

Denso детально про накопичення заряду в котушці запалювання

дата публікації: 2021.04.07



Працюючи з механічними системами запалювання, особливо важливо розуміти сутність таких понять, як накопичення заряду та затримка котушки запалювання. Цей короткий посібник містить всю необхідну інформацію про принципи накопичення енергії (заряду) в різних системах запалювання та за різних частот обертів двигуна, а також про причини виникнення поширених проблем із запалюванням.

Що таке накопичення заряду в котушці запалювання?

Коли електричний струм подається на первинну обмотку котушки запалювання, через короткий час сила струму сягає максимального значення. Тому, оскільки сила магнітного поля (або магнітного потоку), що виникає навколо обмотки, прямо пропорційна до потоку струму, такий самий час знадобиться для зростання сили магнітного поля до максимального значення. Коли значення сили струму та магнітного поля максимальні, магнітне поле буде стабільним.

Час, потрібний для досягнення максимальної сили магнітного поля, часто називають «часом заряду» котушки запалювання.

Із цим пов'язані дві потенційні проблеми:

1. Якщо електричний струм не подається на основну обмотку протягом достатньо тривалого часу, значення сили магнітного поля не сягне максимуму.
2. Якщо струм подається надто довго, це призведе до перегріву електричних контурів та первинної обмотки.



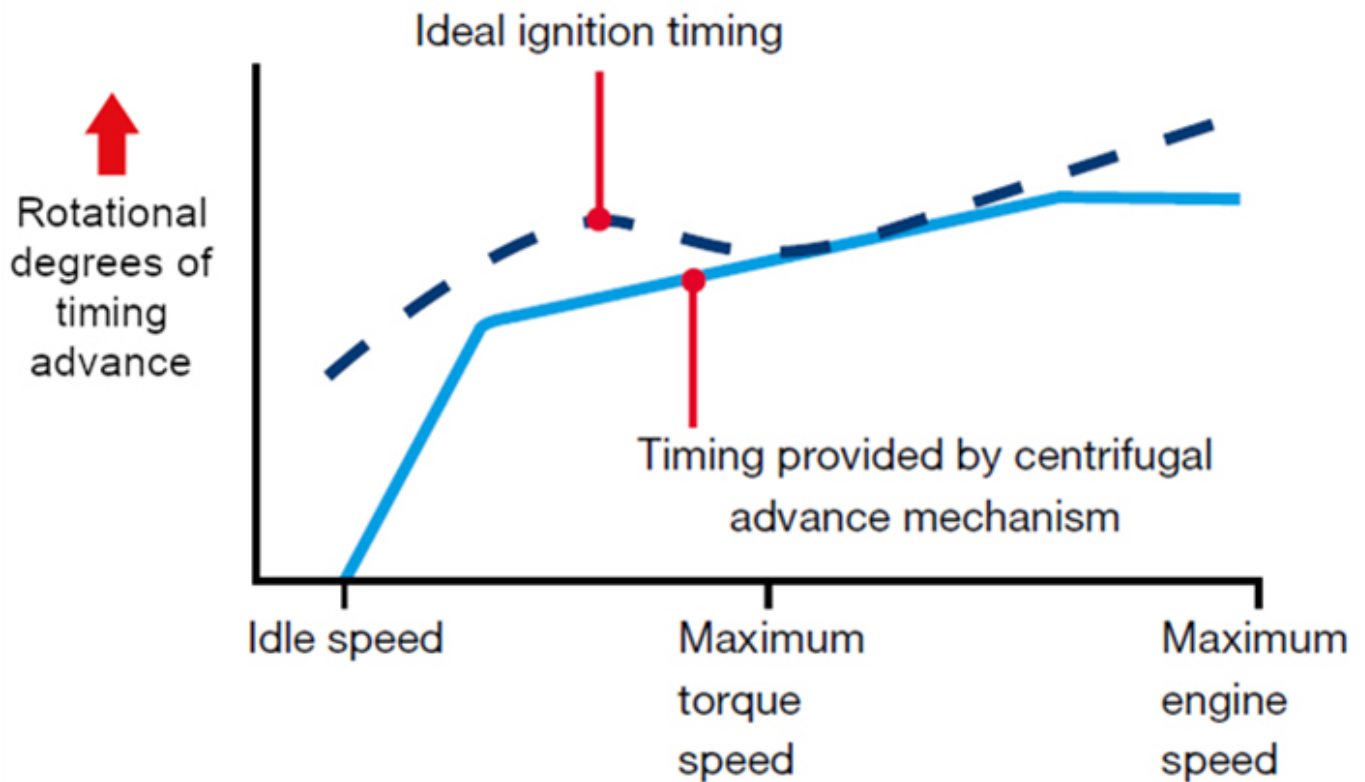
Скільки потрібно часу для накопичення заряду в котушці?

Для різних типів котушок запалювання тривалість накопичення заряду буде різною, але зазвичай тривалість цього періоду становить від 4 мілісекунд для котушок запалювання старих моделей до приблизно 1,5 мілісекунди для багатьох сучасних котушок.

Період, протягом якого система запалювання подає електричний струм на первинну обмотку котушки запалювання, часто називають «період затримки» або «час затримки». У сучасних системах запалювання період затримки контролює електроніка, тому часу на повне заряджання котушки запалювання завжди вистачає. Разом з тим, у механічних системах запалювання старої конструкції через обмеження механічного переривача тривалість часу затримки знижувалась по мірі зростання частоти обертів двигуна. Тому під час роботи двигуна з високою частотою обертів через скорочений період затримки сила магнітного поля не досягала максимального значення.

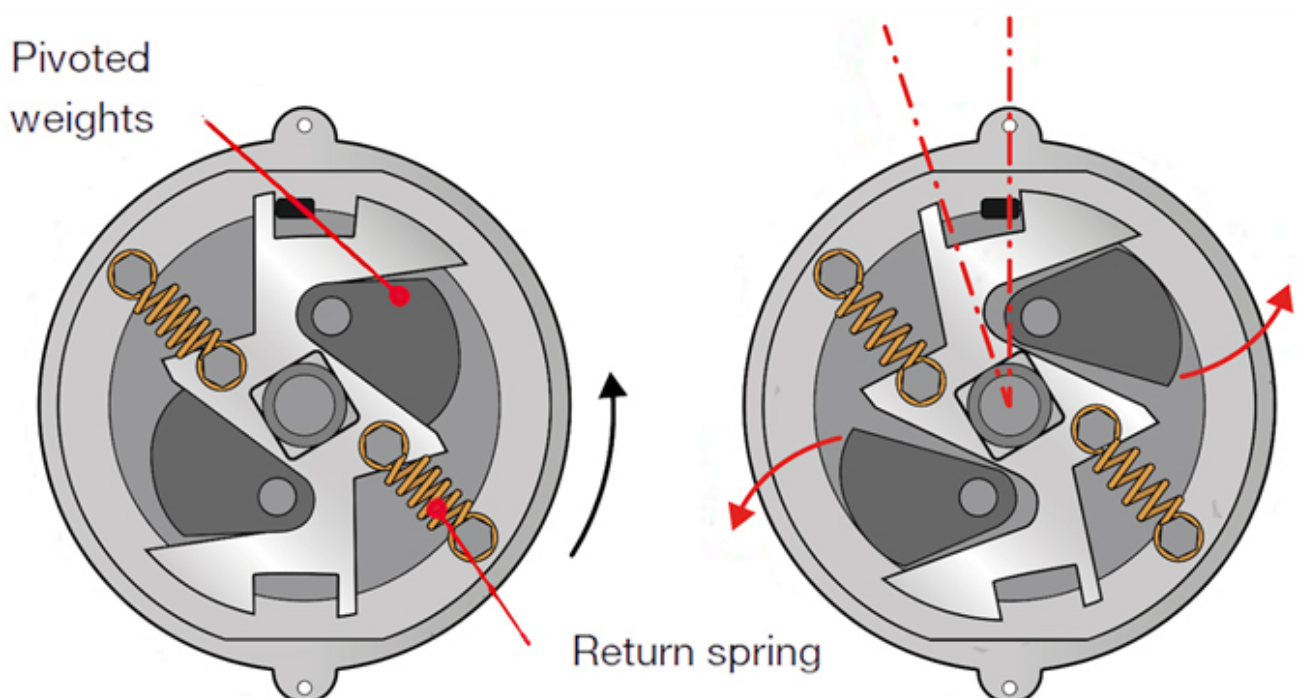
До яких проблем може призвести короткий період затримки у механічних системах запалювання?

Точність моментів запалювання у механічних системах запалювання обмежена можливостями механічних компонентів. У ході планового технічного обслуговування часто виникає потреба у точному налаштуванні, регулюванні та заміні компонентів. У якості прикладу обмежень на Малюнку 1 показано типові значення моментів запалювання механічної системи запалювання, що залежать від частоти обертів двигуна, у порівнянні з ідеальними моментами запалювання.



Малюнок 1. Відцентровий регулятор випередження запалювання не в змозі забезпечити точне дотримання ідеальних моментів запалювання.

Через використання зворотних пружин із прогресивною жорсткістю (Малюнок 2) момент випередження, який забезпечує відцентрова система, змінюється лінійно у два етапи. Разом з тим, ідеальний момент випередження змінюється нелінійно. Тому відцентровий регулятор випередження запалювання потребує ретельного налаштування для запобігання надто ранньому запалюванню.

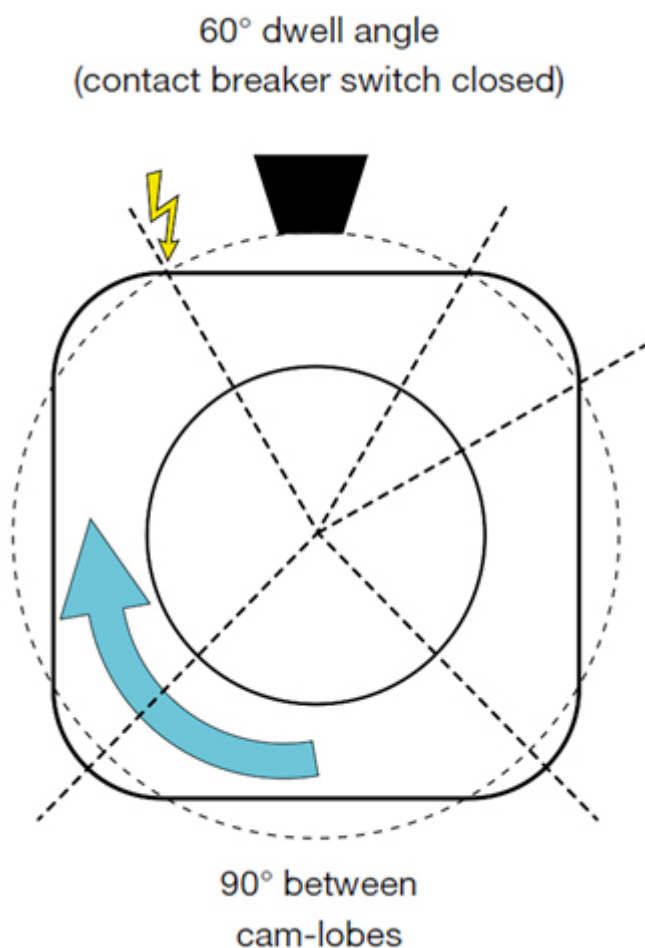


Малюнок 2. Внутрішня будова механічного регулятора випередження

У чому полягає відмінність між періодом затримки і кутом випередження?

У механічних системах запалювання період затримки починається, коли робочі виступи поворотного кулачка забезпечують можливість замикання контактів переривача, у результаті чого струм проходить крізь первинну обмотку котушки. Період затримки закінчується, коли один із робочих виступів призводить до розмикання контактів переривача, який припиняє подачу струму на первинну обмотку. Таким чином, період затримки залежить від кута повороту робочих виступів кулачка, поки контакти переривача знаходяться у замкненому стані.

На Малюнку 3 показані чотири виступи кулачка (для чотирициліндрового двигуна), тобто кут між однаковими точками сусідніх виступів кулачка становить 90° . Форма робочих виступів кулачка у цьому прикладі дозволяє контактам переривача залишатися у замкненому стані протягом обертання на 60° . Таким чином, кут випередження, протягом обертання на який контакти переривача знаходяться у замкненому стані і струм проходить крізь первинну обмотку котушки, становить 60° .



Малюнок 3. За умови, що кут між робочими виступами кулачка дорівнює 90° , «вікно», у межах якого контакти переривача перебувають у замкненому стані, становить 60°

Приклад 1

Колінчатий вал обертається з частотою 1000 об/хв. Частота обертання ротора розподільника, який обертається з удвічі меншою відносно двигуна частотою, становитиме 500 об/хв. За такої

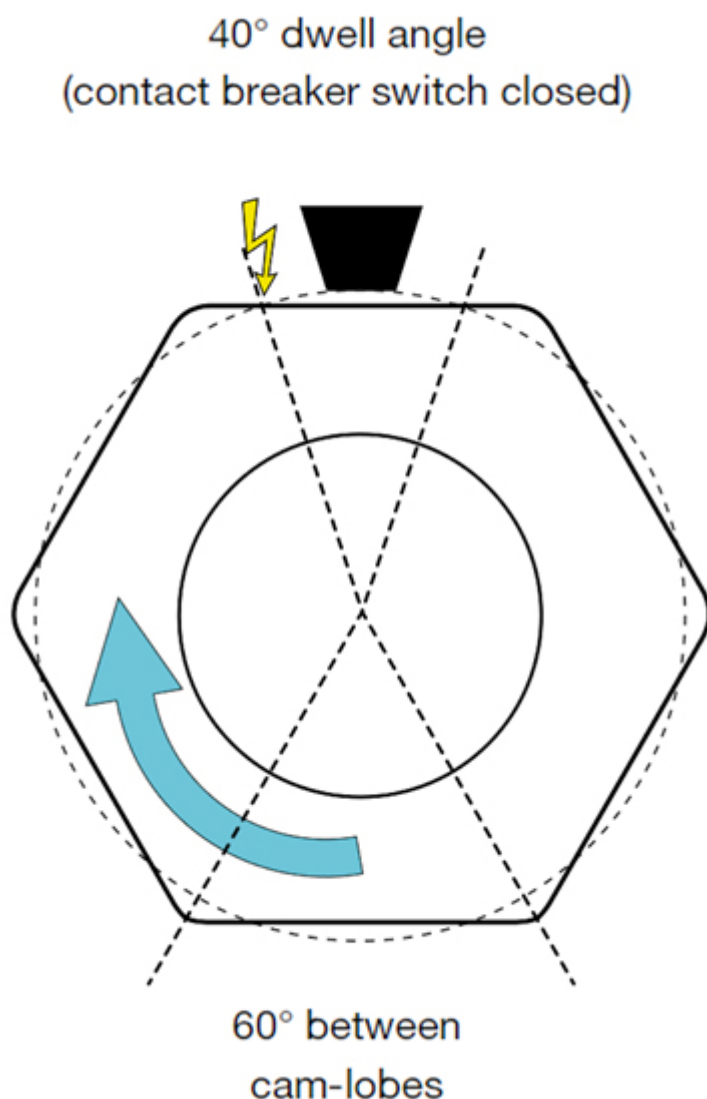
швидкості вал розподільника повертається на 60° (кут випередження) за 20 мілісекунд. Для накопичення заряду котушці запалювання потрібно приблизно 4 мілісекунди. Таким чином, час затримки для накопичення магнітного поля в котушці запалювання є більш ніж достатнім.

Якщо частота обертів двигуна становить 5000 об/хв, вал розподільника обертатиметься на ті ж самі 60° усього за 4 мілісекунди, чого якраз достатньо для накопичення в котушці запалювання магнітного поля максимальної сили. Якщо частота обертів двигуна буде вищою, часу для повного заряду котушки запалювання буде недостатньо, що призведе до зниження енергії магнітного поля та, відповідно, зниження напруги, яка подається на свічки запалювання.

Проблема скорочення часу затримки по мірі підвищення частоти обертів двигуна стає дедалі актуальнішою для двигунів з більшою кількістю циліндрів.

Приклад 2

У випадку з шестициліндровим двигуном кулачок буде мати шість виступів, при цьому кут між виступами становитиме усього 60° (Малюнок 4), а кут випередження – тільки 40° . За частоти 5000 об/хв обертання на кут випередження у 40° триватиме усього 2,6 мілісекунди. Якщо для накопичення повного заряду котушці потрібно 4 мілісекунди, тоді час затримки буде закоротким, що призведе до зниження напруги та потенційних пропусків запалювання.



Малюнок 4. З шістьма робочими виступами кулачків кут випередження становить усього

У механічних системах запалювання для подолання проблеми скороченого періоду затримки використовувались різні рішення. Один із варіантів передбачав використання потужнішої котушки запалювання. Ще одне екстремальне рішення для високооборотистих двигунів із вісьмома або дванадцятьма циліндрами полягало у встановленні двох окремих розподільників, кожен з яких мав свою власну котушку запалювання. Такі двигуни фактично мали дві окремі системи запалювання, кожна з яких подавала високу напругу на свічки запалювання в половині циліндрів двигуна.

Як це стосується сучасних систем запалювання?

Механічні системи допомогли нам зрозуміти процес розвитку сучасних цифрових систем запалювання.

Єдина критично важлива деталь системи запалювання бензинового двигуна, що залишалась незмінною і, напевно, завжди буде такою – свічка запалювання.

Дуже важливо, щоб свічка запалювання забезпечувала високу ефективність і точність моментів запалювання. Компанія DENSO розуміє, що для задоволення таких потреб виробників двигунів потрібна висока якість. Для цього DENSO поєднує можливості найкращих та перевірених на практиці систем контролю якості з багаторічним досвідом.

Використовуйте пошуковий інструмент [DENSO](#) для пошуку потрібних компонентів системи запалювання.

Джерело: