**УДК 621.867.52**

**О. Шовкун, І. Козбур**
Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

# ЕЛЕКТРОМАГНІТНИЙ ВІБРАЦІЙНИЙ ПРИВОД ЖИВИЛЬНИКА З ФАЗОВИМ ПІДЛАШТУВАННЯМ ЧАСТОТИ ЗБУДЖЕННЯ

**A. Shovkun, I. Kozbur**

# ELECTROMAGNETIC VIBRATION DRIVE FEEDER WITH PHASE ADJUSTMENT OF THE EXCITATION FREQUENCY

Електромагнітні приводи вібраційних живильників, призначених для транспортування та поштучної видачі заготовок і деталей, мають численні переваги над іншими. Це компактність, відсутність обертових частин та пар тертя, висока питома потужність, простота, надійність. Для ефективної роботи цих пристроїв необхідно забезпечити резонансний режим їх роботи. Для забезпечення резонансного режиму електромагнітного віброприводу доцільно використати фазове підлаштування частоти збудження (ФАПЧ).

Для класичних конструкцій вібропривідів, спроектованих під частоту промислового струму або її гармонік, –50 або 100 Гц (60 – 120), їх коливальна маса і жорсткість пружної системи підганяються під середнє значення, що зменшує ефективність резонансу. У процесі експлуатації повна коливальна маса вібраційного живильника може змінюватися в значних межах, що приводить до зміни умов резонансу та до можливої зупинки вібраційної машини. Таким чином, використати переваги резонансного приводу при безпосередньому його живленні від мережі змінного струму – неможливо.

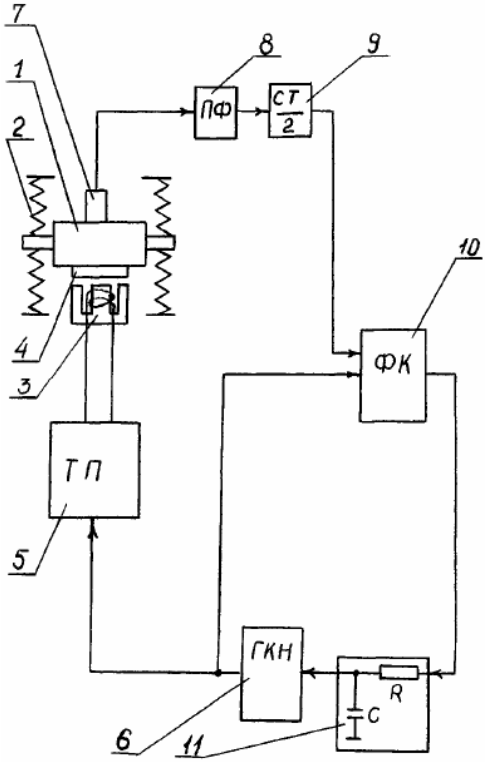


Рис.1. Електромагнітний вібраційний привод живильника з фазовим підлаштуванням частоти збудження.

Можливим рішенням є використання фазового підлаштування частоти збудження (ФАПЧ) генератора керованого напругою (ГКН), який використовується для живлення електромагнітного приводу віброживильника [1, 2]. Функціональна схема приводу зображена на рис.1. Де, відповідно: 1 – коливальна маса, 2 – пружна система, 3 – електромагнітний збуджував, 4 – якір, 5 – тиристорний підсилювач (ТП), 6 – ГКН, 7 – вібраційний електромагнітний давач, 8 – підсилювач формувач (ПФ), 9 – подільник частоти (СТ/2). 10 – фазовий компаратор (ФК), 11 – фільтр низьких частот (ФНЧ).

Електромагнітний привід резонансної вібраційної машини працює наступним чином. При подачі напруги живлення генератор 6 починає генерувати імпульси, частота яких є близькою до резонансної частоти вібраційної машини. Імпульси з ГКН підсилюються тиристорним підсилювачем 5 і подаються в обмотку вібраційного збуджувача 3, який, притягуючи якір 4, приводить в рух робочий орган вібраційної машини. Електромагнітний вібраційний давач 7, реагуючи на коливання маси 1, перетворює їх в електричні сигнали, які підсилюються та

перетворюються в прямокутні імпульси в ПФ. Частота слідування імпульсів ділиться на два тригерним подільником частоти 9, і подається на один з входів фазового компаратора 10. На другий вхід ФК надходять імпульси з виходу генератора керованого напругою. Подільник частоти застосовують тому що частота механічних коливань якоря однотактного електромагнітного вібраційного збуджувача в два рази більша ніж частота струму живлення.

В початковий момент часу, імпульси від генератора 6 та сигнали від вібраційного давача 7 різняться по частоті та фазі. Фазовий компаратор 10 перетворює різницю фаз у послідовність імпульсів певної тривалості. Ця послідовність імпульсів, проходячи через інтегруючу R-C ланку фільтра низьких частот 11, перетворюється в керуючу напругу, котра подається на управляючий вхід ГКН, в результаті чого частота генерованих ним імпульсів буде наближатись до частоти сигналів вібраційного давача. яка утворюється на зміни його частоти в напрямку наближення до частоти сигналів, що подаються на другий вхід компаратора - тобто через деякий час, який визначається постійною часу фільтра ФНЧ 11 та початковою різницею між частотою генератора та частотою власних коливань вібраційної машини, ці сигнали зрівняються по частоті та фазі, що відповідає резонансному режиму роботи вібромашини.

При зміні частоти власних коливань робочого органа вібраційної машини в процесі роботи, наприклад при зміні коливної маси за рахунок завантаження або розвантаження, частота задаючого генератора також зміниться в необхідному напрямку таким чином, що вібромашина працюватиме в резонансному режимі незалежно від навантаження та зовнішніх дестабілізуючих факторів.

Тобто частота ГКН змінюється до тих пір, поки не зрівняється з частотою резонансу вібраційного живильника і живильник працює в резонансному режимі незалежно від зміни коливальної маси, жорсткості пружної системи та інших параметрів пристрою. Лінеаризована модель контура ФАПЧ представлена на рис.2. Де, відповідно, $\phi(t) = \Delta\omega \cdot t + \phi_0$ – зміна частоти в часі, $\Delta\omega$ – розузгодження частоти, $\Delta\phi(t)$ – еквівалентний сигнал розузгодження фази, $e(t)$ – сигнал помилки, $F(s)$ – характеристика петльового фільтра ФАПЧ, $K_d$ – коефіцієнт передачі ГКН. Використовуючи структурну схему лінеаризованої моделі контура ФАПЧ, можна в подальшому провести детальний аналіз динамічних та частотних характеристик електромагнітного вібраційного приводу живильника з фазовим підлаштуванням частоти збудження.

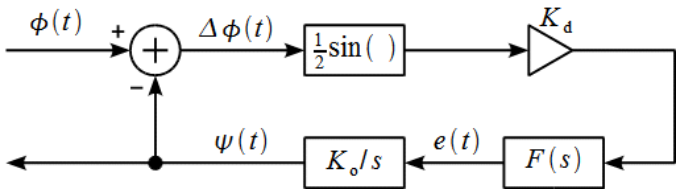

Рис.2. Лінеаризована модель контура ФАПЧ

Забезпечення резонансного режиму вібраційного живильника, за рахунок використання фазового автоматичного підлаштування частоти збудження, призведе до максимальних амплітуд коливної маси та, відповідно, до збільшення швидкості переміщення заготовок по його робочій поверхні та продуктивності в цілому.

Література:

1. Патент України № 28978 B65G27/24, Шовкун О.П. Електромагнітний привід резонансної вібраційної машини.
2. Електромагнітний вібропривод живильника / Шовкун Олександр, Козбур Ігор, Козбур Галина // Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки і приладобудування. Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції, 8-9 червня 2017 року: збірник тез доповідей. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2017. – с. 194-195