



УКРАЇНА

(19) UA (11) 10814 (13) U

(51) 7 F02D1/04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) РЕГУЛЯТОР ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

1

2

(21) u200506441

(22) 30.06.2005

(24) 15.11.2005

(46) 15.11.2005, Бюл. № 11, 2005 р.

(72) Головчук Андрій Федорович, Назаренко Олексій Олексійович, Арендаренко Володимир Миколайович, Харак Руслан Миколайович

(73) Головчук Андрій Федорович, Назаренко Олексій Олексійович, Арендаренко Володимир Миколайович, Харак Руслан Миколайович

(57) Регулятор частоти обертання двигуна внутрішнього згоряння, що містить чутливий елемент, зв'язаний через одне плече двоплечого важеля з органом дозування палива, а через інше плече - з верхніми і нижніми упорами головної і коригувальної пружин, причому важіль керування має поворотний упор з фіксатором, а нижній упор головної

пружины - шток, один електромагніт з підпружиненим якорем з'єднаний з важелем керування, другий електромагніт при наявності струму в котушці збудження працює як переставний обмежувач ходу двоплечого важеля, а при відсутності електричного струму регулює подачу палива у режимі максимального крутного моменту, третій електромагніт кінематично зв'язаний з поворотним упором важеля керування, який відрізняється тим, що обладнаний безконтактною системою перемикання режиму регулювання, зв'язаною з органом керування редуктора коробки передач енергетичного засобу та захищеною від електрорушійної сили самоіндукції, яка створює безпечні умови роботи електричної мережі енергетичного засобу та його експлуатації в цілому.

Винахід належить до автотракторного машинобудування, зокрема до пристроїв для автоматичного регулювання двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ).

Відомі всережимні регулятори двигунів внутрішнього згоряння, які використовуються на автотракторних і комбайнових дизелях [Крутов В.Й. Автоматическое регулирование двигателей внутреннего сгорания. М.: Машиностроение, 1979, с. 233 - 236.; Кислов В.Г. и др. Конструирование и производство топливной аппаратуры тракторных дизелей. М.: Машиностроение, 1971, с. 34 - 39.]

На автомобілях і колісних тракторах, які експлуатуються на транспортних роботах краще застосовувати дворегимне регулювання, яке забезпечує зниження витрати палива на 5...10% і зменшення димлення відпрацьованих газів [Головчук А.Ф. Исследование регуляторов скорости автотракторных и комбайновых двигателей, Двигательостроение, 1984, № 8, с. 27-29]

В зв'язку з тим, що колісні трактори використовуються як на польових сільськогосподарських роботах, так і на транспортних роботах, то на таких енергетичних засобах механізації бажано мати універсальний регулятор [А.С. № 928054, К.Е. До-

лганов, А.Г. Говорун, А.Ф. Головчук, Н.Ю. Серезко, Опубликовано 15.05.82. Бюллетень №18]. Універсальний регулятор при всережимному регулюванні частоти обертання колінчастого вала ДВЗ забезпечить постійну швидкість руху машинно - тракторного агрегату при роботі двигуна як на номінальному, так і на часткових швидкісних режимах, наприклад, при міжрядному обробітку і збиранні технічних і зернових культур, оранці, культивациі, посіві, висадці картоплі, розсади та на інших польових роботах. Дворегимне регулювання універсальний регулятор забезпечить при використанні трактора з причепом на транспортних перевезеннях, при яких швидкість і навантаження трактора змінюється в широкому діапазоні. Універсальні регулятори частоти обертання ДВЗ можуть бути з ручним і автоматизованим переключенням режимності роботи дизеля [А.С. 1082975, К.Е. Долганов, И.Е. Каньковский, В.И. Романюк, Г.И. Остапенко, А.Ф. Головчук, Опубл. 30.03.84. Бюл. № 12; А.С. 1813903, К.Е. Долганов, А.Ф. Головчук, Опубл. 07.05.93. Бюл. № 17]

Найбільш близьким до запропонованого винаходу є "Регулятор частоти обертання двигуна внутрішнього згоряння" [А.С. 2003119884, МПК⁷ F 02

(13) U
(11) 10814
(19) UA

Д 1/04 А.Ф. Головчук, В.М. Арендаренко, Р.М. Харак, О.О. Назаренко, В.Д. Орехівський, Опубл. 15.09.2004. Бюл. № 9] який містить чутливий елемент, зв'язаний з органом дозування палива через одне плече двоплічного важеля, на який діє гвинт для регулювання подачі палива на режимі максимального крутного моменту, а через інше плече - з розташованими між верхнім і нижнім упорами головної і коректорної пружинами. Важіль керування обладнаний поворотним упором з фіксатором. Нижній упор обладнаний штоком. Регулятор обладнаний переставним обмежувачем ходу двоплічного важеля, виконаного у вигляді підпружиненого якоря електромагніта, який при наявності струму в котушці збудження працює як переставний обмежувач ходу двоплічного важеля, а при відсутності електричного струму регулює подачу палива на режимі максимального крутного моменту. Другий електромагніт з підпружиненим якорем зв'язаний з важелем керування. Поворотний упор кінематичне з'єднаний з якорем третього електромагніта, що має дві незалежні обмотки збудження.

Недоліком цієї конструкції є застосування контактно-ї системи перемикачів режимності регулювання та незахищеність цієї системи від електро-рушійної сили самоіндукції. Це означає, що при встановленні такого регулятора на паливний насос високого тиску та його експлуатації буде відбуватися підгоряння контактів системи перемикачів режимності регулювання, що автоматично призведе до замикання бортової електричної мережі енергетичного засобу, а як наслідок, до підвищення небезпеки його експлуатації.

Винаходом ставиться завдання: зменшення експлуатаційних витрат палива, збереження ресурсу двигуна і забезпечення безпечної експлуатації енергетичного засобу можливістю автоматичного перемикачів з всережимного регулювання на дворегимне і навпаки.

Поставлене винаходом завдання досягається тим, що у регуляторі частоти обертання двигуна внутрішнього згоряння, що містить чутливий елемент, зв'язаний через одне плече двоплічного важеля з органом дозування палива, а через інше плече з розташованими між верхнім і нижнім упорами головної і коригувальної пружин, причому важіль керування має поворотний упор з фіксатором, а нижній упор головної пружини - шток, один електромагніт з підпружиненим якорем, з'єднаний з важелем керування, другий електромагніт при наявності струму в котушці збудження працює як переставний обмежувач ходу двоплічного важеля, а при відсутності електричного струму регулює подачу палива на режимі максимального крутного моменту, третій електромагніт кінематичне зв'язаний з поворотним упором важеля керування, має на штоку шунт, згідно винаходу регулятор обладнаний безконтактною системою перемикачів режимності регулювання, зв'язаною з органом керування редуктора коробки передач енергетичного засобу.

Регулятор частоти обертання двигуна внутрішнього згоряння має переставний обмежувач ходу двоплічного важеля, який встановлено на кришці регулятора, та три електромагніти, один із яких

зв'язаний із внутрішнім важелем керування регулятором, другий - з переставним обмежувачем ходу двоплічного важеля, а третій - з поворотним упором внутрішнього важеля керування і через шунт на штоку з датчиком ДЧВ-01П вмикає (вимикає) електромагніт, через який всі три електромагніти електрично з'єднані з безконтактною системою, яка взаємодіє з органом керування редуктора коробки передач енергетичного засобу. Для забезпечення переміщення поворотного упора поперемінно в двох протилежних напрямках необхідно щоб, зв'язаний з ним електромагніт мав дві котушки збудження з протилежним напрямком електромагнітних полів, які з'єднані з безконтактною системою так, що в електричний ланцюг вмикається поперемінно тільки одна з котушок збудження.

На Фіг.1 показана схема запропонованого регулятора; на Фіг.2 - схема розподільника керуючого сигналу датчика ДЧВ-01П; Фіг.3 - принципова схема електронного ключа; Фіг.4 - закон переміщення h органа дозування палива в залежності від частоти обертання n вала двигуна.

Регулятор містить механічний чутливий елемент 1, який діє через одне плече 2 двоплічного важеля 4 з органом 3 дозування палива, а через інше плече з важелем 17, який зв'язаний з верхнім 10 і нижнім 16 упорами головної 15 і коригувальної 7 пружинами. У корпусі регулятора 18 встановлений внутрішній важіль керування 46, обладнаний поворотним упором 13 з кульковим фіксатором 11 для утримання упора в одному з двох крайніх положень. Нижній упор 16 обладнаний штоком 14. Верхній упор 10 за допомогою осі 12 зв'язаний з важелем 46. Внутрішній стакан 9 пружиною 15 за допомогою нижнього упора 16 притиснутий до торцевої поверхні зовнішнього стакана 6. Між стаканами 9 і 6 розташований стакан 8 коригувальної пружини 7, зв'язаний з двоплічним важелем 4. Пружина 7 впирається в кільце 5. Регулятор обладнаний електромагнітом 21, який складається з корпусу 19, переставного обмежувача 20 ходу важеля 17, який виконаний як одне ціле з якорем 23. При відсутності струму в обмотці електромагніта 21 якорь утримується у верхньому положенні пружиною 23 і електромагніт виконує функцію коректора. Внутрішній важіль керування 46 взаємодіє зі штоком якоря 25 електромагніта 27. При відсутності струму в обмотці електромагніта 27 пружина 26 утримує якорь 25 у нижньому положенні, і він не перешкоджає переміщенню важеля 46. Поворотний упор входить у вилку, виконану на штоку 28, прикріпленого з однієї сторони до якоря 38 електромагніта 30, який має дві незалежні обмотки збудження 31 і 32. З іншої сторони шток із шунтом 28 взаємодіє з датчиком ДЧВ-01П 34, розподільником 35 керуючого сигналу (Фіг.2) та електронними ключами 36 і 37 (Фіг.3), через які обмотки всіх електромагнітів з'єднуються із двома вимикачами 39 і 40, встановленими на штоку 41 в редукторі 43 коробки передач трактора напроти валика 45 з вилкою 42 для ввімкнення понижуючої чи підвищуючої передачі, зв'язаного з органом керування 44, який має два робочих положення: у положенні ПР (робочий ряд) вклучена понижуюча

передача для виконання трактором польових сільськогосподарських робіт, а в положенні ТР (транспортний ряд) включена підвищуюча передача для використання трактора на транспортних перевезеннях. При відсутності електричного струму в обмотках електромагніта 30 його якір 38 утримується в середньому положенні пружинами 29 і 33. На одній осі з внутрішнім важелем 46 встановлений зовнішній важіль 47 керування регулятором, з'єднаний тягою 49 з педалью 48. Гвинт 51 служить для регулювання номінальної подачі палива, гвинт 50 - для регулювання номінальної частоти обертання двигуна, гвинт 52 - для регулювання ходу якоря 22 електромагніта 21, корпус 19 електромагніта 21 - для регулювання подачі палива на режимі максимального крутного моменту.

Електричний ланцюг регулятора живиться від бортової мережі електроустаткування енергетичного засобу, в яку входить акумуляторна батарея 53.

На Фіг.4 позначено: А - зовнішня швидкісна характеристика; В - регуляторна вітка зовнішньої характеристики; С, D - часткові регуляторні характеристики при всережимному регулюванні; Е, F, G, H, I - часткові швидкісні характеристики при дворегимному регулюванні; Ев, Fв, Gв, Hв - регуляторні вітки часткових швидкісних характеристик; а - початок дії коректора при частоті обертання n_m ; b - закінчення дії коректора; с - початок дії регулятора при номінальній частоті обертання n_n .

Регулятор працює таким чином.

При установці органа керування коробкою передач 44 у положення ПР вмикається понижуюча передача в редукторі, і регулятор включається на всережимне регулювання. У цьому положенні механізм регулятора зображений на Фіг.1. Вимикач 39 розімкнений, а електронний ключ 37 відкритий. Одночасно вимикач 40 замкнений, а електронний ключ 36 закритий. Струм в електромагніти не надходить, і вони не заважають вільному переміщенню всіх деталей регулятора. Поворотний упор 13 утримується фіксатором 11 у положенні, яке дозволяє штоку 14 під дією пружини 15 зміщуватися в крайнє верхнє положення. За допомогою зовнішнього важеля 47 і зв'язаного з ним внутрішнього важеля керування 46 створюється попередній натяг пружини 7 і 15 відповідно до заданого швидкісного режиму. Положення важеля 46 на упорі в гвинті 50 відповідає номінальному швидкісному режиму.

При збільшенні частоти обертання вала двигуна відцентрова сила чутливого елемента 1 зростає, і коли вона перевищує силу попереднього натягу коригувальної пружини 7, важіль 4 повертається, стискаючи пружину 7 і переміщає орган дозування палива у бік зменшення подачі палива. При цьому починає формуватися коректорна ділянка (Фіг.4 точка "а") зовнішньої швидкісної характеристики регулятора.

При подальшому збільшенні частоти обертання край стакан 8 впирається в кільце 5 зовнішнього стакан 6, і коректор виключається (Фіг.4 точка "b").

При досягненні номінальної частоти обертання n_n під дією зростаючої відцентрової сили чут-

ливого елемента 1, переданої від важеля 4 через стакан 8 коригувальної пружини, кільце 5, стакан 6, внутрішній стакан 9 і нижній упор 16 на головну пружину 15, остання починає розтягуватися (Фіг.4 точка "с"). У результаті формується зовнішня регуляторна вітка В характеристики.

Якщо важіль 46 не доходить до гвинта 50, то формуються часткові регуляторні характеристики С, D і т.д.

Для використання трактора на транспортних роботах важіль 44 встановлюють у положення ТР. При цьому вмикається підвищуюча передача в редукторі. Вимикач 40 розімкнеться, а вимикач 39 замкнеться. Електричний струм через відкритий електронний ключ 37, діод DV1 надходить в електромагніти 21, 27 і в праву котушку збудження 32 електромагніта 30, діод DV2 перешкоджає надходженню струму в ліву котушку 31. Якір 22 електромагніта 21 опускається на хід X_1 , повертаючи через важіль 17 двоплечий важіль 4 в положення, яке відповідає подачі палива, необхідного для роботи двигуна на холостому ході при мінімальній частоті обертання. Шток 14 при цьому займає нижнє положення. Якір 25 електромагніта 27 притискає важіль 46 до гвинта 50. В результаті пружина 15 розтягується на максимальну величину, яка відповідає формуванню зовнішньої регуляторної вітки. Подача палива при цьому не збільшується, тому що цьому перешкоджає упор 20 електромагніта 21. Якір електромагніта 30 зміщується і повертає упор 13. Нижній виступ упора встановлюється напроти штока 14 і утримується фіксатором 11. При такому положенні якоря 38 електронний ключ 37 закривається, а електронний ключ 36 відкривається. Оскільки вимикач 40 розімкнений, надходження струму в обмотки всіх трьох електромагнітів припиняється і якоря 22, 25 і 38 під дією пружин 23, 26, 29 і 33 повертаються у вихідне положення. Регулятор переключений на дворегимне регулювання.

Під час перемикання режимності регулювання розподільник (Фіг.2) керуючого сигналу працює таким чином. Вихід детектора наявності шунта і резистори R1, R2 складають дільник напруги в ланцюзі бази транзистора VT1. За відсутності шунта в зоні чутливості датчика на виході детектора з'являється сигнал низького рівня (фактично з'єднання виходу із загальним провідником). Це приводить до зниження напруги і струму бази транзистора VT1 і його закриттю (опір між емітером і колектором транзистора стає рівним сотням ом). Транзистор VT1 і резистор R3 є дільником напруги в ланцюзі бази транзистора VT2. Закриття транзистора VT1 приводить до збільшення напруги і струму бази транзистора VT2 і відкриває його (опір між емітером і колектором транзистора стає майже рівним нулю). На виході 1 датчика встановлюється низький рівень, на виході 2 - високий. При введенні шунта в зону чутливості датчика, на виході детектора з'являється сигнал високого рівня. Це приводить до відкриття транзистора VT1 і закриття транзистора VT2; стан виходів датчика міняється на протилежне.

Зовнішня швидкісна характеристика при дворегимному регулюванні формується таким самим

чином, як при всережимному регулюванні, і зовнішні характеристики при цьому виходять однакові. Для переходу на часткові швидкісні характеристики важіль керування 47 треба повернути вправо, в результаті чого, упори 10 і 16 разом з розтягнутою пружиною 15 перемістяться вниз як одне ціле. У межах ходу разом з упорами 10 і 16 і пружиною 15 переміщуються стакани 6 і 9, а стакан 8, з'єднаний з важелем 4, залишається нерухомим завдяки дії пружини 7, але при цьому попередній стиск пружини 7 зменшується. Таким чином, в міру зростання частоти обертання формується одна з часткових характеристик Е, F і т.д. в залежності від положення важеля керування 47 і залежної від цього величини зазору X_2 . Після того, як зазор X_2 буде повністю вибраний, подальший поворот важеля 47 приведе до переміщення упорів 10 і 16, пружин 7 і 15, стаканів 6, 8 і 9, а також важеля 4 як одного цілого, причому плече важеля 17 двоплічного важеля 4 відходить від штока 20. У цьому випадку зі зростанням частоти обертання формується одна з часткових характеристик G, H, I (Fig.4).

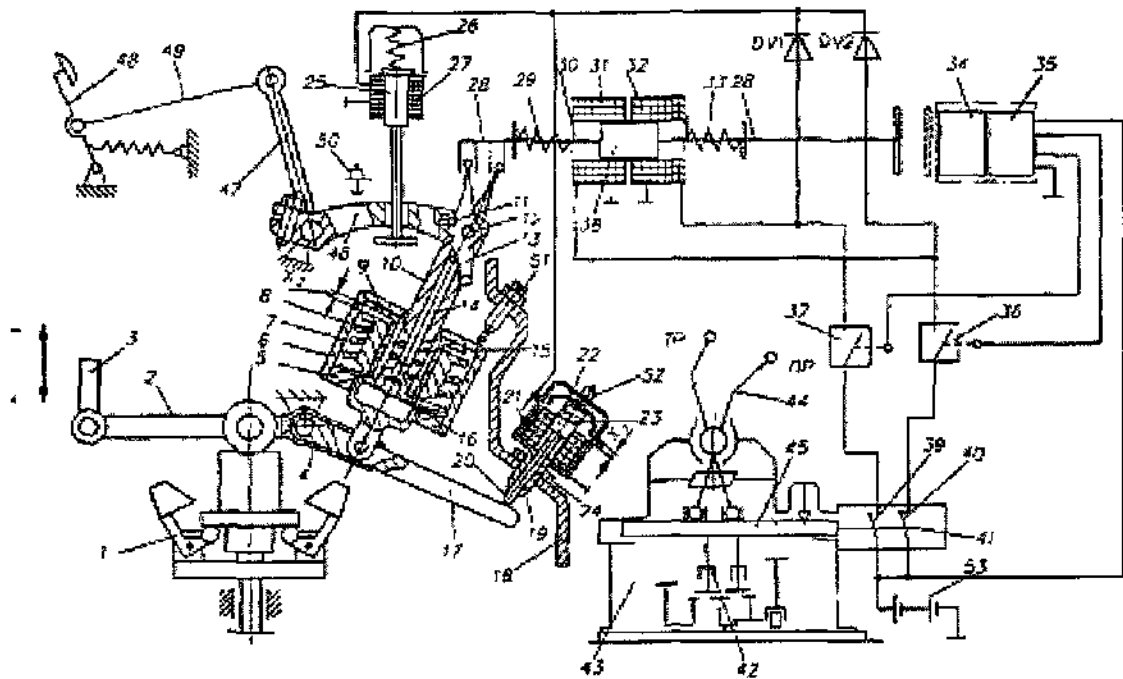
При досягненні номінальної частоти обертання, як і при всережимному регулюванні, коректуюча пружина 7 виключається, і починає розтягуватися пружина 15, у результаті чого утворюються регуляторні вітки Ев, Fв, Gв, Hв на часткових швидкісних характеристиках.

Ділянки Е, F, G, H, I часткових характеристик мають негативний нахил, за рахунок чого забезпечується стала робота двигуна на всіх часткових швидкісних режимах і поліпшуються його тягові властивості.

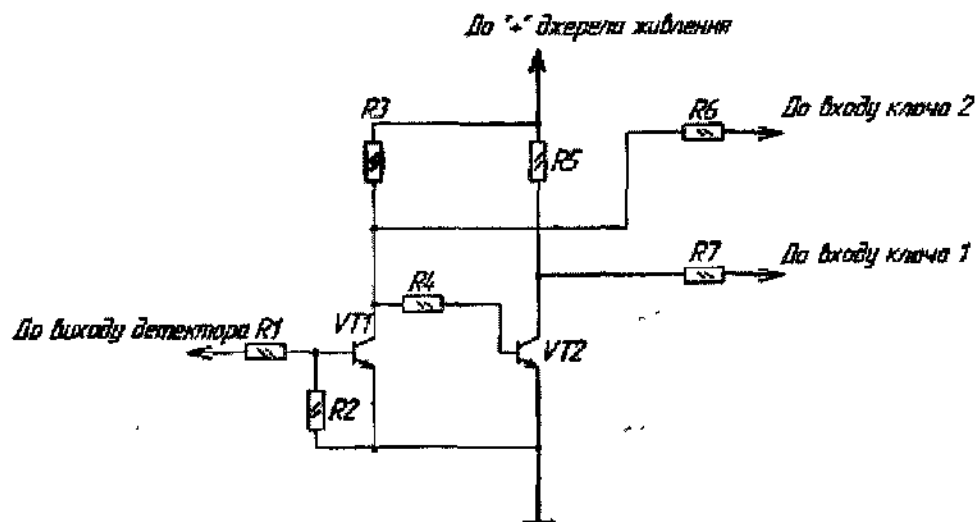
При зворотній перестановці органа керування 44 у положення ПР для використання трактора на

польових роботах вмикається понижуюча передача в редукторі, вимикач 39 розмикається, а вимикач 40 замикається, в результаті електричний струм через відкритий електронний ключ 36, діод DV2 надходить в електромагніти 21, 27 та в ліву котушку збудження 31 електромагніта 30, діод DV1 перешкоджає надходженню струму в праву котушку 32. Порядок і процес роботи електромагнітів повторюється. Якір 38 електромагніта 30 переміщується вліво і повертає упор 13 в положення, при якому шток 14 нижнього упора 16 під дією пружини 15 вільно переміщується. В цьому положенні фіксатор 11 утримує упор 13. Одночасно з цим відбувається закриття електронного ключа 36 і відкриття електронного ключа 37. Струм у всі обмотки електромагнітів перестає надходити, так як вимикач 39 розімкнений. Під дією пружин 23, 26, 29 і 33 якоря 22, 25 і 38 повертаються в початкове положення. Регулятор переключений на всережимне регулювання.

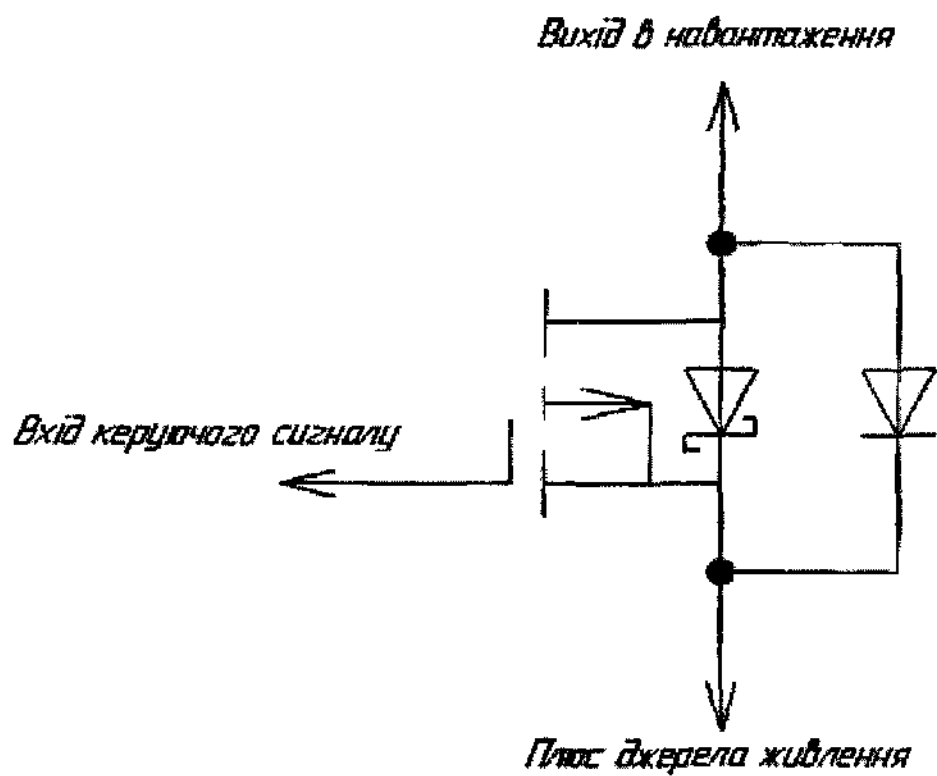
Застосування автоматизації процесу переключення з всережимного на дворегимне регулювання і навпаки дозволить спростити керування двигуном, а завдяки тому, що під час переключення двигун переводиться на роботу при мінімальній частоті обертання, виключається нераціональне підвищення витрати палива і зберігається ресурс двигуна за рахунок зменшення загального часу роботи його при максимальній частоті обертання. А заміна контактної системи перемикання режимності регулювання на безконтактну приведе до захищеності цієї системи від електрорушійної сили самоіндукції, а як наслідок, створить безпечні умови роботи електричної мережі енергетичного заводу та його експлуатації в цілому.



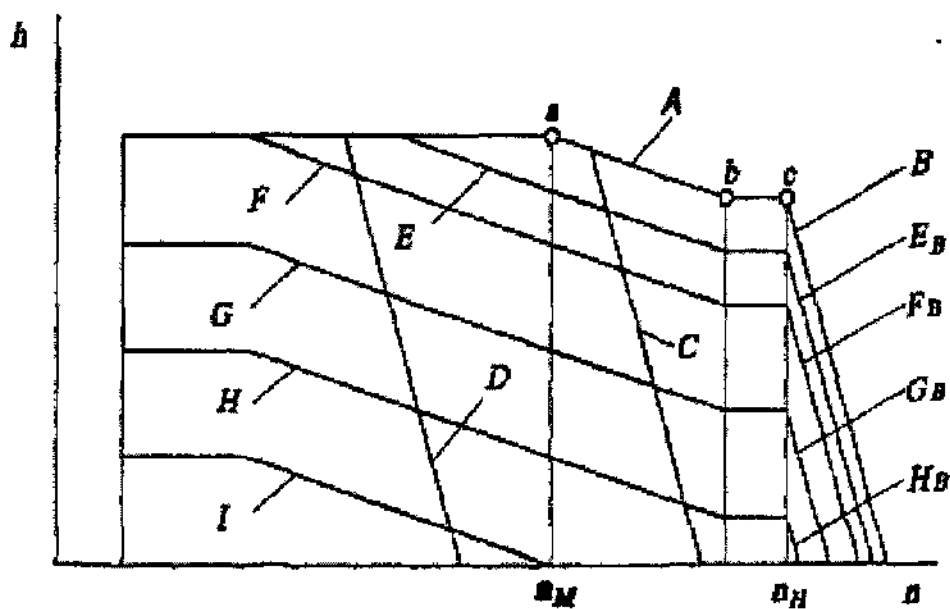
Фиг. 1



Фиг. 2



Фіг. 3



Фіг. 4