

Главацький К.Ц., Черкудінов В.Е., Небесний М.К. Дослідження і розробка принципів схем машин для земляних робіт (МЗР) інтенсифікуючої дії з вібросистемами модульного типу (ВСМТ) /Подъемно-транспортная техника. – 2011. - №2. – С. 67-79.

УДК 625.73

Главацький К.Ц., к.т.н., Черкудінов В.Е., Небесний М.К.

ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВИХ СХЕМ МАШИН ДЛЯ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ (МЗР) ІНТЕНСИФІКУЮЧОЇ ДІЇ З ВІБРОСИСТЕМАМИ МОДУЛЬНОГО ТИПУ (ВСМТ)

Наведені принципові схеми МЗР інтенсифікуючої дії з ВСМТ, які можуть бути покладені в основу машин нового покоління.

Ключові слова: інтенсифікація, схема, вібросистема, модуль, машина.

Главацкий К.Ц., Черкудинов В.Э., Небесный М.К. Исследование и разработка принципиальных схем машин для земляных работ (МЗР) интенсифицирующего действия с вибросистемами модульного типа (ВСМТ) /Подъемно-транспортная техника. – 2011. - №2. – С. 67-79.

УДК 625.73

Главацкий К.Ц., к.т.н., Черкудинов В.Э., Небесный М.К.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ СХЕМ МАШИН ДЛЯ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ (МЗР) ИНТЕНСИФИЦИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ С ВИБРОСИСТЕМАМИ МОДУЛЬНОГО ТИПА (ВСМТ)

Разработаны принципиальные схемы МЗР интенсифицирующего действия с ВСМТ, которые могут быть положены в основу машин нового поколения.

Ключевые слова: интенсификация, схема, вибросистема, модуль, машина.

Glavatskiy K.Ts., Cherkudinov V.E., Nebesniy M.K. Research-and-development of principle charts of machines for the earthmovings (MZR) of intensifying action with the vibrosystems of module type (VSMT) of / Lifting-transport technique. – 2011. - №2. – P. 67-79.

UDK 625.73

Glavatskiy K.Ts., candidate of engineering sciences, Cherkudinov V.E., Nebesniy M.K.

RESEARCH-AND-DEVELOPMENT OF PRINCIPLE CHARTS OF MACHINES IS FOR EARTHMOVINGS (MZR) OF INTENSIFYING ACTION WITH THE VIBROSYSTEMS OF MODULE TYPE (VSMT)

The of principle charts of MZR of intensifying action are resulted on VSMT, which can be fixed in basis of machines of new generation.

Keywords: intensification, chart, vibrosystem, module, machine.

Постановка проблеми. У сучасних умовах експлуатації існуючого парку МЗР одним з найважливіших показників є ефективність їх роботи. На основі абсолютних та відносних характеристик машин можна визначити сумарний показник їх роботи. Аналогом такого сумарного показника може бути енергетична ефективність використання машини, що оцінюється її ККД. Відносні показники, на основі яких визначаються узагальнюючі показники, підраховуються співвідношеннями абсолютних параметрів машини, таких як маса, сила, час і т.п. Оскільки відносні і узагальнюючі показники можуть бути складені так, щоб їх кращі результати були мінімальними чи максимальними, то перемножуючи їх між собою за умови, що вони складені однаково для обох машин, ми і отримуємо сумарний показник, який дозволяє комплексно оцінити різні види машин, порівнюючи їх між собою.

Досягти високої продуктивності роботи машин можливо різними способами, наприклад, такими очевидними чинниками як: збільшення робочих швидкостей, маси (для ґрунтоущільнювальних машин), застосування певного профілю поверхонь робочих органів, раціональних значень робочих кутів оснащення чи робочих органів машин, зміна приводу, джерела енергії, розташування та кількості вібрмодулів [1]. Однак висока продуктивність роботи машин сьогодні – це низька продуктивність завтра, тому слід відмітити, що еталоном буде якась критична продуктивність, до якої техніка даного типу ще “йде”. Для досягнення встановленого природою еталону критичної продуктивності слід подивитися на техніку з точки зору не виконання нею роботи, а її операційної системи, тобто технологічних можливостей, що і обумовлюють ті чи інші її конструктивні складові.

Актуальність досліджень обумовлена необхідністю створення МЗР і, зокрема, ґрунтоущільнювальних машин (ГУМ) нового покоління, працюючих за енергозберігаючими технологічними процесами і заснованих на радикально нових принципах роботи.

Одним з напрямків інтенсифікації роботи машин є удосконалення чи розробка нових видів робочих органів інтенсифікуючої дії та вібраційних систем (ВС) і їх складових частин.

Пропонується впровадження принципово нового підходу у створенні нових та модернізації існуючих машин на основі аналізу принципових технічних рішень їх існуючого парку з урахуванням фізичних властивостей ґрунтів і матеріалів, з якими вони працюють, для досягнення розширених можливостей їх роботи в тих чи інших умовах з широкими діапазонами параметрів та для досягнення критичної продуктивності.

Перспективним напрямком удосконалення існуючих і розробки машин нового покоління є створення ВСМТ і оснащення ними тих машин, де це доцільно з логічної точки зору.

Об'єктом дослідження є інтенсифікатори і ВСМТ.

Предметом дослідження є схеми компоновки робочого обладнання і вібростем та співвідношення між їх параметрами.

Метою є удосконалення існуючих і розробка принципово нових схем ВСМТ на основі розширення діапазону їх адаптації до технологічних умов роботи, оснащення ними машин та визначення їх раціональних параметрів для окремих випадків.

Для досягнення поставленої мети вирішені наступні задачі: проведений аналіз напрямків інтенсифікації робочих процесів МЗР; виконаний огляд і аналіз відомих вібраційних пристроїв на різних типах машин; проаналізовані структурні схеми машин, оснащених вібраційними пристроями; здійснений аналіз загальних підходів до розробки принципових схем ВСМТ; представлений синтез ВСМТ; визначені основні параметри ВСМТ; запропоновані варіанти адаптації ВСМТ до конкретних типів МЗР; розроблені нові технічні рішення та заходи щодо їх охорони нормами патентного права України; зроблені висновки і надані рекомендації щодо подальшого розвитку напрацьованих ідей і рішень.

Для вирішення поставлених задач використовувалися такі методи дослідження, як статистичний аналіз, математичне моделювання, статистичні методи обробки результатів.

Практичне значення отриманих результатів. Виконані дослідження і розробка принципових схем МЗР інтенсифікуючої дії з ВСМТ з акцентом на закладення широких технологічних можливостей у їх структуру. Зокрема, з'ясована фізична суть інтенсифікації процесу розробки ґрунтів з точки зору їх характеристик, що обумовлюють структуру відповідних робочих органів машини, а також враховані відомі рішення вібраційних систем (ВС), які не завжди є модульного типу і виконані з оптимальними параметрами, що регулюються в широкому діапазоні. Крім того встановлено, що підвищення ефективності бульдозерних, розпушувальних, екскаваторних, скреперних і інших робіт досягається вдосконаленням конструкцій машин, створенням устаткування з використанням нових методів впливу на ґрунт, а також поліпшенням технології ведення робіт.

З точки зору поліпшення відомих і розробки нових конструкцій даних машин перспективним є використання збурюючої сили віброконтурів, встановлених на даних машинах. За рахунок цього досягатиметься цілий ряд ефективних змін, які сприятимуть підвищенню продуктивності, зниженню енергоємності, матеріалоємності та собівартості виконуваних ними робіт.

При аналізі окремих видів робочих органів машин враховані їх специфічні особливості. Щодо додаткового оснащення робочих органів ВСМТ передбачається їх спрямування у напрямку зменшення питомих енерговитрат.

Слід зазначити, що, зокрема, при виконанні технологічних порожнин у ґрунті доцільно не здійснювати копання ґрунту або здійснювати його у мінімальному об'ємі. При цьому необхідно створити умови, при яких силова дія робочого органа на ґрунт не обмежена масою машини, тобто замкненням силового контуру на ґрунт, а також умови блокування ґрунту під контактною поверхнею робочого органа для збільшення тиску на його поверхню порівняно з межею його міцності. Це дасть можливість прискорити процес ущільнення ґрунту і використовувати його як передавальну ланку дії робочого органа на неущільнені зони ґрунту.

Використання ВСМТ у цьому випадку є також досить дієвим методом інтенсифікації і поліпшення питомих показників роботи цих машин, таких як: питома енергоємність, питома матеріалоємність і т.п.

При детальному розгляді конструктивних рішень машин з'ясовано структуру їх ВС і запропоновані можливі напрямки модернізації.

Особливістю виконання ВС є наявність у її складі різномасових елементів, за рахунок чого можна змінювати основні параметри ВСМТ у значному діапазоні, наприклад, для двомасової системи дебалансів, при різних співвідношеннях мас, за допомогою складання суми векторів, ми можемо змінювати амплітуду коливань вектора збурюючих сил у діапазоні від спрямованих до кругових коливань безперервно чи дискретно.

Вектор збурюючої сили у складових ВС ГУМ найбільш ефективно можна задавати шляхом раціонального поєднання різних мас елементів контурів ВС з наступним фазним регулюванням частоти їх обертання, що дозволить задавати у даній ВС різні види коливань в залежності від умов і стадії її застосування у процесі ущільнення ґрунту.

Запропоновані схеми ВСМТ являють собою в корені новий підхід до їх формування. Завдяки використанню таких ВСМТ відкриваються нові робочі можливості машин.

На основі запропонованих схем ВСМТ і їх поєднання з зазначеними машинами доцільно розробити уточнені варіанти структури і

діапазону технологічних можливостей ВСМТ на базі конкретної машини з подальшим розрахунком їх параметрів.

Прикладом реалізації принципів схем ГУМ з ВСМТ можуть бути рекомендації по застосуванню віброплит.

Недоліки відомих конструкцій віброплит дають нам можливість окреслити діапазон її раціонального застосування. По-перше, віброплити краще за все використовувати для ущільнення незв'язних та однорідних ґрунтів.

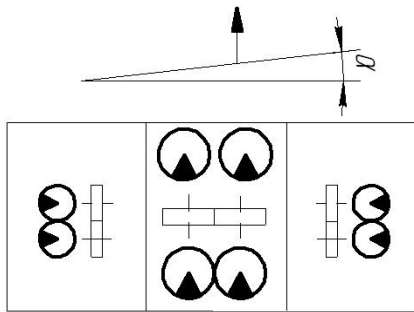


Рис. 1. Схема віброплити, дооснащеної вібромодулями

По-друге, можливе використання оригінальних технічних рішень, наприклад, дооснащення віброплити додатковим вібромодулем (рис. 1), для можливості регулювання положення в поперечній площині напрямку руху машини, для виключення сповзання по негоризонтальному профілі поперек руху машини.

Як рішення, для виключення сповзання машини по негоризонтальному профілі поперек її руху, можлива нова компоновка машин, наприклад (рис. 2), за рахунок технології її використання як залежно, так і в одному комплексі.

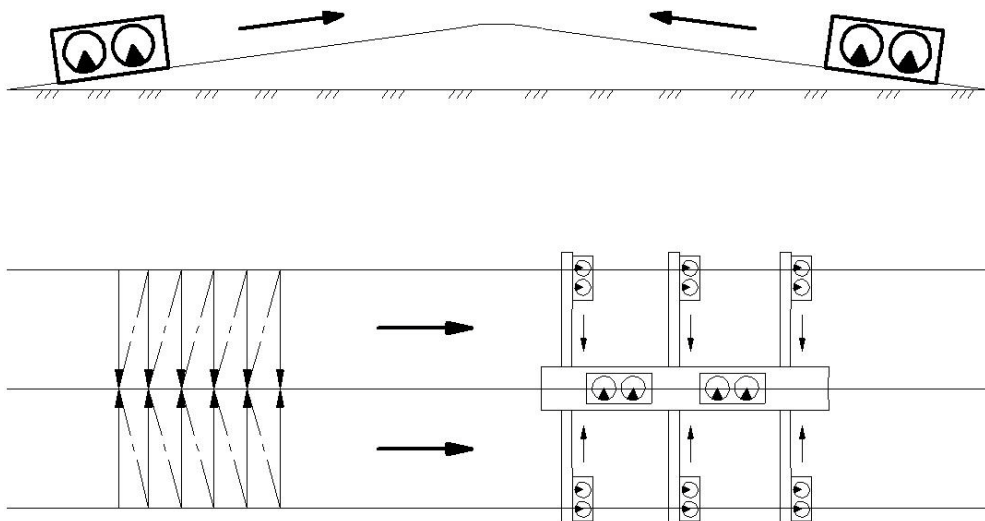


Рис. 2. Технологічна схема компоновки та роботи машин

По-третє, можливе використання віброплити, в одній ГУМ, як її невід'ємної частини, в парі з робочими органами коткового типу (рис. 3). Це дає можливість роботи з різними видами ґрунтів та виключення відхилення віброплощини від заданої траєкторії руху машини.

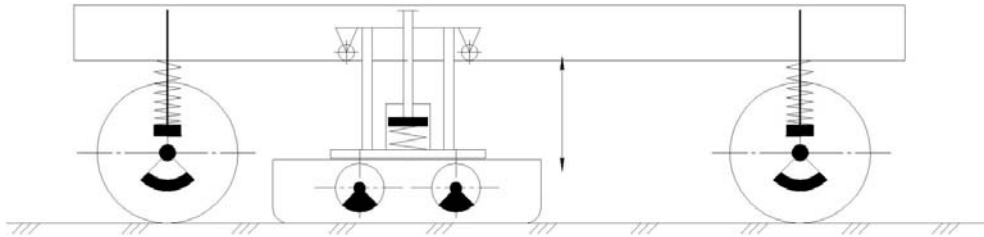


Рис. 3. Схема ґрунтоущільнювальної машини комплексної дії

Кінематична схема сучасної вібротрамбівки STROKE AVS 68-4 (рис. 4) розкриває сутність її принципу роботи, який заснований на механічному перетворенні обертального руху двигуна внутрішнього згорання на зворотно-поступальний рух трамбувальної плити. Як рішення, з використанням нових технологій, можлива зміна принципу роботи вібротрамбівки (рис. 4, а), а саме використання вібросистем з пружними елементами для акумулювання енергії удару при холостому ході (рис. 4, б, в), коли вектор збудовуючої сили спрямований вгору.

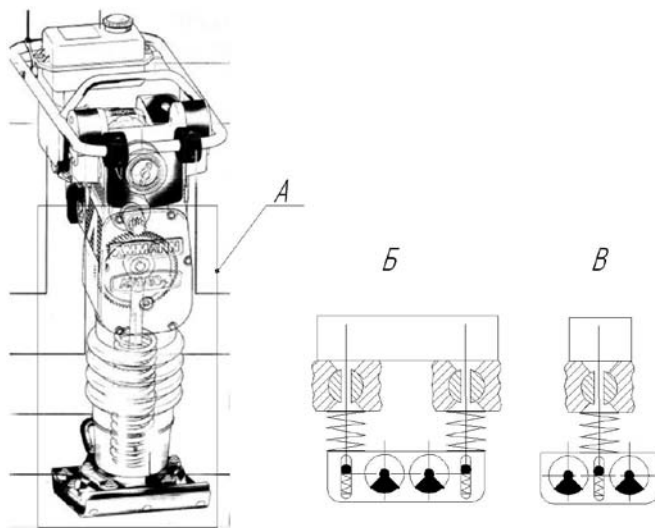


Рис. 4. Кінематика вібротрамбівки

На основі аналізу відомих ГУМ виявлені слабкі сторони існуючих машин. Проведене дослідження та розробка нових принципів схем МЗР інтенсифікуючої дії на підставі результатів патентного пошуку.

Пошук нових технічних рішень, які визначають на цей час рівень техніки в галузі машинобудування, а саме стосовно МЗР здійснювався за методикою експертних досліджень.

За цією методикою здійснений патентний пошук і виявлення аналогів, які і визначають сучасний рівень техніки стосовно МЗР, та зроблено порівняння цих аналогів за незалежними ознаками. Результатом такого аналізу є виявлення найближчого аналогу, тобто прототипу для кожного заявленого інноваційного технічного рішення.

Наступним кроком стала розробка та оформлення нових принципів схем ГУМ, (рис. 5 – 7).

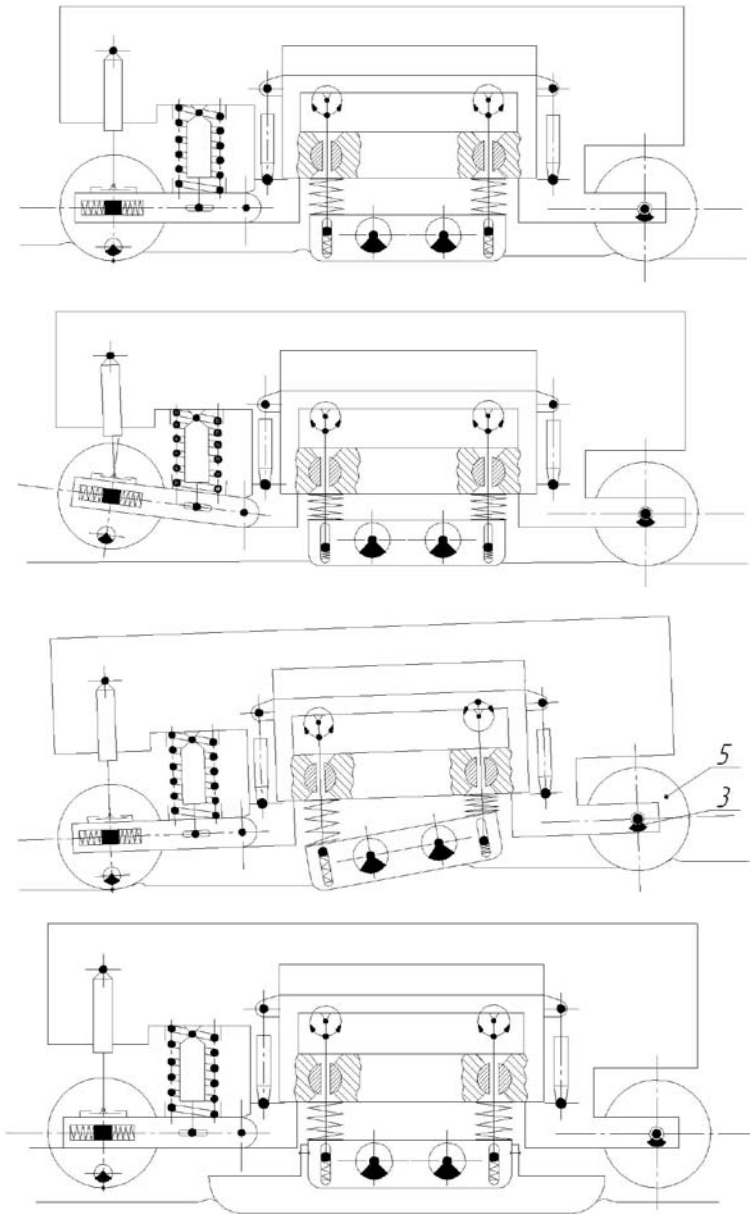


Рис. 5. ГУМ з ВСМТ і різними робочими органами

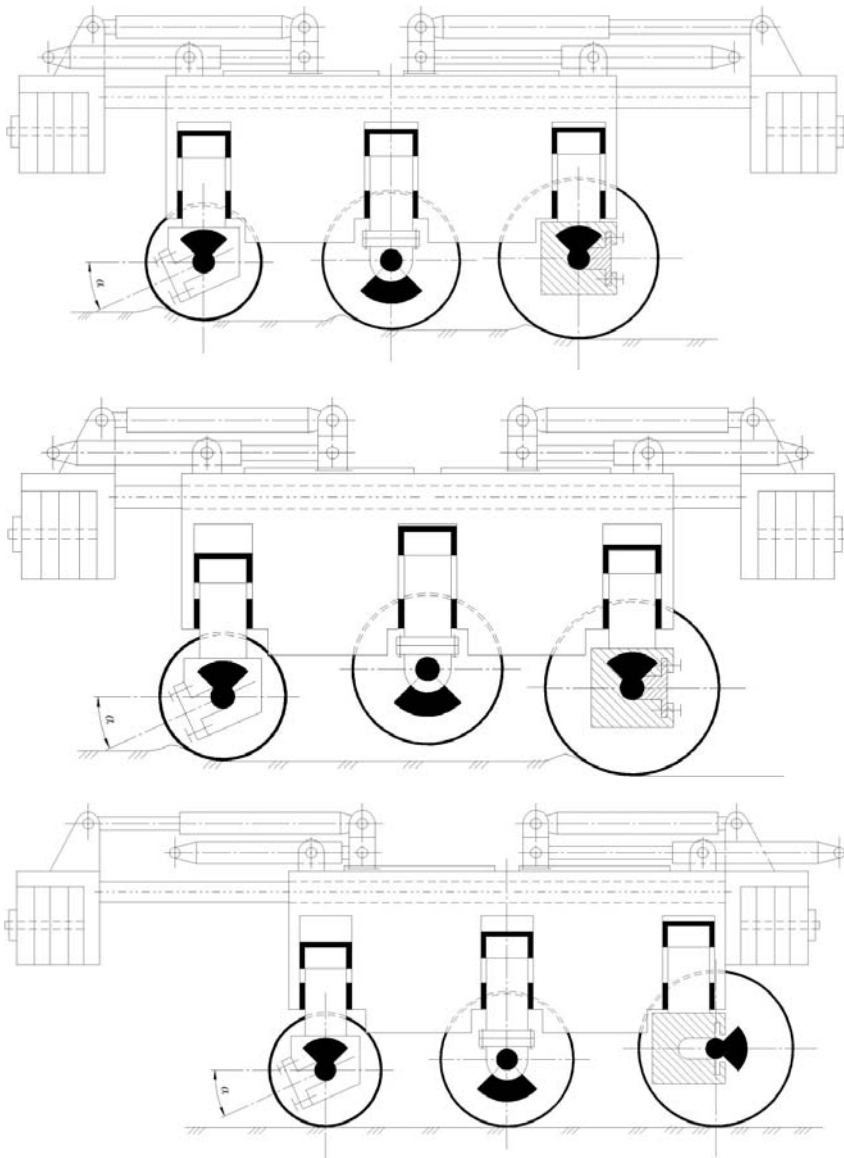


Рис. 6. ГУМ з ВСМТ і привантажувальними масами

Загальні підходи до розробки принципів схем ВСМТ наведені в [1 - 5]. Крім того, в основу вдосконалення машин закладаються базові зміни, які дадуть можливість машині мати в собі цілий ряд нових можливостей як для кожного конкретного випадку, так і в цілому. Розглядаються можливості які можна закласти у ВС для реалізації різноманітних задач.

На наш погляд ВС може бути сформована з елементів з круговими, напрямленими та комбінованими коливаннями. При цьому мас

бути врахована симетричність й асиметричність системи, влаштування якої суттєво впливає на кінцевий результат. У всіх варіантах має бути незалежний привід, по можливості, з частотним регулюванням для регулювання вектора збуджуючої сили шляхом фазного регулювання дебалансів, а також використання різномасових систем, які теж, в свою чергу, мають набути базового значення.

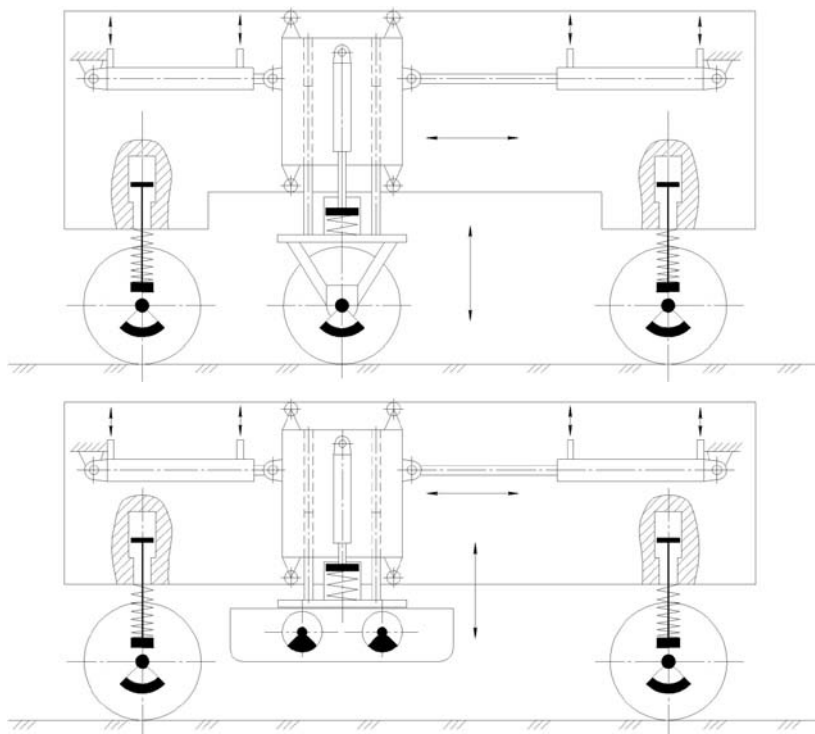


Рис. 7. ГУМ з ВСМТ і механізмами налаштування робочих органів

Приклади влаштування систем, на наш погляд, нового покоління схематично зображені на рисунках 8 – 15.

Наявність у ВСМТ різнорозташованих контурів (рис. 8) дозволяє використовувати її з більшою ефективністю та багатоцільовим призначенням.

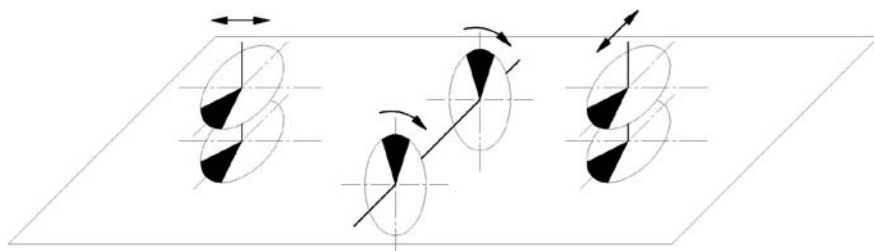


Рис. 8. Схема ВСМТ з комбінованим розташуванням контурів

Так, наприклад, важливими складовими при ущільненні ґрунту кулачковою поверхнею вальця чи віброплити (рис. 9), являються як вертикальне так і горизонтальне навантаження на ґрунт. ВСМТ за схемою (рис. 8) дозволяє повністю реалізувати потрібні навантаження.

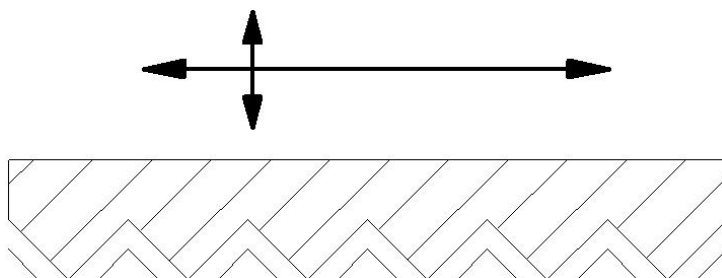


Рис. 9. Схема робочої поверхні вальця (віброплити) в контактi з ґрунтом

При компоновці ВС слід врахувати можливість просторового зміщення вектора збуджуючої сили. Таку технічну задачу слід вирішувати з ґрунтовних речей, які являють собою підхід до модернізації чи розробки нових схем машин.

ВС машин мають набути зразків високотехнологічної техніки, яка дає можливість на базі однієї машини з ВСМТ вирішувати ряд технологічних задач.

Варіанти встановлення елементів у ВСМТ представлені на схемах (рис. 10 - 12). Осі обертання дебалансів можуть переміщатися як по асиметричній, так і по симетричній схемі. При цьому є можливість переміщувати дебаланси уздовж осі.

Таким чином система набуває можливостей, до цього часу не виявлених в жодній з машин.

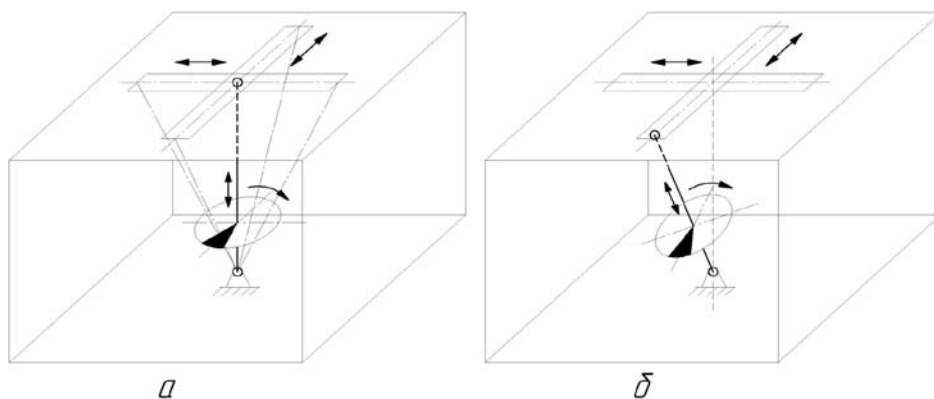


Рис. 10. Асиметрична схема переміщення елемента ВС*

(* – асиметрична за всіх умов, окрім випадку, коли центральна точка обертання дебаланса співпадає з нижнім шарніром)

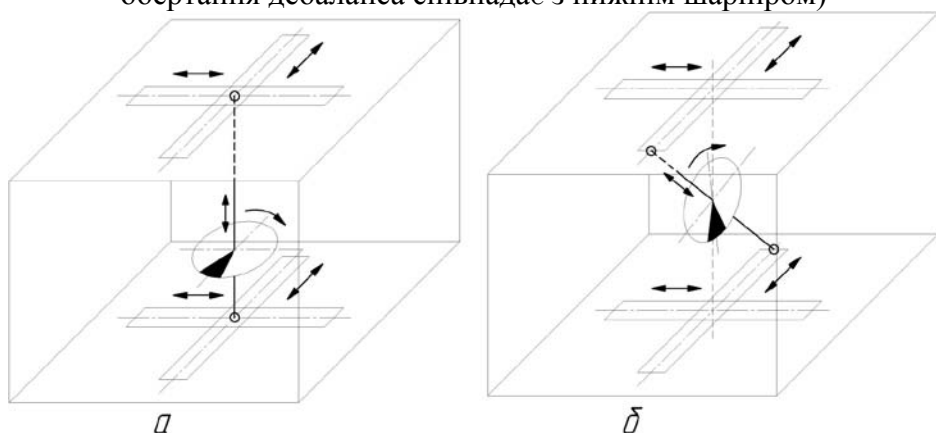


Рис. 11. Симетрична схема переміщення елемента ВС*
 (* – симетрична лише за умови знаходження дебаланса у центральному положенні, коли вісь обертання та середня вісь будуть перетинатися в центральній точці обертання дебаланса)

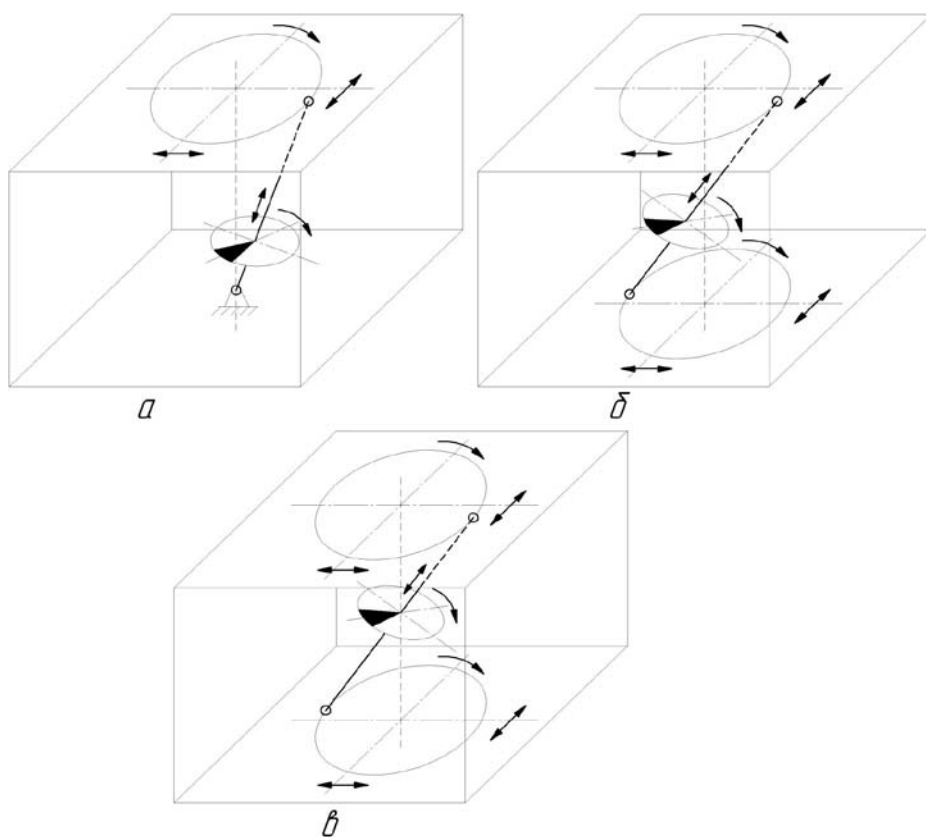


Рис. 12. Кругова схема переміщення елемента ВС*

(* – може бути як симетрична, так і асиметрична в залежності від умов описаних для рис. 10 та рис. 11)

При обертанні дебалансів за умови статичного розміщення осі в просторі, можливе регулювання за напрямком та використання фазового регулювання їх взаємного розміщення (рис. 13, а, б). При цьому є можливість переміщувати дебаланси уздовж осі (рис.13, в). За такої компоновки ВСМТ набуває нових напрямків векторів збуджуючої сили за рахунок плаваючого налаштування та створюваних при цьому моментів.

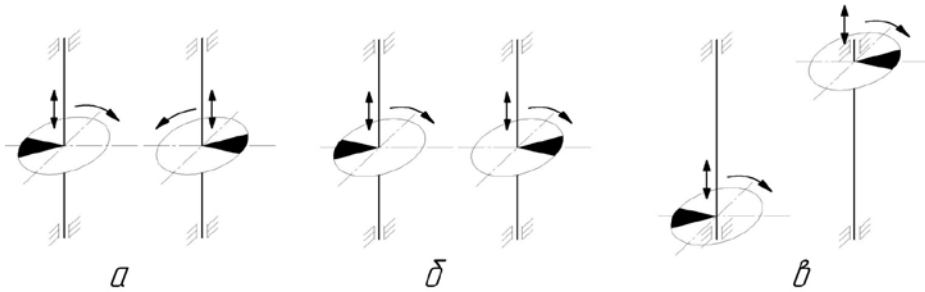


Рис. 13. Схема зміни напрямку збуджуючої сили шляхом осевого переміщення дебалансів

Дуже перспективною є різномасова ВСМТ (рис. 14), яка буде включати всі попередні вищезгадані можливості, та являтиме собою систему, яка буде найбільш комплексною. У такої системи $m_3 = m_1 + m_2$, при цьому $m_1 \neq m_2$, а також $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ можуть бути як рівними так і різними за величиною та напрямком.

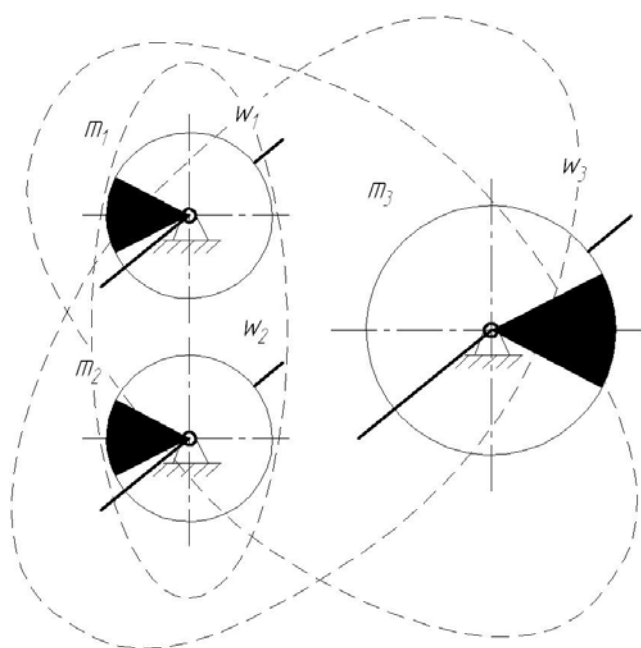


Рис. 14. Різномасова система

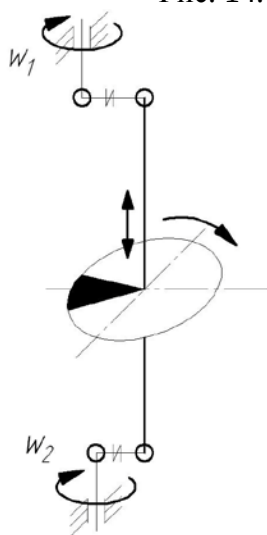


Рис. 15. Система з керованою
змінною жорсткості опори

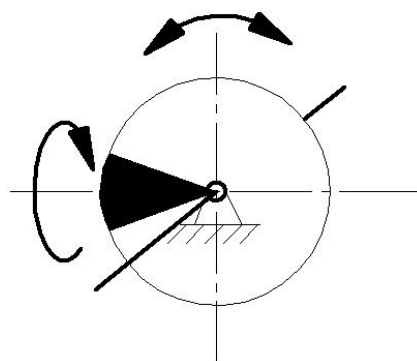


Рис. 16. Схема елемента з екс-
центриком, який обертається
відповідно своєї осі

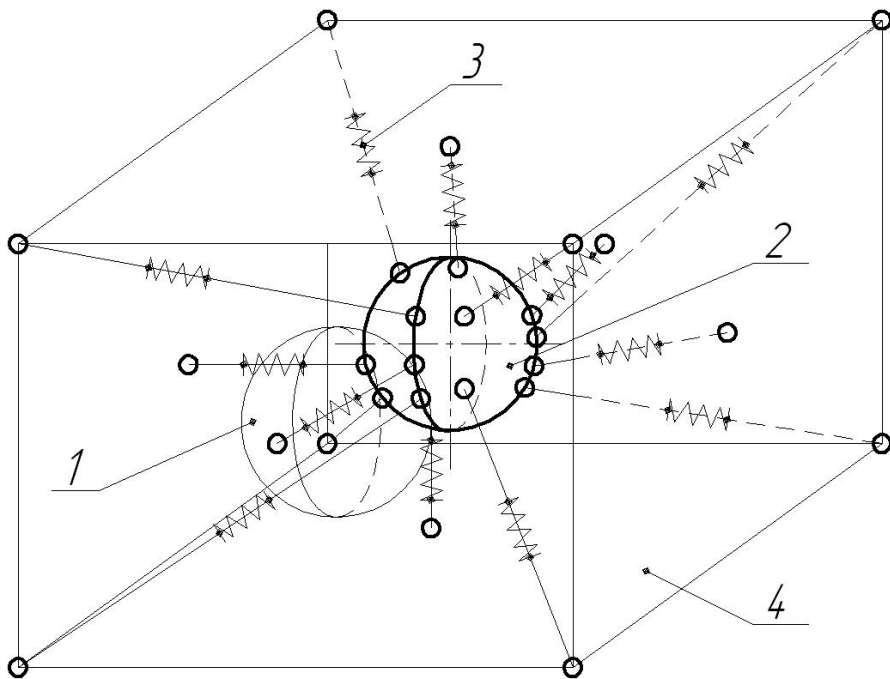


Рис. 17. Схема ВСМТ з просторовим жорсткісним регулюванням вектора збудуючої сили

Зміна вектора збудуючої сили можлива шляхом керованої зміни жорсткості опори (рис. 15) і (або) способу її закріплення (рухомий, нерухомий).

Можливий вплив на вектор збудуючої сили за рахунок обертального руху ексцентрика відповідно осі обертання, яка перпендикулярна чи не перпендикулярна до початкової осі його обертання (рис. 16). За такої схеми можливе використання гіроскопічного ефекту для заспокоєння чи збудження системи.

Система (рис. 17) вирішуватиме комплекс задач. Модуль такої системи складається з елементів вищезгаданих систем, та має весь спектр вищезгаданих можливостей. Модуль в початковий момент розташовується у якомусь передпусковому вихідному положенні 1. За рахунок цього можливе механічне зміщення вектора збудуючої сили.

Незалежні елементи жорсткості 3 виконані з можливістю їх блокування від подовжніх пружних деформацій, співставних з деформаціями пружини з метою активної дії вектора збудуючої сили на корпус 4 ВСМТ. При цьому незалежне задання величини жорсткості кожному з елементів 3 на певну величину дозволить вирішити комплекс задач стосовно зміни дії вектора збудуючих сил на корпус 4 аж до повного поглинання вібрацій елементами жорсткості 3.

Зміна місця закріплення елементів жорсткості 3 до корпусу дозволить змінювати діапазони дії вектора збудуючих сил на корпус

ВСМТ.

Висновок. Наведені принципові схеми МЗР інтенсифікуючої дії з ВСМТможуть бути покладені в основу машин нового покоління.

ЛІТЕРАТУРА

1. Главацький К.Ц., Музикін І.В., Главацька Г.О., Проскурня В.М. Визначення параметрів елементів вібраційних систем ґрунтоущільнювальних машин / Підъемно-транспортная техника. – 2008. - №3. – С. 92-97.

1. Белецкий Б.Ф. Строительные машины и оборудование [Текст] / Б.Ф. Белецкий, И.Г. Булгакова, Ростов-на-Дону, Феникс, 2005.– 606 с.

2. Бауман В.А. Строительные машины. Справочник. Т.1 [Текст] / В.А. Бауман, Ф.А. Лапира. – М.: Машиностроение, 1976. – 405 с.

3. Бауман В.А. Вибрационные машины и процессы в строительстве [Текст] / В.А. Бауман, И.И. Быховский. – М.: Высш. школа, 1977. – 255 с.

4. Сергеев В.П. Строительные машины и оборудование: Учеб. для вузов по спец. «Строит. машины и оборудование» [Текст] / В. П. Сергеев – М.: Высш. шк., 1987. – 376 с.

5. Главацкий К.Ц. Направления модернизации катков статического и динамического действия для уплотнения строения пути [Текст] / К.Ц. Главацкий, В.Н. Богомаз // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – Вип. 17. - Дніпропетровськ, 2007. – С. 80-85.