Корисна модель належить до харчової промисловості, зокрема до пристроїв для термічної обробки рослинних матеріалів.

Відомо конвеєрна стрічкова сушарка, яка складається з корпусу з п'ятьма стрічковими транспортерами розміщеними друг над другом, по яких послідовно переміщується матеріал, що підлягає висушуванню, на які подається тепле повітря від калориферів (патент СРСР № 54579 "Конвеерная сушилка для овощей и разных материалов", Барышев Д.Г., опубліковано 28.02.39).

Найбільш близьким аналогом є конвеєрна стрічкова сушарка для сушки матеріалів, нарізаних на шматки: сухарів, фруктів, овочів, харчових концентратів, чаю, макаронів і інших продуктів (Білецький В.С., Олійник Т.А., Смирнов В.О., Скляр Л.В. Техніка та технологія збагачення корисних копалин. Частина ІІІ. Заключні процеси. - Кривий Ріг: Криворізький національний університет, 2019. - 220 с., с. 133).

Вказана конвеєрна стрічкова сушарка складається з п'яти конвеєрів, рух яких здійснюється від двох приводних двигунів. Від першого електродвигуна рухаються перший, другий і третій стрічкові конвеєри, а від другого - четвертий і п'ятий стрічкові конвеєри. Обертання приводних барабанів здійснюється від вказаних електродвигунів через варіатори і клинопасові передачі. Від першого електродвигуна через клинопасову передачу, черв'ячний редуктор і ланцюгову передачу здійснюється обертання одного вала зі щітками, установленими в кінці стрічкового конвеєра. Другий двигун обертає інші вали зі щітками, установленими в кінці першої і третьої стрічок. Над верхньою стрічкою установлені зворушувачі з закріпленими на них прутками. Зворушувачі розташовані поперек конвеєрної стрічки і при обертанні прутки перемішують вироби, що висушуються, запобігаючи утворенню злитків. Сирі вироби надходять на верхню стрічку сушарки, де досить швидко переміщаються над калориферами верхнього ярусу. При цьому, випаровується понад третина вологи. Далі продукт надходить на другу стрічку, де досить інтенсивно, видаляється одна третина вологи. Потім вироби надходять на третю стрічку, яка переміщається над калориферами. Сушильне повітря проходить через сушарку знизу вгору, підігрівається в калориферах та охолоджується, проходячи через конвеєрні стрічки з продуктом. Вологість, що видаляється з виробів, за допомогою витяжних вентиляторів виводиться в атмосферу.

Дана сушарка вибрана аналогом.

Аналог і стрічкова сушарка, що запропонована, мають наступні спільні елементи:

- п'ять стрічкових конвеєрів;
- два електродвигуни;
- черв'ячні передачі;
- черв'ячні редуктори;
- ланцюгові передачі;
- чотири зворушувачі.

Недоліком є складність конструкції у зв'язку з наявністю багатьох черв'ячних редукторів, черв'ячних передач та ланцюгових передач, варіаторів.

В основу корисної моделі поставлена задача створити удосконалену стрічкову сушарку, шляхом заміни варіаторів на перетворювач частоти, зменшення кількості черв'ячних редукторів, черв'ячних та ланцюгових передач, а також зміни схеми сполучення елементів, забезпечити спрощення конструкції та підвищення якості сушіння матеріалів.

Поставлена задача вирішується тим, що стрічкова сушарка, що містить розміщені один над одним п'ять стрічкових конвеєрів і сполучені між собою два електродвигуни, черв'ячні передачі, черв'ячні редуктори, ланцюгові передачі і чотири зворушувачі, згідно з корисною моделлю, сушарка додатково забезпечена перетворювачем частоти, який сполучений з електродвигунами з фазовими роторами.

Суть корисної моделі пояснюють креслення.

На фіг. 1 - кінематична схема стрічкової сушарки.

На фіг. 2 - електрична схема стрічкової сушарки.
На фіг. 3 - осцилограми результатів досліджень на електронній моделі.

Стрічкова сушарка (фіг. 1) містить розміщені один над одним перший 1, другий 2, третій 3, четвертий 4 і п'ятий 5 стрічкові конвеєри, чотири зворушувачі 6, 7, 8, 9, які забезпечені очищувальними щітками 10, десять ланцюгових передач 13, 15, 16, 17, 19, 20, 22, 23, 24, 26, чотири черв'ячні редуктори 14, 18, 21, 25, два електродвигуни з фазними роторами 11, 12 і перетворювач частоти 27.

Над першим стрічковим конвеєром 1 розташовані зворушувачі 6, 9.

Над другим стрічковим конвеєром 2 розташовані зворушувачі 7, 8.

Перелічені елементи сполучені між собою в наступному порядку.

Електродвигун 12 через ланцюгову передачу 13 сполучено з черв'ячним редуктором 14. Черв'ячний редуктор 14 через ланцюгову передачу 15 сполучений з зворушувачем 9. Електродвигун 12 через ланцюгову передачу 17 сполучений з черв'ячним редуктором 18. Черв'ячний редуктор 18 через ланцюгову передачу 19 сполучений зі зворушувачами 8, 6.

Електродвигун 11 через ланцюгову передачу 20 сполучено з черв'ячним редуктором 21. Черв'ячний редуктор 21 через ланцюгову передач у 22 сполучено зі зворушувачем 7.

Електродвигун 11 через ланцюгові передачі 23, 24 сполучено з черв'ячним редуктором 25. Черв'ячний редуктор 25 через ланцюгову передачу 26 сполучено з валами 1, 2, 3, 4 та 5 стрічкових конвеєрів.

Ротори електродвигунів 11 і 12 сполучені з перетворювачем частоти 27.

Стрічкова сушарка працює в наступному порядку.

Матеріал потрапляє на стрічковий конвеєр 1 та рухається через зворушувачем 6 з закріпленими на ньому прутками (на кресленні окремою позицією не показано), розташованими поперек стрічки конвеєра 1 для розпушення матеріалу. При обертанні прутки перемішують матеріал, що висушується, запобігаючи утворенню злипків, а зворушувач 9 забезпечує рівномірне сушіння.

В кінці стрічкового конвеєра 1 матеріал потрапляє на стрічку конвеєра 4 та, рухаючись по ній, проходить через зворушувач 8 з щітками 10 і потрапляє на стрічку конвеєра 2, а потім на стрічку конвеєра 5, де відбувається процес сушіння до заданих параметрів. Після останнього стрічкового конвеєра 3 матеріал потрапляє в бункер зберігання (на кресленні не показано).

Усі п'ять стрічок конвеєрів 1, 2, 3, 4, 5 і зворушувачі 6, 7, 8, 9 повинні працювати узгоджено та регулюватися синхронно. Це необхідно для того, щоб забезпечити рівномірне переміщення матеріалу по всій технологічній лінії без перевантаження окремих ділянок, зупинок або нерівномірної подачі.

Синхронна робота забезпечується за допомогою двох асинхронних електродвигунів 11 і 12 з фазними роторами. Статорні обмотки обох двигунів підключені до спільної електричної мережі, від якої також живиться перетворювач частоти 27. Ротори двигунів 11 і 12 електрично з'єднані між собою та отримують живлення від перетворювача частоти 27. Завдяки цьому є можливість керувати частотою струму в роторному колі та, відповідно, змінювати швидкість обертання двигунів.

Особливістю цієї схеми є те, що швидкість обертання роторів двигунів 11 і 12 залежить не тільки від частоти живлення статора, але й від частоти напруги, яка подається в роторне коло від перетворювача частоти. Тобто швидкість визначається різницею між частотою мережі та частотою перетворювача.

Швидкість ротора визначається за формулою:

$$\omega_p = \frac{2 \cdot \pi}{p} \cdot (f_1 - f_2),$$

де:

ω_p - кутова швидкість обертання ротора двигуна, рад/с;

π - математична стала, приблизно 3,14;

p - кількість пар полюсів електродвигуна;

f1 - частота живлення статора від електричної мережі, Гц;

f2 - частота напруги, яка подається в роторне коло від перетворювача частоти, Гц.

З формули видно, що швидкість обертання ротора прямо залежить від різниці частот f1 і f2. Якщо частота мережі f1 залишається сталою, а частота f2 від перетворювача змінюється, то змінюється і швидкість обертання двигуна. Чим більшою є різниця між f1 і f2, тим більшою буде швидкість ротора. Якщо різниця частот зменшується, швидкість обертання також зменшується.

Наприклад, якщо частота мережі становить 50 Гц, а частота від перетворювача 10 Гц, то швидкість буде залежати від різниці 50-10=40 Гц. Якщо частоту перетворювача збільшити до 20 Гц, різниця стане 50-20=30 Гц, тому швидкість обертання ротора зменшиться. Таким чином, перетворювач частоти дозволяє плавно регулювати швидкість двигунів без зміни частоти основної мережі.

Дана залежність справедлива за умови, що навантаження на обидва двигуни 11 і 12 є однаковим або приблизно однаковим. У такому режимі двигуни працюють синхронно, тобто їх швидкості обертання залишаються узгодженими між собою. Це дозволяє забезпечити рівномірну роботу всіх конвеєрів і зворушувачів, які приводяться в рух цими двигунами.

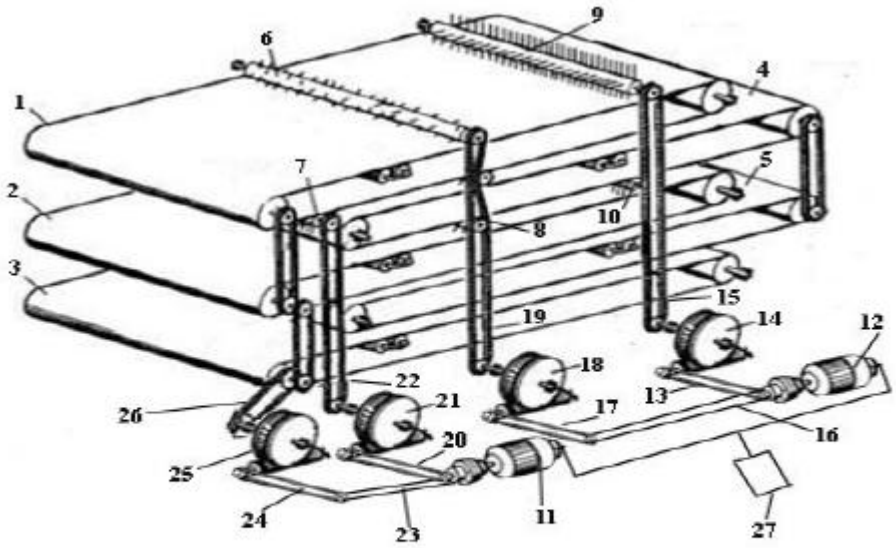
Якщо навантаження на один із двигунів збільшується, наприклад через більшу кількість матеріалу на одному з конвеєрів або механічний опір, його ковзання зростає, а швидкість обертання зменшується. При цьому в роторному колі більш навантаженого двигуна збільшується електрорушійна сила, що призводить до збільшення струму ротора. Збільшення струму, у свою чергу, викликає зростання електромагнітного моменту двигуна.

Завдяки цьому двигун автоматично намагається компенсувати збільшене навантаження. Тобто при появі додаткового опору двигун створює більший момент, що дозволяє повернути систему до узгодженого режиму роботи. У результаті обидва двигуни знову починають працювати рівномірно, а швидкість конвеєрів та зворушувачів стабілізується.

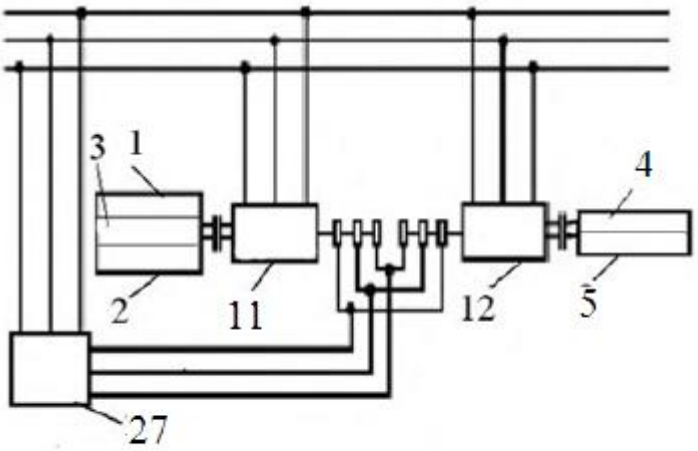
Отже, така схема керування дозволяє не лише регулювати швидкість обертання електродвигунів, але й забезпечувати їх узгоджену роботу при зміні навантаження. Це підвищує стабільність роботи технологічної лінії, зменшує ймовірність перевантаження окремих механізмів і забезпечує рівномірне переміщення матеріалу по конвеєрах.

Дослідження такої системи електроприводу було проведено на електронній моделі в середовищі Matlab Simulink (фіг. 3).

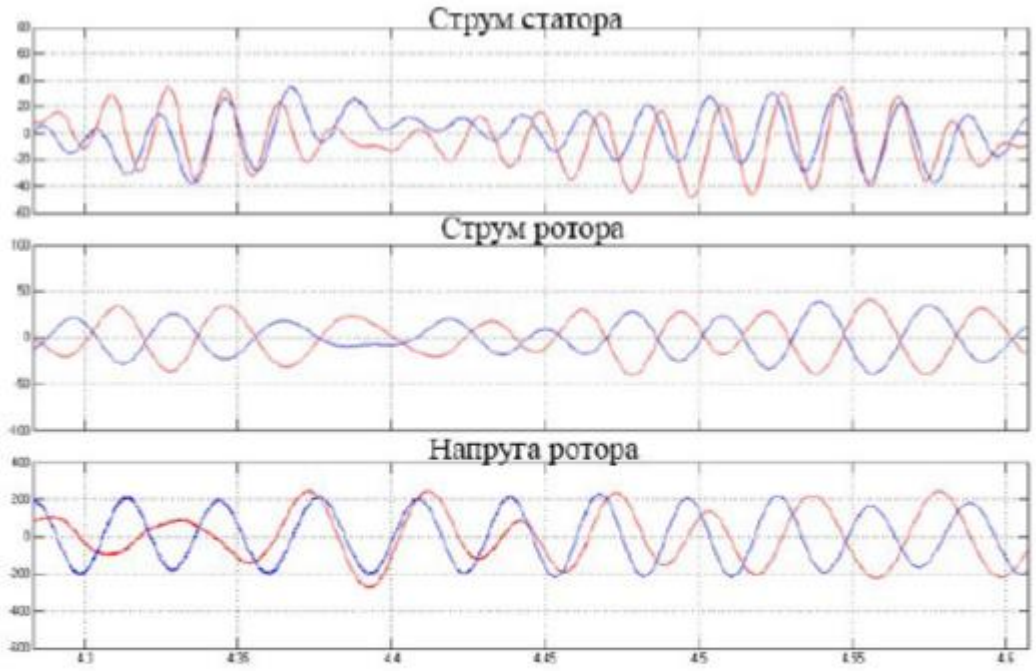
Наведені осцилограми швидкостей розгону двигунів (wm) rad/s, моментів двигунів Te(N*m) і кута непогодження - theam (rad) при частоті 25 Гц показують суттєве коливання усіх величин. При цьому вони діють в протифазі, що направлено на синхронізацію обертання валів роторів електродвигунів 11, 12, що призводе до відновлення синхронізації.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27

Фіг. 1


3
1
4
2
11
12
5
27

Фіг. 2



Фіг. 3