

тому існує наполеглива потреба вжити спеціальні заходи стосовно виключення негативного впливу сигналів великої тривалості і потужності на ефективність РТІС з АЛАГ.

### Список літератури

1. Большая Советская Энциклопедия. – 1978. – Т. 10.
2. Монзинго Р.А., Миллер Т.У. Адаптивные антенные решетки: введение в теорию – М.: Радио и связь, 1986. – 448 с.
3. Ширман Я.Д., Манжос В.Н. Теория и техника обработки радиолокационной информации на фоне помех – М.: Радио и связь, 1981. – 416 с.
4. Дулевич В.Е. Теоретические основы радиолокации. – М.: Сов. радио, 1964. – 731 с.
5. Кремер И.Я. Пространственно-временная обработка сигналов. – М.: Радио и связь, 1984. – 224 с.

6. Воеводин В.В., Кузнецов Ю.А. Матрицы и вычисления. – М.: Наука, 1984. – 320 с.
7. Заездный А.М. Основы расчетов по статистической радиотехнике. – М.: Связь, 1969. – 447 с.
8. Ермаков С.М., Михайлов Г.А. Курс статистического моделирования. – М.: Наука, 1976. – 560 с.
9. Кузьмин С.З. Цифровая радиолокация: Введ. в теорию. – К.: КВЦ, 2000. – 428 с.
10. Ширман Я.Д. Теоретические основы радиолокации. – М.: Сов. радио, 1970. – 560 с.

**Рецензент:** д.т.н., с.н.с. А.М. Зубков, Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів.

### Особенности обнаружения сигналов большой длительности и мощности в радиотехнических информационных системах с адаптивной антенной решеткой

Б.Ф.Бондаренко, В.В.Дацик, К.М.Семибаламут, В.Ю.Тымчук

На примере радиолокационной станции показано негативное влияние полезного сигнала значительной длительности и мощности на эффективность работы радиотехнических информационных систем с адаптивными линейными антенными решетками. Показано, что такое влияние проявляется в изменении модулей весовых коэффициентов элементов решетки и этим самым в появлении неопределенности относительно номинального порога обнаружения. С использованием математического аппарата линейной алгебры синтезирован алгоритм оптимального обнаружения сигналов указанного класса. Предложены подходы к обеспечению надлежащей эффективности радиотехнической системы.

**Ключевые слова:** радиотехническая информационная система, адаптивные линейные антенные решетки, обработка сигналов, корреляционная матрица, статистическое моделирование, априорная неопределенность, сигнально-помеховая обстановка.

### The detection of long range and high power signals in information radio systems with adaptive antenna array

B. Bondarenko, V. Datsyk, K. Semybalamut, V. Tymchuk

The negative impact of long range and high power signal on efficiency of radar system with adaptive linear antenna array (AA) is shown. It has been proved that mentioned effect causes changes of AA module weights and impossibility of determination of detection threshold. The optimal signal processing algorithm is synthesized.

**Keywords:** information radio system, radio detection, adaptive antenna array, signal processing, detection, correlation matrix, simulation, interferences.

УДК 621.43.03

В.М. Гераськін<sup>1</sup>, А.М. Божок<sup>2</sup>, Д.В. Гераськін<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Факультет військової підготовки Кам'янець-Подільського Національного університету ім. Івана Огієнка, м. Кам'янець-Подільський,

<sup>2</sup> Подільський Державний аграрно - технічний університет, Кам'янець-Подільський,

<sup>3</sup> Факультет військової підготовки Національного авіаційного університету, Київ.

### ДВОІМПУЛЬСНИЙ РЕГУЛЯТОР ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ ДИЗЕЛЯ ПОЛКОВОЇ ЗЕМЛЕРИЙНОЇ МАШИНИ ПЗМ-2

У статті надано принципову схему та описано роботу двоімпульсного регулятора частоти обертання колінчастого вала дизеля полкової землерийної машини ПЗМ-2 з додатковими регулювальними імпульсами за змінюванням у впускному тракті тиску наддуву і швидкості його змінювання.

**Ключові слова:** двоімпульсний регулятор, пневматичний чутливий елемент, центральна, периферійна і основна діафрагми, регулювальний дросель, дозатори, впускний тракт, регулювальний імпульс.

## Постановка проблеми

Одним із засобів підвищення точності підтримання заданого швидкісного режиму дизельних двигунів внутрішнього згорання (дизелів) в умовах перемінних навантажень є двоімпульсні регулятори, чутливі елементи яких вимірюють і формують регулювальні діяння в залежності від двох параметрів. Першим таким параметром завжди є регулювальний (частота обертання колінчастого вала), а другим може бути кутове прискорення, зовнішнє навантаження, тиск наддуву тощо.

## Аналіз останніх досліджень

Найбільшого розповсюдження знайшли двоімпульсні регулятори за частотою обертання і прискорення на дизелях автотракторного типу, а за частотою обертання і навантаження - на дизелях електроагрегатів та електростанцій, на яких частоту обертання регламентують державними стандартами. Однак в теперішній час у двигунобудуванні склалась тенденція підвищення потужності автотракторних дизелів без зміни їх габаритів і об'єму підкапотного простору, що призвело до необхідності використання на них наддуву із залученням турбокомпресорів. При різкому зростанні навантаження автоматичні регулятори за частотою обертання з великою швидкістю переміщують рейку паливного насоса високого тиску (ПНВТ) в бік підвищення циклової подачі палива (ЦПП) для компенсації зміни навантаження. Але через інерційність турбокомпресора подача повітря в циліндри дизеля збільшується з великим сповільненням, внаслідок цього різко знижується коефіцієнт надлишку повітря, що призводить до неповноти згорання, пониження його потужності і економічності і різкого збільшення токсичності відпрацьованих газів.

## Постановка завдання

Для усунення цього в дизелях з газотурбінним наддувом крім регулювального імпульсу за відхиленням частоти обертання в закон регулювання вводиться другий регулювальний імпульс за відхиленням тиску наддуву, сформований діафрагмовим чутливим елементом. Як показали дослідження і практика експлуатації, подача другого імпульсу за наддувом на рейку ПНВТ зменшує кількість шкідливих компонентів з відпрацьованими газами, але дещо знижує приємісткість дизеля (1,2).

## Виділення не вирішених раніше частин проблеми

У зв'язку з цим на кафедрі тракторів, автомобілів та енергетичних засобів Подільського державного аграрно-технічного університету (ПДАТУ) на базі ПНВТ УТН-5 виробництва Ногінського заводу

паливної апаратури (Росія) був розроблений двоімпульсний регулятор, в якого на орган дозування паливоподачі крім регулювальних імпульсів за відхилення частоти обертання і величини наддуву додатково подавався регулювальний імпульс за швидкістю (перший похідний) відхилення наддуву (3). Пізніше на цій же кафедрі за участю кафедри інженерного озброєння факультету військової підготовки КПНУ був розроблений двоімпульсний регулятор з додатковим регулювальним імпульсом за швидкістю змінювання тиску наддуву на базі ПНВТ НД-22/664 виробництва Вільнюського заводу паливної апаратури (Литва) для дизеля СМД-62 полкової землерийної машини ПЗМ-2 (4).

## Виклад основного матеріалу дослідження

Запропонований механічний двоімпульсний регулятор частоти обертання колінчастого вала дизеля містить базовий відцентровий регулятор 41 (рис. 1), установлений на валу 31, зв'язаному через зубчасту передачу 37 з кулачковим валом ПНВТ. На валу 31 жорстко закріплена маточина 38 з шарнірно з'єднаними тягарцями 40 і установлена рухома муфта 39, що знаходиться у постійній взаємодії через ролики 35 з тягарцями 40 і ролик 34 - з вильчастим важелем 32, який одним кінцем шарнірно з'єднаний з важелем 33 коректора, а протилежним кінцем - із підсумовуючим важелем 1.

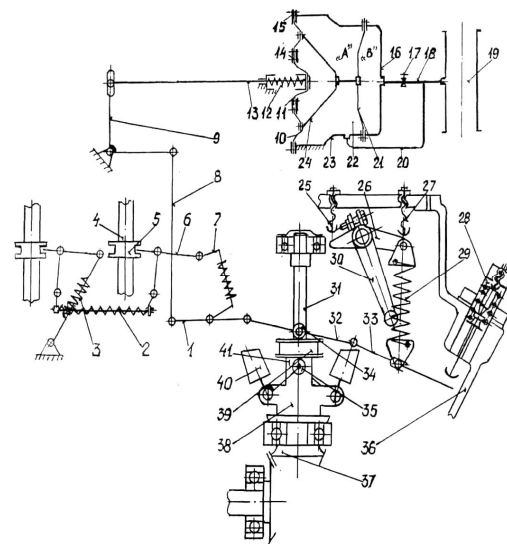


Рис. 1. Принципова схема двоімпульсного регулятора частоти обертання колінчастого вала дизеля

Швидкісний режим дизеля налаштовується зовнішнім важелем (30), змінюванням натяжки відновлювальної пружини 29, з'єднаної верхнім кінцем з важелем 26, а нижнім кінцем - з важелем 32. В кришці 36 регулятора вмонтований коректор 28 циклової подачі палива (ЦПП) за частотою обертання, а в його корпусі - регульовані гвинти 25, 27. Середньою точкою підсумовуючий важіль 1 через регульовану

тягу 7 з'єднаний з важелем 6 привода дозаторів 5 зміни паливоподачі, установленим на плунжерах 4 першої, а через з'єднувальну тягу 2 - другої секції ПНВТ. Важіль привода дозатора другої секції взаємодіє з пусковою пружиною 3.

Підсумовуючий важіль 1 через тягу 8 і двоплечий важіль 9 шарнірно з'єднаний з вихідною тягою 13 пневматичного чутливого елемента 22 вимірювання величини і швидкості змінювання тиску наддуву. Елемент 22 містить голчастого типу регулювальний дросель 17, нерухомий корпусу 23, основну діафрагму 21, притиснену периферійним участком 16 до корпусу 23, розміщені концентрично і співвісно з діафрагмою 21, периферійну діафрагму притиснену кришкою 15 до корпусу 23, а основою трьома розміщеними через  $120^\circ$  тягами 24, зв'язаними з основою діафрагми 21, і центральну діафрагму притиснену кришкою 14 до корпусу 23, а основою з'єднану з одним кінцем вихідної тяги 13. Для повернення центральної діафрагми 11 у вихідне положення на тязі 13 встановлена зворотна пружина 12, один торець якої впирається в основу центральної діафрагми 11, а інший – в нерухомий корпус 23.

Порожнина „А” чутливого елемента утворена спільним корпусом 23, центральною 11 і периферійною 10 діафрагмами, а також основною діафрагмою 21, сполученою з впускним трактом 19 дизеля пневмолінією 20 безпосередньо, а порожнина „В”, утворена спільним корпусом 23 і основною діафрагмою 21, сполучена із впускним трактом 19 пневмолінією 18 через регулювальний дросель 17.

Працює двоімпульсний регулятор наступним чином.

В установленому режимі в результаті рівності крутного моменту дизеля і моменту опору споживача енергії установлюється певний швидкісний режим його роботи. Чутливий елемент частоти обертання відцентрового регулятора 41 під дією тягарців 40 займає певне положення і через ролики 35, муфту 39, важіль 32, підсумовуючий важіль 1, тягу 7 і важіль 6 утримує дозатори 5 ПНВТ в положенні, що відповідає ЦПП усталеного режиму по каналу дії частоти обертання.

В усталеному навантажувальному і відповідно до цього швидкісному режиму дизеля його турбокомпресор теж працює в усталеному режимі, і у впускному тракті 19 установлюється певний тиск наддуву, який через пневмолінію 18 і дросель 17 передається в порожнину „В”, а пневмолініями 18,20 - в порожнину „А”, забезпечуючи в них однакові із впускним трактом тиск повітря. В результаті дії сил тиску в порожнинах „А”, „В” і пружини 12, діафрагма 11 через вихідну тягу 13, двоплечий важіль 9, тягу 8, підсумовуючий важіль 1, тягу 7 і важіль 6 утримує дозатори 5 ПНВТ в положенні, що відповідає ЦПП установленого навантажувального і швидкісного

режиму по каналу дії тиску наддуву, а отже, усталеному режиму наддуву повітря в циліндрах дизеля.

При різкому зменшенні навантаження крутний момент на колінчастому валу зникає, але ще від попередньої ЦПП частота обертання колінчастого вала дизеля і вала 31 збільшиться. В результаті дії відцентрової сили тягарці 40 розійдуться і, здолавши зусилля відновлювальної пружини 29, через ролики 35 муфту 39, ролик 34, важелі 32,1,7,6 перемістять дозатори 5 в бік зменшення ЦПП і частоти обертання колінчастого вала дизеля. Однак різке збільшення частоти обертання колінчастого вала на початку перехідного процесу та інерційність турбокомпресора різко понизить тиск наддуву у впускному тракті 19, який буде передаватися пневмолініями 18, 20 в порожнину „А”, а пневмолінію 18 і дросель 17 в порожнину „В”. Через наявність дроселя тиск у порожнині „В” буде падати повільніше, ніж у порожнині „А”. Від цього переміщення діафрагми 21 і зв'язаною з нею тягами 24 діафрагми 10 сповільниться, створюючи ще додаткове падіння тиску у порожнині „А”. Діафрагма 11 від дії цих двох падінь тиску з одного боку, а з іншого - атмосферного тиску і пружини 12 перемістить вихідну тягу 13. При цьому буде додаватися два переміщення, і вихід тяги 13 буде складатися із переміщення, викликаного змінюванням вхідного тиску у тракті 19 і переміщенням, викликаного швидкістю (перший похідний) його змінювання. Далі тяга 13 через важіль 9, тягу 8, підсумовуючий важіль 1, тягу 7 і важіль 6 перемістить дозатори 5 ПНВТ в положення, що відповідатиме ЦПП на новому навантажувальному режиму роботи дизеля.

У міру вирівнювання тиску повітря в порожнинах „А”, „В” і впускному тракті 19 діафрагма 21 і зв'язана з нею тягами 24 діафрагма 10, перемістяться управо, забезпечуючи зникнення додаткового зменшення тиску в порожнині „А”, а отже, і додаткового, пропорційного швидкості (перший похідний) змінювання тиску в тракті 19 переміщення, а також переміщення діафрагми 11, остаточно установлюючи через систему важелів і тяг дозатори 5 ПНВТ в положення даного навантажувального і відповідно до нього швидкісного режиму дизеля.

Таким чином, в перехідному процесі як при різкому зменшенні, так і при збільшенні навантаження на дизель переміщення дозаторів 5 ПНВТ складається із трьох переміщень, тобто діючий на них регулювальний імпульс буде складатися із переміщення, викликаного змінюванням частоти обертання колінчастого вала дизеля, переміщення, викликаного змінюванням тиску наддуву у впускному тракті 19 і переміщення, викликаного швидкістю змінювання тиску наддуву. І чим різкіше зменшення (збільшення) навантаження, тим більшою за величиною буде складова переміщення, викликаного швидкістю змінювання тиску наддуву, через більший від цього перепад тиску в порожнинах „А”, „В” і тим самим збільшиться

швидкодія на дозатори 5 ПНВТ регульовального імпульсу, пропорційного швидкості змінювання тиску наддуву повітря в циліндри дизеля. Після установавання навантаження і в результаті вирівнювання тиску наддуву повітря у порожнинах „А”, „В” і у впускному тракті 19 це переміщення зникає.

### Висновки

Використання запропонованого двоімпульсного регулятора завдяки компенсації змінюваного навантаження з більшою інтенсивністю одночасно трьома регульовальними імпульсами дасть можливість підвищити точність підтримання заданого швидкісного режиму дизеля в умовах перемінних навантажень, що через зменшення відхилень частоти обертання в перехідних процесах зменшить перевитрату палива, підвищить приємність, експлуатаційну потужність і виробність приводимих ним технологічних машин і агрегатів, а також зменшить кількість токсичних речовин, що викидаються з його відпрацьованими газами в навколишнє середовище. У випадку відмови регульовального імпульсу по каналу змінювання тиску наддуву цей регулятор буде працювати як одноімпульсний (серійний) за принципом відхилення тільки частоти обертання, із збереженням безпечної роботи дизеля.

За рахунок поєднання в одну конструкцію як вимірвача змінювання тиску наддуву, так і

швидкості його змінювання зменшується матеріаломісткість і трудозатрати на виготовлення чутливого елемента тиску наддуву, а його технічна реалізація, у вигляді окремої приставки, суттєво не змінює конструкції ПНВТ, що сприятиме його впровадженню на дизелях полкових землерійних машинах ПЗМ - 2.

### Список літератури

1. Кислов В.Г., Баширов Р.М., Попов В.Я. *Топливные насосы распределительного типа*. - М.: Машиностроение, 1975. – 176 с.
2. Крутов В.И., Горбаневский В.Е., Кислов В.Г. *Топливная аппаратура автотракторных двигателей / под общ. ред. В.И. Крутова*. – М.: Машиностроение, 1985. – 208 с.
3. *Полковая землеройная машина ПЗМ-2; Техническое описание, эксплуатация и хранение*. – М.: Военное издательство Министерства обороны СССР, 1976. – 240 с.
4. Патент №31183. *Двоімпульсний регулятор частоти обертання двигуна внутрішнього згорання / Божок А.М.* Опубл. 25.03.2008. Бюл. № 6.

**Рецензент:** к.т.н., проф. В.А. Мельник, Факультет військової підготовки Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка, м. Кам'янець-Подільський.

### Двухимпульсный регулятор частоты вращения дизеля полковой землеройной машины ПЗМ-2

В.Н. Гераськин, А.М. Божок, Д.В. Гераськин

*В статье представлено принципиальную схему и описано работу двухимпульсного регулятора частоты вращения коленчатого вала дизеля полковой землеройной машины ПЗМ-2 с дополнительными регулируемыми импульсами по изменению во впускном тракте давления наддува и скорости его изменения.*

**Ключевые слова:** *двухимпульсный регулятор, пневматический чувствительный элемент, центральная, периферийная и основная диафрагмы, регулирующий дроссель, дозаторы, впускной тракт, регулирующий импульс.*

### Double-pulse speed governor of diesel of PZM-2regimental earthmover

V.Heraskin, A.Bozhok, D.Heraskin

*The article presents principal scheme and describes functioning of double-pulse speed governor of diesel crank-shaft of PZM-2 regimental earthmover with additional governing responses to change in multiport charging pressure and speed of its change.*

**Keywords:** *double-pulse governor, pneumatic sensor, central and outlying districts and primary diaphragms, controller throttle, metering devices, inject canal, regulative impulse.*