

Повертаємось до основ з DENSO: як працює котушка запалювання

дата публікації: 2021.04.05



В усіх системах запалювання сучасних бензинових двигунів котушки запалювання використовуються для виконання однієї й тієї ж базової функції: генерування високої напруги, необхідної для утворення іскри на свічці запалювання. Професіоналам ринку запчастин можуть бути відомі їхнє призначення та основні характеристики, але вони можуть не знати про глибинні наукові принципи, що лежать в їх основі. Тут ми пояснимо, чому електромагнетизм займає центральне місце у забезпеченні ключової ролі котушки запалювання...

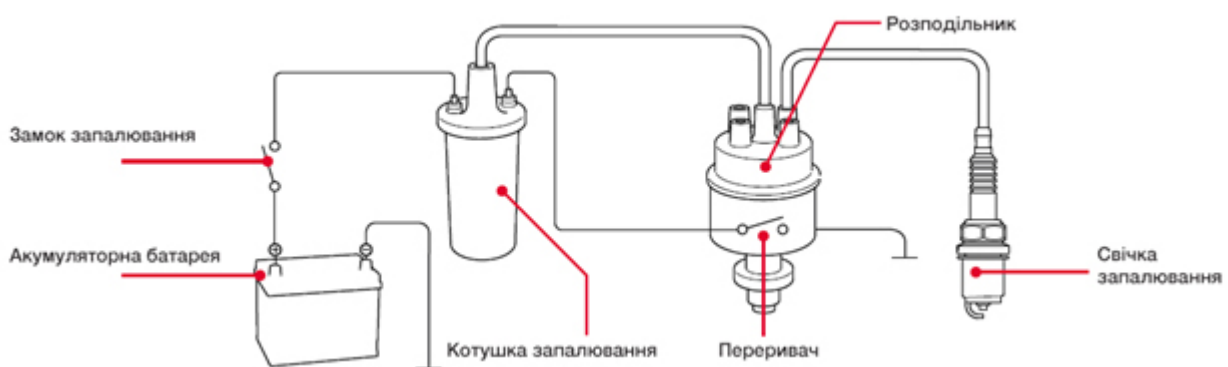
Історія котушок запалювання

Хоча системи запалювання з часом, безумовно, еволюціонували, зокрема за рахунок збільшення кількості електроніки, вони й досі зберігають характерні ознаки оригінальних систем запалювання на основі котушок, які з'явилися понад 100 років тому.

Першу систему запалювання з котушкою створив американський винахідник Чарльз Кеттерінг (Charles Kettering), який займався розробкою системи запалювання на основі котушки для великого автовиробника в період 1910–1911 років. Він першим розробив електричну систему, яка забезпечувала одночасне живлення мотора стартера та запалювання. Акумуляторна батарея, генератор та більш комплексна електрична система автомобіля дозволили забезпечити стабільну подачу електроенергії на котушку запалювання.



У системі Кеттерінга (Малюнок 1) одна котушка запалювання використовувалась для генерування струму високої напруги, який надходив на важіль ротора, що своєю чергою передавав струм на електричні контакти, розташовані в корпусі розподільника (по одному контакту на кожен циліндр). Ці контакти були під'єднані до проводів свічок запалювання у послідовності, яка дозволяла подавати високу напругу на свічки запалювання відповідно до порядку роботи циліндрів.



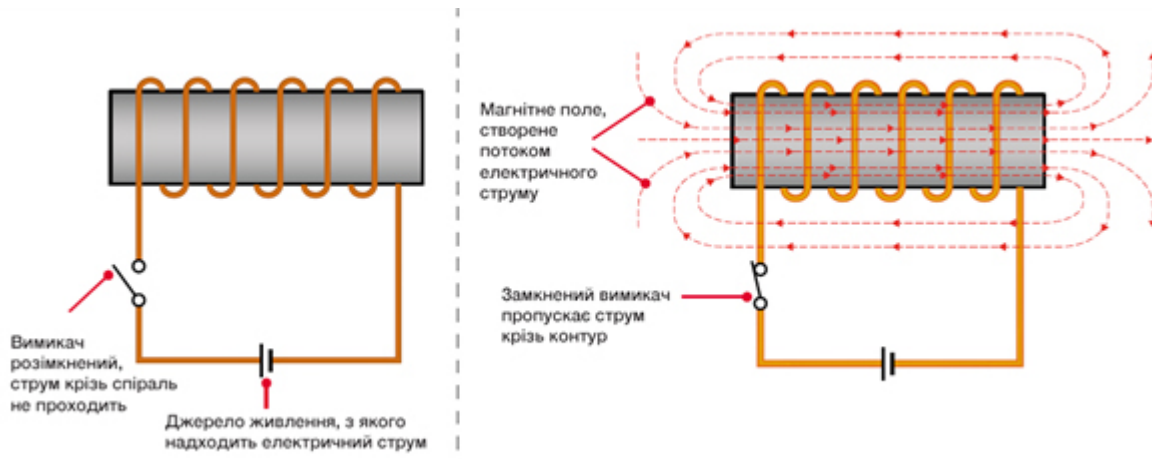
Малюнок 1. Основні компоненти системи запалювання Кеттерінга

Система запалювання Кеттерінга стала практично єдиним типом систем запалювання, якими оснащувались автомобілі з бензиновими двигунами масового виробництва, і займала цю позицію до 1970-1980-х років, коли на зміну механічним системам запалювання почали приходити системи запалювання з електронним управлінням та перемиканням.

Базовий принцип котушки запалювання

Для генерування необхідної високої напруги котушки запалювання використовують взаємозв'язок між електрикою та магнетизмом.

Коли електричний струм проходить крізь електричний провідник, наприклад спіраль з проводів, навколо спіралі утворюється магнітне поле (Малюнок 2). Магнітне поле (точніше, магнітний потік) являє собою сховище енергії, яку можна знову перетворити на електричну.



Малюнок 2. Утворення магнітного поля внаслідок протікання електричного струму крізь спіраль

При першому увімкненні електричного струму швидкість потоку стрімко зростає до максимального значення. Водночас із цим сила магнітного поля, або ж магнітний потік, поступово зростає до максимального значення і стабілізується після стабілізації значення електричного струму. Коли електричний струм вимикається, магнітне поле стискається у напрямку спіралі з проводів.

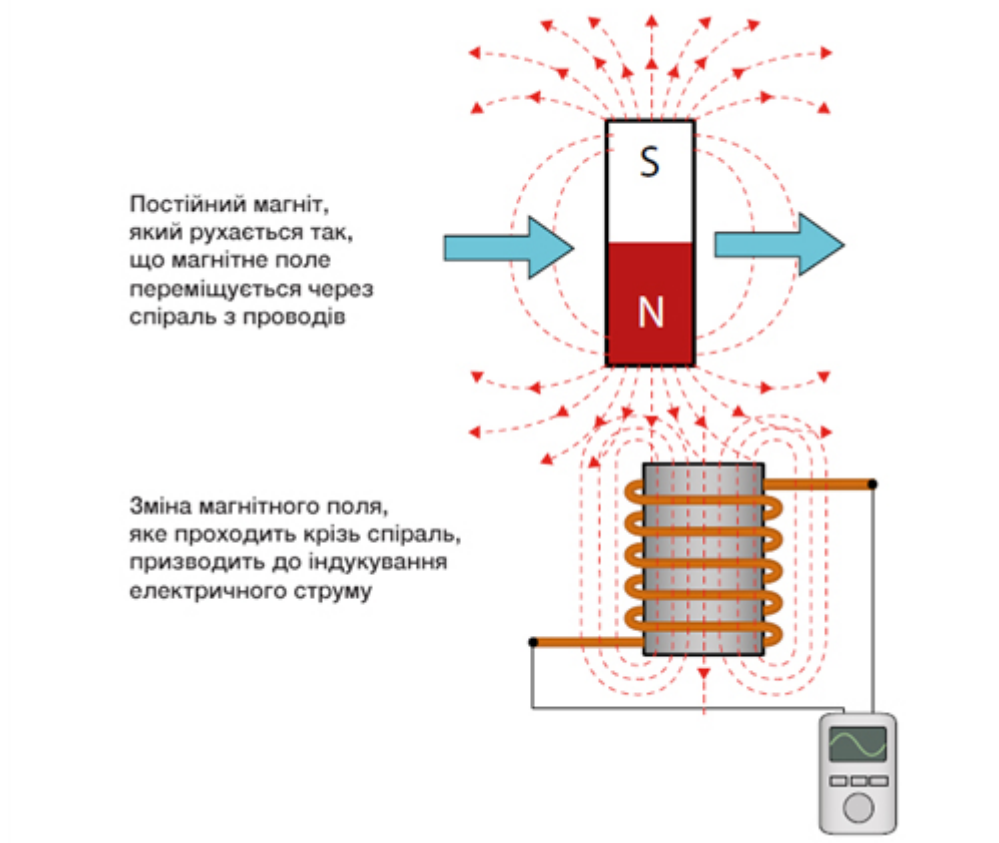
На силу магнітного поля впливають два чинники:

1. Збільшення сили струму, який подається на спіраль з проводів, призводить до збільшення сили магнітного поля.
2. Чим більша кількість витків у спіралі, тим сильнішим буде магнітне поле.

Використання магнітного поля, що змінюється, для індукування електричного струму

Якщо спіраль з проводів перебуває під впливом магнітного поля і це магнітне поле змінюється (або рухається), у спіралі виникає електричний струм. Цей процес відомий як «індукція».

Його можна продемонструвати, просто провівши постійний магніт крізь спіраль. Переміщення або зміна магнітного поля чи магнітного потоку призводить до індукування електричного струму у спіралі з проводів (Малюнок 3).



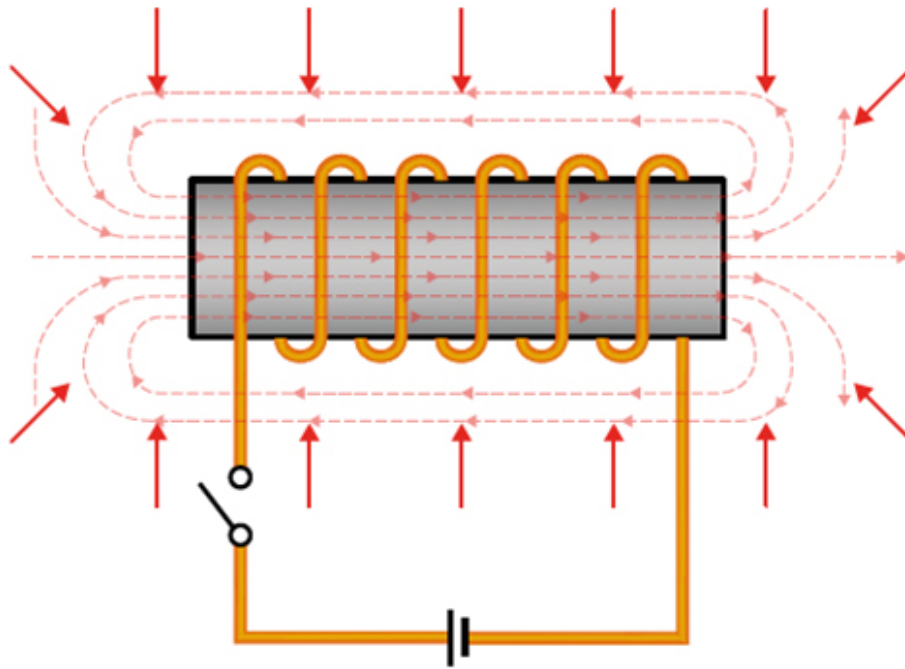
Малюнок 3. Зміна або переміщення магнітного поля індукуює електричний струм у спіралі

Значення напруги, індукованої у спіралі, залежить від двох основних чинників:

1. Що швидшою буде зміна (або швидкість руху) магнітного поля та що більшою буде зміна сили магнітного поля, то вищим буде значення індукованої напруги.
2. Що більша кількість витків у спіралі, то вищим буде значення індукованої напруги.

Використання магнітного поля, що стискається, для індукування електричного струму

Якщо магнітне поле було створене шляхом подачі електричного струму на спіраль з проводів, будь-які зміни електричного струму (збільшення або зменшення потоку струму) призводить до аналогічних змін магнітного поля. У разі вимкнення електричного струму магнітне поле стиснеться. У результаті магнітне поле, що стискається, призводить до індукування електричного струму у спіралі з проводів (Малюнок 4).

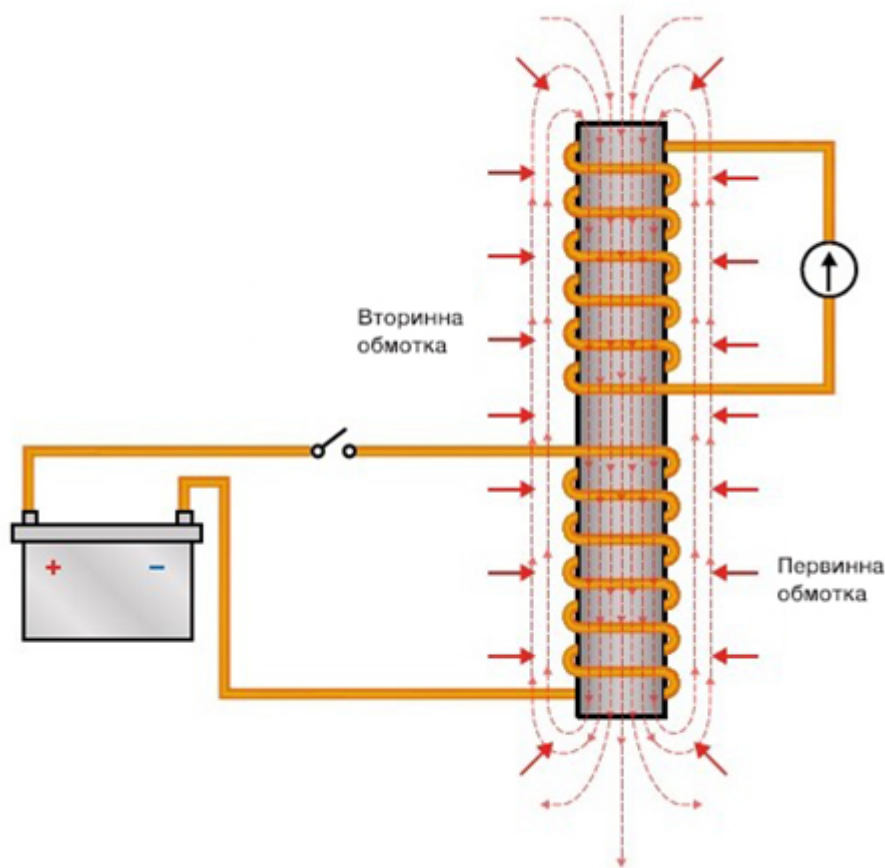


Малюнок 4. У разі відключення електричного струму, що використовувався для створення магнітного поля, це поле стискається, що призводить до індукування додаткового електричного струму у спіралі

Аналогічно до того, як збільшення швидкості переміщення магнітного поля через спіраль із проводів призведе до збільшення напруги, що індукується у спіралі, прискорене стиснення магнітного поля також призведе до підвищення напруги. Крім того, збільшити значення напруги, яка індукується у спіралі, можна шляхом збільшення кількості витків спіралі.

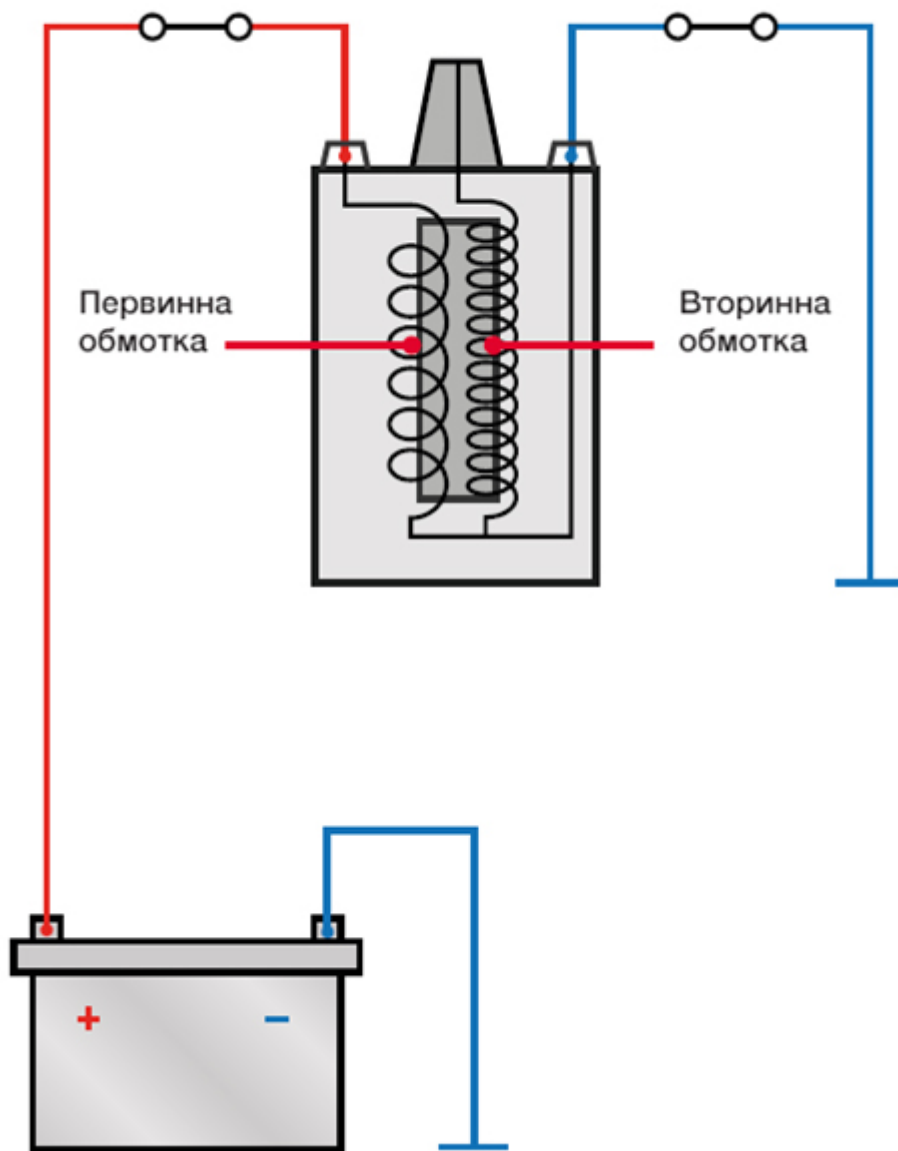
Взаємна індукція та ефект трансформатора

Якщо дві спіралі з проводів розташовані поряд і електричний струм використовується для створення магнітного поля довкола однієї зі спіралей (яку ми називаємо первинною обмоткою), магнітне поле також виникне довкола другої спіралі (або вторинної обмотки). Вимкнення електричного струму та стиснення магнітного поля призведе до індукування напруги в первинній та вторинній обмотках. Це явище відоме як «взаємна індукція» (Малюнок 5).



Малюнок 5. Магнітне поле у первинній обмотці також оточує вторинну обмотку. Стискання магнітного поля індукує електричний струм в обох обмотках

У котушках запалювання (та в багатьох типах електричних трансформаторів) вторинна обмотка має більше витків, ніж первинна. Завдяки цьому при стисненні магнітного поля у вторинній обмотці генерується вища напруга, ніж у первинній (Малюнок 6).



Малюнок 6. Тут вторинна обмотка має більше витків, ніж первинна. При стисненні магнітного поля напруга у вторинній обмотці буде вищою, ніж напруга, індукована у первинній обмотці

Первинна обмотка котушки запалювання зазвичай містить від 150 до 300 витків проводу; вторинна обмотка зазвичай містить від 15 000 до 30 000 витків проводу, або приблизно у 100 разів більше, ніж первинна.

Магнітне поле на початковому етапі створюється, коли електрична система автомобіля подає на первинну обмотку котушки запалювання напругу приблизно 12 В. Коли на свічці запалювання має утворитися іскра, система запалювання відключає струм, який подається на первинну обмотку, що призводить до стиснення магнітного поля. Стискаючись, магнітне поле індукуює в первинній обмотці напругу близько 200 В, але при цьому індукована у вторинній обмотці напруга буде приблизно у 100 разів вищою – близько 20 000 в.

Використовуючи явище взаємної індукції та вторинну обмотку, яка має у 100 разів більше витків, ніж первинна, можна перетворити початкову напругу 12 В на дуже високу напругу. Цей

процес зміни низької напруги на високу називають «ефектом трансформатора».

У котушці запалювання первинна та вторинна обмотки намотані на залізний сердечник, який допомагає концентрувати та посилювати магнітне поле й потік, підвищуючи тим самим ефективність котушки запалювання.

Компанія DENSO давно займає провідну позицію у сфері технологій безпосереднього запалювання, а котушки запалювання DENSO доступні на ринку запасних частин.

[Дізнайтеся більше про типи котушок запалювання DENSO та їхні переваги.](#)

Джерело: