

УДК 661.26

О.С. Чірікалов

Академія військово-морських сил ім. П.С. Нахімова, Севастополь

## ПОБУДОВА ТА АНАЛІЗ РОЗГОРНЕНОЇ ЦИКЛОГРАМИ РОБОТИ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СИСТЕМ КОРАБЕЛЬНОЇ АРТИЛЕРІЙСЬКОЇ УСТАНОВКИ СЕРЕДЬНОГО КАЛІБРУ

У статті наведено побудована автором розгорнена циклограма роботи основних функціональних систем корабельної артилерійської установки (КАУ) середнього калібру на прикладі КАУ АК-176. Проведений аналіз особливостей роботи і взаємодії механізмів систем КАУ, яка досліджується; на підставі експериментальних даних проведено аналіз акустичного шуму (АШ) працюючих механізмів одного з процесів роботи циклограми систем КАУ.

**Ключові слова:** акустичний сигнал, корабельні артилерійські установки, циклограма.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Однією з основних і необхідних умов виконання бойової задачі військовим кораблем є безвідмовне функціонування всіх комплексів корабельної зброї, до яких відносяться і корабельні артилерійські комплекси (КАУ). Швидкоплинність процесів в цьому режимі часто перешкоджає ефективному втручанням обслуговуючого персоналу у функціонування блоку, що відмовив, або системи, і відмова устаткування в цьому випадку може привести до зриву або зниження ефективності бойового застосування, якщо не передбачена автоматична компенсація відмов [1]. Таким чином, попередження відмов військової техніки і устаткування у відповідальних режимах є однією з найважливіших задач експлуатації, що при існуючих труднощах забезпечення і постачання підрозділів Збройних Сил України складає першорядну технічну проблему. Одним з перспективних напрямів рішення даної проблеми є впровадження автоматизованих систем контролю технічного стану контрольованого об'єкту і інформаційної підтримки оператора.

Досвід експлуатації, аналіз [2 – 7] і причини виниклих несправностей в системах КАУ ВМС України дозволяє зробити висновок про невідповідність існуючого ступеня контролю технічного стану механізмів КАУ сучасним вимогам.

КАУ є складними людино-машинними системами, однією з особливостей експлуатації яких є функціонування механізмів і систем КАУ в строгій певній послідовності (циклограмі), закладеній при проектуванні. При використуванні системи технічної діагностики для контролю технічного стану систем КАУ, визначення фактичного технічного стану елементів КАУ можливе за допомогою оцінки параметрів діагностичних ознак кожної системи при її функціонуванні по циклограмі.

Аналіз існуючих методів контролю технічного стану в різних областях промисловості дозволяє судити, що найбільш оптимальними є методи, засновані на аналізі параметрів АШ працюючих механізмів, які з

успіхом застосовуються при діагностиці механізмів і блоків автомобілів, залізничного транспорту, авіаційного устаткування і корабельних енергетичних установок. Одним з важливих чинників, які впливають на ефективність вживаної на основі даного методу системи діагностики механізмів КАУ, є використання при контролі досить повної і розгорненої циклограми роботи основних функціональних систем КАУ.

**Аналіз літератури** Аналіз літературних джерел [3, 6, 8, 9] показує, що в різних публікаціях, присвячених опису взаємодії і роботи механізмів КАУ, циклограма роботи систем містить недосить інформації для проведення діагностики, заснованої на аналізі параметрів АШ працюючих механізмів КАУ. Тому, представляється доцільним провести глибокий аналіз роботи основних функціональних елементів і систем КАУ з подальшою побудовою вдосконаленої циклограми для проведення якісного контролю їхнього технічного стану.

**Мета статті.** Метою запропонованої статті є побудова розгорненої циклограми роботи основних функціональних систем КАУ на прикладі КАУ АК-176, необхідної для проведення контролю технічного стану систем КАУ за допомогою методів акустичної діагностики.

### Основна частина

Аналіз роботи механізмів систем КАУ показав [2], що всі елементи працюють в жорсткій тимчасовій послідовності – циклограмі, тобто процес роботи механізмів чітко розділяється в часі і продовжується циклічно. Як показують попередні дослідження по аналізу і обробці АШ, проведені на КАУ АК-176, кожний з даних процесів роботи має свої акустичні характеристики. Тому наявність в АШ працюючих механізмів систем КАУ сторонніх компонент, вихід характеристик АШ за певні межі свідчить про виникнення змін в роботі механізмів, що дозволяє затверджувати про можливість використання акустичних характеристик шуму в певні моменти часу для контролю технічного стану механізмів систем

КАУ. Однією з необхідних умов визначення відповідності джерела АШ конкретному механізму при роботі елементів КАУ є точне знання циклограми роботи досліджуваної системи.

З урахуванням [2 – 7], досвіду ремонту і експлуатації розглядається КАУ для опису циклограми роботи механізмів АК-176, вкажемо наступні основні особливості роботи даної КАУ: КАУ є одностовольною автоматичною установкою закритого типу з дистанційним і місцевим керуванням; автоматика працює за рахунок енергії відкату; живлення безперервне, обойменне, з двох сторін; механізми подачі розділені на дві однакові групи і мають привід від загального електродвигуна. Система подачі складається з платформи, на якій розташовані два горизонтальні транспортери з обоймами по сімдесят шість пострілів, два ланцюгові елеватори з приймачами і два маятники з приводами. З транспортерів патрони штовхачами подаються у вертикальні затвори. Перенесення патрона з елеватора в приймач частини, що гойдається, виробляється маятником.

Циклограма – це графічне зображення в часі послідовності операцій циклу роботи механізмів автомата між двома пострілами, наступних один за іншим. Кінематичний цикл АК-176 доцільно вимірювати тимчасовим моментом закінчення роботи виконавчих механізмів (циклових), які виконують основну для кожної системи КАУ операцію. Кінематичний цикл відлічуватимемо від початкового положення циклового механізму; це положення приймемо за початкове положення кожної системи КАУ. У початковому положенні тільки циклові механізми систем займають своє початкове положення; решта механізмів може займати будь-які, відмінні від початкових, положення. При роботі систем АК-176 кожний з механізмів приходить в своє початкове положення після закінчення цілком певного часу, відлічуваного від початкового положення циклового механізму системи КАУ – фазового часу виконавчого механізму. У циклограмі АК-176 цикловими механізмами є механізми автоматики. Механізми автоматики в КАУ є групою деталей (ланок), які зв'язані між собою кінематичними зв'язками та скоюють сумісний рух. Механізми автоматики забезпечують автоматичне перезарядження стовбура і виробництво пострілу і виконують операції, пов'язані з подачею патронів в автоматі, підготовкою чергового патрона до пострілу, виробництвом пострілу, екстракцією стріляної гільзи.

Як показує аналіз експериментальних спостережень, характерні особливості роботи механізмів автоматики КАУ АК-176 полягають:

– у функціонуванні механізмів по строго певній послідовності (циклограмі), яка закладена при проектуванні;

– у різко несталому характері руху механізмів, великі швидкості і прискоренні руху патронів і деталей механізмів;

– у наявності ударів в певній послідовності при роботі механізмів;

– у змінні передавальні числа між ланками механізмів;

– у помітний вплив сил тертя на роботу механізмів;

– у функціонуванні механізмів по строго визначеній.

Враховуючи [2, 6 – 7], практичні рекомендації фахівців та обслуговуючого персоналу КАУ, досвід ремонту та експлуатації а також з урахуванням конструктивних особливостей КАУ, АК-176 доцільно умовно розділити на наступні функціональні системи:

1. Система вертикального наведення.
2. Система горизонтального наведення.
3. Система ручних приводів наведення.
4. Система подачі (поділяється на дві однакові для правої та лівої боків системи).
5. Система ручних приводів подачі.
6. Система здійснення пострілу.
7. Система охолодження.
8. Додаткові системи.

Одної з найбільш важливих умов виконання КАУ своїх функцій за призначенням є працездатність системи подачі та системи здійснення пострілу, тому контроль за їх технічним станом є необхідним та першорядним. З урахуванням особливостей роботи, експлуатації і ремонту систем КАУ АК-176, рекомендацій, висловлених в [1, 2, 6, 7], аналізу закономірностей в роботі і взаємодії механізмів КАУ, опису робочого процесу основних функціональних систем [2, 3, 7] КАУ АК-176 в тимчасовій послідовності, було побудована розгорнена циклограма роботи основних функціональних систем (системи подачі та системи здійснення пострілу) КАУ (рис. 1).

На рис. 1 цифрою 1 позначається робота механізмів приймача, затвору та відкатних частин автомату; 2 – робота механізмів системи подачі патронів; 3 – робота основних елементів системі здійснення пострілу. Слід відмітити, що робота ручних приводів подачі аналогічна циклограмі роботи системи подачі (зубчатий сектор та редуктор), але тривалість процесу залежить від професійної підготовки обслуговуючого персоналу. В момент пострілу також здійснюється робота бойової пружини, електромагніта, ролика та штока.

Аналіз практично одержаних осцилограм показує, що для кожної системи КАУ за умови правильного функціонування спостерігається повторюваність виду осцилограм між реалізаціями в часі. Крім того, моменти виникнення піків сигналів на реалізаціях співпадають за часом з моментами ударних взаємодій елементів механізмів систем КАУ, які позначені в циклограмі роботи КАУ.

Виходячи з цього, знаючи момент зупинки роботи механізмів систем КАУ і інформацію про сигнал в даний момент часу, визначається конкретний елемент або сукупність елементів, в яких виникла несправність. На рис. 2 приводиться графічне зображення АШ роботи систем перезарядки та здійснення пострілу (у холостому режимі) КАУ АК-176.

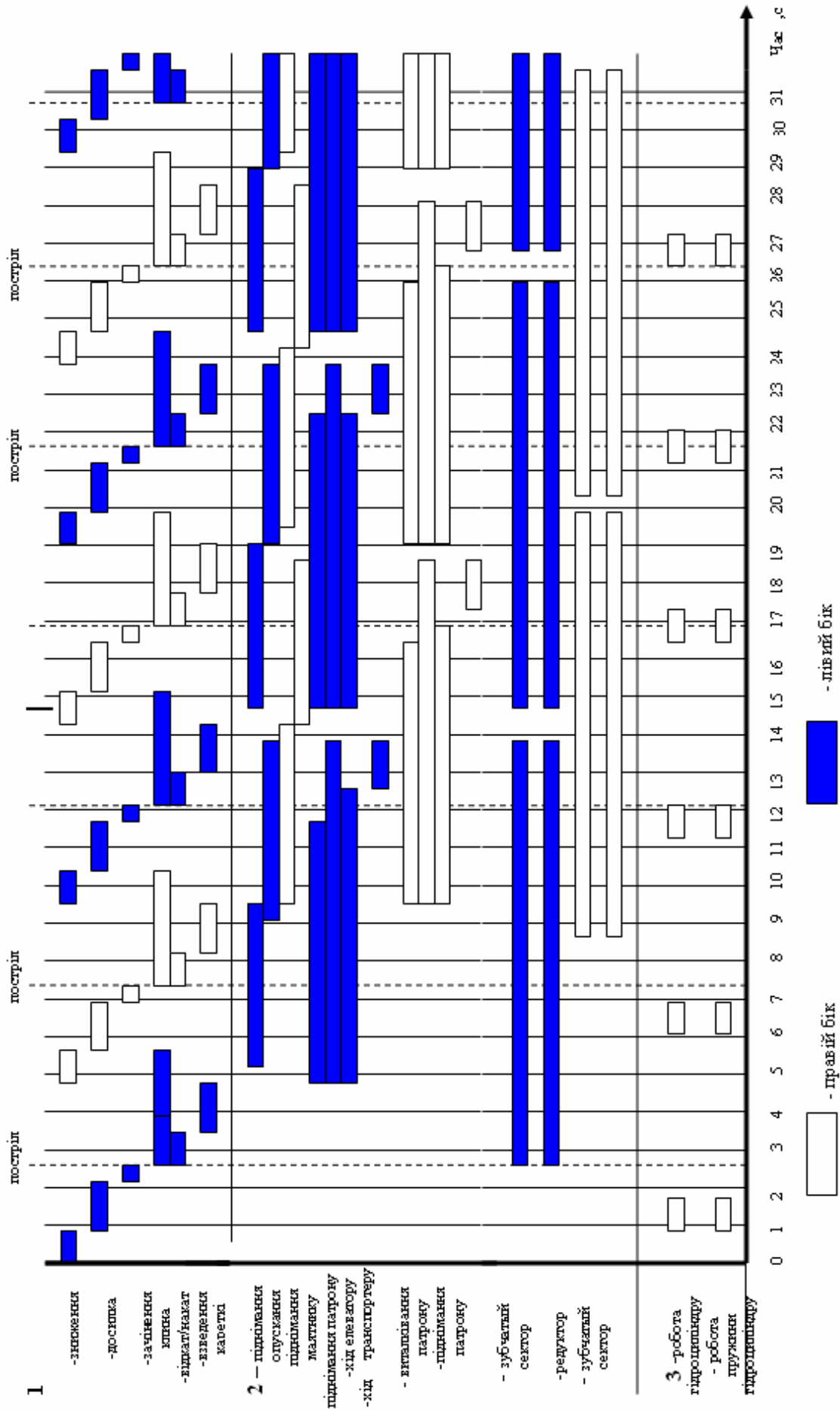


Рис. 1. Розгорнена циклограма роботи основних функціональних систем КАУ АК-176

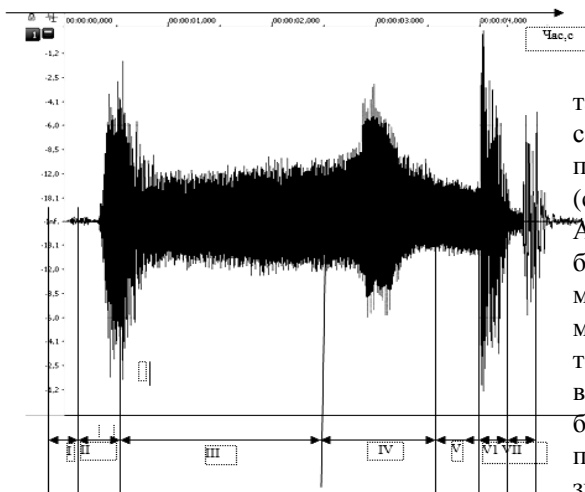


Рис. 2. АШ систем перезарядки здійснення пострілу (у холостому режимі) КАУ АК-176

Відрізок на акустикодіаграми I – шум роботи електродвигуна; II – взведення механізмів систем перезарядки та здійснення пострілу (перший пік – моноблок ствола відкатується назад, другий пік – здійснюється піджим, третій пік – взведення кареткі та досилювача); III – процес взведення пружин кареткі та досилювача; IV – процес взведення на стопор досилювача та кареткі; V – робота механізмів систем перезарядки та здійснення пострілу першого етапу (послідовність піків сигналу відповідає наступним діям механізмів: 1 – каретка кидає патрон до досилювача, 2 – спрацювання лапи подачі, 3 – подання ланцюгом пострілу патрона, 4 – повернення лапи, 5 – фіксація патрону виделками лапи, 6 – рух патрона до ланцюга товкача з транспортеру, 7 – проворот транспортеру); VI – робота механізмів здійснення пострілу другого етапу (послідовність піків сигналу відповідає наступним діям механізмів: 1 – спрацювання електромагніту спуска посилювача, 2 – схід зі стопорів досилювача, 3 – зниження посилювача, 4 – удар фланцем патрону по вибрасивачю, 5 – піднімання клина та удар відбитника, 6 – удар бійка); VII – шум роботи електродвигуна

## Висновок

В статті на підставі проведеного аналізу роботи та взаємодії основних механізмів та функціональних систем КАУ на прикладі КАУ АК-176 була запропонована розгорнена циклограма роботи систем (системи подачі та здійснення пострілу) КАУ АК-176, контроль за технічним станом котрих є найбільш необхідним та може здійснюватися за допомогою методів акустичної діагностики. Показана можливість розшифрування акустичного шуму систем працюючих КАУ за допомогою циклограм з вказівкою конкретних елементів та механізмів, які безпосередньо функціонують у даному робочому процесі. **Напрямок подальших досліджень** є визначення та складання алфавіту необхідних ознак дефектів основних функціональних елементів систем КАУ з метою визначення методів та правил розпізнавання їх технічного стану.

## Список літератури

1. Фокин Ю.Г. Надежность при эксплуатации технических средств / Ю.Г. Фокин – М.: МО СССР, 1970. – 224 с.
2. Артиллерийская корабельная установка АК-176. Техническое описание. – М.: МО СССР, 1982. – 256 с.
3. Артиллерийская корабельная установка АК-176. Альбом рисунков к ТО. – М.: МО СССР, 1982. – 244 с.
4. Тушин В.В. Теория и эксплуатация корабельных автоматических артиллерийских установок. Т. 1 / В.В. Тушин. – Л.: ВМА им. Гречко А.А. – 1977. – 312 с.
5. Тушин В.В. Теория и эксплуатация корабельных автоматических артиллерийских установок. Т. 2 / В.В. Тушин. – Л.: ВМА им. Гречко А.А. – 1978. – 296 с.
6. Роговский А.И. Артиллерийская установка АК-176с системой приборов управления стрельбой МР-123 / А.И. Роговский В.В. – С.: ЧВВМУ имени П.С. Нахимова, 1991. – 46 с.
7. Филатов Г.К. Основы устройства и эксплуатации корабельных автоматических артиллерийских установок / Г.К. Филатов, В.П. Швеиц. – С.: ЧВВМУ имени П.С. Нахимова, 1983. – 188 с.

Надійшла до редколегії 4.11.2009

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Д.Б. Кучер, Академія військово-морських сил ім. П.С. Нахімова, Севастополь.

## ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ РАЗВЕРНУТОЙ ЦИКЛОГРАММЫ РАБОТЫ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ КОРАБЕЛЬНОЙ АРТИЛЛЕРИЙСКОЙ УСТАНОВКИ СРЕДНЕГО КАЛИБРА

А.С. Чирикалов

В статье представлено построение автором развернутая циклограмма работы основных функциональных систем корабельной артиллерийской установки (КАУ) среднего калибра на примере КАУ АК-176. Проведен анализ особенностей работы и взаимодействия механизмов систем исследуемой КАУ; на основе экспериментальных данных представлен анализ акустического шума работающих механизмов одного из процессов работы циклограммы систем КАУ.

**Ключевые слова:** акустический сигнал, корабельные артиллерийские установки, циклограмма.

## CONSTRUCTION AND ANALYSIS OF UNFOLDED CYCLEGRAMMA OF WORK OF FUNCTIONAL SYSTEMS OF SHIP ARTILLERY SETTING OF MIDDLE CALIBER

A.S. Chirikalov

In the article it is represented unfolded cyclegramma of work of the basic functional systems of the ship artillery setting (SAS) of middle caliber built by an author on the SAS AK-176 example. The analysis of features of work and co-operation of system mechanisms, which is explored, and constructed SAS; on the basis of experimental information the analysis of acoustic noise to the working mechanisms of the definite processes of work of SAS's system cyclegramma is represented.

**Keywords:** acoustic signal, ship artillery options, cyclegramma.