

УДК 62-559.1

**В. В. Мілютін**

Військова академія (м. Одеса), Україна

## ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ НАВЕДЕННЯ ОЗБРОЄННЯ БМП 1ЭЦ10М

*В роботі показана можливість здійснення модернізації системи управління електроприводом башти БМП за рахунок застосування сучасної елементної бази. Це дозволяє підвищити надійність даної системи, зменшити її габаритні розміри, а також поліпшити робочі характеристики.*

**Ключові слова:** електропривод, удосконалення, електронна схема, транзистор, кінематична схема.

Завданням Збройних Сил України є забезпечення стримування можливої агресії проти держави. Для виконання цього завдання необхідно мати обороноздатну, достатньо укомплектовану і оснащену армію. Особливістю сучасного стану Збройних сил України є те, що вона має в своєму розпорядженні величезною кількістю морально і фізично застарілих зразків і систем озброєння та військової техніки. Повністю і в короткі терміни створити сучасну армію – завдання, в умовах фінансової кризи, практично нездійсненне. У зв'язку з цим на перший план виходить проблема модернізації та вдосконалення існуючих видів і систем озброєння. Тому стаття, присвячена вдосконаленню системи електроприводу гарматної башти, безумовно, є **актуальною**. **Метою роботи** є розробка пропозицій по здійсненню удосконалення та модернізації системи управління електроприводом вежі БМП. Загальні відомості, будова та принцип роботи електропривода наведення озброєння БМП 1ЭЦ10М. Бойова машина піхоти має на озброєнні 30-мм автоматичну гармату 2А42, спарений з нею кулемет ПКТ калібру 7,62 мм і має пускову установку для керованих протитанкових снарядів 9М14М. Наведення цього озброєння в горизонтальній і вертикальних площинах забезпечується системою 1ЭЦ10М, крім наведення озброєння система 1ЭЦ10М забезпечує приведення гармати до кута заряджання в вертикальній площині та відповідає технічним даним, які відображені в таблиці 1.

Таблиця 1

Технічні дані електроприводу системи 1ЭЦ10М

Технічні параметри	Площина наведення електроприводу гармати	
	горизонтальна	вертикальна
Максимальна швидкість наведення, град/с	20	6
Мінімальна швидкість наведення, град/с	0,1	0,07
Межі плавної зміни швидкості наведення, град/с	0,1 - 5,0	0 - 6,0
Можливі кути наведення, град:		
В горизонтальній площині	360	---
В вертикальній площині	---	+30...-4
Номінальна потужність виконавчого двигуна, Вт	300	35
Номінальна напруга, В	24	24
Номінальна швидкість обертання, об/хв	8000	4000
Час розгону виконавчого електродвигуна до максимальної швидкості, с	1,5	1,0
Час приведення гармати на кут заряджання при відхиленні від нього на +6...-6, с	---	1,5
Крутизна характеристик, об/хв	0,005-0,006	0,005-0,006
Максимальна швидкість обертання, об/хв	7000	7000



подається від тахогенератора  $ТГ$  на обмотки 03 і 04. Ці обмотки ввімкнуті зустрічно-паралельно. Якорьок релейного підсилювача  $РУ_2$  під'єднаний до «мінуса» бортового кола. Лівий нерухомий контакт  $Л$  релейного підсилювача  $РУ_2$  під'єднаний через обмежувальні опори  $КР-Р14$ ,  $КР-Р1$  і замкнуті контакти 11, 12 реле гальмування  $РТ1$  до базового електрода складового транзистора  $КТ-Т2$ .

Стан відсічки транзисторів забезпечується подільником напруги, що складається з трьох паралельно ввімкнутих діодів  $КТ-Д1$  і опорів  $КР-Р3$ . Захист транзисторів від перевантажень (від ЕРС самоіндукції кола якоря двигуна  $ИД$ ) здійснюється за допомогою двох паралельно ввімкнутих діодів  $КР-Д6$ , що шунтуються як і дросель  $КР-Др$ .

Стан насичення транзисторів забезпечується опорами  $КТ-Р2$ ,  $КТ-Р1$  і  $КС-Р2$ .

Реверсування виконавчого двигуна  $ИД$  здійснюється шляхом зміни напрямку струму в обмотці збудження  $ОВ$  за допомогою реле реверсування  $РР$ . Обмотка цього реле підключається до бортового кола контактами 3,5 реле керування реверсуванням  $РУР1$  через контакти 3, 4 реле гальмування  $РТ2$ .

Потенціометричний датчик  $ПДГ$  складається з потенціометра керування  $ПУ-Р2$ , який шунтується опором  $ПУ-Р1$  для розширення ламелями  $ПУ-ЛМ2$  при максимальних кутах повороту пульта.

Наведення гармати в горизонтальній площині здійснюється поворотом корпусу пульта керування.

При повороті корпусу пульта керування вліво усі движки датчика  $ПДГ$  на схемі потенціометрично переміщуються в низ. В цьому випадку движок потенціометра  $ПУ-ЛМ1$  знаходиться на ізоляційній ділянці ламелі і реле  $РУР1$ ,  $РУР2$  і  $РБО$  не ввімкнуться. Движок потенціометра  $ПУ-ЛМ2$  переміщається на ізоляційну ділянку, реле гальмування  $РТ1$  відключається від «мінуса» бортового колеса; його контакти 12, 22 розмикаються, а контакти 11, 21 і 13, 23 замикають коло керування складним транзистором.

Потенціал движка потенціометра  $ПУ-Р2$  при його переміщенні в будь-яку сторону завжди буде додатним відносно потенціалу середньої точки подільника напруги ( $КР-Р4$  і  $КР-Р5$ ), тому по обмотці 01 релейного підсилювача  $РУ_2$  струм буде завжди проходити від кінця обмотки до її початку. При цьому якорьок  $Я$  замикає контакт  $Л$  релейного підсилювача  $РУ_2$ . База транзистора  $КТ-Т2$  через опори  $КР-Р14$  і  $КР-Р1$  буде підключена до «мінуса» бортового кола, і складний транзистор перемикається в стан насичення. До електродвигуна  $ИД$  буде прикладено повну напругу бортового кола, і він почне розганятися. По мірі розгону двигуна буде рости напруга тахогенератора  $ТГ$  і напруга зворотного зв'язку, що подається на обмотку керування 03 і 04 релейного підсилювача  $РУ_2$ , тому до закінчення розгону двигуна розімкнеться контакт  $Л$ . Внаслідок цього складний транзистор перемикається в стан відсічки, а електродвигун  $ИД$  відмикається від бортового кола і його швидкість обертання починає зменшуватись.

Зниження швидкості обертання електродвигуна  $ИД$  викликає відповідне зменшення сигналу зворотного зв'язку, внаслідок чого якорьок  $Я$  знову замикає контакт  $Л$  релейного підсилювача  $РУ_2$ .

Далі процес повторюється, причому до якоря двигуна підводиться напруга в виді прямокутних імпульсів, тривалість яких залежить від величини керуючої напруги, що знімається з потенціометричного датчика. Двигун обертається зі швидкістю, яка пропорційна середньому значенню напруги.

Збільшення частоти вібрації якорька  $Я$  релейного підсилювача  $РУ_2$  забезпечується обмоткою керування 02, що підключається до бортового кола кожен раз при замиканні лівого контакту  $Л$  і діє зустрічно обмотці керування 01.

Зі збільшенням кола повороту корпусу пульта керування збільшується сигнал керування, а отже і збільшується відносна подовженість імпульсів напруги, що підводиться до електродвигуна  $ИД$ , завдяки чому швидкість його обертання росте.

При повороті корпусу пульта керування на  $22,5^\circ$  двигок ПУ-ЛМ2 виходить на контактну пластину, в результаті чого спрацьовує реле максимальної швидкості РМ1. Розмикання контактів 3, 4 цього реле розриває коло зворотного зв'язку по швидкості обертання ИДг. В результаті цього, якорьок реле перестає вібрувати, контакт Л залишається постійно замкнутим, силові транзистори переводяться в режим насичення.

Замикання контактів 3, 5 реле РМ1 викликає спрацювання другого реле максимальної швидкості РМ2. Контакти 3, 5 цього реле включають контактор РМ3, який своїми контактами К шунтує силові транзистори і підключає електродвигун ИДг через дросель КР-ДР до бортового кола. Дякуючи цьому електродвигун буде обертатись з максимальною швидкістю.

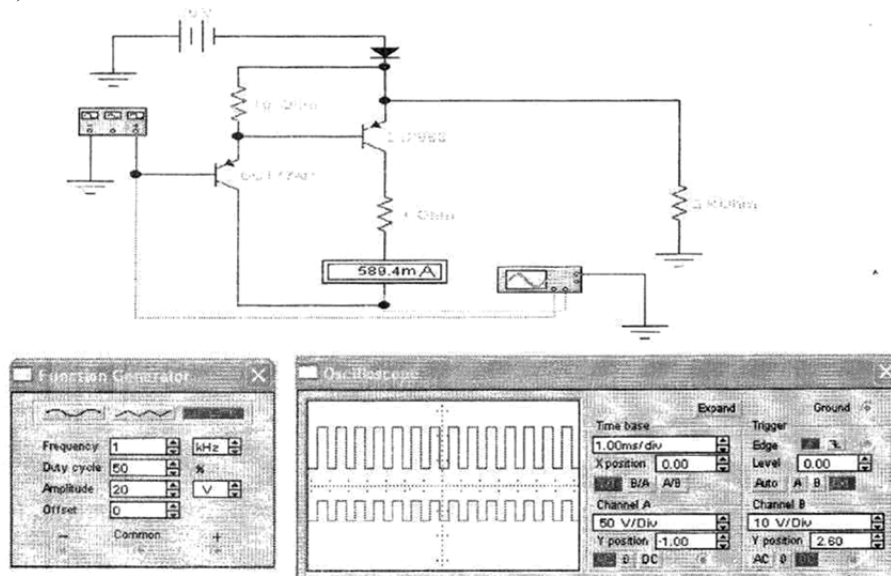
Струм розподілений між шістьма транзисторами, прочне проходить через «пробитий» транзистор.

Запобіжник ввімкнутий послідовно з «пробитим» транзистором, перегоряє, і останній відмикається. Струм навантаження знову рівномірно розподіляється між п'ятьма транзисторами, що залишились які забезпечують нормальну роботу електропривода.

Вдосконалення системи електропривода 1ЭЦ10М В зв'язку із появою нових типів електронних пристроїв є доцільним провести заміну існуючої застарілої бази на сучасну, яка за своїми характеристиками, якостями та періодом роботи, перевищує показники приладів, які встановлені на діюче озброєння.

За допомогою програми Electronic Work Bench на ПЕОМ можна змоделувати будь-який вузол, блок чи схему оснащену сучасними елементами, які відповідають заданим параметрам. В залежності від чого буде зменшуватися чи збільшуватися їх кількість, габаритні розміри системи, потужність, економічність чого вимагають сьогоднішні обставини.

Зокрема розглядаючи систему електропривода 1ЭЦ10М є доцільним провести її вдосконалення. Так підсилювач струму привода горизонтального наведення, який складається із шести паралельно ввімкнених напівпровідникових тріодів (транзисторів) серії П4БЭ, за допомогою яких здійснюється керування електродвигуном горизонтального наведення (змодельована схема даного підсилювача зображена на рис. 2).



**Рис. 2 – Підсилювач струму електропривода горизонтального наведення 1ЭЦ10М на шести паралельно ввімкнених тріодах П4БЭ**

У даній схемі є доцільним заміна шести транзисторів П4БЭ на транзистор, який за своїми параметрами та характеристиками задовольняє вимогам. При цьому принцип роботи підсилювача не

змінюється, а навпаки струм збільшується, що вказує на кращі показники транзистора (рис. 3). Також на екрані осцилографів зображено вхідний та вихідні імпульси, які і на першому так і на другому випадках залишається незмінним, що вказує на те, що і перехідні характеристики і сигнал управління транзисторами залишається стабільним, отже принцип роботи системи не міняється.

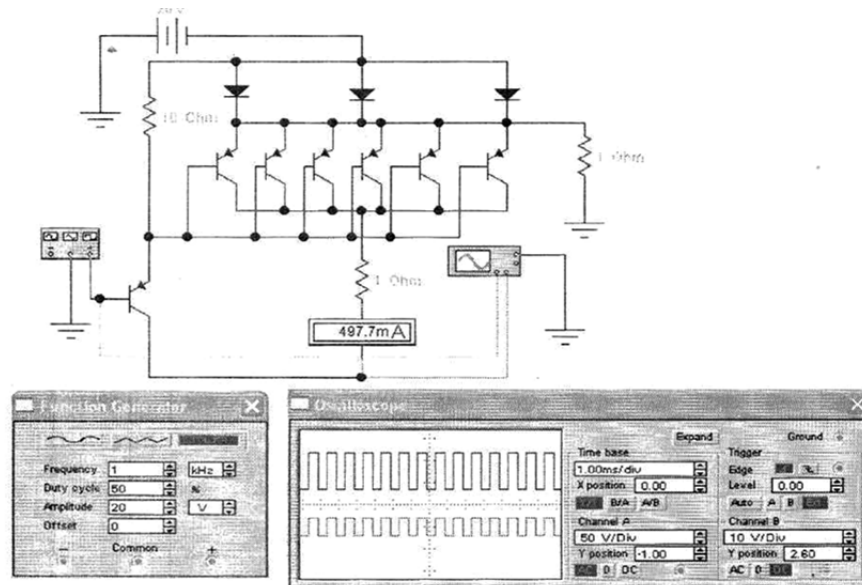


Рис. 3 – Підсилювач струму електропривода горизонтального наведення ІЭЦ10М на сучасній елементній базі

Також одним із позитивних явищ заміни транзисторів П4БЭ є те, що замінивши еквівалентним елементом, транзистор взятий з загальної бібліотеки Electronic Work Bench серії ZTX968, струм на колекторі у останнього та коефіцієнт підсилення більші. Отже вдосконалення електронних систем є вагомим кроком на шляху до повної заміни застарілої елементної бази сучасною, при чому принцип роботи системи залишається незмінним.

**Висновки.** В процесі роботи розрахований керуєми перетворювач та обраний генератор постійного струму зі змішаним збудженням. Всю систему змодельовано на ПЕОМ за допомогою програми Electronics Work Bench та досліджено перехідні процеси, які отримані за допомогою цієї програми. При розрахунку системи зроблені деякі припущення, а саме: не було враховано закон зміни ЕРС генератора, залежність струму якоря в силовому колі генератор-двигун.

Взагалі розроблена система швидко виходить на завданий режим роботи без перерегулювань за невеликий інтервал часу, що є хорошим показником в технічних характеристиках розробленої системи.

Також проведено вдосконалення системи електроприводу наведення озброєння БМП. Проведення заміни діючої застарілої елементної бази сучасною, в результаті чого отримується суттєве покращення роботи блоків системи та їх економічність.

### Список використаних джерел

1. Ключев В. І Теорія електроприводу / В. І. Ключев. – М.: ВШ, 1985. – 246 с.
2. Довідник з електричних машин 2т. / Сот. Н. А. Копилова – М.: ВШ, 1988. – 345 с.
3. Асинхронные двигатели серии ЧА: Справочник / А. Э. Кравчик, М. М. Шлаф, В. И. Афонин, Е. А. Соболенская. – М.: Энергоиздат, 1982. – 346 с.
4. Справочник по автоматизированному электроприводу / Под ред. В. А. Елисеева, А. В. Шинянского. – М.: Энергоиздат, 1983. – 425 с.

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

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДУ НАВЕДЕНИЯ ВООРУЖЕНИЕ БМП 1ЭЦ10М

**В.В. Милютин**

*В данной работе показана возможность осуществления модернизации системы управления электроприводом башни БМП за счёт применения современной элементной базы. Это позволяет повысить надёжность данной системы, уменьшить её габаритные размеры, а также улучшить рабочие характеристики.*

*Целью работы является разработка предложений по осуществлению усовершенствования и модернизации системы управления электроприводом башни БМП.*

**Ключевые слова:** *электропривод, усовершенствование, электронная схема, транзистор, кинематическая схема.*

## IMPROVEMENT OF ARMS BMP GUIDED ELECTRIC DRIVE 1ЭТС10М

**V.V. Milutin**

*This paper shows the possibility of upgrading the electric system of the tower BMP s by using modern components. It can improve the reliability of the system to reduce its overall size, and improve performance.*

*The aim is to develop proposals to implement the improvement and modernization of the electric control tower BMP.*

**Keywords:** *Electric, improvement, electronic circuits, transistors, kinematic scheme.*

УДК 623.1

**О.П. Григор'єв**, к.т.н., с.н.с.

**В.К. Набок**, к.військ.н., с.н.с.

*Військова академія (м. Одеса), Україна*

## ШЛЯХИ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ ПРОТИДІЇ НАЗЕМНИМ БОЙОВИМ РОБОТАМ

*Представлені структура та вихідні дані щодо створення системи протидії наземним бойовим робототехнічним комплексам.*

**Ключові слова:** *робот, призначення, застосування, протидія, система, ефективність.*

**Постановка проблеми.** Досвід сучасних війн і збройних конфліктів останнього часу дає підставу стверджувати, що революційний прорив провідних держав світу в інформаційній та технологічній сферах є основою для створення якісно нових збройних сил і способів їх застосування. У провідних країнах світу одним з перспективних напрямів розвитку збройних сил є створення безекіпажних бойових машин, здатних у майбутньому формувати бойові угруповання для виконання завдань при мінімальній участі людини. На даний час це серйозний виклик, який поки що не в повній мірі усвідомлений військовими спеціалістами.