

---

## СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ БЕЗРЕДУКТОРНОГО ПРИВОДУ ПОВОРОТУ ПЛАТФОРМИ ПОЖЕЖНОГО АВТОПІДЙОМНИКА

---

У сучасних автопідйомниках впроваджується велика кількість інноваційних технічних рішень, спрямованих на підвищення функціональності, надійності і безпеки. Основними такими розробками є: система комп'ютерної стабілізації, яка дозволяє демпфувати коливання стріли за допомогою гідравлічної протидії поривам вітру, посадці в люльку тощо; багатофункціональна люлька підвищеної вантажопідйомності (400 кг і вище); інноваційна система дистанційної діагностики елементів автопідйомника; комп'ютерна система управління усіма рухами стріли і системою безпеки тощо. Для забезпечення високих статичних і динамічних показників було запропоновано [1] модернізувати систему повороту платформи пожежного автопідйомника шляхом заміни механічної редукторної системи повороту між виконавчим двигуном і робочим механізмом електромеханічною безредукторною, побудованою на базі моментного вентильного двигуна (МВД). Відсутність редуктора дає змогу значно спростити механічну частину привода і суттєво підвищити жорсткість електромеханічної системи механізму повороту платформи.

Стріла пожежного автопідйомника через свої великі розміри і масу має пружні властивості. Недосконалість виготовлення механічних елементів та їх з'єднань, неефективна робота системи керування, реактивна дія вогнегасних речовин, що подаються по сухотрубах та пориви вітру призводять до коливання стріли. Усе це зменшує точність позиціонування люльки за заданими координатами, тим самим зменшується ефективність гасіння пожежі і рятування людей, ускладнюється робота рятувальників, які знаходяться в люльці. Під час зміни розташування стріли у просторі змінюється навантаження на приводний двигун наведення азимутальної координати у вигляді зміни моменту інерції.

Проведення випробувань розробленого електропривода повороту платформи пожежного автопідйомника з моментним виконавчим двигуном [1] на реальній установці не доцільно через високу вартість створення такого поворотного механізму, можливість пошкодження високоточного та дорогого електронного обладнання, механічних конструкцій тощо. У таких випадках існує потреба заміни натурних випробувань стендовими, коли бажаною є робота електропривода (ЕП) та системи автоматичного керування разом з тим пристроєм або механізмом, для якого вони призначені. Отож виникло завдання розробки пристрою, що відтворює під час стендових випробувань навантаження еквівалентні тим, які діють на механізм повороту платформи та систему керування у реальній машині.

З метою розробки та дослідження ЕП повороту платформи пропонується використати розроблений і виготовлений стенд у науково-дослідній лабораторії СКБ електромеханічних систем (НУ "Львівська політехніка") з електромашинним агрегатом, який складається з привідного двигуна, електричної машини для імітації навантаження і тахогенератора, що розташовані на одному вертикальному валі. Привідний двигун МВД та навантажувальна машина (НМ) сполучені спільним валом без редукторного з'єднання, мають загальний момент інерції стенда  $J^{ст}$  та спільну швидкість обертання валу  $\omega$ . Електромашинний агрегат фізично реалізований на вказаному дослідному стенді з власним реактивним моментом та моментом інерції. У ролі привідного двигуна, якій здійснює просторову орієнтацію стріли з люлькою, використано спеціальний моментний двигун постійного струму (МДПС).

Реальний механізм повороту платформи з стрілою відзначається великою масою (порядку 10 т) і відповідно великим моментом інерції (порядку 150 000 кг·м<sup>2</sup> для азимутальної осі повороту). Навантаження на валі виконавчого двигуна має реактивну складову статичного моменту, що створюється силами тертя в опорах, і також може мати ще й активну складову

моменту вітрового навантаження. Реактивна складова є змінною величиною залежно від кута позиціонування люльки, момент інерції також може змінюватися залежно від просторового розташування рухомих частин стріли. Таким чином, випробування та дослідження реальних двигунів із реальними ЕП і САК ними повинно бути проведено за імітації на стенді всіх вказаних особливостей привода.

На рис. 1 показана функціональна схема стенда для проведення випробувань, який повинен відповідати динамічній моделі (ДМ) реального механізму повороту платформи зі стрілою. Об'єктом випробування є ЕП повороту платформи, що складається з привідного МДПС і керованого перетворювача (в даному стенді – широтно-імпульсний перетворювач ШП). Стріла пожежного автопідйомника зі всією системою, а також компоненти технологічного призначення і зовнішнє середовище складають об'єкт заміщення, що отримується при виокремленні з технічної системи конкретного об'єкта випробування (ОВ). В ДМ вказаний об'єкт заміщення еквівалентно представлений динамічним функціональним аналогом (ДФА), до складу якого входять НМ, регулятор (РНМ), призначений для вироблення керуючого впливу на НМ та пристрій керування (ПК).

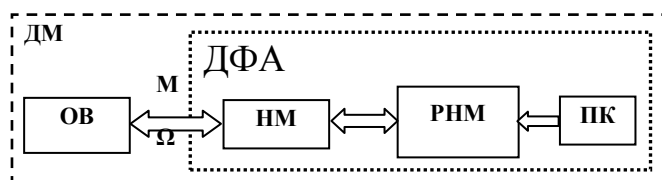


Рис. 1. Функціональна схема стенда для проведення випробувань:

ДФА імітує роботу реальної системи повороту платформи зі стрілою. Блоки ПК та РНМ передбачено фізично реалізувати на персональному комп'ютері засобами відповідного програмного забезпечення.

Повноцінні випробування систем керування можливо проводити на стенді тільки у тому випадку, якщо за допомогою ДФА можливо створити на валі двигуна момент, що має таку ж саму функціональну залежність від параметрів системи і зовнішнього середовища, що має місце під час роботи з реальним об'єктом керування. Така заміна моментів допустима, оскільки процеси в двигуні та САК ним визначаються сумарним моментом на валі і не залежать від характеру їх появи. З цією метою стенд обладнають пристроєм завдання, що визначає режими роботи, та навантажувальним пристроєм для відтворення моментів на валі виконавчого двигуна досліджуваної системи.

В [2] розглянуто питання динамічного моделювання об'єктів керування, представлено та проаналізовано різноманітні схеми і характеристики ДМ, наведено приклади синтезу та реалізації стендів для імітації реальних умов роботи. Ці роботи взяті за вихідні для розроблення алгоритму роботи імітатора реального навантаження.

Нами поставлено завдання розробки алгоритму керування НМ дослідного стенда з метою забезпечення імітації реального моменту навантаження електроприводу повороту платформи в статичних і динамічних режимах з врахуванням змінних активного і реактивного статичних моментів та великого і змінного моменту інерції стріли з люлькою.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кушнір А.П. Вентильний електропривод механізму повороту платформи пожежного автопідйомника / Кушнір А.П., Марущак Я.Ю., Оксентюк В.М. // Пожежна безпека: Зб. наук. праць. – Львів: ЛДУ БЖД, 2014. – №24. – С.103-110.
3. Кочубиевский И.Д. Системы нагружения для исследования и испытания машин и механизмов / И.Д. Кочубиевский. – М.: Машиностроение, 1985. – 256с.