



Паламарчук І. П.

Бандура В. М.

Паламарчук В. І.

Вінницький
національний
аграрний
університет

УДК 621.86

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНОЇ ТА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ КОНВЕЄРНОЇ ВІБРАЦІЙНОЇ СУШАРКИ

Использование Вибротехнология обуславливается потребностями повышения интенсивности, улучшения качественных показателей, а в некоторых случаях и возможностью реализации технологических процессов. Уникальные возможности вибрационного действия позволяют успешно осуществлять такие операции как сепарацию, перемешивания, вибротранспортирования при тяжелых эксплуатационных условиях, гомогенизацию, фильтрации, сушки, насыщение среды определенными веществами, и ряд других процессов. Это обуславливает эффективность применения вибрационных технологических машин во многих отраслях промышленного и сельскохозяйственного производства.

Целью научной работы является разработка конструктивной и технологической схемы виброконвейерной радиационной сушки на основе анализа процесса обработки излучением. Разработана вибрационная конвейерная сушилка позволяет соединить положительные черты поточной формы организации обработки, реализации интенсивной инфракрасной действия и равномерной обработки массы технологического загрузки.

Use vibrotechnology caused by increasing the intensity of needs, improve quality indicators and, in some cases and the possibility of manufacturing processes. Unique features of the vibration can successfully carry out operations such as separation, mixing, vibrotransportuvannya under severe operating conditions, homogenization, filtration, drying, saturation environment of certain substances and a number of other processes. This causes the efficiency of vibration technology machine in many fields of industrial and agricultural production.

The purpose of science is to develop constructive and technological scheme vibrokonveyernoyi radiation drying by analyzing the processing of radiation. Designed vibrating conveyor dryer allows you to combine the positive features of the flow form of treatment of intensive infrachervonoyi action and uniform treatment of the mass loading process.

Вступ. Створення сприятливих умов для інтенсифікації процесу виробництва та застосування ефективних методів дії на його об'єкт; безперервна реалізація технологічного руху; зменшення та усунення взагалі використання непродуктивної праці; зокрема при здійсненні допоміжних операцій; керування

динамічним станом системи, в якій відбувається технологічна дія; багатофункціональність технологічного процесу та гармонійне поєднання його основних структурних складових становлять, здебільшого, тенденції розвитку технічного процесу в галузях виробництва і переробки



сільськогосподарської та промислової продукції. Серед машин, що задовольняють даним властивостям, можна виділити вібраційні технологічні машини конвеєрного типу. Подібні машини поєднують дві, в загальному, відносно незалежні та, по суті, взаємопов'язані технологічні дії – використання можливостей «вібраційного поля» та поточної форми організації виробництва.

Реалізація поточного або конвеєрного способу виробництва дозволяє досить ефективно реалізувати пропорційність, динамічність та спрямованість технологічного процесу. Це сприяє підвищенню продуктивності, зниженню трудомісткості процесу та створенню на його основі автоматизованих виробничих ліній. Конвеєрні технологічні лінії сприяють усуненню суперечності між транспортною та технологічною діями, реалізації гармонійного виробничого процесу з раціональним використанням технологічного обладнання.

Використання вібротехнології обумовлюється потребами підвищення інтенсивності, поліпшення якісних показників, а в деяких випадках і можливістю реалізації технологічних процесів. Унікальні можливості вібраційної дії дозволяють успішно здійснювати не тільки оздоблювально-зачисну та зміцнювальну операції, але і такі операції як сепарацію, перемішування, вібротранспортування за важких експлуатаційних умов, гомогенізацію, фільтрування, сушіння, насичення середовища певними речовинами, руйнування поверхонь та ряд інших процесів. Це обумовлює ефективність застосування вібраційних технологічних машин в багатьох галузях промислового та сільськогосподарського виробництва [10].

Поєднання вібраційної та поточної технологій в конвеєрних вібромашинах обумовлює реалізацію вищої форми безперервності – автоматизації виробничого процесу, гармонійне співвідношення його основних структурних складових, здійснення ефективної об'ємної дії на продукцію, що відповідає вищим формам досконалості технологічного обладнання.

Високі технологічні та конструктивні якості конвеєрних технологічних машин забезпечують перспективи їх впровадження та розвитку в багатьох галузях виробництва та переробки сільськогосподарської продукції і харчової сировини, що зумовлює актуальність даних досліджень.

Метою наукової роботи є розробка конструктивної та технологічної схеми

віброконвеєрної радіаційної сушарки на основі аналізу процесу обробки випромінюванням, основних ознак, структурних складових та тенденцій розвитку вібраційних транспортно-технологічних машин, для реалізації якої були поставлені такі задачі:

— провести аналіз взаємозв'язку основних структурних елементів конвеєрних та вібраційних машин і встановити основні тенденції їх розвитку;

— дослідити принципи схеми вібраційних транспортно-технологічних машин;

— обґрунтувати конструктивну та технологічну схему віброконвеєрної радіаційної сушарки для обробки олійних культур.

Серед машин, що акумулюють в собі всі наведені ознаки ефективного технологічного обладнання, безперечно, виділяються конвеєрні машини.

Взагалі слово «конвеєр» походить від англійського «convey» – перевозити та означає транспортер, або машину безперервної дії для переміщення сипучих, кускових та штучних вантажів.

З підвищенням механізації виробничих процесів, впровадженням у виробництво більш ефективного технологічного обладнання конвеєрні машини виконують не тільки суто транспортну функцію, але й використовуються як передаточні пристрої в технологічних автоматизованих лініях по виготовленню, обробці деталей, збиранню вузлів та агрегатів. Завдяки високій продуктивності, спрямованості дії та автоматизації управління конвеєри стають складовою та невід'ємною частиною сучасного технологічного процесу; вони встановлюють та регулюють темп виробництва, забезпечують його ритмічність, сприяють підвищенню продуктивності праці та збільшенню випуску продукції.

Для подібної машини характерні такі істотні властивості, як безперервність роботи, наявність вантажонесучого органа та інші. З розвитком поточного способу організації виробництва набувають ваги наступні властивості конвеєрів: пропорційність, динамічність та спрямованість процесу, що реалізується за допомогою них. В сучасному конвеєрному виробництві виникає ряд нових визначаючих граней, що пов'язані з поширенням галузей використання даного обладнання. Це синхронність та пропорційність між основними та допоміжними операціями, відсутність протиріччя між транспортними та технологічними рухам, універсальність машини та можливість реалізації комплексної технологічної дії в складі автоматизованих виробничих ліній.



Суттєвою ознакою конвеєрної вібраційної технологічної машини, що визначає можливість існування її, як такої, є наявність вібраційної технологічної дії при поточному способі організації роботи машини. Основні істотні та суттєві властивості конвеєрних вібраційних

машин наведені на рис.1, де наочно ілюстрована динаміка зміни даних властивостей по мірі технологічного вдосконалення машин від транспортуючих до транспортно-технологічних та технологічних.

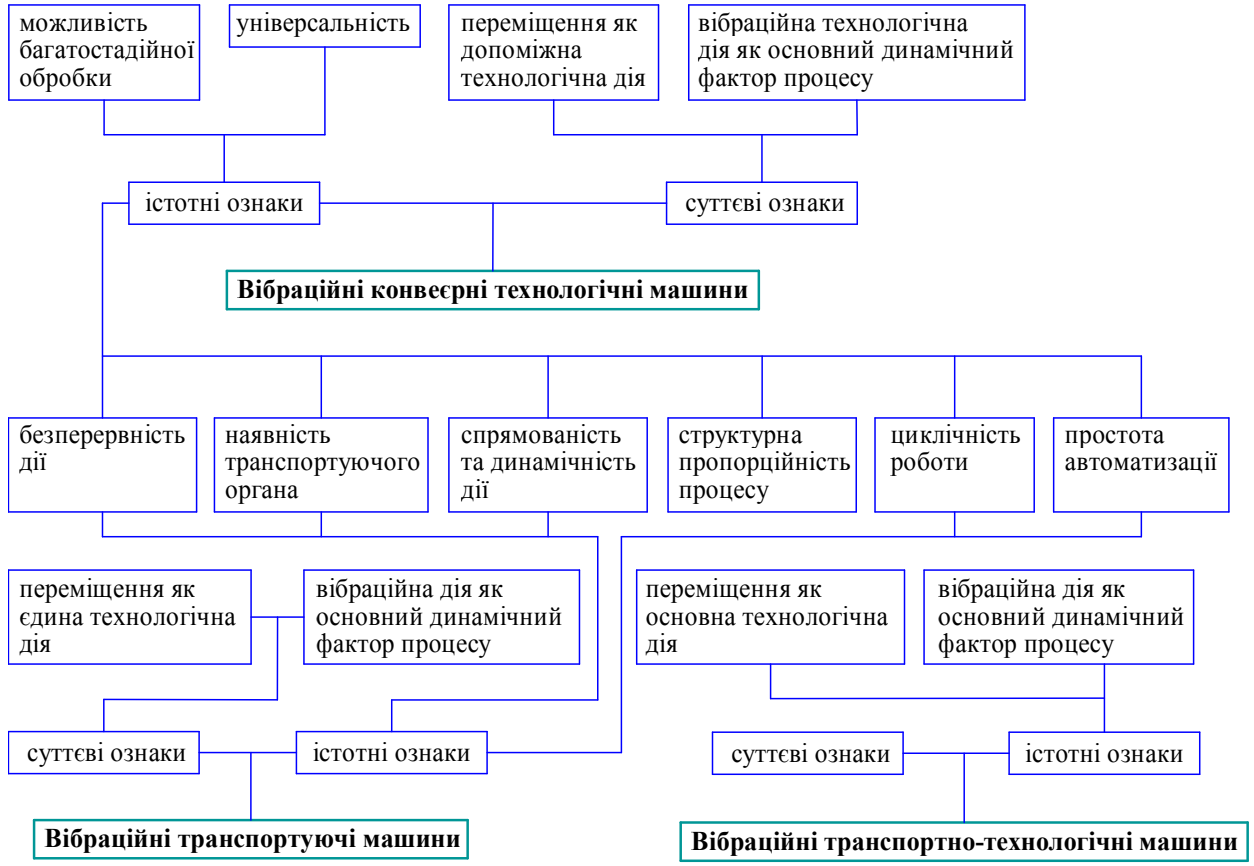


Рис. 1. Основні ознаки конвеєрних вібраційних машин

Так переміщення виступає відповідно як єдиний, основний і далі як допоміжний технологічний рух. Вібраційна дія являє собою основний динамічний фактор роботи машини і спрямована на здійснення суто транспортного руху у вібраційних доставочних конвеєрах, технологічного руху або поєднання обох останніх операцій – у вібраційних технологічних машинах. Спосіб реалізації транспортного та технологічного рухів, тобто основних складових виробничого процесу, здебільшого, визначає різноманітність конструктивного виконання конвеєрних технологічних машин.

Пропорційність між транспортним та технологічним рухом служить класифікаційною ознакою, що обумовлює як досконалість, так і конструктивні особливості технологічного обладнання. За даною ознакою розрізняють машини з роздільним, супутнім та сумісним виконанням транспортної та технологічної дії.

Існуючі вібраційні конвеєри використовуються в основному для переміщення вантажів у різних напрямках. Також отримують розвиток транспортно-технологічні машини, що здійснюють в процесі транспортування і технологічну обробку продукту, що переміщується: сушіння, екстрагування, кристалізацію, перемішування, дроблення, миття, очищення тощо.

Наявність транспортуючого руху, що безперервно здійснюється в певній машині, можна назвати необхідною умовою для визначення даної машини як конвеєрної. Цілеспрямована технологічна дія машини, яка органічно поєднується з означеним транспортуючим рухом, становить достатню умову подібного визначення. Серед способів реалізації транспортуючої операції в технологічних машинах, у тому числі і у вібраційних, найбільше розповсюдження має

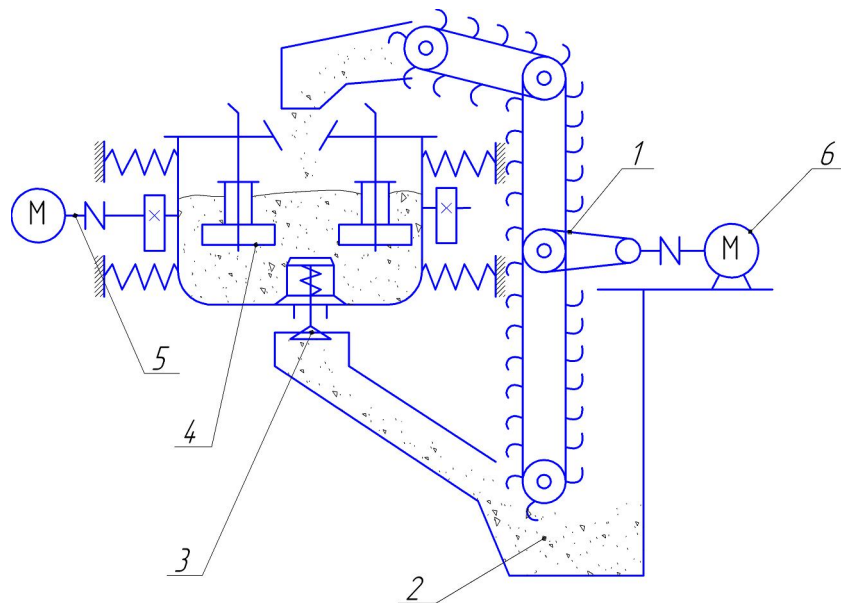


використання механічних пристроїв із гнучким транспортним елементом. При цьому, по мірі вдосконалення вібраційних технологічних машин конвеєрного типу, функції гнучкого елемента якісно змінюються.

В ряді вібраційних машин безперервної дії гнучкий транспортуючий елемент використовується для забезпечення циркуляційного руху робочого середовища. Так, вібраційна конвеєрна машина [3], що представлена на рис.2, містить замкнену систему подані гранульованого наповнювача. Дана система включає нагромаджувальну ємність 2, механізм підйому у вигляді стрічкового транспортеру 1 і, пристрій 3 для регулювання рівня робочого середовища. Деталі обробляються в закріпленому стані. При цьому вони обертаються за рахунок ефекту переміщення гранул завантаження по міжлопатевим каналам. Створення спрямованого циркуляційного потоку робочого наповнювача сприяє поліпшенню якості обробки деталей та підвищенню інтенсифікації

процесу.

Інша вібраційна машина [9], що має транспортер з подібними функціями, призначена для обробки деталей "насіпом". Серед її основних елементів можна виділити робочий резервуар 4 (рис. 3), стрічковий конвеєр 1 та розділювальний пристрій 2. Резервуар машини виконаний у вигляді труби та складається з окремих секцій, що кінематичне пов'язані між собою. Секції труби являють собою ряд обертальних та нерухомих кільцевих ділянок. Резервуар устаткований з можливістю зміни кута нахилу, що дозволяє регулювати режими роботи машини. Конструктивне виконання кільцевих ділянок забезпечує обертання останніх у різні сторони. Технологічне завантаження під дією відцентрових сил переміщується до рухомого кільця та обертається разом з ним. За рахунок нахилу осі резервуару маса завантаження зміщується донизу до нерухомої кільцевої ділянки, де відбувається різке гальмування.



**Рис. 2. Принципова схема вібраційної конвеєрної машини із замкненою системою циркуляції робочого середовища для обробки деталей в закріпленому стані:
1 – стрічковий транспортер; 2 – нагромаджувальна ємність; 3 – пристрій для регулювання рівня робочого середовища; 4 – деталь, що обробляється;
5 – вібропривод; 6 – привод транспортера**

В нижній секції маса робочого середовища потрапляє до розділювального пристрою, в якому відбувається видалення оброблених деталей. Далі абразивні гранули за допомогою механічного транспортера повертаються до робочого резервуара

Вібраційна машина безперервної дії [5],

яка була розроблена у Пензенському науково-дослідницькому інституті приладобудування, містить у своєму складі стрічковий транспортер, що застосовується з метою йдодобуття оброблених деталей із маси робочого середовища та переміщення їх до прийомної тари. Так, при обертанні приводного барабана



1(рис. 4) отримують рух стрічковий конвеєр 2 та магнітний блок 3. Під дією магнітного поля деталі та сталеві кульки робочого тіла притягуються до стрічкового транспортера та виводяться із зони обробки. При експлуатації машини віброзбудувач 4 створює коливальний режим руху робочого контейнера. При цьому вібрація через опорні вузли передається стрічці транспортера, що приводить до здолання залишкових магнітних сил притягування між деталями та сталевими кульками, які опиняються на транспортері. В

результаті кульки скочуються в робочий бункер, так як вони мають незначну поверхню стикання із конвеєрною лінією, а деталі по стрічці потрапляють до прийомної тари. Для цього між зірочками 7 і 8 натягнуто стрічку, що складена із пластин з умонтованими в них магнітами. Наявність даного механізму та магнітного барабана дозволяє здійснити повне вивантаження деталей із вузьких глибоких бункерів. Величина занурення барабана регулюється за рахунок зміни кількості пластин та міжцентрової відстані між зірочками.

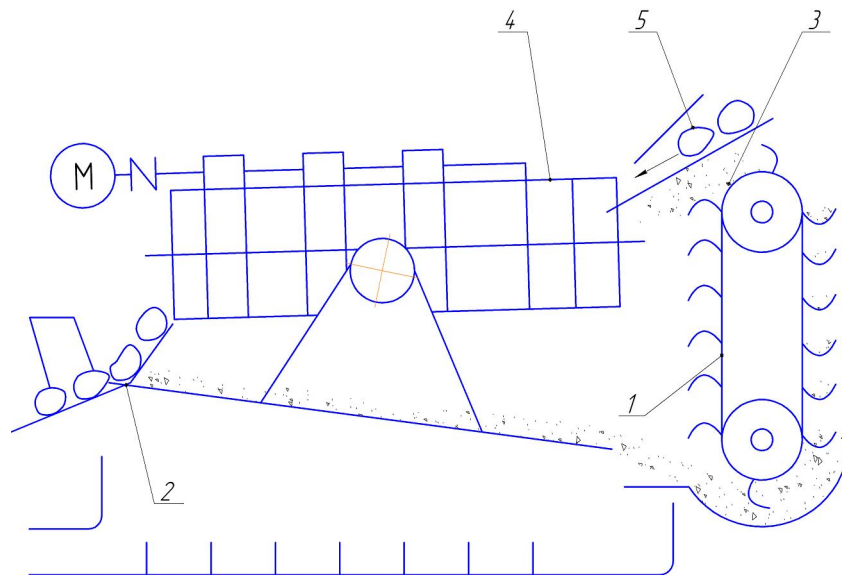


Рис. 3. Принципова схема вібраційної машини безперервної дії з трубчатим секційним контейнером: 1 – стрічковий конвеєр; 2 – розділювальний пристрій; 3 – робочий наповнювач; 4 – контейнер; 5 – продукція, що обробляється

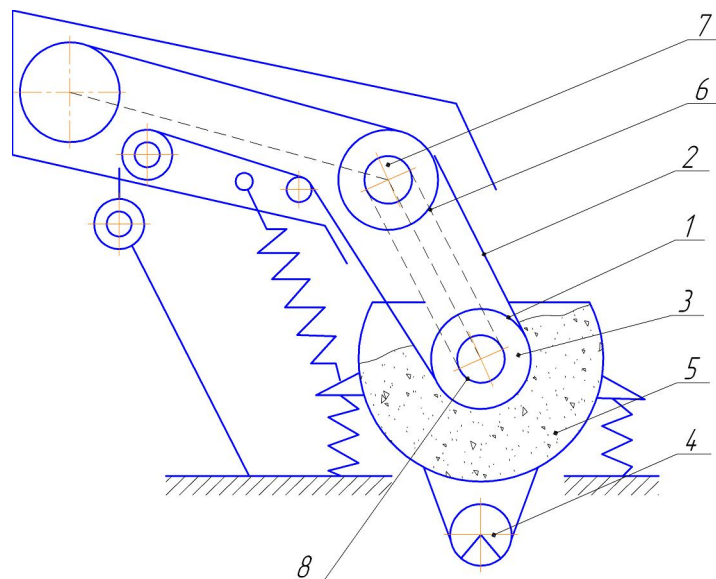
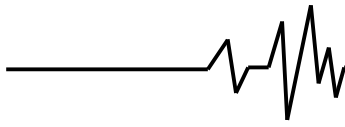


Рис. 4. Принципова схема вібраційної машини безперервної дії з механізмом для вилучення феромагнітних деталей: 1 – приводний барабан; 2 – стрічковий конвеєр; 3 – магнітний блок; 4 – віброзбудувач; 5 – робочий контейнер; 6 – пластинчата стрічка з магнітами; 7, 8 – зірочки



Остання вібраційна машина дозволяє здійснювати за допомогою стрічкового конвеєра вилучення феромагнітних деталей, що оброблюються "насіпом" в середовищі гранульованих тіл. Реалізація подібного процесу щодо деталей, які обробляються в закріпленому стані, застосовується у вібраційній конвеєрній машині [2], що ілюстрована на рис. 5. Транспортна стрічка 3 виконана з коливальними та неколивальними ділянками, причому на внутрішньому боці вона оснащена захватами для деталей 4. З метою підвищення продуктивності стрічка розташована на барабані у вигляді спіралі, так як це дозволяє збільшити кількість деталей, що одночасно обробляються в машині. В U-подібному контейнері 1 з можливістю)

обертання закріпленій барабан 2, зовнішню поверхню якого по спіралі охоплює стрічка із захватами. Для запобігання попадання частинок робочого середовища та відходів обробки під гнучкий елемент в зоні підходу стрічки до барабана умонтований вкладиш 9 з перфорованими стінками для прокачування поверхні чистою рідиною. З метою забезпечення компенсації положень коливальної та неколивальної гілок гнучкої стрічки механізм її подачі споряджений тяговими 7 та гальмівними 8 парами роликів. В процесі експлуатації машини деталі закріплюють на транспортній стрічці в захватах та подають у робочий резервуар для технологічної обробки.

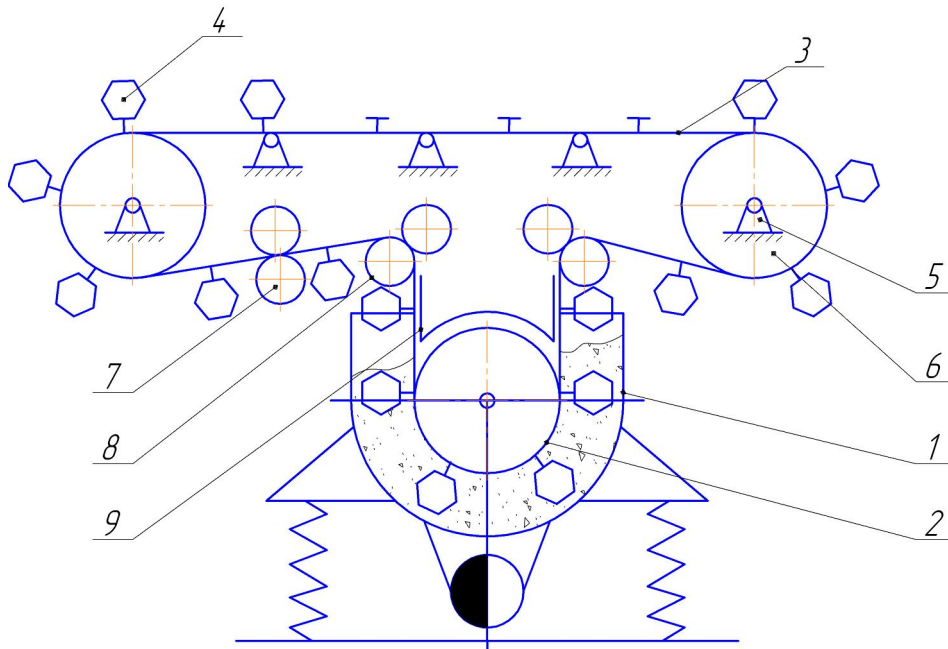


Рис. 5. Принципова схема конвеєрної вібраційної машини з транспортером для переміщення закріплених деталей: 1 – робочий контейнер; 2 – приводний барабан; 3 – транспортна стрічка; 4 – деталь; 5 – кріплення деталей; 6 – опорний коток; 7 – тяговий ролик; 8 – гальмівний ролик; 9 – вкладиш з перфорованими стінками

Ряд вібраційних машин конвеєрного типу з подібними конструктивними елементами розроблені також під керівництвом П.Д.Денісова. Вібраційна конвеєрна машина [1], що представлена на рис. 6, містить контейнер 1, всередині якого умонтований пристрій для транспортування деталей. Останній складається із барабана 4, гнучкого транспортуючого елемента 2, що його охоплює, захватів 7 для деталей 8. Барабан обкочується по роликах, які закріплені всередині контейнера на його бічних стінках та має незалежний привод. Робочий контейнер машини підвішений на амортизаторах та приводиться

до коливального руху за допомогою віброзбудувача 10.

Розглянуті вище машини не дозволяють повільно змінювати режими обробки в процесі транспортування. Тому являє інтерес вібраційна машина [8], що призначена для обробки в закріпленому стані крихких та великогабаритних деталей. Установка має пружно підвішений робочий контейнер I (рис.7), що приводиться до коливального руху за допомогою дебалансного віброзбудувача; транспортувальну систему, яка забезпечує проходження через робочу зону гнучкої стрічки 8 із деталями 7.

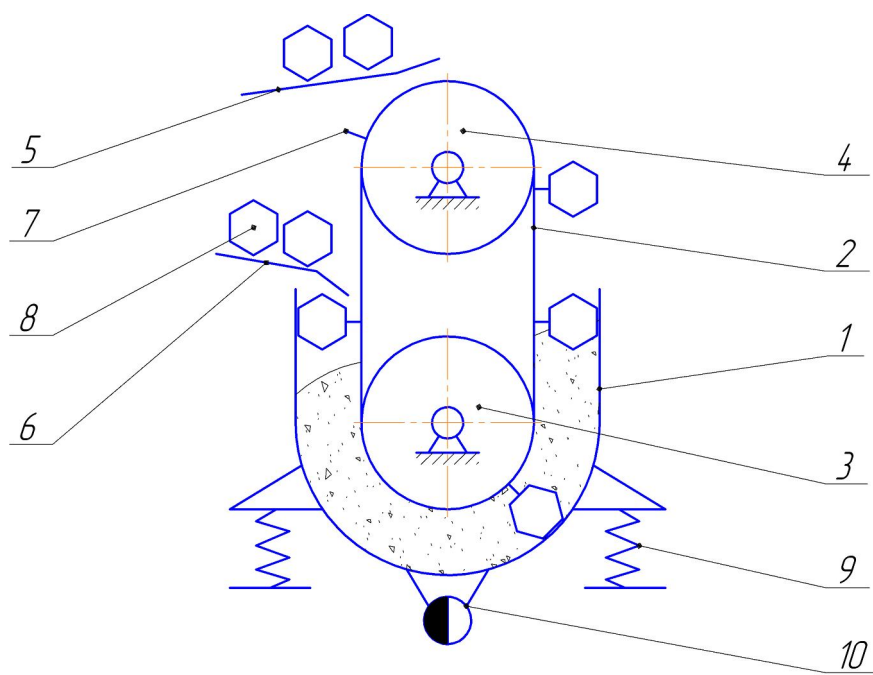
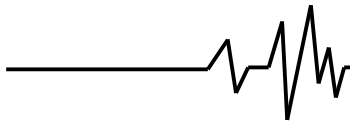


Рис. 6. Принципова схема конвеєрної вібраційної машини з транспортером для вилучення деталей із глибоких робочих ємкостей: 1 – робочий контейнер; 2 – транспортерна стрічка; 3 – приводний барабан; 4 – опорний лоток; 5 – приймальний лоток; 6 – подаючий лоток; 7 – кріплення для деталей; 8 – деталь; 9 – пружний елемент; 10 – віброзбудувач

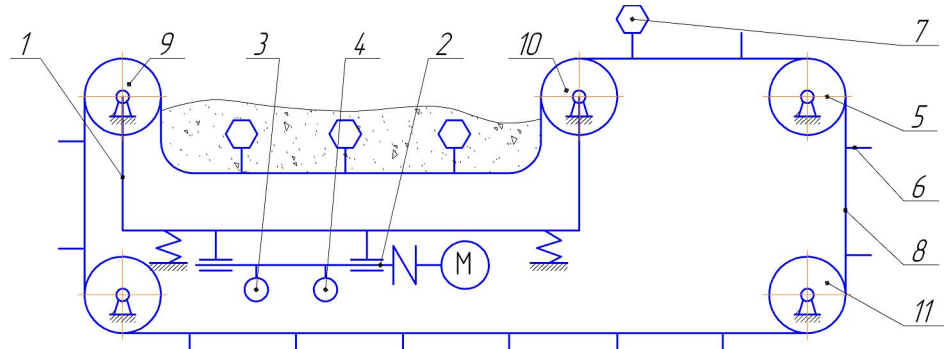
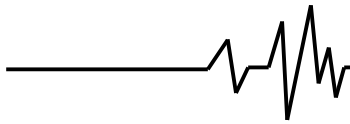


Рис. 7. Принципова схема конвеєрної вібраційної машини з рухомим дном контейнера для обробки крихких або крупногабаритних деталей: 1 – контейнер; 2 – приводний вал; 3, 4 – дебаланси; 5, 9, 10, 11, 12 – опорні ролики; 6 – захвати для деталей; 7 – деталь; 8 – напрямна стрічка

З метою забезпечення якісної обробки деталей транспортерна стрічка розташована вздовж робочого контейнера похило та створює своєю зовнішньою поверхнею його рухоме днище, а вал віброзбудувача установлений з можливістю передачі змінних коливань по довжині зони обробки. Таке компонування приводить до того, що по мірі переміщення стрічки в контейнері постійно зростає енергія зіткнення частинок робочого середовища з деталями. Для забезпечення похилого транспортування гнучкого елемента в робочій камері на бічних стінках контейнера виконані напрямні, а стрічка споряджена поперечними планками жорсткості з роликami на кінцях, що установлені з можливістю взаємодії з

напрямними. У вібраційній машині безперервної дії [4], яка розроблена у Тамбовському інституті хімічного машинобудування, гнучкий елемент виконує іншу функцію, а саме створює своєю поверхнею стінки робочої камери. Крім того, за останнім залишається функція транспортування деталей. Дана вібраційна машина містить робочий контейнер 1 (рис.8), що пружно умонтований на основі, пристрій для транспортування деталей і їх вилучення із зони обробки. Даний пристрій являє собою гнучкий елемент машини, що виконаний у вигляді труби. Труба 2 сформована з дротяного матеріалу, що створює сітку вічками, розміри яких перевищують розміри гранул робочого



середовища, Така конструкція гнучкого елемента забезпечує обробку деталей з усіх сторін робочої камери. Трубочата гнучка камера, всередині якої розміщуються деталі, одним із своїх кінців приєднана до стінки робочого контейнера через двоплечевий важіль 6. Двоплечевий важіль шарнірно з'єднаний з трубою 2, контейнером 1 та основою машини. Під час роботи вібраційної машини гнучка труба разом із деталями безперервно переміщується в зоні обробки.

Безперервний принцип покладений в основу роботи вібраційної машини [6], в якій реалізується один із способів обробки нескінченної стрічки. Гнучка стрічка безперервно переміщується через опорні ролики машини та зону обробки і виступає в даному випадку як деталь, що обробляється у «вібраційному полі». Перед експлуатацією машини металеву стрічку 1 (рис. 9) укладають по внутрішньому контуру робочого контейнера 2, огинають її гілками систему роликів 3, 4, 5, 6.

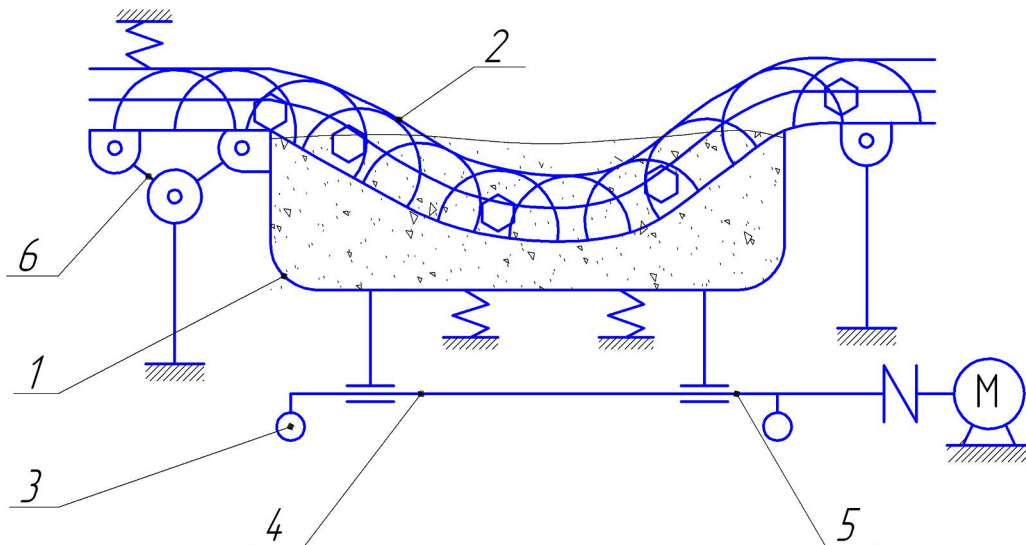


Рис. 8. Принципова схема вібраційної машини безперервної дії з гнучкою робочою камерою: 1 – контейнер; 2 – труба з гнучкого матеріалу; 3 – дебаланс; 4 – приводний вал; 5 – робочий наповнювач; 6 – двоплечевий важіль

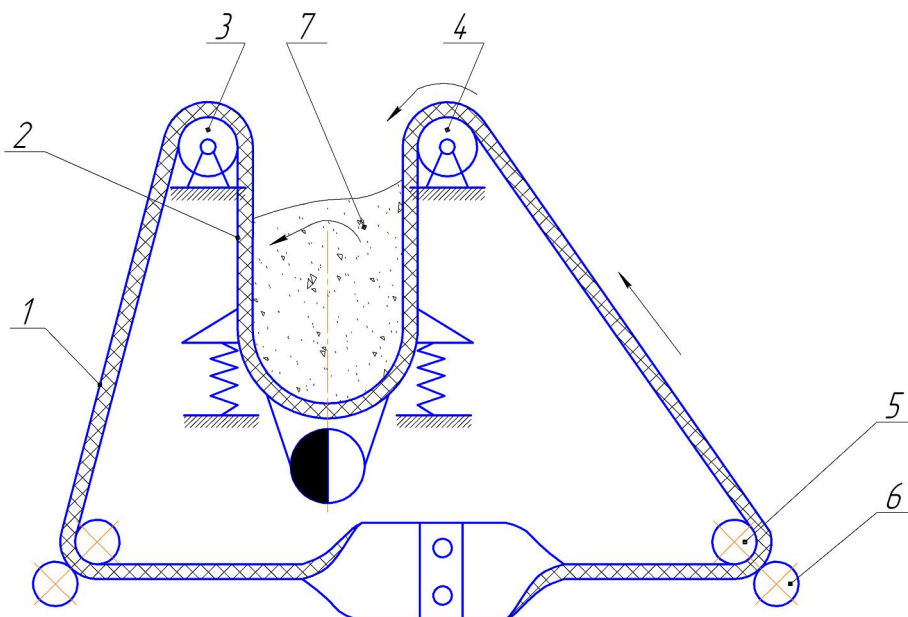
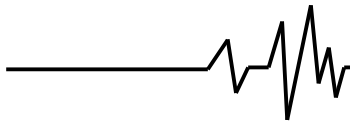


Рис. 9. Принципова схема вібраційної машини для обробки деталей у вигляді нескінченної гнучкої стрічки: 1 – деталь що обробляється; 2 – робочий контейнер; 3,4,5,6 – опорні ролики; 7 – робоче середовище



Після цього кінці стрічки закріплюють та повертають один відносно другого на 180°, що створює так звану "смужку Мебіуса". Далі заповнюють контейнер 2 робочим середовищем. Таке конструктивне виконання приводить до зміни поверхонь стрічки при її переміщенні між парами роликів 5, 6 та забезпечує рівномірність обробки.

Розглянуті конвеєрні вібраційні машини мають подібні основні конструктивні елементи, а саме механічний вібропривод, робочий контейнер та транспортувальний пристрій у вигляді гнучкого конвеєра. Вони дозволяють

обробляти деталі як "насіпом", так і в закріпленому стані, достатньо ефективно вирішують проблему вилучення деталей із маси робочого середовища та зумовлюють хороші перспективи для здійснення повної автоматизації процесу обробки. Проте загальним недоліком їх можна назвати те, що саме наявність гнучкого транспортувального елемента значно ускладнює конструкцію машини, утруднює, а в деяких випадках і виключає можливість регулювання робочих режимів вібраційної установки.

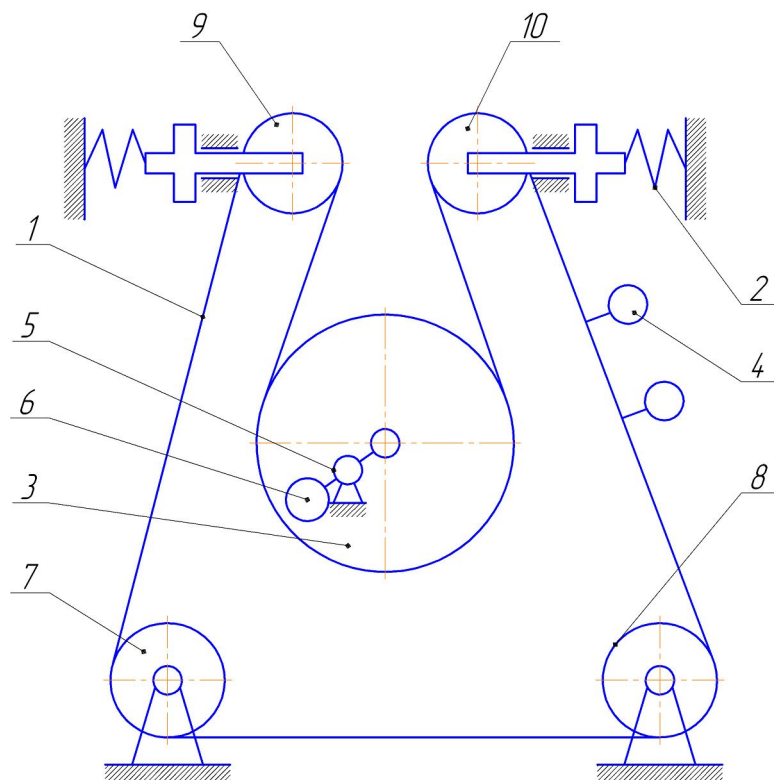


Рис. 10. Принципова схема конвеєрної вібраційної машини для обробки деталей в закріпленому стані: 1 транспортерна стрічка; 2 – пружна підвіска; 3 – бічний диск вібробуджувача; 4 – деталь; 5 – приводний вал; 6 – противага; 7,8,9,10 – опорні котки

Розроблена віброконвеєрна сушарка (рис.11) з інфрачервоним опромінюванням продукції являє собою поєднання стрічкового транспортера та вібраційної технологічної машини з комбінованим кінематичним способом генерації коливань, створюючи умови для безперспективної обробки продукції, забезпечення її зваженого стану та зменшення коливних мас віброприводу.

На стрічку подається певна кількість цілого зерна ріпаку або сої, отримуючи значення питомого завантаження рівними відповідно 1,5; 3,5; 5кг/м². Після цього

приводили в рух стрічку зі швидкістю 0,13; 0,33 або 0,54см/с. Під час руху стрічки під інфрачервоними випромінювачами продукція піддавалась впливу опромінення певної потужності 100, 200, 300Вт. При цьому по ходу стрічки вмикали один, два або три випромінювачі.

Розпушення маси продукції під дією знакозмінних навантажень призводить як до зменшення внутрішнього тертя та в'язкості у технологічному середовищі, так і до забезпечення рівномірної теплової обробки сипкої продукції.

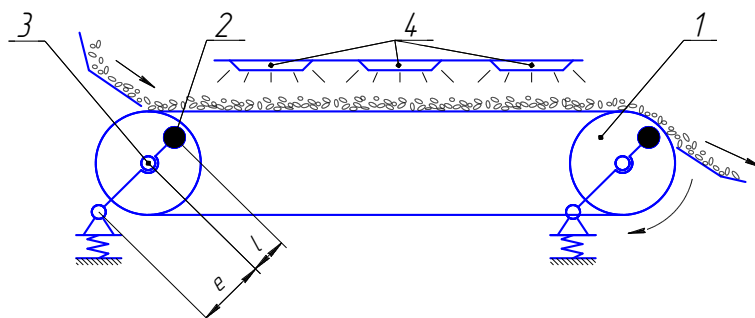
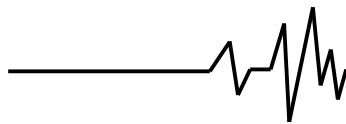


Рис. 11. Схема експериментальної конвеєрної установки для сушіння:

**1 – приводний каток; 2 – противага; 3 – натяжний каток; 4 – інфрачервоні опромінювані;
e – ексцентриситет приводу; l – ордината центра мас**

Висновки

1. Вібраційні та хвильові транспортуючі машини широко використовуються в ланцюгах різних технологічних процесів промисловості, зокрема харчових та переробних виробництв, що обумовлюється наступними конструктивно-технологічними перевагами їх порівняно з технікою інших типів:

— простотою конструктивного виконання (звичайно вібраційна машина складається з приводу, вантажонесучого органу, пружної системи та рами);

— легкістю обслуговування та експлуатації;

— високою довговічністю та надійністю в самих важких умовах експлуатації;

— ремонтоздатності та взаємозамінності вузлів;

— можливістю поєднання транспортних операцій з одночасним здійсненням деяких технологічних процесів.

2. Аналіз розглянутих конвеєрних вібраційних машин показує, що гнучкий елемент даних установок виконує ряд різноманітних технологічних функцій, а саме: здійснює транспортування робочого середовища, оброблюваної продукції, вилучення їх із зони обробки; служить місцем для кріплення деталей та вивантажувальних пристроїв; створює свою поверхню рухоме днище робочого контейнера, а то і взагалі - усі стінки робочої камери. Такий широкий асортимент функціонального використання гнучкого елемента свідчить про постійний пошук вітчизняними та закордонними конструкторами раціонального компонування вібраційних машин безперервної дії; про широкі можливості універсалізації, комплексної механізації та автоматизації технологічного процесу.

3. Розроблена вібраційна конвеєрна сушарка дозволяє поєднати позитивні риси потокової форми організації обробки, забезпечення автоматизації виробництва, реалізації інтенсивної інфрачервоної дії в

умовах псевдо зрідженого шару продукції, створення енергоощадної та рівномірної обробки маси технологічного завантаження.

Література

1. А.С. №761244 СССР. Вибрационная машина с транспортирующим элементом / П.Д. Денисов, В.М.Кунин, Н.Ф.Брайлян, В.И. Кармалюк, Г.А. Боярских, Л.Д. Амбарцумян, А.И. Абрамов // Бюлл. изобр. – 1980. - №21.

2. А.С. №496164 СССР. Вибрационная машина для обработки деталей, закрепленных на ленте / И.Н. Карташев, П.П. Жданкин, А.Е. Родиченко // Бюл. изобр. – 1975. - №34.

3. А.С. №753613 СССР. Вибрационная машина для непрерывной обработки деталей / Н.И. Тимохин, Л.Г.Одинцов, Ю.А. Максимов, В.Я. Емельянов, Н.А. Вилков // Бюл. изобр. – 1980. - №17.

4. А.С. №897481 СССР. Машина для вибрационной обработки / В.Г. Варфоломеев, Н.Е. Портнов, Д.И. Архангельский // Бюл. изобр. – 1982. - №2.

5. А.С. №529063 СССР. Машина для непрерывной обработки / В.А. Повидайло, В.А. Цигель // Бюл. изобр. – 1976. - №16.

6. А.С. №446399 СССР. Способ обработки ленты / Б.Б. Ходош // Бюл. изобр. – 1974. - №32.

7. А.С. №1321560 СССР. Устройство для вибрационной обработки / П.С. Берник, А.С. Адрианов, Е.В. Солоня // Бюл. изобр. – 1987. - №16.

8. А.С. №580094 СССР. Устройство для вибрационной обработки хрупких и крупногабаритных деталей / П.Д.Денисов, Н.Ф. Брайлян, В.И. Кармалюк, Э.С. Бакала, В.Т. Дубовой // Бюл. изобр. – 1977. - №34.

9. А.С. №743847 СССР. Устройство для вибрационной обработки деталей / И.А. Кожевин, В.М. Кузаконь // Бюл. изобр. – 1980. - №15.

10. Берник П.С., Паламарчук І.П. Конвеєрні вібраційні машини для оздоблювально-зміцнювальної обробки.- К.: Вища школа, 1996.- 237 с.