

Корисна модель належить до галузі машинобудування, зокрема до двигунобудування, і може бути використана в мікропроцесорних системах управління роботою двигунів внутрішнього згоряння (далі - ДВЗ).

Загальновідомо, що електронний блок управління (далі - ЕБУ), який входить до складу системи управління роботою дизельних, бензинових, газових, а також газодизельних ДВЗ, що мають підсистему живлення та впорскування моторного палива електромагнітними форсунками, повинен отримувати сигнал про кутове положення колінчастого вала.

Цей сигнал генерується датчиком кутового положення та частоти обертання колінчастого вала внаслідок проходження повз нього спеціального задаючого феромагнітного диска (маркерного диска). Зазвичай, як задаючий диск використовується зубчасте колесо, на циліндричній поверхні якого розташовані зубці прямокутного профілю. Завдяки цьому сигналу ЕБУ визначає кутове положення колінчастого вала, а також напрямок його обертання і на підставі цього розраховує частоту обертання колінчастого вала. До того ж, у системах управління ДВЗ із індивідуальним впорскуванням моторного палива у циліндри двигуна ЕБУ розраховує ще і прискорення частоти обертання колінчастого вала (Системы управления бензиновыми двигателями BOSCH. Перевод с немецкого. Первое русское издание. - М.: ООО "Книжное издательство "За рулем", 2005. - 432 с: ил., Системы управления дизельными двигателями BOSCH. Перевод с немецкого. М.: ЗАО "КЖИ "За рулем", 2004. - 480 с: ил.).

Як правило, спеціальний задаючий диск жорстко закріплюється на шківі колінчастого вала або на його торці і має 60-2 або 60-2-2 зубців. Ці диски прийнято називати - диск типу 60-2 або типу 60-2-2. Тобто на диску типу 60-2 наявні 58 зубців, а два зубці, які розташовані поруч - відсутні (пропущені). У свою чергу, на диску типу 60-2-2 наявні 56 зубців, а чотири зубці - відсутні. Слід зауважити, що місця чотирьох відсутніх зубців (по два поруч) розташовані на задаючому диску діаметрально протилежно. Відсутні (пропущені) два або чотири зубці на задаючому диску, які прийнято називати маркером(-ами), призначені для позначення певного положення колінчастого вала. Крім цього, цей маркер слугує для синхронізації роботи ЕБУ. Для отримання сигналу від таких дисків використовують два типи датчиків. До першого і найбільш розповсюдженого типу цих датчиків, належить безконтактний індуктивний (електромагнітний) датчик, а до другого належить датчик, що працює на ефекті Холла (датчик Холла).

Недоліком такого пристрою, який складається із задаючого диска типу 60-2 або типу 60-2-2, є те, що в результаті його конструкційних особливостей, зокрема рівномірно розташованих на циліндричній поверхні задаючого диска 60-ти штук зубців (з урахуванням відсутніх зубців), кутове положення колінчастого вала можливо визначати з точністю не вище ніж до  $6^\circ$ .

Відомо пристрій для визначення з точністю до двох градусів кутового положення та частоти обертання колінчастого вала двигуна внутрішнього згоряння, в якому задаючий диск виконано у формі прямого кругового циліндра із інтегрованими постійними магнітами, розташованими на трьох концентричних доріжках на одній із двох його основ або на трьох концентричних доріжках, одна з яких розташована на циліндричній поверхні задаючого диска. Постійні магніти (неодимові магніти) інтегровано на кожній концентричній доріжці задаючого диска рівномірно (з урахуванням двох пар відсутніх магнітів) на діаметрі, при якому їх магнітні поля не впливають одне на одного. При цьому, на кожній з трьох концентричних доріжок задаючого диска рівномірно інтегровані п'ятдесят вісім постійних магнітів, з урахуванням однієї пари відсутніх магнітів (тобто 60-2 магнітів). До того, взаємне розташування кожного з магнітів на середній доріжці зміщене на  $2^\circ$ , а на внутрішній доріжці зміщене на  $4^\circ$ , у напрямку обертання задаючого диска, у межах центрального кута  $6^\circ$  між двома сусідніми магнітами на зовнішній доріжці. Для отримання сигналу від таких дисків використовують датчик, що працює на ефекті Холла (датчик Холла) [Патент України на корисну модель № 15969, МКВ<sup>6</sup> F02P 7/067. Пристрій для визначення з точністю до двох градусів кутового положення та частоти обертання колінчастого вала двигуна внутрішнього згоряння / С.О. Ковальов; опубл. 25.06.2025, бюл. № 26].

Недоліком задаючих дисків такого типу є їх конструкційні особливості, які полягають у взаємному розташуванні кожного з магнітів на середній та внутрішній доріжках. Це розташування зміщено на середній доріжці на  $2^\circ$ , а на внутрішній на  $4^\circ$ , у напрямку обертання задаючого диска та у межах центрального кута  $6^\circ$  між двома сусідніми магнітами на зовнішній доріжці. В результаті, кутове положення колінчастого вала можливо визначати тільки з точністю, яка є не вище ніж до  $2^\circ$ .

В основу корисної моделі поставлена задача створити пристрій для визначення кутового положення та частоти обертання колінчастого вала двигуна внутрішнього згоряння, який дозволив би підвищити точність визначення кутового положення колінчастого вала до одного градуса.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрої для визначення з точністю до одного градуса кутового положення та частоти обертання колінчастого вала двигуна внутрішнього згоряння, згідно з корисною моделлю, задаючий диск виконано у формі прямого кругового циліндра із інтегрованими постійними магнітами на шести концентричних доріжках на одній із двох його основ.

Крім цього, одна з шести концентричних доріжок із інтегрованими постійними магнітами розташована на циліндричній поверхні задаючого диска.

Крім цього, задаючий диск, виконано із матеріалу, який не намагнічується в електромагнітних полях.

Крім цього, постійними магнітами є неодимові магніти.

Крім цього, постійні магніти інтегровані на кожній доріжці задаючого диска рівномірно, з урахуванням двох пар відсутніх магнітів, на діаметрі, при якому їх магнітні поля не впливають одне на одного.

Крім цього, взаємне розташування кожного з магнітів на кожній з п'яти наступних доріжок, починаючи з першої доріжки, зміщене на  $1^\circ$  по відношенню до попередньої доріжки, у напрямку обертання задаючого диска, у межах центрального кута  $6^\circ$  між двома сусідніми магнітами на першій доріжці.

Крім цього, на кожній з шести концентричних доріжок задаючого диска рівномірно інтегровані п'ятдесят вісім постійних магнітів, з урахуванням однієї пари відсутніх магнітів, тобто 60-2 магнітів.

Крім цього, діаметри кожної концентричної доріжки виконані такими, щоб забезпечити відстань між магнітами на доріжках, при якій їх магнітні поля не впливають одне на одного.

Конструкція пристрою для визначення з точністю до одного градуса кутового положення та частоти обертання колінчастого вала двигунів внутрішнього згорання із задаючим диском типу 60-2 з постійними магнітами, інтегрованими на шести концентричних доріжках на одній із двох його основ, показана на фіг. 1, а із задаючим диском типу 60-2 з постійними магнітами, також інтегрованими на шести доріжках, одна з яких розташована на циліндричній поверхні диска, а п'ять на одній із двох його основ, представлена на фіг. 2.

Конструкція пристрою, що показана на фіг. 1 та фіг. 2, призначені для всіх двигунів внутрішнього згорання (незалежно від кількості циліндрів, тобто ці задаючі диски є універсальними).

Пристрої для визначення кутового положення з точністю до одного градуса та частоти обертання колінчастого вала двигуна внутрішнього згорання з універсальними задаючими дисками типу 60-2 з постійними магнітами, інтегрованими на шести концентричних доріжках на одній із двох його основ, а також з постійними магнітами, інтегрованими теж на шести концентричних доріжках, одна з яких розташована на циліндричній поверхні диска, а п'ять на одній із двох його основ, що представлені, відповідно, на фіг. 1 та 2. Ці пристрої містять: задаючий диск 1 (який має форму прямого кругового циліндра, виготовленого з матеріалу, що не намагнічується в електромагнітних полях, наприклад, з алюмінію або його сплавів) із інтегрованими на кожній з шести концентричних доріжках п'ятдесяті восьми (тобто 60-2) постійних магнітів 2, 2а, 2б, 2в, 2г та 2д (наприклад із неодимових магнітів) та датчиків Холла 3, 3а, 3б, 3в, 3г та 3д, до складу яких входять такі стандартні комплектуючі, як: елемент Холла, інтегральна схема та постійний магніт. Ці складові знаходяться всередині датчиків Холла і на фіг. 1 не показані.

Особливістю датчиків Холла, які застосовуються у цьому пристрої, є те, що його інтегральна схема може мати невисокий коефіцієнт підсилення.

Задаючий диск 1, кінематично зв'язаний (жорстко закріплений) на колінчастому валу 4 двигуна внутрішнього згорання (на фіг. 1 не показано). Постійні магніти 2, 2а, 2б, 2в, 2г та 2д розташовані на кожній з шести концентричних доріжок (починаючи із першої з постійними магнітами 2 і закінчуючи шостою з постійними магнітами 2д) задаючого диска 1 рівномірно (з урахуванням двох пар відсутніх магнітів), і таким чином, щоб центральний кут між сусідніми магнітами на кожній доріжці складав  $6^\circ$ . Діаметри кожної концентричної доріжки, мають бути такими, щоб забезпечити відстань між сусідніми магнітами, при якій їх магнітні поля не впливають одне на одного. До того, місце розташування пари відсутніх магнітів на кожній з п'яти наступних доріжок, починаючи після першої доріжки, зміщене на  $1^\circ$  відносно попередньої доріжки, у напрямку обертання задаючого диска.

До того, відстань між кожною з шести доріжок, відносно сусідніх, має бути такою, щоб магнітні поля однієї доріжки не впливали на другу. Крім цього, взаємне розташування кожного з магнітів на кожній з п'яти наступних доріжок, починаючи з першої доріжки, зміщене на  $1^\circ$  відносно попередньої доріжки, у напрямку обертання задаючого диска, у межах центрального кута  $6^\circ$  між двома сусідніми магнітами на першій доріжці.

Для генерації сигналів від магнітів, інтегрованих на кожній з шести доріжок задаючого диска 1, застосовується один з шести відповідних датчиків Холла 3, 3а, 3б, 3в, 3г та 3д. Всі шість датчиків Холла 3, 3а, 3б, 3в, 3г та 3д розташовані на одній лінії, яка відповідає радіальній лінії задаючого диска, як показано на фіг. 1. До того, може бути застосовано шість окремих датчиків Холла за вимогою їх розташування таким чином, щоб центральний кут між елементами Холла кожного з датчиків Холла був пропорційним  $6^\circ$  (на фіг. 1 не показано).

При роботі двигуна внутрішнього згорання обертається його колінчастий вал 4, а також кінематично зв'язаний (жорстко закріплений) на ньому задаючий диск 1. В результаті магнітні поля кожного з постійних магнітів 2, 2а, 2б, 2в, 2г та 2д, проходячи повз відповідні елементи Холла датчиків Холла 3, 3а, 3б, 3в, 3г та 3д, генерують на них відносно потужні сигнали напруги (напруги Холла). А оцінювальні електронні схеми, вбудовані в інтегральні схеми датчиків Холла 3, 3а, 3б, 3в, 3г та 3д, мають невисокий коефіцієнт підсилення. В результаті на виході з датчиків Холла 3, 3а, 3б, 3в, 3г та 3д формуються цифрові сигнали з прямокутними імпульсами і постійною амплітудою, ширина імпульсів яких пропорційна частоті обертання колінчастого вала двигуна внутрішнього згорання. Ці цифрові

сигнали не потребують додаткової обробки і через електронний зв'язок подаються до ЕБУ (на фіг. 1 не показаний). ЕБУ, по чергово через кожні  $1^\circ$  повороту задаючого диска, оброблює цифрові сигнали, згенеровані магнітами, інтегрованими на кожній з шести доріжок, що дозволяє визначити з підвищеною до  $1^\circ$  точністю кутове положення колінчастого вала та його частоту обертання, а також визначає положення поршнів двигуна з підвищеною точністю.

На фіг. 2 представлено пристрій для визначення з точністю до одного градуса кутового положення та частоти обертання колінчастого вала двигуна внутрішнього згоряння із задаючим диском з постійними магнітами, інтегрованими на шести концентричних доріжках одна з яких (зовнішня) розташована на циліндричній поверхні диска, а п'ять інших на одній із двох його основ. Цей пристрій містить: задаючий диск 1 (виготовлений із матеріалу, що не намагнічується в електромагнітних полях, наприклад, з алюмінію або його сплавів) із інтегрованими на першій доріжці (розташованій на циліндричній поверхні диска) п'ятдесяти восьми (тобто 60-2) постійними магнітами 2 (наприклад, неодимовими магнітами). Крім цього, на одній із двох основ циліндра задаючого диска 1 на п'яти концентричних доріжках інтегровано ще по п'ятдесят вісім (тобто 60-2) постійних магнітів 2а, 2б, 2в, 2г та 2д (наприклад неодимових магнітів). Крім цього, до складу пристрою входять датчики Холла 3, 3а, 3б, 3в, 3г та 3д, аналогічні датчикам Холла 3, 3а, 3б, 3в, 3г та 3д, показаними на фіг. 1. Задаючий диск 1 кінематично зв'язаний (жорстко закріплений) на колінчастому валу 4 двигуна внутрішнього згоряння (який на фіг. 1 не показано).

Постійні магніти 2 інтегровані на першій доріжці, яка розташована на циліндричній поверхні задаючого диска 1 рівномірно (з урахуванням двох пар відсутніх магнітів, і таким чином, щоб центральний кут між магнітами складав  $6^\circ$ ). Постійні магніти 2а, 2б, 2в, 2г та 2д інтегровані на п'яти концентричних доріжках, які розташовані на одній із двох основ циліндра задаючого диска 1 також рівномірно (з урахуванням двох пар відсутніх магнітів). Діаметр циліндричної поверхні задаючого диска 1, має бути такими, щоб забезпечити відстань між сусідніми магнітами, при якій їх магнітні поля не впливають одне на одного. Діаметр другої концентричної доріжки, має бути таким щоб забезпечити відстань між магнітами, інтегрованими на циліндричній поверхні задаючого диска 1, при якій їх магнітні поля не впливають одне на одного.

При цьому, місце розташування пари відсутніх магнітів на кожній з п'яти наступних доріжок починаючи після першої доріжки, зміщене на  $1^\circ$  відносно попередньої доріжки, у напрямку обертання задаючого диска.

До того, відстань між кожною з шести доріжок, по відношенню до сусідніх, має бути такою, щоб магнітні поля однієї доріжки не впливали на другу. Крім цього, взаємне розташування кожного з магнітів на кожній з п'яти наступних доріжок, починаючи з першої доріжки, зміщене на  $1^\circ$  відносно попередньої доріжки, у напрямку обертання задаючого диска, у межах центрального кута  $6^\circ$  між двома сусідніми магнітами на першій доріжці.

Для генерації сигналів від магнітів, інтегрованих на першій доріжці задаючого диска 1 застосовується датчик Холла 3, а від магнітів на п'яти наступних доріжках, відповідно, датчики Холла 3а, 3б, 3в, 3г та 3д. Всі шість датчиків Холла 3, 3б, 3в, 3г та 3д розташовані на одній лінії, яка відповідає радіальній лінії задаючого диска, як показано на фіг. 1. До того, може бути застосовано шість окремих датчиків Холла за вимогою їх розташування таким чином, щоб центральний кут між елементами Холла кожного з датчиків Холла був пропорційним  $6^\circ$ , (які на фіг. 2 не показано).

Пристрій для визначення з точністю до одного градуса кутового положення та частоти обертання колінчастого вала двигуна внутрішнього згоряння, представлений на фіг. 2, працює аналогічно пристрою показаному на фіг. 1.

При цьому, у випадку виходу з ладу одного з датчиків Холла 3а, 3в та 3д, пристрої представлені на фіг. 1 та 2, при штучному відключенні ще двох працюючих датчиків Холла (з цих трьох датчиків) забезпечують підвищену точність вимірювання кутового положення та частоти обертання колінчастого вала двигуна внутрішнього згоряння, яка дорівнює  $2^\circ$ .

Крім цього, у разі виходу з ладу одного з датчиків Холла 3а, 3б, 3в, 3г та 3д, пристрої, представлені фіг. 1 та 2, за рахунок роботи одного датчика Холла 3, забезпечують стандарту точність вимірювання кутового положення та частоти обертання колінчастого вала двигуна внутрішнього згоряння, яка дорівнює  $6^\circ$ .

Застосування пристрою для визначення кутового положення та частоти обертання колінчастого вала двигуна внутрішнього згоряння дозволяє на виході кожного з шести датчиків Холла отримати цифровий сигнал у формі прямокутних імпульсів з постійною амплітудою, ширина імпульсів якого, пропорційна частоті обертання колінчастого вала двигуна внутрішнього згоряння. Ці цифрові сигнали через електронний зв'язок подаються до ЕБУ і не потребують підсилення або будь-якої додаткової обробки.

Застосування пристрою дозволяє визначати кутове положення колінчастого вала з точністю, яка складає  $1^\circ$ . Це дозволяє ЕБУ більш точно розраховувати поточну частоту обертання колінчастого вала, а також підвищити точність розрахунків всіх інших параметрів електронної системи управління роботою двигуна внутрішнього згоряння.

Крім цього, завдяки малому коефіцієнту підсилення сигналів від датчиків Холла пристрою, сигнали не піддаються високоімпульсним завадам (потужним блискавкам, високовольтним розрядам тощо).

Вага задаючого диска, виготовленого із матеріалу, що не намагнічується в електромагнітних полях (наприклад з алюмінію або його сплавів), менша ніж вага зубчастого феромагнітного задаючого диска. Виготовлення такого диска не потребує складного і коштовного зубонарізного обладнання.

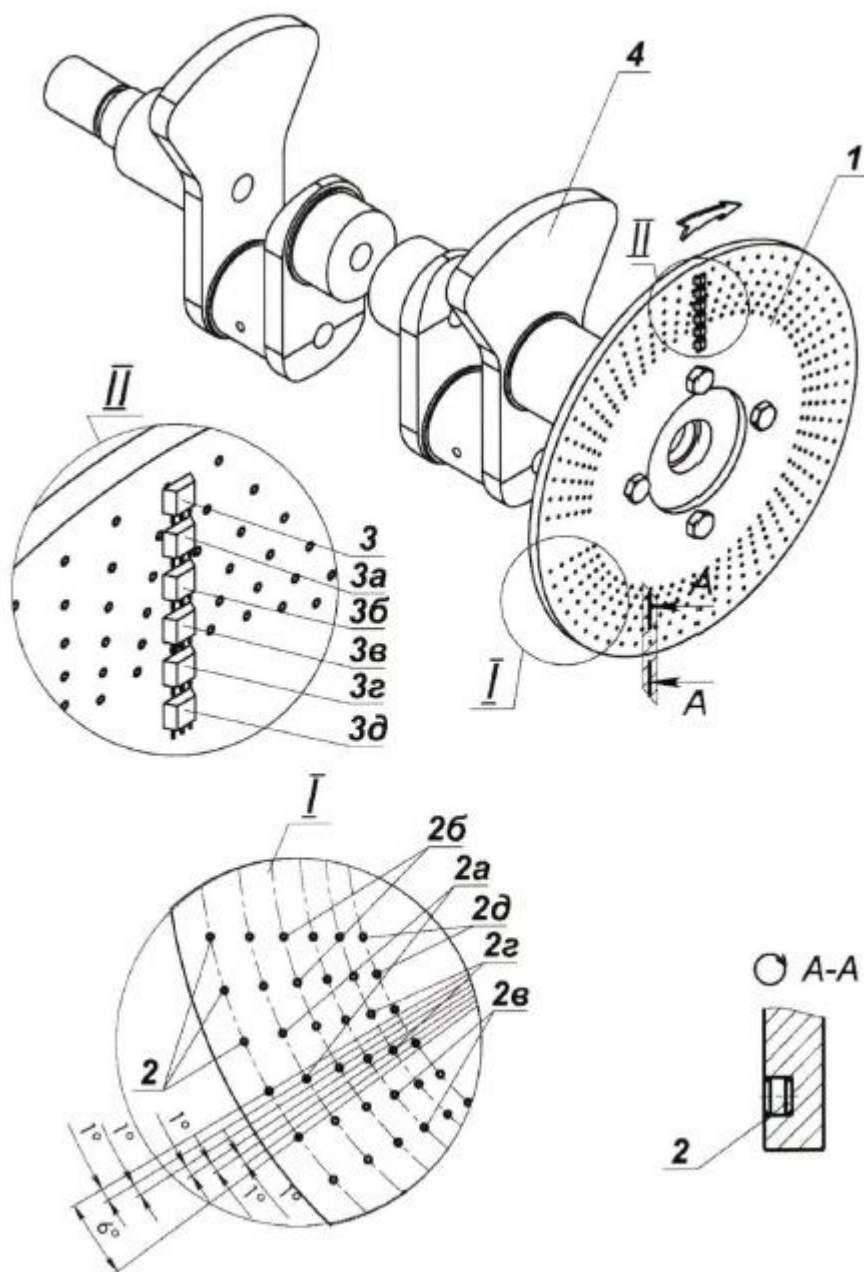
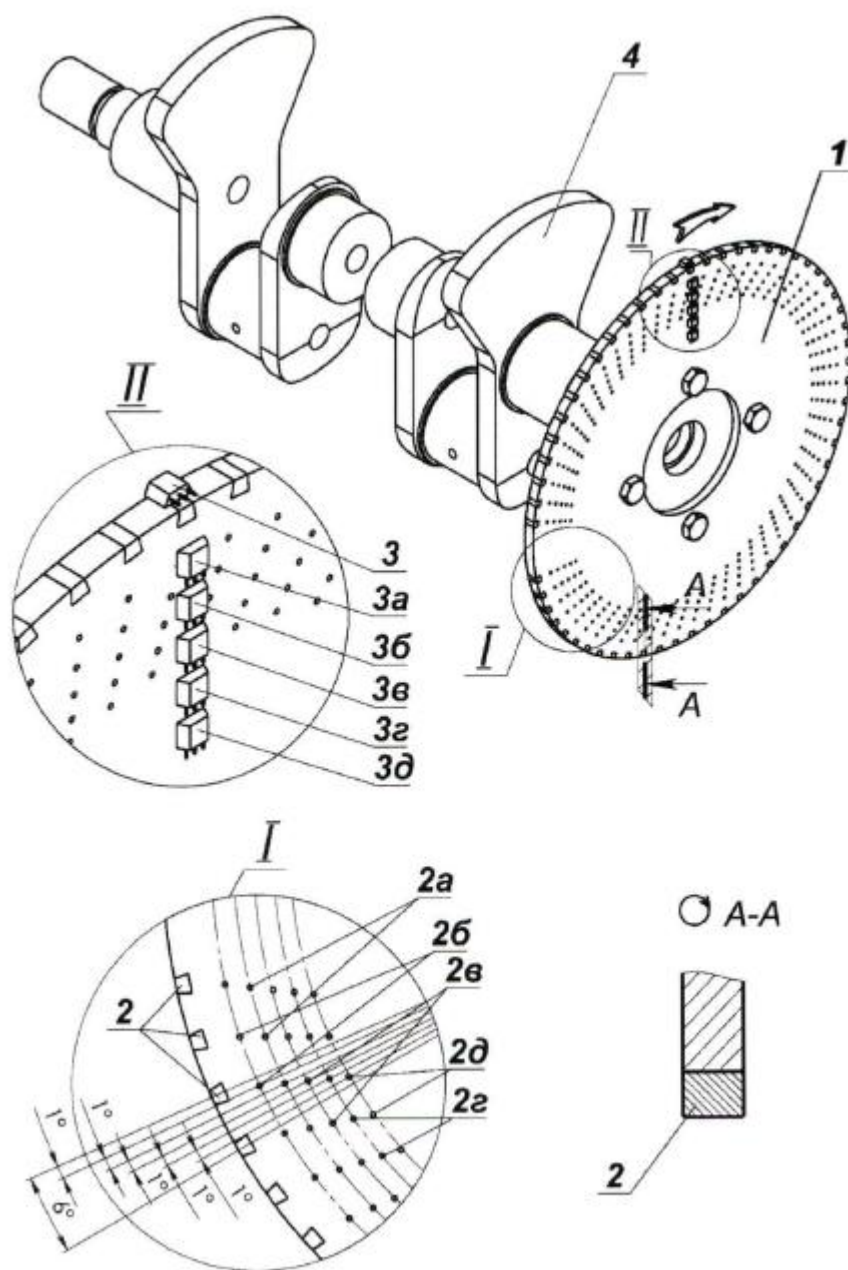


Fig. 1



Фиг. 2