

Рецензент: О.І. Кравчук, к.т.н., с.н.с., Військова академія (м Одеса)

АНАЛИЗ И ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ СОВРЕМЕННОГО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ

С.И. Кондрачуков

Данная работа посвящена исследованию образцов артиллерийского вооружения, анализа их эффективности и создания модели образца вооружения, которая будет соответствовать современным требованиям ведения боя, экономичности в изготовлении. По результатам проведенного анализа и построения модели эффективного образца вооружения, можно определить, что она способна выполнять задачи современного боя, экономична в изготовлении и ее параметры преобладают параметры устаревших образцов.

Ключевые слова: эффективность, модель, артиллерийская система, анализ.

ANALYSIS AND CONSTRUCTION OF A MODEL OF MODERN ARTILLERY

S.I. Kondrachukov

This work is devoted to the study of samples artillery, analyze their performance and create models of armament that will meet the requirements of modern warfare, economical to manufacture. The results of the analysis and model building effective armament, we can determine that it is able to perform the tasks of modern war, economic to manufacture and dominated parameters obsolete.

Keywords: performance, model, artillery, analyze.

УДК 62-559.8

О.Я. Дмитрусь

Військова академія (м. Одеса), Україна

ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗМУ ПЕРЕСУВАННЯ МІШЕНІ НА СТРІЛЕЦЬКОМУ ПОЛІГОНІ ЗА ДОПОМОГОЮ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ

В роботі проведений розрахунок навантажень, діючих в механізмі пересування мішені, обраний електричний двигун та розраховані його механічні характеристики. Отримані рівняння системи керування механізмом та виконано комп'ютерне моделювання процесів руху. Запропонована цифрова схема управління тиристорним перетворювачем, що дозволяє суттєво зменшити діапазон коливань лінійної швидкості мішені при зміні радіусу намотки дроту.

Ключові слова: механізм пересування мішені, кінематична схема, електричний двигун, навантажувальна діаграма, система керування, тиристорний перетворювач.

Вступ. Виходячи із завдання, а саме, вдосконалення електроприводу механізму пересування мішені на стрілецькому полігоні, який повинен задовольняти наступним вимогам: лінійна швидкість намотки $V_d=180$ м/хв і незалежно від збільшення діаметру повинна бути постійною; синхронна швидкість двигуна 3000 об/хв; натягіння дроту $F_{dy}=50$ Н/мм.

На даний момент на стрілецькому полігоні ми маємо механізм пересування мішені без стабілізації швидкості її руху. Згідно проведених спостережень похибка стабілізації швидкості дроту

механізмів пересування мішені на стрілецькому полігоні складає приблизно 20-30% від заданої. Таким чином, швидкість дроту значно відрізняється від заданої, що є суттєвим порушенням вимог настанови по стрільбі.

Оцінивши вимоги, що висуваються перед системою, що розробляється, і функції, які вона повинна виконувати, можна зробити висновок, що дана система повинна включати:

- перетворювач, що входить до складу електроприводу, являється електромеханічним пристроєм, що забезпечує перетворення напруги, частоти, сили струму та інших показників електричної енергії.
- електричний двигун, що служить для перетворення електричної енергії в механічну.
- передавальний пристрій, що складається із не керуючих або керуючих передач, передає механічну енергію від двигуна до виконавчого органу робочої машини.

Технічний прогрес в електронній техніці зумовив широке впровадження цифрових пристроїв в електромеханічних системах. **Актуальність теми статті** зумовлена необхідністю впровадження та вдосконалення засобів автоматизації процесів технічного забезпечення ракетно-артилерійського озброєння на основі широкого застосування засобів цифрової техніки в електроприводах. Така автоматизація на основі широкого застосування електроприводів та електромеханічних систем є основним напрямком удосконалення технічних засобів у вказаній галузі. Актуальність статті зумовлена також тим, що в поточний час необхідна модернізація існуючих зразків технічних засобів із застосуванням сучасних досягнень електронної техніки. Одним із напрямків модернізації є перехід від нерегульованих електроприводів до регульованих, які мають значні технічні переваги. Вибір теми статті обумовлений необхідністю удосконалення механізму пересування мішені за допомогою автоматизованого електроприводу.

Об'єктом дослідження в статті є процеси в механізмі пересування мішені та в автоматизованому електроприводі.

Предметом дослідження в статті є технічні засоби удосконалення механізму пересування мішені за допомогою автоматизованого електроприводу на основі цифрової техніки та способ регулювання електропривода при її пересуванні.

Метою статті є практичне вирішення задачі вдосконалення механізму пересування мішені за допомогою автоматизованого електроприводу та розробці мікропроцесорної системи управління електроприводом. Це досягається вибором тиристорного перетворювача, розробкою мікропроцесорної системи.

Для управління швидкістю асинхронного двигуна доцільно використати перетворювач частоти (ПЧ) з проміжною ланкою постійного струму.

Функціональна схема системи ПЧ-АД наведена на рис. 1.

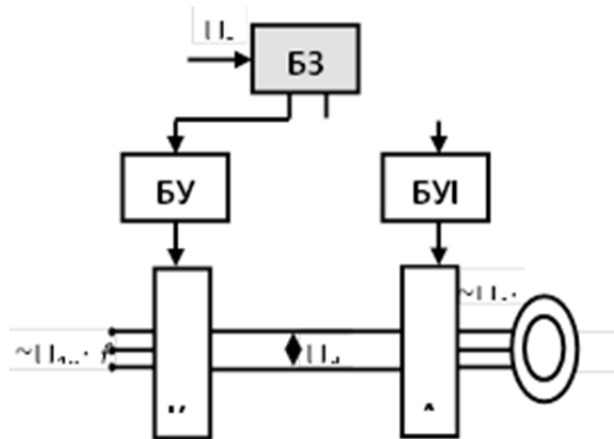


Рис. 1 – Функціональна схема системи ПЧ-АД

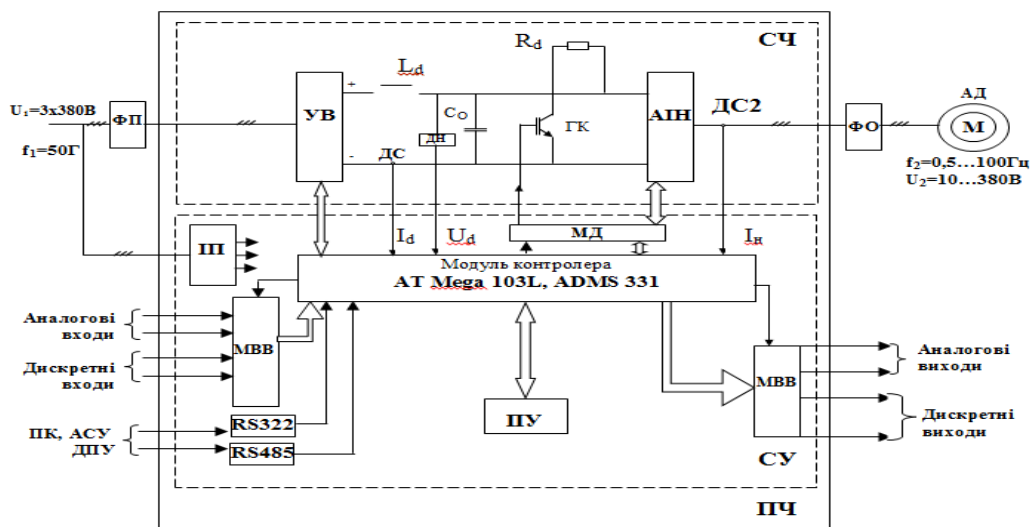
Керований випрямляч (КВ) перетворює змінну напругу мережі $U_{1н}$ з номінальною частотою $f_{1н}$ у постійну напругу U_d з регульованою амплітудою. Автономний інвертор (АІ) перетворює постійну напругу U_d у змінну U_1 з регульованою амплітудою і частотою f_1 . Блок управління випрямлячем (БУВ) формує сигнали управління КВ, що забезпечує зміну амплітуди U_d за необхідним законом. Блок управління інвертором (БУІ) формує сигнали управління АІ, що визначають частоту f_1 вихідної напруги. Управління блоками БУВ і БУІ відбувається за допомогою блока завдання швидкості БЗШ, на який подана напруга завдання швидкості $U_{зш}$ [1].

Аналізуючи вимоги до ПЧ, я обрав ПЧ типу ЕП-07, що випускається в м. Харків Українською електротехнічною компанією. Він призначений для управління трифазними асинхронними двигунами класу напруги 0,4 кВ, потужністю від 5,5 до 315 кВт. Крім того, існує окремий зразок ЕП-07 для двигунів потужністю 5,5 кВт, що теж слід враховувати. ЕП-07 виконано на базі автономного інвертора напруги з використанням сучасних силових приладів (інтелектуальних IGBT-модулів) та мікропроцесорного управління з застосуванням високовиробничих мікроконтролерів типу RISC та DSP [2; 3].

Серед основних функцій ЕП-07 слід виділити ті, що необхідні нам при виконанні стрільб, а саме: робота АД з усталеною частотою обертання під час зміни моменту навантаження від нуля до номінального значення;

місцеве управління ЕП з вбудованого пульта та багато інших.

Крім того, синусоїдальна форма вихідного струму покращує роботу АД, забезпечує високу ступінь використання його потужності у всіх режимах роботи, знижує нагрів.



ФП – вхідний протизавадовий фільтр

В – випрямляч

L_d – дросель

C_o – компенсуючі конденсатори

ДС – датчик струму

ДН – датчик напруги

R_d – гальмівний резистор

ГК – гальмівний ключ

АІН – автономний інвертор напруги

ДС2 – датчик струму фаз АД

ПУ – пульт управління

МВВ – модуль вводу-виводу

ФО – вихідний фільтр обмеження

Рис. 2 – Функціональна схема електроприводу ЕП-07

Принцип роботи ПЧ (рис. 2) оснований на подвійному перетворенні енергії промислової електромережі трифазного змінного струму $U=380$ В, постійної частоти $f_1=50$ Гц в енергію постійного струму (U_d, I_d) на виході випрямляча (В), а потім – в енергію змінного струму на виході автономного інвертора напруги (АІН) з регульованою частотою $f_2=0,5...100(200)$ Гц при цьому

одночасно з частотою f_2 по визначеному закону змінюється і вихідна лінійна напруга в межах $U_2=10...380$ В. Дросель L_d та конденсатори C_0 в ланці постійного струму обмежують пульсації випрямленої напруги та швидкості зміни струму dI/dt , а також обмежують аварійний струм. АІН виконано на потужних IGBT-транзисторах, що визначає надійність та добрі регульовальні якості ПЧ та ЕП в цілому. Основні технічні характеристики ЕП-07 подані в таблиці 1.

Таблиця 1

Основні технічні характеристики ЕП-07

Максимальна потужність привідного двигуна, кВт	5,5	Номінальний вихідний струм перетворювача, А	12,5
Номінальна частота мережі, Гц	50 (60)	Номінальна лінійна напруга мережі, В	3x380
Вихідна напруга перетворювача, В	10...380	Діапазон регулювання вихідної частоти, Гц	0,5...100
Висота	570	Глибина	290
Ширина	300	Маса, кг	16

Вхідний ФП та вихідний ФО фільтри зменшують паразитний вплив ПЧ на мережу живлення та АД. Управління елементами силової частини (СЧ) перетворювача (В, АІН, ГК) та ЕП здійснюється двопроцесорною СУ.

На аналоговий вхід системи надходить напруга завдання швидкості:

$$U_3 = 10 \cdot \frac{f_{поч}}{f_{кін}}, \quad (1)$$

де $f_{поч}$, $f_{кін}$ – початкова і кінцева частоти напруги статора, яка визначає максимальну швидкість котушки при внутрішньому діаметрі D_e

Під час намотки дроту діаметр котушки зростає, що обумовлює зростання сигналу U_d давача діаметру $ДД$. Сигнал U_d надходить на функціональний перетворювач $ФП$, який формує напругу від’ємного зворотного зв’язку $U_{фн}$.

Зміна сигналу завдання швидкості на вході системи ПЧ-АД:

$$U_{зш} = U_3 - U_{фн}, \quad (2)$$

обумовлює зменшення швидкості котушки ω_k під час збільшення її діаметру, що забезпечує стабілізацію лінійної швидкості намотки і стабілізацію натягу дроту.

Закон зміни напруги $U_{зш}$ в функції діаметру котушки може бути приблизно виражений залежністю,

$$U_{зш} = \left(\frac{2 \cdot V_d}{D_k \cdot 60 \cdot 10^{-3}} + \Delta\omega_k \right) \cdot \frac{V_3}{\omega_{кпоч} + \Delta\omega_k}, \quad (3)$$

де V_d – лінійна швидкість намотки;

D_k – діаметр котушки;

$\omega_{кпоч}$ – початкова швидкість котушки.

$$\Delta\omega_k = \frac{M_{поч}}{i_p} \cdot \frac{\Delta\omega_n \cdot U_{1н}^2}{M_n \cdot U_{1поч}^2}, \quad (4)$$

де $\Delta\omega_n = \omega_0 - \omega_n$ – падіння швидкості на природній механічній характеристиці при номінальному моменті M_n ; i_p – передаточне відношення редуктора; $M_{поч}$ – початковий момент; $U_{1поч}$ і $U_{1н}$ – початкова і поточна фазна напруга статора.

Задаючись значенням D_k від D_b до D_3 , розраховую і будує залежність $U_{зш}(U_d)$, розраховуючи U_p за формулою:

$$U_D = \frac{10}{D_3 - D_6} \cdot D_k \quad (5)$$

де D_3, D_6 – зовнішній та внутрішній діаметри.

Будуємо також залежність $U_{фп}(U_d)$, розраховуючи напругу функціонального перетворювача за формулою:

$$U_{фп} = U_3 - U_{зш} \quad (6)$$

Зробивши апроксимацію залежності $U_{фп}(U_d)$ відрізками прямих ліній (рис. 4), розраховував і побудував залежність лінійної швидкості дроту під час намотки на котушку при зміні її діаметру (рис. 3).

$$V_d = \left[(U_3 - U_{фп}) \cdot \frac{\omega_{кюч} + \Delta\omega_k}{U_3} - \Delta\omega_k \right] \cdot 30 \cdot D_n \cdot 10^{-1} \quad (7)$$

У цю залежність підставляємо напругу $U_{фп}$, виражену для кожної ділянки апроксимацію відповідним рівнянням прямої лінії.

$$U_{фп} = C_{фп} + \frac{10}{D_3 - D_6} \cdot D_k \cdot K_{фп} \quad (8)$$

де величина зміщення по осі ординат $C_{фп}$ і коефіцієнт, що характеризує нахил прямої до осі абсцис, мають бути визначені для кожної ділянки апроксимації.

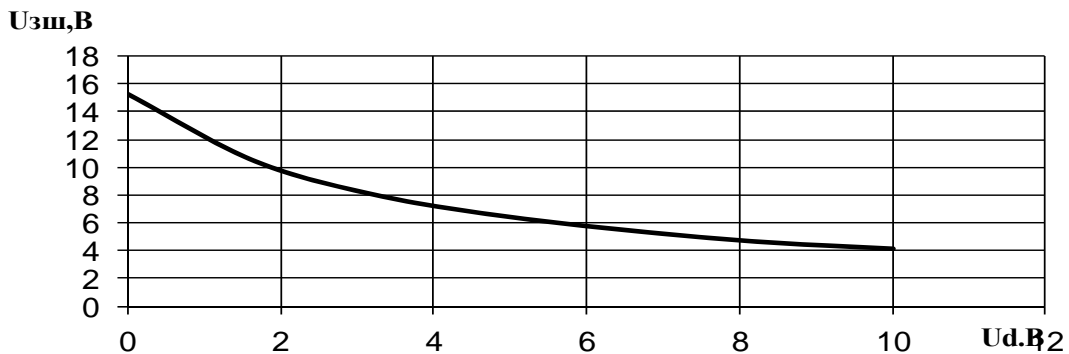


Рис. 3 – Графік залежності $U_{зш}(U_d)$

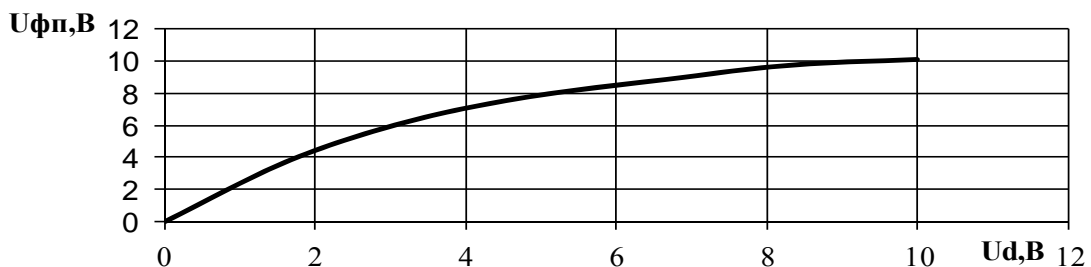


Рис. 4 – Графік залежності $U_{фп}(U_d)$

$$C_{\phi n1} = 0 \quad (9)$$

$$K_{\phi n2} = \frac{U_{\phi n2} - U_{\phi n1}}{U_{D2} - U_{D1}} \quad (10)$$

$$K_{\phi n3} = \frac{U_{\phi n3} - U_{\phi n2}}{U_{D3} - U_{D2}} \quad (11)$$

$$K_{\phi n1} = 0.$$

Аналізуючи графік залежності напруги завдання швидкості $U_{зш}$ від напруги давача діаметру U_d графік залежності напруги функціонального перетворювача $U_{\phi n}(U_d)$ та графік залежності лінійної швидкості мішені від діаметру котушки D_k можна сказати те, що під час намотки дроту, діаметр котушки зростає, що обумовлює зростання сигналу U_d , який в свою чергу надходить на ФП, який формує напругу від'ємного зворотного зв'язку.

Графіки показують, що із зростанням діаметру котушки зростає U_d , що в свою чергу веде до зростання $U_{\phi n}$ завдяки чому $U_{зш}$ зменшується і подається на ПЧ, що обумовлює зменшення швидкості котушки ω_k , а відповідно і лінійної швидкості мішені V_d під час збільшення її діаметру. Так як відхилення швидкості руху мішені від заданої складає від 1 до 2%, то можна з впевненістю сказати, що щодо стабілізації швидкості руху мішені ЕП обрано вірно.

Таким чином можна зробити висновок, що функціональна схема системи управління ЕП розроблена вірно і задовольняє умовам, що задавались.

Висновки. Мета статті досягнута послідовним вирішенням завдань вибору тиристорного перетворювача, розробкою мікропроцесорної системи.

Для управління швидкістю асинхронного двигуна обґрунтовано використання перетворювача частоти ЕП-07, що випускається в м. Харкові Українською електротехнічною компанією.

Щоб система пересування мішені працювала, підтримуючи лінійну швидкість дроту постійною, розраховано порядок зміни напруги в ланці зворотного зв'язку. Виходячи із розрахунків, розроблено функціональний перетворювач, який відповідає визначеним вимогам.

Перевагою пропонованої системи управління являється те, що при виконанні різних видів вправ (швидкість мішені різна), необхідність змінювати функціональний перетворювач або систему в цілому відсутня, тому що швидкість мішені можна регулювати за допомогою перетворювача частоти з керованим випрямлячем.

Запропонована система забезпечує зменшення перевантажень на електропривод та механізм пересування мішені і підвищення його надійності. Високі технічні показники регульованого електроприводу дозволяє забезпечувати вдосконалення засобів автоматизації процесів технічного забезпечення озброєння Збройних сил України.

Список використаних джерел

1. Асинхронные двигатели серии ЧА: Справочник / Под ред. А. Э. Кравчик, М. М. Шлаф, В. И. Афонин, Е. А. Соколенская. – М.: Энергоиздат, 1982 – 346 с.
2. Тригуб А. П. Электротехника / А. П. Тригуб. – Киев: «Вища школа», 1987 – 485 с.
3. Преобразователи частоты. Украинская электротехническая компания – Электронный ресурс: [Режим доступа]. – Харьков: 2002 <http://www.highvoltage.ru/index.php?id=29>.

Рецензент: О. І. Кравчук, к.т.н., с.н.с., Військова академія (м. Одеса)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ПЕРЕДВИЖЕНИЯ МИШЕНИ НА СТРЕЛКОВОМ ПОЛИГОНЕ С ПОМОЩЬЮ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

А.Я. Дмытрूसь

В работе проведен расчет нагрузок, действующих в России механизма передвижения мишени выбран электродвигатель и рассчитаны его механические характеристики. Получены уравнения системы управления механизмом и выполнено компьютерное моделирование процессов движения. Предложенная цифровая схема управления тиристорным преобразователем, позволяет существенно уменьшить диапазон колебаний линейной скорости мишени при изменении радиуса намотки проволоки.

Ключевые слова: механизм передвижения мишени, кинематическая схема, электрический двигатель, погрузочная диаграмма, система управления, тиристорный преобразователь.

IMPROVING THE MECHANISM FOR MOVING TARGET RIFLE RANGE USING AUTOMATED ELECTRIC

O.J. Dmytrus

This paper calculated the loads acting on the mechanism of movement of the target chosen by an electric motor and designed its mechanical properties. The equations of control mechanism and the computer simulation of the movement. The proposed digital circuit control thyristor converter, which significantly reduced the fluctuation range of the linear speed of the target by changing the radius of the winding wire.

Keywords: mechanism moving target, kinematic scheme, the electric motor, load chart, control system, thyristor converter.

УДК 628.94

Д.В. Лісовенко, к.т.н.

О.В. Бондаренко

Військова академія (м. Одеса), Україна

ПРОЖЕКТОР ЛАЗЕРНОГО РАСТРОВОГО ПІДСВІЧУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ СПОСТЕРЕЖЕННЯ

Прожектор лазерного растрового підсвічування базується у блоці з пружного матеріалу розмірами 100x100 мм, в якому розміщені 10 напівпровідникових лазерів ІЧ-випромінювання у трубчатих контейнерах. Для управління геометричними розмірами пружного блоку використовується механізм стискування задньої частини блоку, що дає можливість керувати розбіжним віялом світлових пучків лазерів та змінювати растр по горизонталі.

Ключові слова: скрите сканування, підсвічування об'єктів спостереження, надійне управління растром.

Вступ. Для спостереження за об'єктами в умовах недостатньої освітленості видимим діапазоном світла або при її повній відсутності використовують прилади нічного бачення. Ці прилади реагують