

АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВІБРАЦІЙНИХ МАШИН, ЯК ПЕРЕДУМОВИ СТВОРЕННЯ КЕРОВАНОЇ ВІБРАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОГО УЩІЛЬНЕННЯ БЕТОННИХ СУМІШЕЙ

Аналізуються конструктивні рішення та наводиться класифікація вібраційних машин для поверхневого ущільнення, обґрунтовується доцільність розроблення керованої вібраційної установки для поверхневого ущільнення бетонних сумішей.

Ключові слова: вібраційна машина, віброущільнення, керований віброзбуджувач.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Поверхневі вібраційні машини широко застосовуються у дорожньому будівництві для влаштування щобітумасфальтових та цементно-бетонних покриттів автомобільних доріг, аеродромів тощо. Також вони можуть бути застосовані у промисловому та цивільному будівництві для влаштування підлоги, ущільнення ґрунтових і гравійних насипів, створення покриттів для стабілізації ґрунтів й інше. Такі машини не тільки ущільнюють суміш, а й попередньо профілюють та, потім, після ущільнення, остаточно обробляють поверхню [1, 3].

Останнім часом сфера застосування поверхневих вібраційних машини значно розширюється й тому вони потребують подальшого вдосконалення.

Огляд останніх джерел досліджень і публікацій і виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Вібрування є прогресивним методом ущільнення, що отримує значне розповсюдження. Цим і пояснюється наявність у цей час великої кількості різних типів вібромашин. Існуюча класифікація віброформувань машин [1-3] в основному охоплює вібромайданчики для формування виробів у стаціонарних умовах за стендовою технологією. Відсутність ж уточненої класифікації розмаїття сучасних вібраційних машин для поверхневого ущільнення будівельних матеріалів та сумішей ускладнює їхній вибір виробничниками при виконанні певних робіт.

Як правило, під час роботи всі вібраційні машини для поверхневого ущільнення мають незмінні, заздалегідь налагоджені режими вібрації [3, 5], що ускладнює їхню експлуатацію.

Постановка завдання. Метою є розроблення класифікації сучасних вібраційних машин для поверхневого ущільнення матеріалів й аналіз конструктивних особливостей даних машин, як передумова створення керованої вібраційної установки для поверхневого ущільнення бетонних сумішей з можливістю регулювання вимушуючої сили вібратора під час роботи.

Виклад основного матеріалу дослідження. Нижче наведена запропонована класифікація сучасних вібраційних машин для поверхневого ущільнення будівельних матеріалів та сумішей.

За способом впливу на ущільнюване середовище машини можна розмежувати наступним чином:

- глибинні машини, робочі елементи яких уводяться в ущільнюване середовище;
- опалубні (зовнішні) вібратори, які безпосередньо прикріплені до опалубки та впливають на ущільнюване середовище через неї;

– вібромайданчики та спеціальні формувальні машини для виготовлення різноманітних бетонних і залізобетонних будівельних або архітектурних деталей. Вироби формуються безпосередньо у формах з навісними вібраторами або у формах встановлених на рухому раму вібромайданчика;

– поверхневі вібромашини, робочі органи яких встановлюються безпосередньо на поверхню оброблюваного середовища.

Остання група машин досить численна й різноманітна. До цієї групи відносяться, як прості за своєю будовою механізми й машини з ручним пересуванням під час роботи, так і дуже складні – з окремими приводами на колісному чи гусеничному ході, оснащені декількома робочими органами для вібраційних та опоряджувальних робіт. Очевидно, останню групу вібромашин слід підрозділити на дві відповідні підгрупи: прості і складні вібромашини.

Вібромашини за типом привода можливо розрізнити на електричні, пневматичні, гідравлічні, електромагнітні, електрогідравлічні, електропневматичні тощо.

За призначенням усі вібраційні машини й механізми можна підрозділити для ущільнення:

- цементно-бетонної суміші;
- ґрунту, щебеню й гравію;
- асфальтобетонної суміші, холодного асфальту;
- укосів, каналів (машини спеціального призначення).

Можливо зробити поділ машин для поверхневого ущільнення на бетоноопоряджувальні вібромашини, що потребують укладання рейко-форм для їхнього пересування й надання відповідної форми плиті, і вібромашини безрейкові, з ковзними формами.

За видом збуджених коливань в ущільнюваному середовищі поділяються на машини з гармонійними та віброударними коливаннями робочого органа.

Щорічно з'являється декілька нових доволі оригінальних конструкцій, тому дана класифікація не претендує на вичерпну повноту й потребує постійного уточнення.

Аналіз сучасних конструктивних особливостей вібраційних машин для поверхневого ущільнення матеріалів наведено нижче.

Вітчизняна промисловість випускає невелику кількість поверхневих вібраційних машин. Одна із них, С-413, показана на рисунку 1. Вона складається зі звареної металеві плити, виконаної з листової сталі товщиною 4 мм, укріпленої ребрами жорсткості, і електродвигуна змінного струму з короткозамкненим ротором, на валу якого насаджено два дебаланси – по одному з кожної сторони. Електродвигун жорстко зв'язаний з металеві плитою. Знижувальний трансформатор забезпечує живлення електродвигуна напругою 36 В.

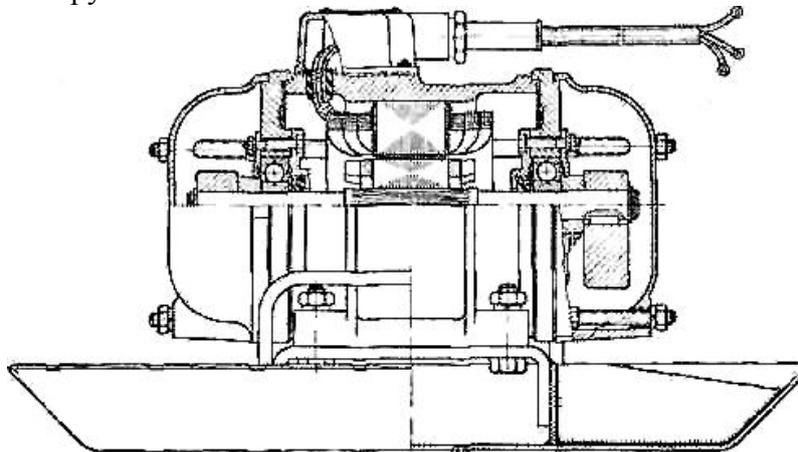


Рисунок 1 – Поверхнева вібромашина С-413.

Нову конструкцію представляє вібратор С-433 з висувними дебалансами (рисунок 2). В алюмінієвому корпусі 1 розташований асинхронний електродвигун трифазного струму з короткозамкненим ротором. На кінцях вала ротора встановлені дві обойми 2, у кожній з яких поміщені дебаланс 3, палець 4 і пружина 5. У неробочому стані дебаланс 3 пружиною притискається до поверхні обойми. Це відповідає мінімальному кінетичному моменту [1].

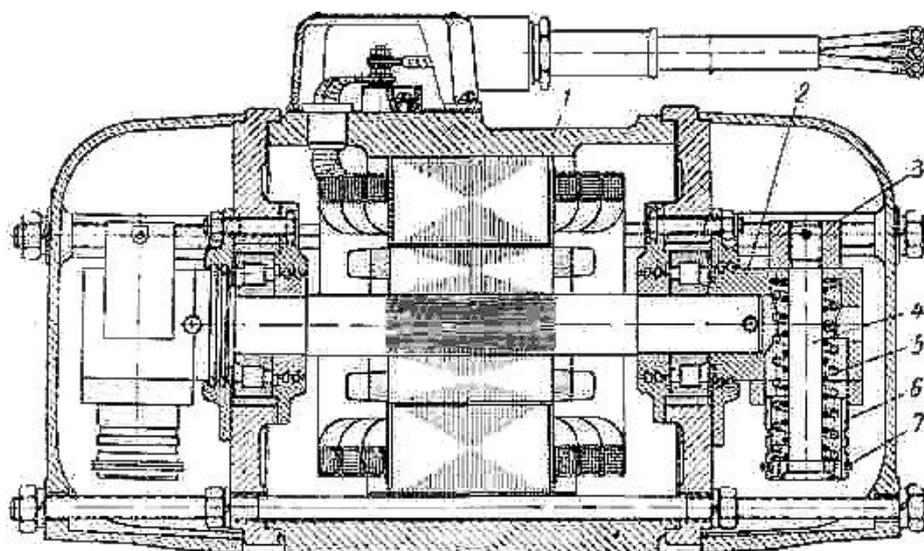


Рисунок 2 – Вібратор С-433.

1 – корпус; 2 – обойма; 3 – дебаланс; 4 – палець; 5 – пружина; 6 – втулка; 7 – кільце.

При частоті обертання більше 2000 об/хв інерційні сили більше ніж натяг пружин, дебаланси висувуються, кінетичний момент збільшується. Висування дебалансів регулюється кільцями 7; для цього кільце 7 встановлюється в один з отворів втулки 6. Кільце може встановлюватися в один із трьох отворів, що й буде відповідати трьом значенням вимушуючих сил. При такій будові згасання коливань при виключеному вібраторі буде відбуватися швидше, ніж у звичайних конструкціях.

Маятникові вібратори С-484 і С-485 мають на кожному кінці вала ротора не по одному, а по два дебаланси, один із яких жорстко закріплений на валу, а інший може повертатися відносно першого на будь-який кут, його положення фіксується болтом. Ці моделі забезпечуються ручним гальмівним пристроєм.

Найбільш відомими закордонними виробниками вібраційних машин для поверхневого ущільнення є "Bomag", "Weber", "Vibromax", "Losenhausen", "Bahn u. Kahler" (Німеччина), "Дупарас" (Швеція), "Ingersoll Rand Company", "Rex Raxine" (США), "Honda" (Японія).

Відомі вібромашини VD2 і Z-1000, що випускаються Чехією та Словаччиною. Машина типу VD2 складається зі сталевій плити й вібратора направленої дії маятникового типу, з'єднаного із плитою шарнірно. Рукоять підресорена. На таких вібромашинах встановлюється вібратор типу EVU-250 (рисунок 3 а), що розвиває вимушуючу силу близько 2500кН. Він кріпиться до плити шарнірно за допомогою клемового з'єднання. Вібратор можна поставити в похиле положення щодо плити (рисунок 3 б), що фіксується спеціальним болтом, і тоді вібраційна машина буде переміщатися убік нахилу з деякою швидкістю (близько 3,5 - 4,0 м/хв).

Поверхнева вібромашина типу Z-1000 відрізняється від розглянутої вище тільки тим, що опорна поверхня плити й вимушуюча сила, що розвивається вібратором, більше.

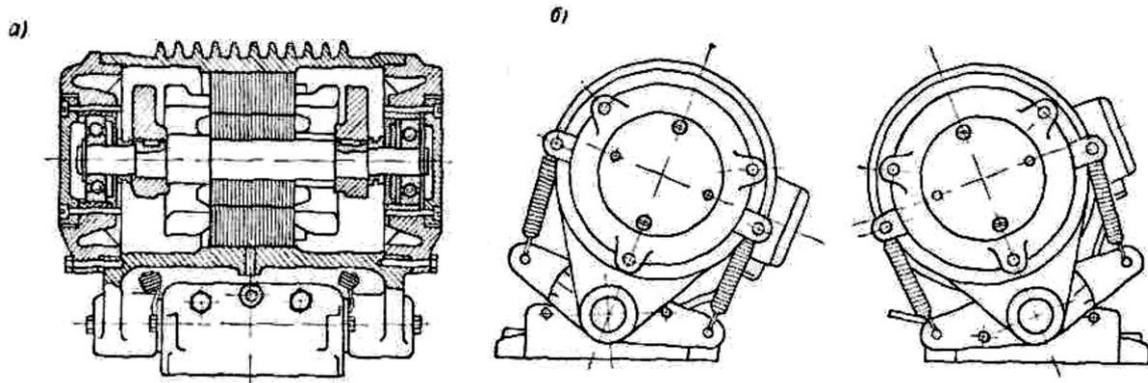


Рисунок 3 – Вібратор EVU-250.
а – розріз вібратора; б – схема установки.

Вібромашина такого ж типу випускається фірмою Losengausen у Німеччині (Vibromax ATF-1000). Розміри робочої плити дорівнюють 1500x450 мм (рисунок 4). Вона оснащена електровібратором маятникового типу, що складає з асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором і дебалансів, установлених на валу. У цих вібромашинах передбачена можливість нахилу їх під кутом до 45° від центрального положення.

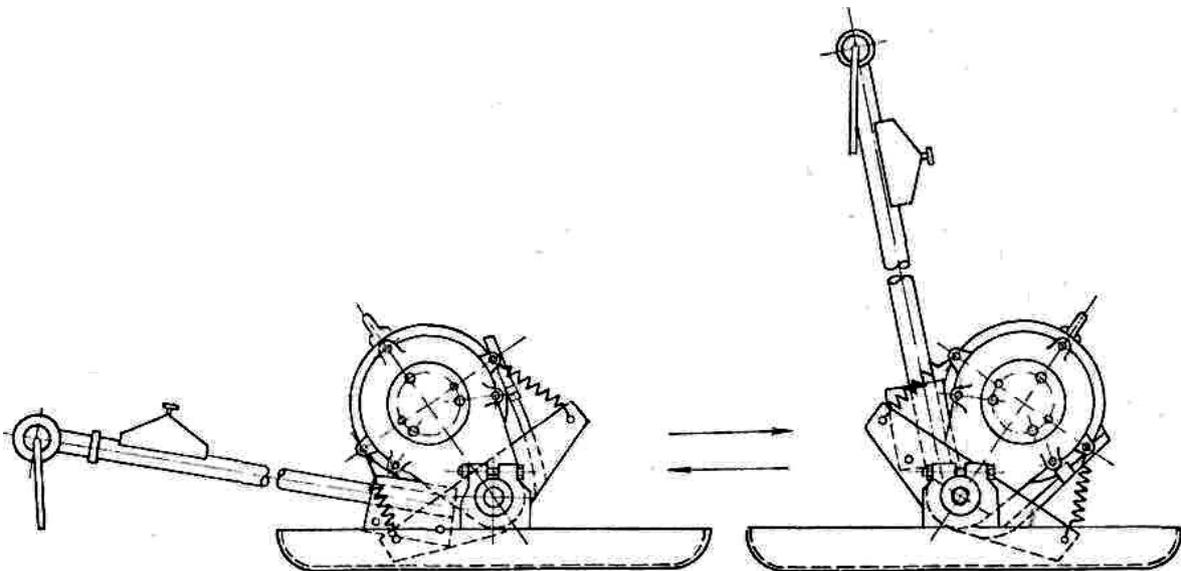


Рисунок 4 – Поверхнева самохідна вібромашина Vibromax ATF-1000.

Загальний вигляд робочої плити вібромашини Vibromax AT-5000 наведено на рисунку 5. Машина складається з верхньої підресореної рами, на якій встановлений дизельний двигун, нижньої робочої плити з вібратором направленої дії й рульового керування. За допомогою гвинта, гайки й вала із шарнірним з'єднанням можна змінювати положення коробки вібратора відносно вертикальної осі й у такий спосіб змінювати напрямок рівнодійної сили і напрямок переміщення машини (вперед або назад).

Вібромашина Vibrosoil VSC-2 багато в чому подібна за будовою до вібромашини Losengausen, але вібратор тут виконаний по-іншому, хоча він також є напрямленим. Кінематична схема машини наведена на рисунку 6.

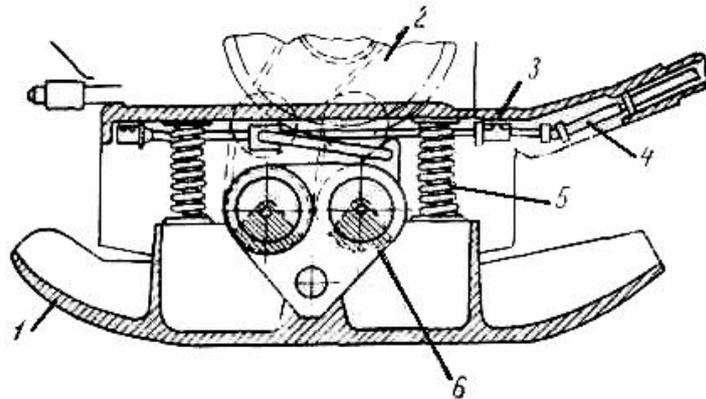


Рисунок 5 – Поверхнева самохідна вібромашина Vibromax AT-5000.
1 – робоча плита; 2 – двигун; 3 – підмоторна рама; 4 – механізм керування вібраторами; 5 – амортизатори підмоторної рами; 6 – вібратор.

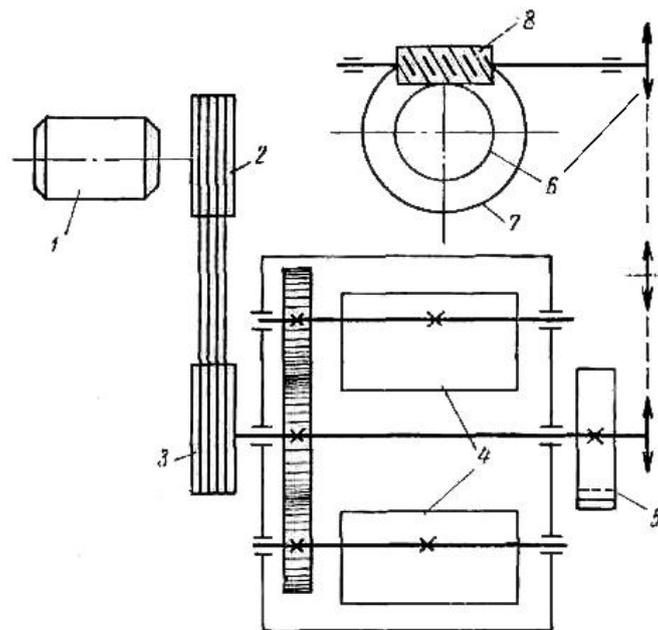


Рисунок 6 – Кінематична схема вібромашини Vibrosoil VSC-2.
1 – дизельний двигун; 2 – шків з відцентровою муфтою включення; 3 – шків з дебалансом; 4 – дебаланси; 5 – маховик з дебалансом; 6 – барабан; 7 – черв'ячне колесо; 8 – черв'як.

При малих обертах, приблизно до 500 об/хв, двигун працює вхолосту. Відцентрова муфта, вмонтована в шків, включається тільки при досягненні 500 об/хв. У корпусі вібратора розміщений: приводний вал, на якому розташовані шків, маховик та дебаланс, два вали з дебалансами та зубчаста передача. Маса центрального вала й дебалансів дорівнює сумі мас двох інших валів з дебалансами. З кінематичної схеми машини видно, що центральний вал і два інших вали обертаються у різних напрямках. Переміщення машини також здійснюється за рахунок зміни напрямку рівнодіючої вимушуючої сили.

Амплітуда коливань розподіляється по довжині плити нерівномірно: попереду сягає 8 мм, а позаду – 5 мм.

Вібромашина Bahn u. Kahler системи Лоренц (рисунок 7) призначена також для ущільнення незв'язних ґрунтів. Вібратор складається із двох пар висувних дебалансів. Один з вібраторів кожної пари закріплений на валу, а інший — встановлений на підшипниках кочення. Конічні шестерні обертають дебаланси в кожній парі у протилежних напрямках. Керування кожною парою дебалансів здійснюється окремим штурвалом, що забезпечує прогнозований поворот машини в ту або іншу сторону. Вібромашина порівняно легко керується на горизонтальній площадці, проте при пусках й зниженні числа коливань дебалансів виникають горизонтальні сили, що ускладнює керування машиною.

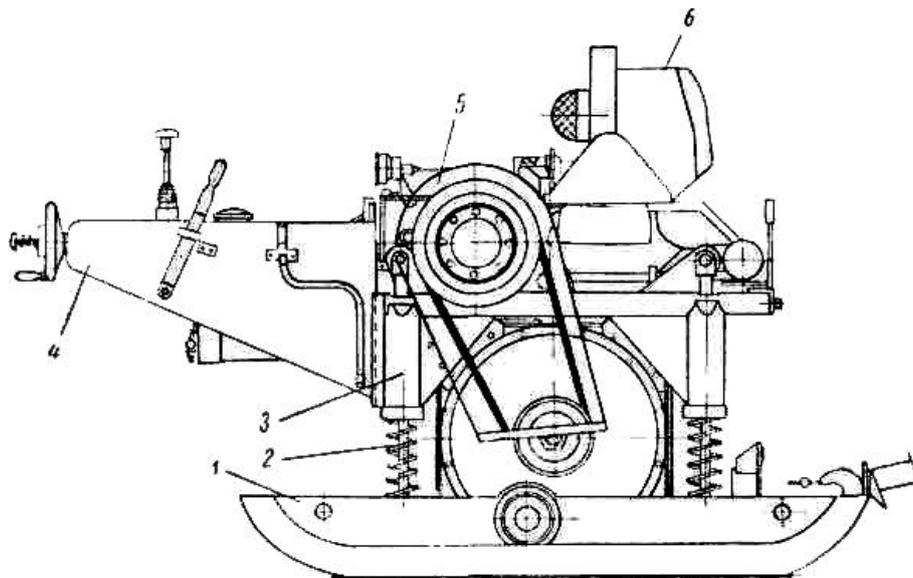


Рисунок 7 – Схема вібромашини Bahn u. Kahler.

1 – робоча плита; 2 – амортизатори підмоторної рами; 3 – підмоторна рама;
4 – механізм керування; 5 – передача до вібраторів; 6 – двигун.

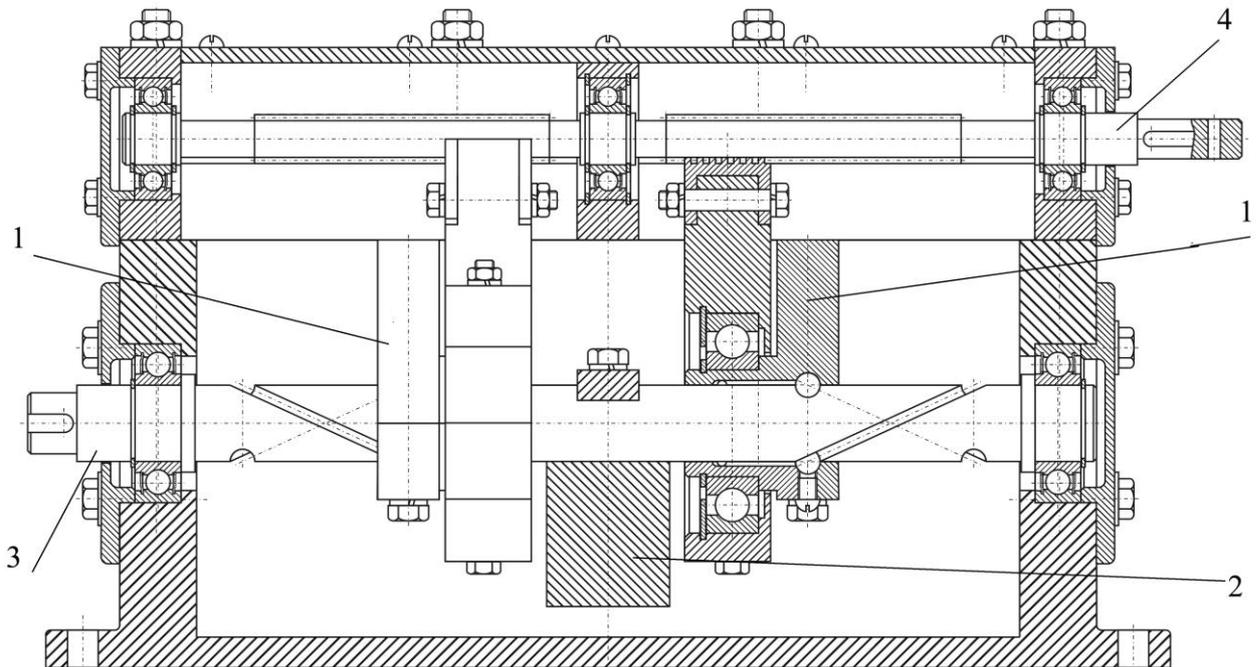
До недоліків машин Vibrosoil VSC-2 та Bahn u. Kahler можна віднести наступне: значна металоємність машини (вага машини 2000 кг при площі вібраційної плити близько $1,0 \text{ м}^2$), вібраційна дія на робітника через важелі керування, рух вібромашини відбувається за рахунок мускульної сили робітника, великий радіус повороту (складає 1,5...2,0 м, для повного розвороту потрібна смуга шириною 5,5 м).

За відповідної характеристики машини конкретним умовам роботи, досягається проектне ущільнення. У більшості випадків вібраційні машини спеціалізовані, оскільки ущільнювані середовища дуже різняться. Можливість пересування віброущільнюючої машини вперед-назад на різних ґрунтах, а також її механічна надійність – одні із важливих характеристик установок для поверхневого ущільнення [1, 6].

Як видно із наведеного аналізу можна зробити висновок про те, що центральною ланкою вібраційної машини є віброзбудувач, як з електроприводом, так і від двигуна внутрішнього згоряння, повна потужність яких використовується тільки при пусках, а надалі — лише на 30-50% (що економічно не вигідно) [7]. Також до недоліків використовуваних віброзбудувачів можна віднести неможливість регулювання параметрів коливань під час циклу [6].

На основі проведеного аналізу пропонується до впровадження вібраційна установка з керованим вібраційним збудувачем кругових коливань (рисунок 8), який дозволяє здійснювати його пуск та зупинку в урівноваженому стані, а також повільно

змінювати величину вимушуючої сили під час роботи, без його зупинки. При цьому можна плавно змінювати режим ущільнення від гармонійних коливань до ударного, залежно від напрямку та величини вимушуючої сили віброзбуджувачів.



*Рисунок 8 – Керований віброзбуджувач з трьома дебалансами.
1 – рухомі дебаланси, 2 – нерухомий дебаланс, 3 – дебалансний вал,
4 – вал для переміщення рухомих дебалансів.*

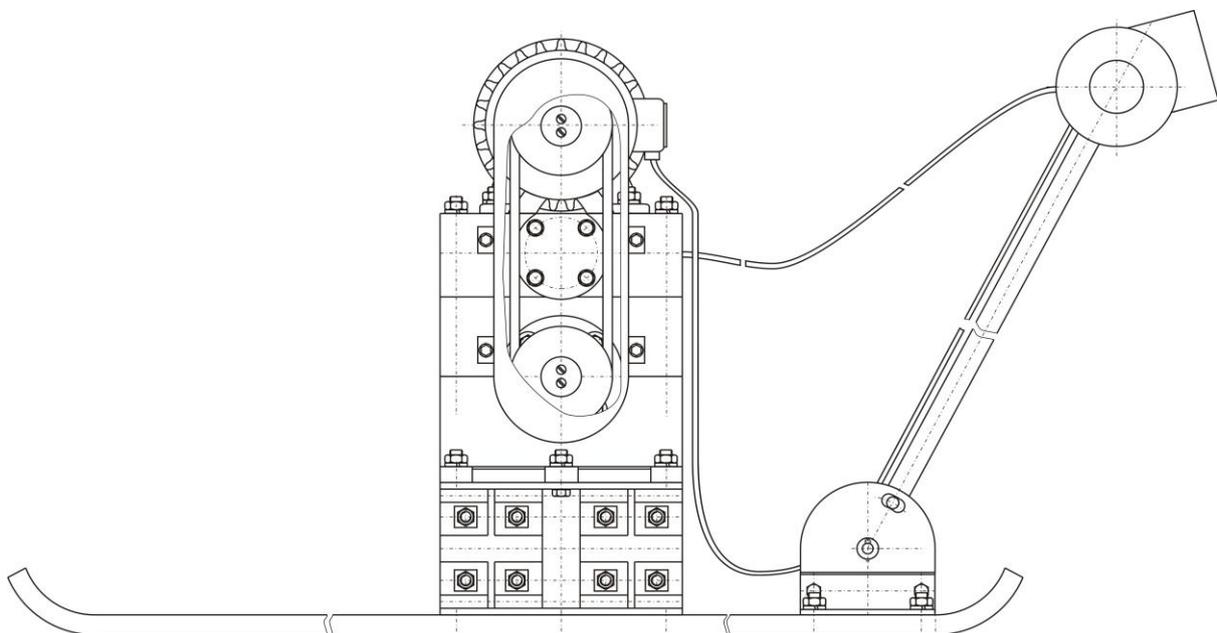


Рисунок 9 – Загальний вигляд вібраційної машини для поверхневого ущільнення бетонних сумішей

Висновки

Запропонована вібраційна установка (рисунок 9) на основі керованого віброзбуджувача з дистанційним керуванням положення дебалансів задовольняє

умовам мети даної роботи та дозволяє використовувати її для ущільнення, прикінцевого вирівнювання бетонної суміші, при заданих режимах, а також її руху в заданому напрямку від вимушеної сили дебалансів.

Література

1 Олехнович К.А. Потребительские качества современных виброплощадок / К.А Олехнович., Ю.И Виноградов., Н.П. Нестеренко // Строительные и дорожные машины. – 1991. – №8. – С.14 – 16.

2 Нестеренко М. П. Класифікація та оцінка споживчих якостей сучасних вібраційних машин для формування залізобетонних виробів // Збірник наукових праць (Галузеве машинобудування, будівництво). –Полтава: ПолтНТУ, 2007. –Вип. 20. –С.20-25.

3 Баладінський В. Л., Назаренко І. І., Онищенко О. Г. Будівельна техніка: Підручник. – Київ-Полтава: КНУБА-ПНТУ, 2002. – 463 с., іл.

4 Елисеев В.В. Новые конструкции электромеханических вибраторов. «Строительное и дорожное машиностроение», 1996, №7. с. 24-28.

5 Назаренко І.І Вібраційні машини і процеси будівельної індустрії: Навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2007.– 230с.

6 Сердюк Л.И. Основы теории, расчет и конструирование управляемых вибрационных машин с дебалансными возбудителями. Дис. ... докт. техн. наук. – Харьков, 1991. – 301с.

7 Гнітько С.М. Пристрій для вібраційного ущільнення бетонних сумішей та переміщення виробів. Дис. ... канд. техн. наук. – Полтава, 1999. – 186 с.

Надійшла до редакції 27.10.2011

© М.П. Нестеренко, П.М. Чеботарьов

М.П. Нестеренко, к.т.н., доц., П.М. Чеботарьов, ст. преподаватель

Полтавский национальный технический университет им. Ю.Кондратюка

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВИБРАЦИОННЫХ МАШИН, КАК ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ УПРАВЛЯЕМОЙ ВИБРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОГО УПЛОТНЕНИЯ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

В статье анализируются конструктивные решения и приводится классификация вибрационных машин для поверхностного уплотнения, обосновывается целесообразность разработки управляемой вибрационной установки для поверхностного уплотнения бетонных смесей.

Ключевые слова: *вибрационная машина, виброуплотнение, управляемый вибровозбудитель.*

M.P.Nesterenko, Ph. D., P.M. Chebotarov, senior teacher

Poltava National Technical University named of Jury Kondratyuk

**THE ANALYSIS OF DESIGN FEATURES OF VIBRATING MACHINES, AS
PRECONDITIONS OF CREATION OF THE OPERATED VIBRATING MACHINE
FOR SUPERFICIAL CONDENSATION OF CONCRETE MIXES**

In article constructive decisions of vibrating machines for superficial condensation are analyzed, their classification is induced, the expediency of development of the operated vibrating machine for superficial condensation proves.

Key words: *the vibrating machine, vibration.*