсивність.
6. Проведено комплекс динамічних досліджень машини, яким експериментально підтверджена висока конструктивна надійність основних вузлів та машини

в цілому, можливість автоматичного керування амплітудою та частотою коливань, висока енергетична ефективність керованих машин.

7. Проведено комплекс технологічних досліджень, що підтвердив корисність і високу ефективність розробленої машини під час підготовки металевої фібри для дисперсно армованих бетонів. Дослідження показали, що розроблена машина може широко використовуватися в інших галузях народного господарства, де вібраційна технологія поступово змінює традиційні технології.

Список опублікованих праць за темою дисертації:

1. Сердюк Л.И., Касьянов А.И., Жигилий С.М. Виброобработка деталей на установке с управляемым возбудителем винтовых колебаний // Производственный опыт. - М.: ЦНИИинформации, 1988. - №9. - С.29-31.
2. Сердюк Л.И., Редкин А.В., Жигилий С.М. Влияние предварительного напряжения на трещиностойкость кососжатых железобетонных элементов // Гидромелиорация и гидротехническое строительство. - Львов, 1986. - Вып.14. - С.100-102.
3. Жигилий С.М. Влияние нестационарных режимов на интенсивность обработки деталей // Материалы МНТК «Применение колебаний в технологиях. Расчет и проектирование машин для реализации технологий». - Винница, 1994. - С.40-41.
4. Сердюк Л.И., Жигилий С.М., Осина Л.М. Способ изготовления дисперсно армированных бетонных изделий с использованием управляемых вибромашин // Проблеми теорії і практики залізобетону. Зб. наук. статей. -Полтава, 1997. - с. 423-425.
5. Сердюк Л.И., Жигилий С.М. К оценке динамики управляемой вибрационной машины // Вибрационные машины и технологии. Сборник научных трудов КПИ.- Курск, 1993. - С.40-45.
6. Сердюк Л.И., Жигилий С.М., Осина Л.М. Подготовка металлической фибры и приготовление дисперсно армированных бетонов с использованием управляемых вибрационных машин // Материалы КНМ стран СНГ "Механическая обработка дисперсных материалов и сред". -Одесса, 1997. – с.33-35.
7. А.С.1484634 СССР, МКИ В24В31/06. Устройство для объемной вибрационной обработки // Заявл. 19.10.87; опубл. 07.06.89. Бюл. №21.
8. А.С.1514575 СССР, МКИ В24В31/06. Устройство для вибрационной обработки деталей // Заявл. 10.02.88; опубл. 15.10.89. Бюл. №38.
9. Сердюк Л.И., Черевко А.Н., Жигилий С.М. Оптимальный синтез вибрационных машин с управляемым приводом // Прогрессивная технология и оборудование для отделочно-зачистной обработки деталей в свободных абразивных средах. Сборник тезисов докладов отраслевого семинара. - М.: ЦНИИинформации.- 1990. - С.27-32.

10. Жигилій С.М., Сердюк Л.И., Касьянов А.И. Основы оптимального синтеза управляемых вибрационных машин // Механизация финишно-зачистных и отделочных работ в машиностроении. Тезисы докладов Всесоюзного научно-технического семинара. - Белгород, 1990. - С.35-37.
11. Сердюк Л.И., Жигилій С.М. Динамические исследования станка ВиО-8 // Тезисы докладов 45 научной конференции Полтавского инж.-строит. ин-та.- Полтава, 1993. С.226-227.
12. Сердюк Л.И., Жигилій С.М. Підготовка сталеві фібрової арматури для дисперсно армованих бетонів // Тези доповідей 48 наукової конференції Полт. техн. ун-ту.- Полтава, 1996. - ч.1.- С.86.
13. Сердюк Л.И., Жигилій С.М. Спосіб виготовлення фібробетонних виробів // Тези доповідей 48 наук. конфер. Полт. техн. ун-ту.- Полтава, 1996. - ч.1.- С.85.
14. Сердюк Л.И., Жигилій С.М. Вибрационная подготовка металлической фибры для дисперсно армированных бетонов // Тезисы докл. первой всеукраинской научно-практ. конференции.- Полтава, 1996.- С.14-15.
15. Жигилій С.М., Масько О.Г. Вивчення процесу вібраційної обробки деталей в абразивному середовищі для визначення впливу гвинтових коливань на ефективність вібродії // Тези доповідей 48 наукової конфер. Полт. техн. ун-ту.- Полтава, 1996.- ч.1.- С.85.
16. Сердюк Л.И., Касьянов А.И., Солошенко Ю.А. Фост В.В., Жигилій С.М. Вибрационный станок объемной финишной обработки ВиО-8. - Полтава: А-1065, 1988 - 4 с.
17. Сердюк Л.И., Жигилій С.М. Секционное вибромассажное устройство с управляемым приводом // Тезисы докладов 45 научной конференции Полт. инж.-строит. ин-та. - Полтава, 1993. - С.225.

АНОТАЦІЯ

Жигилій С.М. Керована вібраційна машина для підготовки металеві фібри.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. 05.05.02 – машини для виробництва будівельних матеріалів та конструкцій. Полтавський державний технічний університет імені Юрія Кондратюка. Полтава, 1997.

Розглянуті питання оптимального синтезу керованої вібраційної машини, проведені динамічні та технологічні дослідження розробленої машини для підготовки металеві фібри. Складені і проаналізовані математичні моделі машини з одним і шістьма контейнерами та математичні моделі керування інтенсивністю та структурою вібраційного поля.

Використання керованих вібр машин у виробництві підтверджує їх високу ефективність.

Ключові слова: керована вібр машина, металева фібра, вібраційна технологія обробки, динамічні дослідження, математичні моделі.

АННОТАЦИЯ

Жигилий С.М. Управляемая вибрационная машина для подготовки металлической фибры.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. 05.05.02 - машины для производства строительных материалов и конструкций. Полтавский государственный технический университет имени Юрия Кондратюка. Полтава, 1997.

Рассмотрены вопросы оптимального синтеза управляемой вибрационной машины, проведены динамические и технологические исследования разработанной машины для подготовки металлической фибры. Составлены и проанализированы математические модели машины с одним и шестью контейнерами и математические модели управления интенсивностью и структурой вибрационного поля.

Использование управляемых вибр машин в производстве подтверждает их высокую эффективность.

Ключевые слова: управляемая вибр машина, металлическая фибра, вибрационная технология обработки, динамические исследования, математические модели.

ANNOTATION

Zhigily S.M. Controlled Vibromachine for Metal Fibre Preparation

Thesis for Competition of Master of Sciences Degree. 05.05.02 – machines for building materials and structures manufacturing. Poltava State Technical University named after Iu. Kondratiuk. Poltava, 1997.

Problems of the controlled vibromachine optimal synthesis were solved. Dynamic and technological research of the above-mentioned machine for metal fibre preparation was carried out. Mathematical models of the machine equipped with 1 or 6 containers, mathematical models of the vibration field intensity and structure control were worked out and analyzed.

The industrial use of the controlled machines proves its high efficiency.

Key words: controlled vibromachines, metal fibre, technology of the vibratory treatment, dynamic research, mathematical models.

Підписано до друку 04.11.1997 р.

Тираж 100 прим.

434191

AB 38.757

AB 38.757