

СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ГВИНТОВИХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ МАШИН

Гевко І.Б., канд. техн. наук

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

Спроектовано та виготовлено дослідний стенд для проведення експериментальних досліджень механічних систем. Наведено опис його будови та експлуатації в автоматизованому режимі.

Гвинтові транспортно-технологічні системи використовують у різних галузях народного господарства для збирання, транспортування і необхідного перетворення сільськогосподарських культур, будівельних матеріалів, харчових та фармацевтичних продуктів, металевої стружки тощо. При виконанні технологічних процесів гвинтовими транспортно-технологічними механізмами машин не завжди досягається необхідна продуктивність і часто виникають перевантаження, що призводять до значних деформацій і поломок елементів цих машин. Тому, для забезпечення ефективного виконання технологічних процесів гвинтовими транспортно-технологічними механізмами машин необхідно закладати у їх конструкції раціональні конструктивні параметри та використовувати у приводах надійні запобіжні пристрої.

Розрахункам навантажувальної здатності, взаємозалежностям конструктивно-силових параметрів запобіжних пристроїв і їхній динаміці присвячена праця О.А. Ряховського і С.С. Іванова [1]. Розрахунки різних муфт приводів машин наведено у праці В.О. Малащенка [2]. Питанням дослідження механізмів з гвинтовими пристроями присвячена монографія [3]. Проте розробка кожної конкретної гвинтової транспортно-технологічної системи має свою специфіку, що зумовлює потребу в подальших дослідженнях.

Для реалізації інженерних методик досліджень механічних систем використовують різноманітне експериментальне обладнання. Тому, відповідно до потреб проведення експериментальних досліджень механічних систем, а зокрема гвинтових транспортно-технологічних систем та їх приводів, спроектовано та виготовлено дослідний стенд [4]. З його допомогою в автоматизованому режимі управління можливе проведення необхідних експериментальних досліджень в широких діапазонах частоти обертання та навантаження досліджуваних об'єктів з отриманням високоточних даних у персональному комп'ютері. Схема стенду зображена на рис. 1, а його електрична схема на рис. 2.

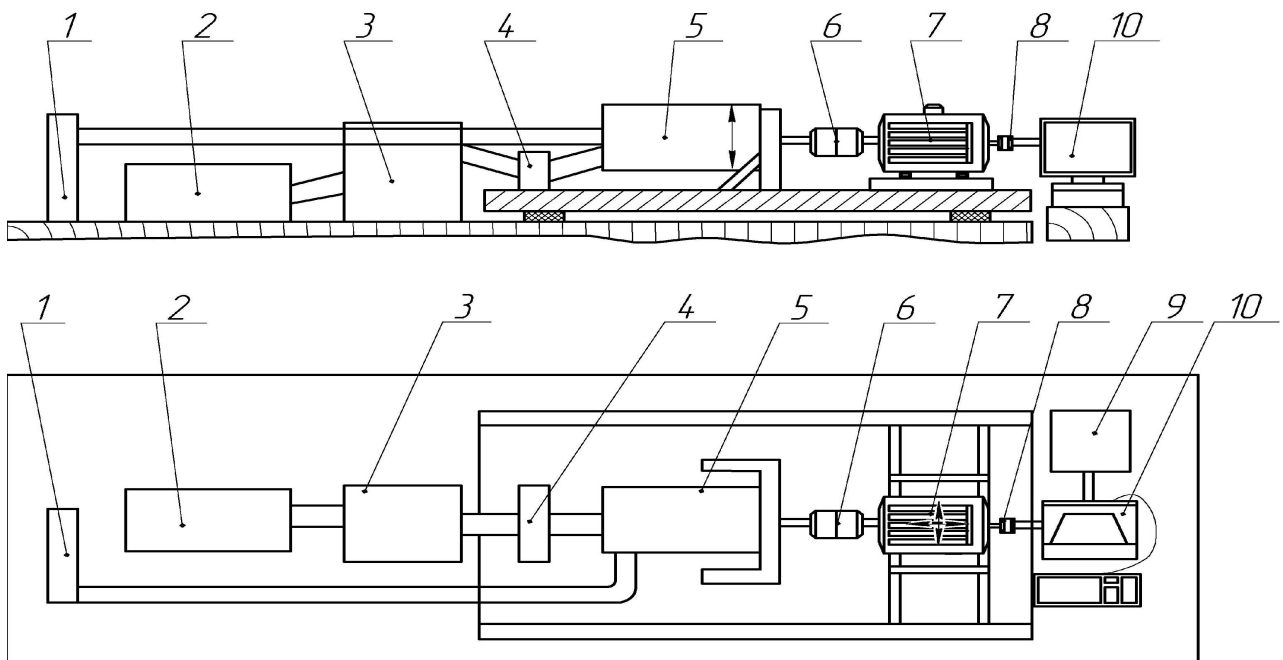


Рис. 1. Схема стенду для дослідження механічних систем

Стенд складається із спіралі опору (4 кВт) 1, стабілізатора напруги (Б2-3) 2, латра (Р Н0-250-10) 3, діодного моста (КД203Г - 4 шт.) 4, генератора (двигун постійного струму 4ПФ112ЛВБ04) 5, досліджуваного об'єкта 6, трьохфазного асинхронного електродвигуна (АИР90Л4У3) 7, давача частоти обертання вала двигуна (Е40S6-10Z4-6L-5) 8, перетворювача частоти (ALTIVAR 71) 9, персонального комп'ютера (ПК) (485 інтерфейс) 10, вольтметрів (Э515) 11 і 14,

амперметрів (Э59) 12 і 13 та індикатора умовної напруги на навантаженні (лампа розжарення 100 Вт). Усі зазначені вузли стенда закріплено стаціонарно, а регулювання необхідного виставлення досліджуваної механічної системи 6 здійснюється лише вертикальним переміщенням генератора 5 та горизонтальним повздовжнім і поперечним переміщенням електродвигуна 7, що знаходяться на пересувних опорах, які, з метою усунення значних вібрацій та коливань, розташовано на гасниках коливань.

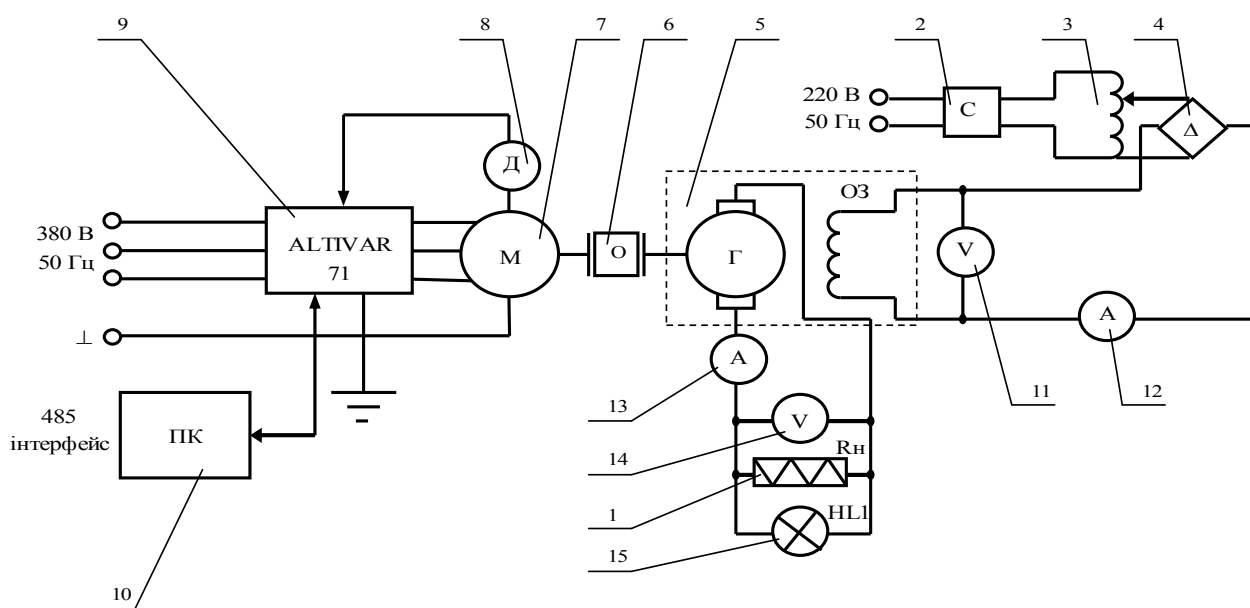


Рис. 2. Електрична схема стенду для дослідження механічних систем

Дослідження механічних запобіжних пристроїв з використанням стенду проводяться наступним чином (рис. 3). Дослідний об'єкт 6 виставлений на відповідний момент спрацювання поміщають на валах генератора 5 і електродвигуна 7 і за допомогою пересувних опор здійснюють необхідне балансування ведучої та веденої півмуфт запобіжного пристрою. У зв'язку із можливістю значного зміщення електродвигуна 7 у поперечному та повздовжньому напрямі на даному стенді можна випробовувати захисні пристрої які з'єднують не лише співвісні вали, але й вали, передача моменту через які здійснюється за допомогою ланцюгових, зубчастих та карданних передач. Далі проводиться підключення до електромережі стабілізатора

напруги 2, перетворювача частоти (ПЧ) 9, ПК 10 та запускається програма PowerSuite для налаштування перетворювачів частоти серії Altivar [5].

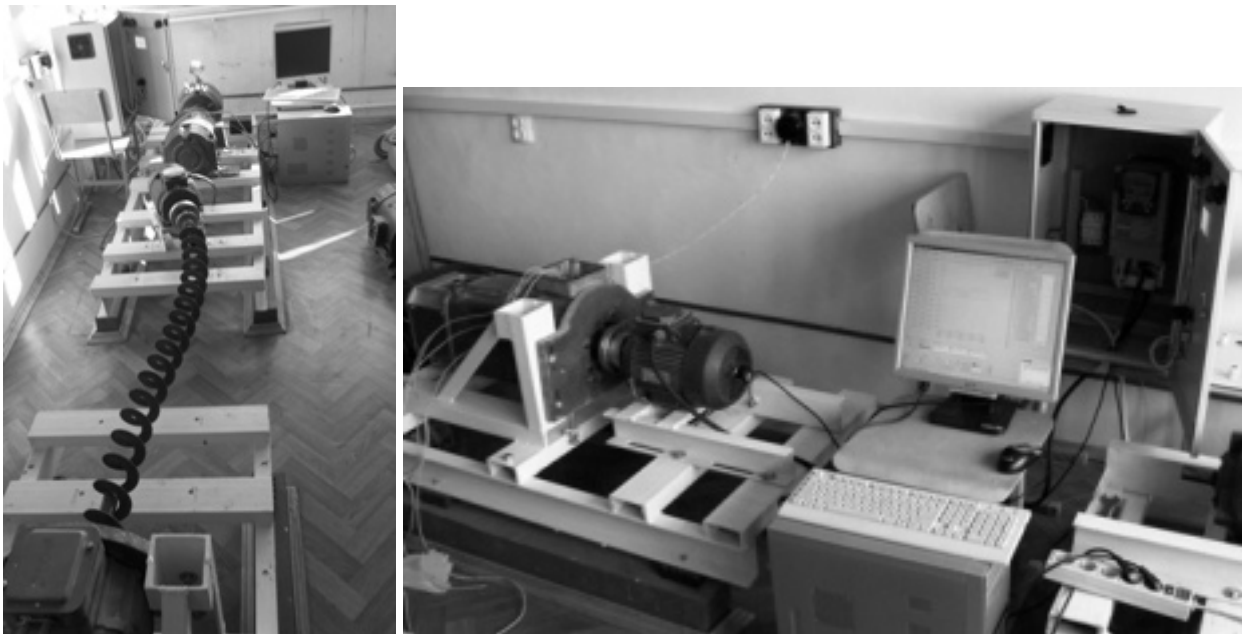


Рис. 3. Загальний вигляд стенду для дослідження механічних систем

Наступним кроком є вибір тих характеристик, які необхідно досліджувати при проведенні експериментів згідно розробленої методики проведення випробувань. В процесі проведення випробувань вони відображаються на моніторі ПК у вигляді табличних даних та графічних залежностей. Фіксація даних проводиться із наперед заданою частотою. Завдяки цій програмі в автоматизованому режимі на ПК здійснюється вибір необхідної частоти обертання вала двигуна і проводиться його запуск. Також при керуванні роботи двигуна є можливість плавного нарощування та зменшення його частоти обертання в межах від 0 до 1480 об/хв., що дозволяє виконувати дослідження як в статиці, так і в динаміці. Крім того, існує можливість різкої зупинки та раптового включення реверсу вала двигуна. Точні дані про частоту обертання на валу двигуна (похибка у межах $\pm 1,5\%$) фіксуються за допомогою датчика частоти обертання вала двигуна (E40S6-10Z4-6L-5) 8, який підключено до ротора двигуна і ПЧ.

При запуску двигуна 7 приводиться рух досліджуваній об'єкт 6 і через шпонкове з'єднання якір генератора 5. Генератор працює з незалежним збудженням для можливості створення необхідного навантаження на дослідному об'єкті. Тому із стабілізатора 2 струм поступає на латр 3, де проводиться його регулювання ($U = \text{const}$) до необхідної величини ($I = 0 \dots 4\text{A}$), а далі через випрямляч (діодний міст) 4 подається на обмотку збудження статора генератора. Відповідно струмом обмотки збудження змінюється струм навантаження генератора (результуюче магнітне поле генератора) [6] і, тим самим, змінюється споживана потужність генератора. Відслідкування величини напруги та струму в обмотці збудження генератора здійснюється за допомогою вольтметра 11 та амперметра 12.

Перетворена механічна енергія обертання якоря генератора в електричну поступає на спіраль опору 1, де і виділяється у вигляді тепла, а також на індикатор умовної напруги (лампа розжарення починає виділяти світло). Дані про її величину можна одержати з табличних даних і отриманих графічних залежностей у ПК, а також визначити за показниками вольтметра 14 і амперметра 13.

При нарощуванні результуючого магнітного поля генератора (збільшення моменту опору) до певного значення проходить спрацювання досліджуваного механічного запобіжного пристрою, що й фіксується ПК.

В загальному процес перетворення різних видів енергії при роботі стенду можна зобразити наступним чином:

- нормальний режим роботи системи:

електрична енергія \rightarrow механічна енергія \rightarrow об'єкт дослідження \rightarrow електрична енергія \rightarrow теплова енергія;

- режим перевантаження системи:

електрична енергія \rightarrow механічна енергія \rightarrow об'єкт дослідження (механічна і теплова енергія) \rightarrow ланцюг розірвано і передачу енергії припинено.

Нарощування навантаження на досліджуваному об'єкті до етапу його спрацювання, а також сам етап спрацювання (розчеплення півмуфт), етап

включення запобіжного пристрою (зчеплення півмуфт) відображається на моніторі ПК у вигляді табличних даних та графічних залежностей.

Коротко розглянемо програмне забезпечення PowerSuite версії 2.3.0, яке призначене для налаштування перетворювачів частоти серії Altivar, пристроїв плавного пуску Altistart 48, сервоприводів Lexium та інтелектуальних пускачів [5]. TeSysU виробництва компанії Schneider Electric за допомогою персонального або кишенькового комп'ютера через послідовний інтерфейс без використання робочого терміналу. Програмне забезпечення PowerSuite версії 2.3.0 дозволяє:

- вибрати тип пристрою, його схемну конфігурацію і ввести параметри двигуна;
- змінити налаштування параметрів (в т.ч. не маючи доступу до пристрою);
- перепризначити і сконфігурувати входи і виходи;
- переглянути та роздрукувати список параметрів, їх можливих і вибраних значень, а також значень за умовчанням;
- зберегти необмежену кількість конфігурацій параметрів на диску у вигляді файлу;
- передати налаштування в пристрій або отримати інформацію про поточні настройки від пристрою;
- управляти пристроєм від ПК за допомогою віртуальних кнопок, аналогічних кнопок на робочому терміналі;
- візуалізувати внутрішні змінні сигнали за допомогою віртуальних вимірювальних приладів або віртуального осцилографа;
- експортувати список налаштувань в інші програми;
- конвертувати файли налаштувань попередніх версій PowerSuite.

Основними перевагами даної версії програмного забезпечення перед аналогами є:

- можливість налаштування всіх сімейств електроприводів, що випускаються компанією;
- наявність віртуального осцилографа;

- можливість одночасного відкриття декількох конфігурацій параметрів (в т.ч. різних пристроїв);

- можливість налаштування комунікаційних параметрів.

Панель управління (рис. 4) призначена для управління ПЧ в режимі Connected, а також для імітації управління в режимі Simulated. Після активізації панелі (перемикач Command) вона дозволяє задавати напрямок обертання (перемикач Rotation) і частоту (Frequency reference); давати команди Пуск (кнопка Test run) і Стоп (кнопка Test stop).

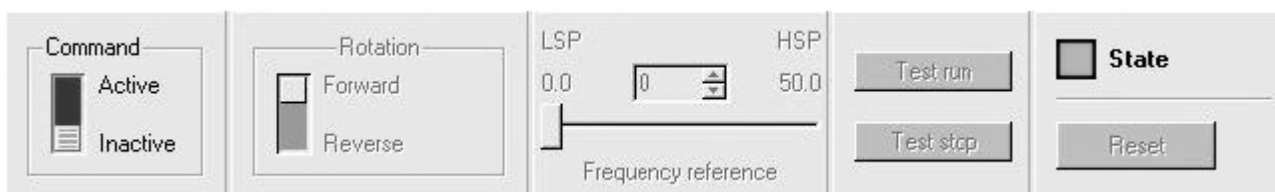


Рис. 4. Панель управління двигуном

Віртуальний осцилограф призначений для відображення станів ПЧ і його внутрішніх змінних у функції часу і в частотній області. У полі осцилографа в осях X і Y будуються графіки. При бажанні в полі осцилографа можна вивести легенду. Легенда відображає зв'язок між сигналами, виведеними на осцилографі, їх назвами і кольоровим маркуванням. На панелі тригера задаються режими роботи осцилографа, відображається стан осцилографа.

Налаштування розгортки осцилографа здійснюється у групі параметрів Sampling. Для повільних процесів (Scope type = Slow scope) задається:

- для режиму Sampling rate кількість точок (Nber of points) і відстань в часі між ними (Sampling rate);

- для режиму Time by division кількість точок (Nber of points) і ціну поділки (Time by division).

Кількість точок для повільних процесів може бути вибрано в межах 10 ... 1000, крок за часом 0,1 ... 100 с.

Установки для вимірювання швидких процесів (напр. пуско-гальмівні режими) аналогічні. Крок часу вибирається в межах 0,001 ... 1 с. Максимальна

кількість вимірювань (точок), яке може бути записано в пам'ять перетворювача, становить 4000. Максимальна кількість вимірюваних сигналів у Score може бути не більше 4, тому при знятті більше 1 сигналу кількість точок для одного сигналу пропорційно зменшується: 2 - 2000, 4 - 1000.

Висновок. Розроблено експериментальне обладнання для проведення досліджень механічних систем, і зокрема гвинтових транспортно-технологічних систем та їх приводів, що у повній мірі дозволяє провести експериментальні дослідження цих систем згідно розроблених інженерних методик. Використання ПЧ серії Altivar і ПК з програмним забезпеченням PowerSuite версії 2.3.0 дозволяє проводити експериментальні дослідження механічних систем з можливістю моделювання досліджуваних процесів в широких діапазонах з високою точністю в автоматизованому режимі керування з фіксацією необхідних результатів дослідження.

Список літератури

1. Ряховский О.А. Справочник по муфтам / О.А. Ряховский, С.С. Иванов. – Л.: Политехника, 1991. – 384 с.
2. Малащенко В.О. Муфти приводів. Конструкції та приклади розрахунків / В.О. Малащенко – Львів: Нац. Ун-т «Львівська політехніка», 2006. – 196 с.
3. Гевко Б.М. Механізми з гвинтовими пристроями / Гевко Б.М., Данильченко М.Г., Рогатинський Р.М. Пилипець М.І., Матвійчук А.В.- Львів: Світ, 1993.-208с.
4. Гевко І., Брошак І., Сай В. Стенд для дослідження механічних запобіжних пристроїв / Гевко І., Брошак І., Сай В. // Міжнародна науково-технічна конференція присвячена 50-річчю заснування ТНТУ та 165-річчю з дня народження Івана Пулюя 19–21 травня 2010р.: матеріали. – Тернопіль, 2010. – С. 135-136.
5. Казачковський Н.Н. Програма PowerSuite для настройки преобразователей частоты и устройств плавного пуска (версия 2.3.0): методичні вказівки [для слухачів курсів підвищення кваліфікації та

студентів спеціальності 7.092203 «Електромеханічні системи автоматизації та електропривід»] / Н.Н. Казачковський, Д.В. Якупов. – Дніпропетровськ: НГУ, 2006. – 45 с.

6. Вартабедян В.А. Загальна електротехніка / В.А. Вартабедян – К.: Вища школа. 1979. – 320 с.(3-є вид., переробл. і доп.).

Аннотация

СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИНТОВОГО ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ МАШИН

Гевко И.Б.

Спроектировано и изготовлено экспериментальный стенд для проведения экспериментальных исследований механических систем. Представлено описание его строения и эксплуатации в автоматизированном режиме.

Abstract

MODEL FOR THE STUDY OF SPIRAL TRANSPORTNO TECHNOLOGY SYSTEMS MACHINES

Iv. Gevko

An experimental stand is projected and made for the leadthrough of experimental researches of mechanical to the systems. Description of his structure and exploitations is resulted in the automated mode.