



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

УЧЕБНО ПОМАГАЛО

ПО ДВИГАТЕЛИ С ВЪТРЕШНО ГОРЕНЕ

За специалност код 5250101 „Автотранспортна техника“

професия код 525010 „Техник по транспортна техника“

разработено от авторски екип към

**СВИЩОВСКА ПРОФЕСИОНАЛНА ГИМНАЗИЯ „АЛЕКО КОНСТАНТИНОВ“ –
ГР. СВИЩОВ**

Авторски екип:

© инж. Антон Маринов Василев

© инж. Пламен Йорданов Енчев

Преподавател от РУ „Ангел Кънчев“: доц. д-р инж. Симеон Пенчев Илиев

Външен оценител от фирма партньор: инж. Красимир Минчев Кирилов

Езиково-стилов редактор: доц. д-р Мира Живодарева Душкова

Учебното помагало е разработено в рамките на проект BG05M2OP001-2.014-0001 „Подкрепа за дуалната система на обучение“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейските структурни и инвестиционни фондове.

www.eufunds.bs

Проект BG05M2OP001-2.014-0001 „Подкрепа за дуалната система на обучение“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейските структурни и инвестиционни фондове.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

1.1 Историческо развитие на двигателите с вътрешно горене

В този урок ще научим:

1. Кога и от кого е създаден първият двигател.
2. Кога се оформя идеята за създаване на двигател с течно гориво.

Буталните двигатели са едно от приложенията на двигателите с вътрешно горене (ДВГ), които са открити през XIX век.

През 1864 година френският инженер Леноар създава първия ДВГ. Двигателят е бил двутактов и е работил със светилен газ, а запалването му се извършвало с помощта на електрическа свещ. Поради липса на сгъстяване двигателят имал малка мощност и много нисък коефициент на полезно действие (КПД).

През 1878 година германските инженери Ото и Ланген създават първия четиритактов двигател, работещ с газообразно гориво и принудително запалване от електрическа искра. Този двигател има неголяма мощност (около 5 kW), но поради по-високия си КПД намира практическо приложение във фабричното производство.

Той е предназначен за задвижване на дирижабъл и има ниска специфична маса (около 4 kg/ kW).

През 1885 година се появяват първите калоризаторни двигатели. За гориво се използва керосин и по-тежки деривати на петрола (нафта, мазут и др.). Тези двигатели са работили главно на четиритактов принцип, а запалването им се осъществявало от специална, силно нагрята част от горивното пространство, наричана *калоризатор*.

През 1885 година инженерите Готлиб Даймлер и Карл Бенц построяват в Германия първите маломощни бензинови двигатели, предназначени



Фиг.1.1.1 Николаус Ото

за самодвижещи се екипажи, наречени по-късно автомобили. Въпреки редицата си предимства, бензиновите двигатели не са могли да конкурират парната машина, тъй като работели със скъпо течно гориво. Основното евтино течно гориво (газълът) тогава все още не се е използвал при експлоатацията на двигателите с вътрешно горене.



Фиг.1.1.2 Жан-Жозеф Етиен Леноар

www.eufunds.bs

Проект BG05M20P001-2.014-0001 „Подкрепа за дуалната система на обучение“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейските структурни и инвестиционни фондове.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

През 1893 година германският инженер Рудолф Дизел публикувал брошура, в която обосновава теорията и конструкцията на нов ДВГ, наречен по-късно *дизелов двигател*.



Фиг.1.1.3 Стационарен едноцилиндров двигател на Дизел MAN – 12 hp, 1906 г.

Идеята на Дизел е била силно сгъстеният въздух в цилиндъра на двигателя да се разпръсне с помощта на сгъстен въздух течено гориво, което да се самозапали и изгори при постоянна температура (изотермичен горивен процес), т.е. да се осъществи термодинамичният цикъл на Карно. Двигателят, конструиран на този принцип през 1895 г. от Рудолф Дизел, се оказва на практика неработоспособен и след многократно усъвършенстване е изоставен. След много опити и след значителна промяна на първоначално замислената конструкция, Дизел през 1897 година изработва двигател, който показва изключително висока икономичност. С това се поставя началото на развитието на най-икономичните топлинни двигатели – дизеловите двигатели.



Фиг.1.1.4 Горивна помпа под високо налягане за дизелов двигател

През 1901 година руският инженер Тринклер и малко по-късно (1903 г.) френският изобретател Сабатие предлагат горивото в двигателите със самовъзпламеняване да се впръсква в цилиндъра под налягане с помощта на дюза и помпа за високо налягане. Това осигурява изгарянето на горивото, частично при $V = \text{const}$ и частично при $p = \text{const}$, което гарантира висок КПД и надеждна работа. На този принцип работят съвременните дизелови двигатели.

Особено голям тласък в развитието на ДВГ се осъществява в периода 1905–1945 г. (преди Първата световна война и до края на Втората световна война). Този трагичен период за човечеството довежда до небивало разрастване на производството на ДВГ, което измества използването на парната машина от всички области на транспортната техника.



Контролни въпроси:

1. Кога и от кого е създаден първият двигател?
2. Кой и кога за първи път оповестява конструкцията на четиритактов двигател?

www.eufunds.bs

Проект BG05M20P001-2.014-0001 „Подкрепа за дуалната система на обучение“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейските структурни и инвестиционни фондове.



РАБОТЕН ЛИСТ 1.1.

Въпроси и задачи:

1. Кой е създателят на ДВГ? Какъв тип е бил той?

.....
.....
.....
.....
.....

2. Кога е създаден първият четиритактов двигател и от кого?

.....
.....
.....

3. Кой са най-икономичните двигатели и от кого са изобретени?

.....
.....
.....

4. Как става подаването на горивото при дизелов двигател?

.....

Подредете хронологично имената на изобретателите, работили по откриването и усъвършенстването на двигателя.



.....

Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).

.....



1.2 Видове двигатели с вътрешно горене. Общо устройство

В този урок ще научим:

1. Какъв тип машина е двигателят.
2. Какви са видовете двигатели.
3. Общото устройство на двигателя с вътрешно горене.

Двигателите са машини, които преобразуват даден вид енергия (електрическа, топлинна и др.) в механична работа.

В зависимост от мястото на протичане на горивния процес топлинните двигатели се подразделят на два вида:

- двигатели с вътрешно горене;
- двигатели с външно горене.

При двигателите с външно горене процесът на горене протича извън двигателя. Към тези двигатели спадат парната машина, парната турбина и двигателите „Стирлинг“.

При двигателите с вътрешно горене горивният процес протича непосредствено в двигателя. Към тези двигатели се отнасят буталните двигатели, газовите турбини и реактивните двигатели.

Класификация на двигателите

1. Според вида на използваното гориво:

- бензинови (работещи с бензин);
- дизелови (работещи с дизелово гориво);
- газови (работещи с газообразно гориво като пропан-бутан, природен газ, водород и др.).

2. Според типа на работния цикъл:

- двутактови;
- четиритактови.

3. Според начина на смесобразуване:

- двигатели с външно смесобразуване (горивната смес се образува извън цилиндъра на



Фиг.1.2.1 Многоцилиндров V-образен двигател

двигателя – карбураторни двигатели, двигатели с впръскване на бензин в пълнителния тръбопровод и газови двигатели);

– двигатели с вътрешно смесобразуване (горивната смес се образува в цилиндъра на двигателя – дизелови двигатели и двигатели с директно впръскване на бензин непосредствено в цилиндъра).

4. Според начина на възпламеняване на горивната смес:

- двигатели с принудително възпламеняване (възпламеняването се осъществява от електрическа искра – бензинови и газови двигатели);
- двигатели, работещи със самовъзпламеняване (дизелови).

5. Според начина на запълване на цилиндъра с прясно работно тяло:

- двигатели с атмосферно пълнене, при които въздухът или горивната смес постъпва в цилиндъра поради налягане, по-ниско от атмосферното, създадено по време на такта пълнене;

www.eufunds.bs



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

– двигатели с принудително пълнене, при които пряското работно тяло се подава принудително с по-високо налягане от компресор.

6. Според начина на регулиране при изменение на натоварването:

– двигатели с качествено регулиране, при които за да се промени натоварването се сменя съставът на сместа чрез промяна количеството на въвежданото в цилиндъра гориво;

– двигатели с количествено регулиране, при които за изменение на натоварването се променя количеството на подаваната горивна смес.

7. Според начина на охлаждане:

– двигатели с течно охлаждане;

– двигатели с въздушно охлаждане.

8. Според броя на цилиндрите на двигателя:

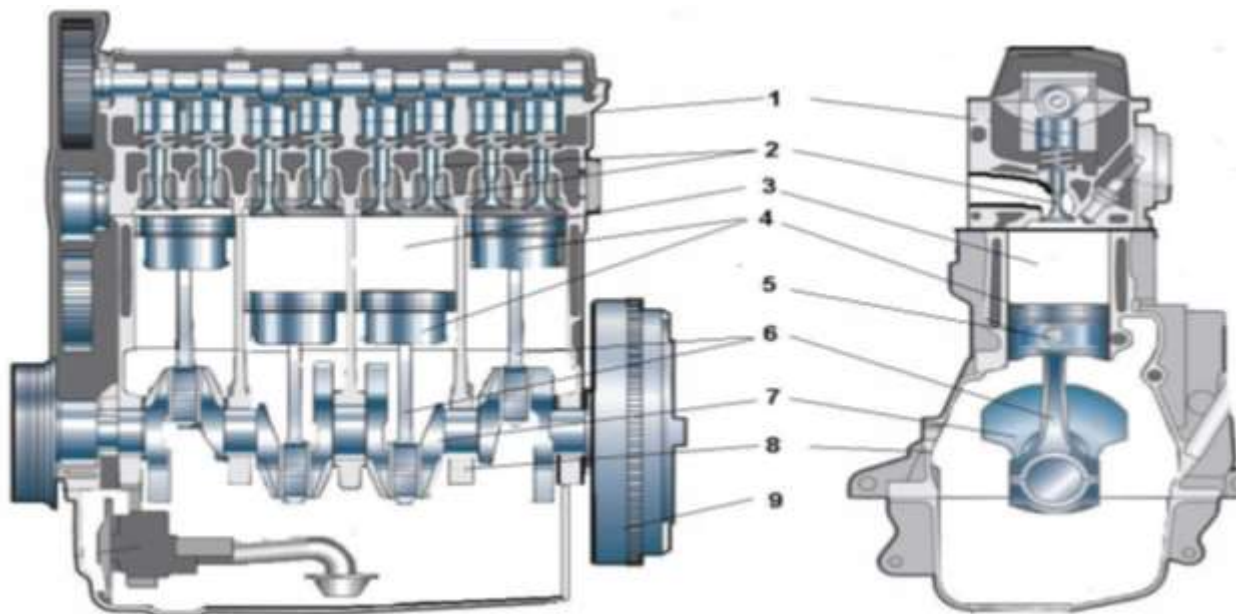
– едноцилиндрови;

– многоцилиндрови. От своя страна според подредбата на цилиндрите многоцилиндровите двигатели биват: едноредови и многоредови (V-образни, W-образни, звездообразни и др.).



Фиг.1.2.2 Многоцилиндров двигател с 2 разпределителни вала

Общо устройство на двигател с вътрешно горене



Фиг.1.2.3 Бутален двигател: 1 – цилиндрова глава; 2 – клапани; 3 – цилиндър; 4 – бутало; 5 – бутален болт; 6 – мотовилка; 7 – колян вал; 8 – картер; 9 – маховик.

www.eufunds.bs

Проект BG05M20P001-2.014-0001 „Подкрепа за дуалната система на обучение“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейските структурни и инвестиционни фондове.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

Основните части на буталните двигатели (Фиг.1.2.3) са: цилиндър, бутало, бутален болт, мотовилка, колян вал, картер, цилиндрова глава.

В картера (8) чрез лагери е монтиран колянвия вал (7), така че да може да извършва въртеливо движение. Буталото (4) се разполага в цилиндъра (3), където се движи възвратно-постъпателно между две крайни положения. Движението на буталото се предава към мотовилковата шийка на колянвия вал чрез буталния болт (5) и мотовилката (6). Буталото, буталният болт, мотовилката и колянвият вал са елементи от коляно-мотовилковия механизъм, който служи за преобразуване на възвратно-постъпателното движение на буталото във въртеливото движение на колянвия вал. Цилиндърът се затваря от горната страна с цилиндровата глава (1). В цилиндровата глава са изработени канали – пълнителни и изпускателни, които се затварят от клапаните (2).

Работен цикъл на четиритактов бензинов двигател

Четиритактовият работен цикъл се състои от четири такта: *пълнене, сгъстяване, горене-разширение (работен) и изпускане*. От четирите такта само един е работен, а останалите са спомагателни.

При работата на двигателя налягането на газовете в цилиндъра се изменя непрекъснато. Графиката, която показва изменението на налягането в цилиндъра в зависимост от обема над буталото (положението на буталото) за един работен цикъл, се нарича **индикаторна диаграма (P-V диаграма)**.



Контролни въпроси:

1. Какво е двигател с вътрешно горене?
2. Какви видове двигатели познавате?
3. Кои са основните елементи на двигателя?

Бележки

www.eufunds.bs



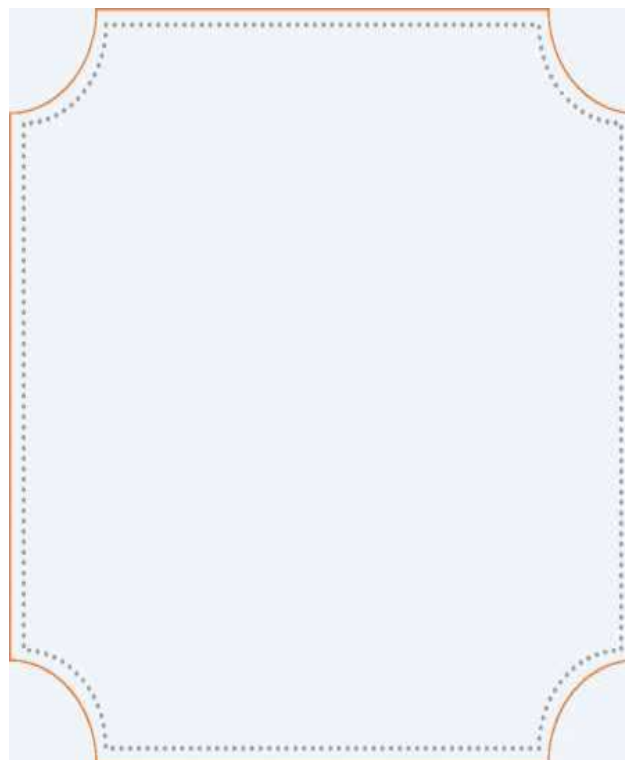
ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

РАБОТЕН ЛИСТ 1.2.

Начертайте следните елементи на бутален двигател: цилиндър, клапан, бутало, мотовилка, колян вал.



Въпроси и задачи:

1. Какви са видовете двигатели според използваното гориво?

.....

.....

.....

.....

.....

2. Какъв тип енергия преобразува двигателя с вътрешно горене?

.....

.....

.....

3. Как става принудителното възпламеняване на горивото?

.....

.....

.....

4. От колко такта се състои работния цикъл?

.....

Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

1.3. Основни механизми и системи в двигателя с вътрешно горене. I част

В този урок ще научим:

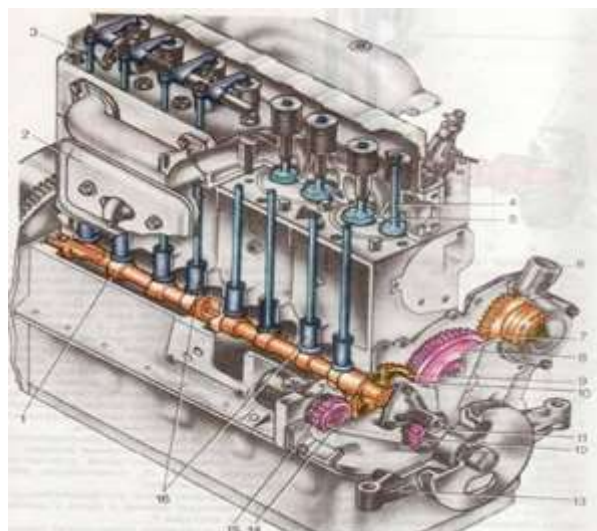
1. Кои са и какво представляват механизмите в двигателя.
2. Кои са и какво представляват системите в двигателя.
3. Какво е предназначението на механизмите и системите.

Четиритактовият бензинов двигател се състои от два механизма (коляно-мотовилков и газоразпределителен) и от пет системи (горивна, запалителна, охладителна, мазилна и пускова).

1. Коляно-мотовилков механизъм – служи за възприемане на налягането на газовете в цилиндъра и за преобразуване на възвратно-постъпателното движение на буталото във въртеливо движение на коляновия вал. Състои се от: цилиндров блок, цилиндър, бутало, мотовилка, колянов вал с маховик и картер.



Фиг.1.3.1 Коляно-мотовилков механизъм



Фиг.1.3.2 Газоразпределителен механизъм

2. Газоразпределителен механизъм – осигурява напълването на цилиндъра с гориво-въздушна смес и опразването му чрез своевременно отваряне и затваряне на всмукателния и изпускателния клапан. Състои се от: клапани, пружини (затварящи клапаните), кобилицы или плунжери, разпределителен вал и задвижващата го част – верига или назъбен ремък, чрез който получава движението си от коляновия вал.

3. Горивна система – при бензиновите двигатели служи за приготвяне на гориво-въздушната смес и подаването ѝ към цилиндрите, а при дизелите – за отделно вкарване на въздух и гориво в цилиндрите. Състои се от: резервоар за горивото, горивопроводи, филтри за гориво и въздух, подкачващи помпи, карбуратор или дюзи (инжекциони) – при бензиновите ДВГ, горивонагнетателна помпа и дюзи – при дизелите.

Пълнене под налягане – турбо. За повишаване на литровата мощност на ДВГ (без да се изменя обема му) по време на такта *всмукване* се използва метод, чрез който в

www.eufunds.bs



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

цилиндрите се вкарва въздух под налягане. За целта се употребява газотурбинен компресор (*турбокомпресор*), който се задвижва от налягането, с което излизат отработените газове през изпускателната тръба. Турбокомпресорът е с малко тегло и обем. В един корпус от едната страна се намира турбината, задвижвана от газовете, а от другата е монтирана турбината на компресора – помпено колело. При въртенето си помпеното колело засмуква въздух през филтъра и под ниско налягане го нагнетява в смукателния колектор. С това мощността на двигателя се увеличава с 20-40%. Турбокомпресорът не работи постоянно, а само когато се изисква повишена мощност на двигателя. За целта изпускателната тръба е снабдена с клапа, даваща възможност на изгорелите газове или директно да излизат в атмосферата, или да минават през турбината. Тази клапа се отваря при по-силно натискане педала на газта. Турбокомпресорите намират по-голямо приложение при дизеловите двигатели-TD (турбо дизел).

Инжекционни системи при бензиновите двигатели

В днешно време инжекционните системи практически изместиха карбураторите в горивната система на бензиновите двигатели. Инжекционните системи позволяват в много по-голяма степен да се оптимизира процесът на горене за всеки режим на работа на двигателя чрез точно дозиране на горивото в засмуквания от буталата въздух. С това се постига по-голяма мощност и икономия на гориво. За разлика от карбураторните двигатели, при които вследствие на създадения вакуум горивото от карбуратора попада в преминаващия през него въздух (и постъпващ в цилиндрите), при инжекционните то се впръсква при ниско налягане във въздуха от

дюзите, монтирани в смукателния колектор. Инжекционните системи са два вида:

- с централно (едноточково) впръскване или т.нар. моноинжекция;
 - с многоточково впръскване или т.нар. пълнен инжекцион.
- Система за централно (едноточково) впръскване.

Горивото попада в засмуквания от буталата въздух, като се впръсква при ниско налягане през една дюза, монтирана над всмукателния колектор (на мястото на карбуратора). Дюзата е от електромагнитен тип. Електромагнитът, отварящ и затварящ отворите за впръскване, получава командите (електроимпулси) от електронен блок за управление (ЕБУ) или използваната в световен мащаб абревиатура ECU. Горивото се впръсква прекъснато (на части). При натоварване на двигателя, т. е. при натискане педала на газта, се увеличава продължителността на фазите на впръскване. С това се увеличава количеството впръскано гориво за единица време, т.е. сместа се



Фиг. 1.3.3 Коляно-мотовилков механизъм обогатява. Както и при карбураторните двигатели, с педала на газта водачът отваря и затваря дроселовата клапа, намираща се непосредствено под дюзата. На оста на капака е монтиран датчик, който подава сигнали на ЕБУ.

- Система за многоточково впръскване (пълнен инжекцион).

www.eufunds.bs



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



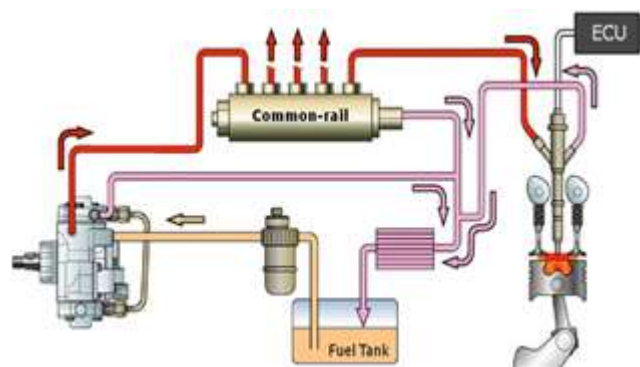
ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

При тази инжекционна система за всеки цилиндър има отделна дюза, монтирана в смукателната тръба пред съответния всмукателен клапан. Работата на дюзите се управлява от ЕБУ, също както при моноинжекцията.

ЕБУ представлява цифров микрокомпютър, в който са въведени данни за продължителност на впръскването, съобразно определен брой положения на дроселовата клапа и честотата на въртене на колянвия вал на двигателя. Освен това той получава информация от определен брой датчици и на базата на заложената програма извършва корекции в продължителността на импулсите на впръскване. В инжекционните системи ЕБУ управлява и системата на запалването, който е от електронен тип, като осигурява подаването на искра точно в определен момент, преди буталото да е достигнало ГМТ.

Системи за впръскване при дизелите

Система HDI common rail (обща рейка)

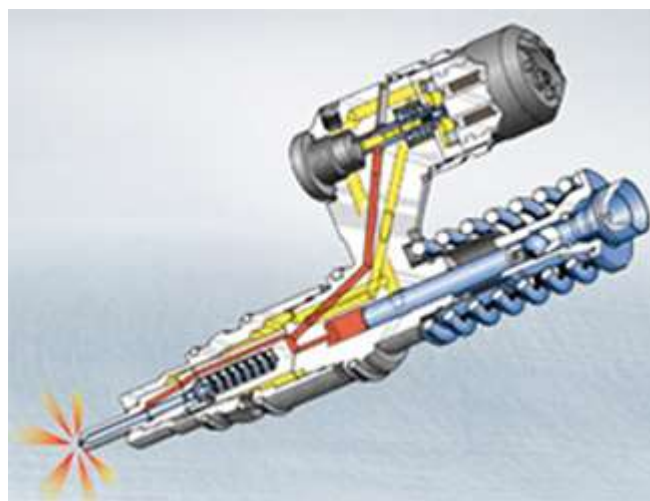


Фиг.1.3.4 Система Комън рейл (Common rail)

Горивото се подава от нагнетената помпа под налягане от 200 до 1350 бара, според режима на двигателя, в обща рама (както при бензиновите инжекционни), захранваща всички дюзи. Дюзите са електронен тип и се управляват от компютър. Той отчита от съответните датчици оборотите на двигателя и температурата на входящия въздух, температурата на охладителната течност,

скоростта на автомобила, както и положението на педала на газта, съединителя и спирачката. Конфигурацията на система „common rail“ наподобява на системата „пълна инжекция“ при бензиновите двигатели, само че тук дюзите впръскват дизеловото гориво директно в камерите при 1000 пъти по-голямо налягане.

– Система „помпа-дюза“ (Pumpe-Duse)



Фиг.1.3.5 Система Помпа дюза (Pumpe-Duse)

При тази система няма отделна горивонагнетателна помпа, а самите дюзи приемат функцията и на помпи. До тях достига горивото от подкачващата помпа на резервоара. „Помпа-дюзите“ се намират непосредствено до разпределителния вал, който ги задвижва, като налягането се упражнява директно върху всяка от тях чрез лостчета, опиращи се на гърбиците на вала. Регулирането на налягането във всяка дюза се управлява от електромагнит, контролиран от управляващ електронен блок на впръскването, с което се осигурява оптимална дозировка на подаването на гориво. Налягането на впръскването достига 2050 бара. Датчиците, подаващи информация на компютъра, са аналогични с тези на HDI.

www.eufunds.bs



РАБОТЕН ЛИСТ 1.3.

Начертайте основните елементи на горивна система Common rail.



Въпроси и задачи:

1. Кой са механизмите при двигателите с вътрешно горене?

.....
.....
.....
.....
.....

2. С колко системи се запознахме в този урок? Избройте ги.

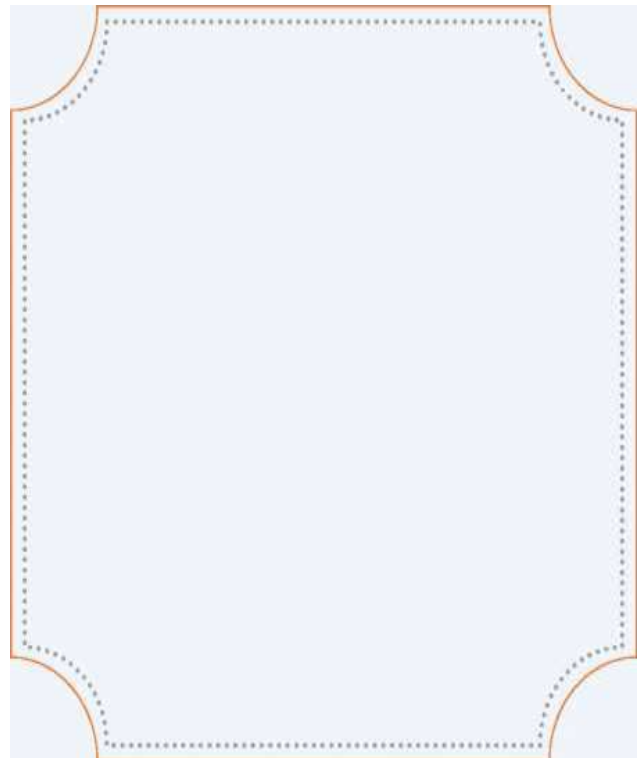
.....
.....
.....

3. Кой са системите с принудително впръскване на горивото?

.....
.....

4. Какво е ECU? Какви функции изпълнява?

.....
.....



Самооценка на ученика:

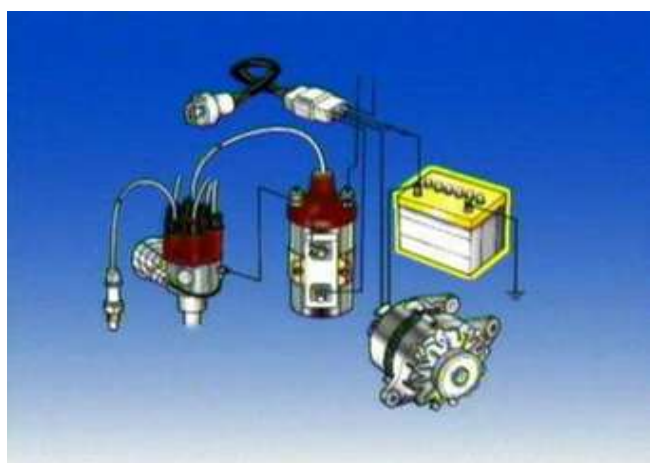
(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).



1.4. Основни механизми и системи в двигателя с вътрешно горене. II част

В този урок ще научим:

1. Какво представлява запалителната система.
2. Какво представлява охладителната система.
3. Какво представлява мазилната система.
4. Какво представлява пусковата система.



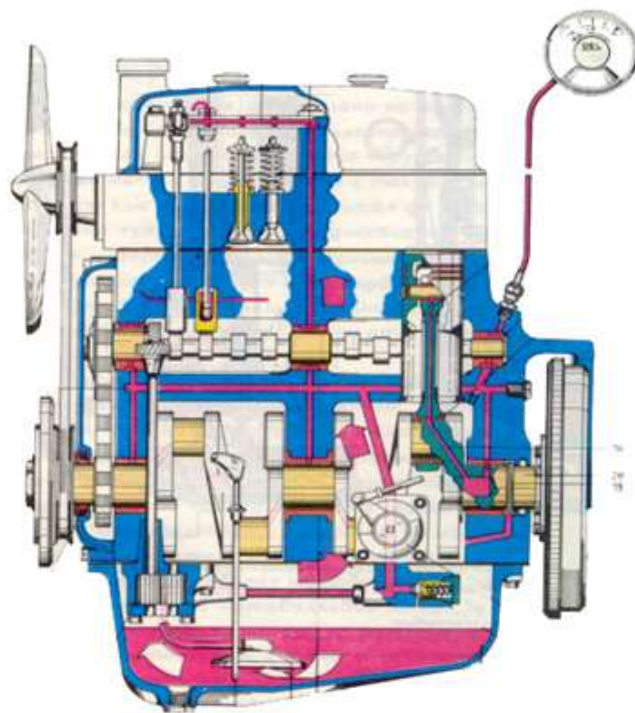
Фиг.1.4.1 Запалителна система

1. Запалителна система – служи за възпламеняване на състената гориво-въздушна смес в точно определен момент. Такава система имат само бензиновите ДВГ. Основните части са: генератор на ток, индукционна бобина, прекъсвач-разпределител (механичен или електронен), електронно управляващо устройство (при инжекционите), запалителни свещи и проводници.



Фиг.1.4.2 Охладителна система

2. Охладителна система – служи за охлаждане на частите на ДВГ, най-много подложени на топлина: цилиндровата глава, цилиндровия блок и буталото, Охлаждането се извършва чрез принудителна циркулация на охлаждащата течност. Състои се от: водна риза (кучини в блока и главата, през които минава течността), радиатор, вентилатор, водна помпа (центробежен тип), термостат (регулатор на циркулиращата течност, респективно – на температурата



Фиг.1.4.3 Мазилна система

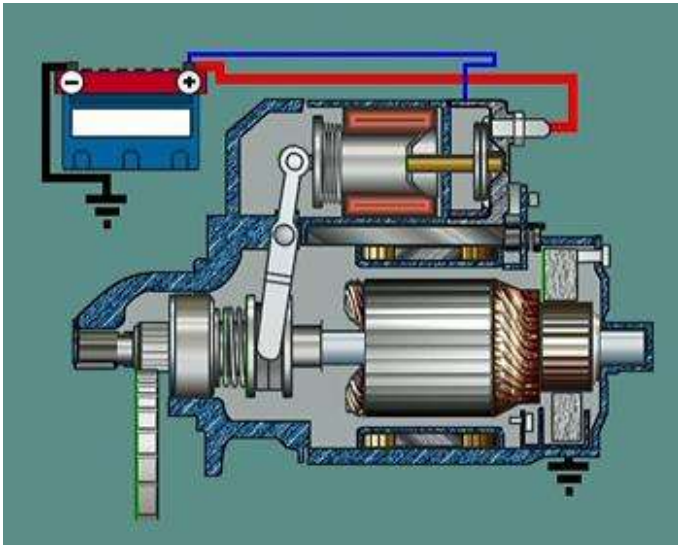
3. Мазилна система – служи за подаване на масло към триещите се части на двигателя. Състои се от: резервоар (картера на двигателя), маслена помпа, маслопроводни, филтър и в някои случаи – радиатор за охлаждане на маслото.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

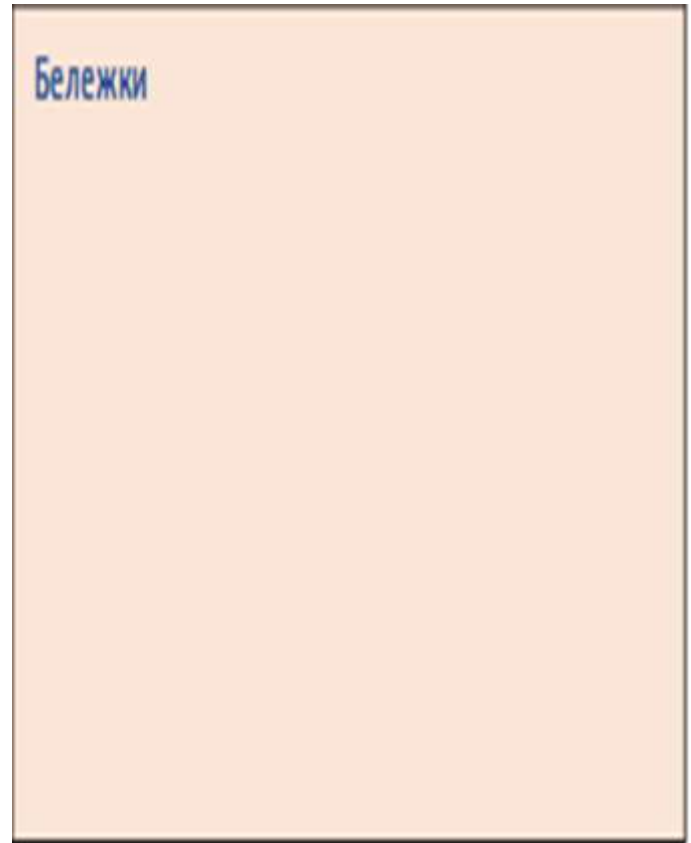


Фиг.1.4.4 Пускова система



Фиг.1.4.5 Оловен автомобилен акумулатор

4. Пускова система – служи привеждане на двигателя в действие. Състои се от: акумулатор и пусков електромотор (задвижващ колянвия вал чрез маховика). Акумулаторната батерия служи за снабдяване на автомобила с електричен ток. Тя е изградена от 6 отделни акумулаторни батерии, свързани последователно по между си.



Контролни въпроси:

1. За какво служи мазилната система?
2. Кои части на двигателя се охлаждат от охладителната система ?

www.eufunds.bs

Проект BG05M20P001-2.014-0001 „Подкрепа за дуалната система на обучение“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейските структурни и инвестиционни фондове.



РАБОТЕН ЛИСТ 1.4.

Начертайте графичното означение на батерия.

Начертайте 6 батерии, свързани последователно.

Въпроси и задачи:

1. Кои са механизмите при двигателите с вътрешно горене?

.....
.....
.....

2. Колко системи има при двигателите с вътрешно горене? Избройте ги.

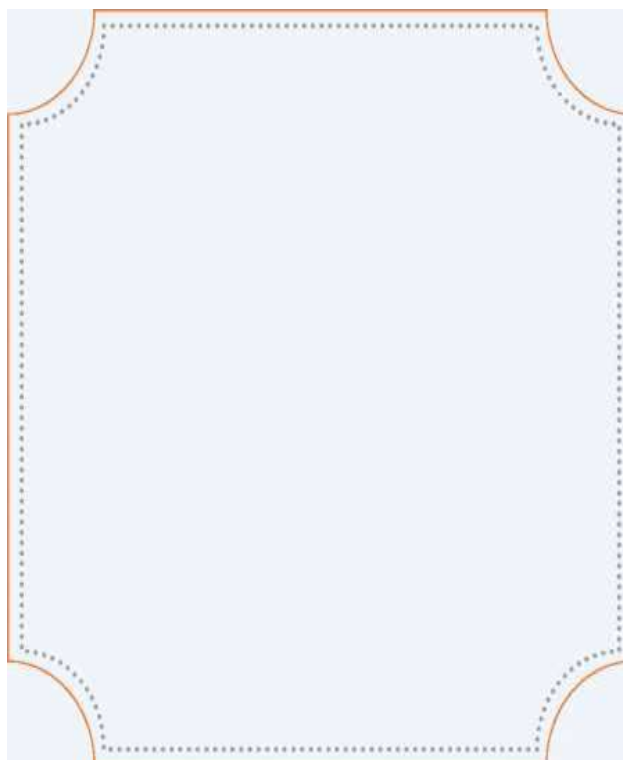
.....
.....
.....

3. Кои са системите с принудително впръскване на горивото?

.....
.....
.....

4. Какви са разликите при мазилната и охладителната система?

.....
.....
.....
.....



Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).

.....
.....
.....
.....



1.5 Принцип на действие на четиритактов двигател

В този урок ще научим:

1. Колко и какви са работните тактове в двигателя.
2. Какви процеси се извършват при работата на двигателя.

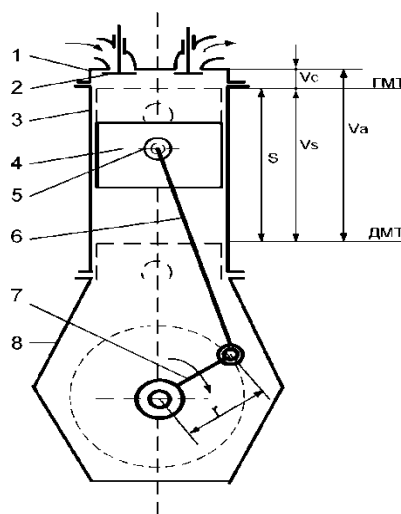
Четиритактов двигател се нарича този, в който работния цикъл се извършва за четири хода на буталото. При този двигател в цилиндърната глава на всеки цилиндър има разположени най-малко два клапана (един изпускателен и един смукателен). Също така там се намира свеща, която възпламенява горивната смес.

Положението на буталото, когато е най-отдалечено от оста на въртене на колянния вал се нарича *горна мъртва точка (ГМТ)*, а положението, при което е най-близо до оста – *долна мъртва точка (ДМТ)*. Разстоянието между двете мъртви точки се нарича *ход на буталото S*. Ходът на буталото S зависи от радиуса на колянното r и се определя по зависимостта:

$$S = 2r$$

Такт – процесите които протичат в цилиндъра при преместването на буталото от една мъртва точка до друга (един ход) се наричат такт. Такта се отъждествява със самите процеси, които протичат в цилиндъра (пълнене, сгъстяване, разширение или изпускане), а не със самия ход на буталото.

Работен цикъл – съвкупността от последователно протичащи в цилиндъра по точно определен ред процеси (тактове), в резултат на което отделената топлина при изгаряне на горивото се превръща в механична работа. В зависимост от броя на тактовете в работния цикъл буталните двигатели с вътрешно горене биват двутактови и четиритактови.



Фиг. 1.5.1. Схема на четиритактов двигател

Горивна смес – в цилиндърите на бензиновите и газовите двигатели постъпва смес от гориво и въздух, която се нарича горивна смес (в дизеловите постъпва само въздух).

Остатъчни газове – в цилиндъра протичат периодично процеси на горене и почистване от продуктите на горене. Въпреки, че в работните цикли е предвиден отделен процес на почистване, в цилиндъра остават малко по количество продукти на горене, които участват в следващия работен цикъл. Останалите продукти на горене от предходния работен цикъл се наричат остатъчни газове.

Работна смес – постъпилата в цилиндъра горивна смес при бензиновите и газовите двигатели се смесва с остатъчните газове и образуват работна смес. При дизеловите двигатели, работната смес се получава след смесването на постъпилата в цилиндъра въздух с остатъчните газове.

Отработени газове – продуктите на горене, които се изхвърлят при почистването на цилиндъра се наричат *отработени газове (ОГ)*.

Работният цикъл протича в следната последователност:

www.eufunds.bs



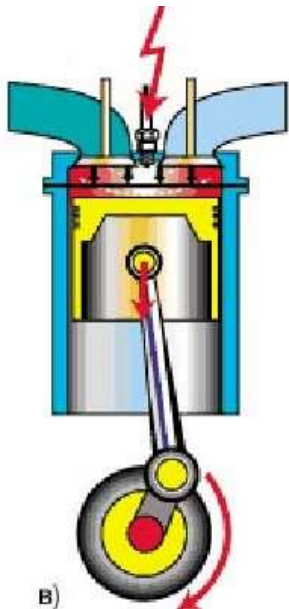
Първи такт – всмукване (пълнене).



Буталото започва да се движи от горна мъртва точка (ГМТ) към долна мъртва точка (ДМТ). Смукателния клапан е отворен, изпускателния затворен. Освободеният от буталото обем създава подналягане (вакуум) в цилиндъра в следствие на което през смукателния тръбопровод навлиза прясна горивна смес (въздух + гориво). В

ДМТ смукателният клапан се затваря. В края на първи такт цилиндрият обем придобива максималната си стойност и е запълнен с прясна горивна смес.

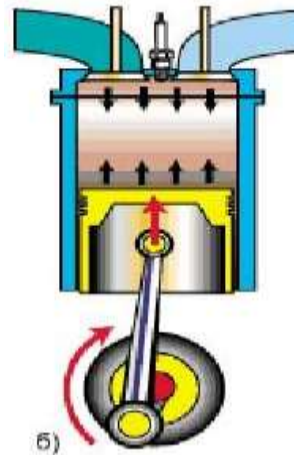
Трети такт – разширение (работен ход).



Двата клапана са затворени, сгъстената работна смес е възпламенена. Топлината която се отделя при изгарене на сместа, повишава температурата, а от там налягането на получените в цилиндъра газове. Под действие на налягането на газовете, буталото с голяма сила се придвижва от ГМТ към ДМТ и чрез мотовилката

привежда във въртене колянвия вал. Този ход се нарича работен, защото газвете извършват полезна работа.

Втори такт – сгъстяване.



Буталото се движи от долна към горна мъртва точка, а двата клапана са затворени. При това движение цилиндрият обем намалява и сместа се сгъстява при което налягането и температурата й се увеличават. В горна мъртва точка сместа е

сгъстена до обем равен на обема на горивната камера. Колкото по-голяма е степента на сгъстяване на двигателя, толкова по-силно ще се сгъсти работната смес и при заплаването й ще се получи по-голямо налягане на изгорелите газове върху челото на буталото. Високото налягане определя възможността за извършване на по-голяма механична работа (по-голяма мощност на двигателя). Изхождайки от това съображение, възпламеняването на сместа под електрическата искра на запалителната свещ се извършва в горна мъртва точка (в действителност малко порано) така, че горенето да протече при приблизително постоянен обем.

Четвърти такт – изпускане.



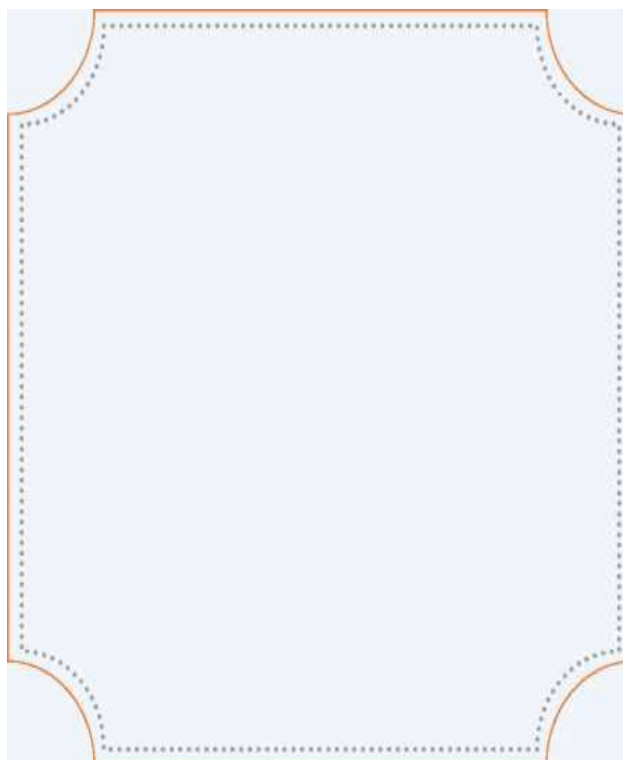
Буталото се движи от долна мъртва точка към ГМТ, изпускателния клапан е отворен, а смукателният е затворен. В началото на такта отработилите газове самостоятелно изтичат навън от цилиндъра до момента, когато налягането спадне до атмосферното. По-нататък

буталото принудително ги изтласква до положението си в горна мъртва точка.



РАБОТЕН ЛИСТ 1.5.

Начертайте в празното поле положението на буталото и клапаните при четвъртия такт.



Въпроси и задачи:

1. Какво означава ход на буталото?

.....
.....
.....

2. Какво означава такт?

.....
.....

3. Какво означава работен цикъл?

.....
.....
.....

4. Кои положения на коляно-мотовилковия механизъм се наричат горна и долна мъртви точки?

.....
.....
.....
.....
.....

Самооценка на ученика:

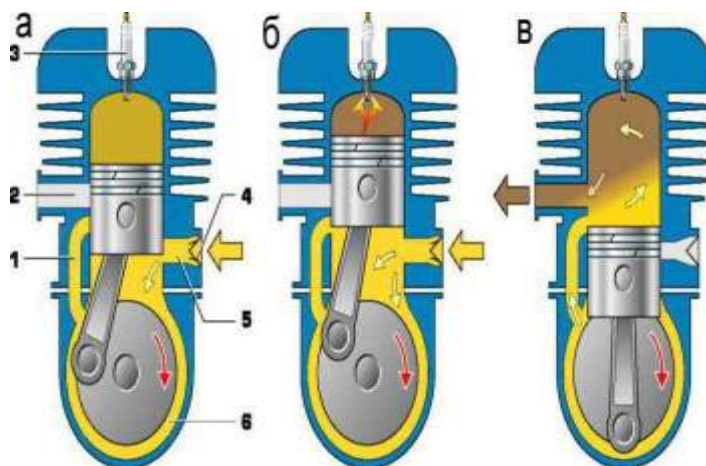
(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).



1.6 Принцип на действие на двутактов двигател

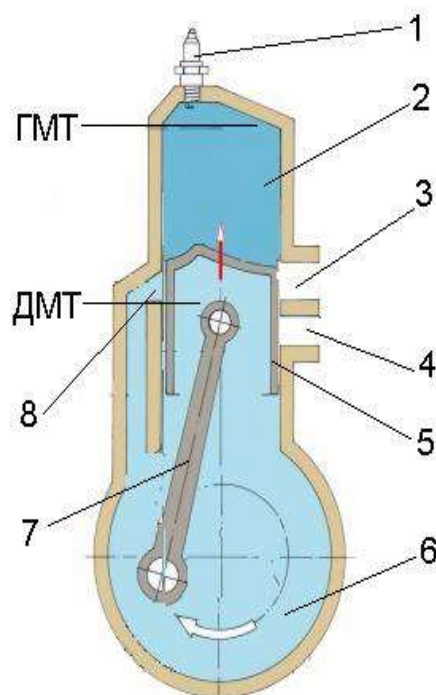
В този урок ще научим:

1. Колко и какви са работните тактове в двигателя.
2. Какви процеси се извършват при работата на двигателя.
3. Как става газообмена при този тип двигатели.



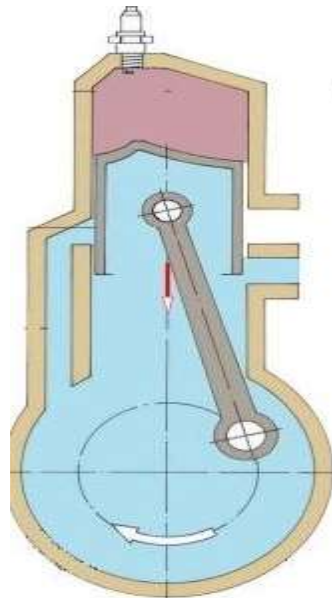
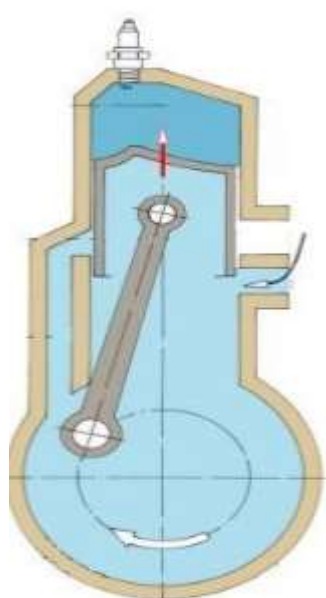
Фиг. 1.6.1. Схема на двутактов двигател

Двутактовият бензинов двигател с картерно продухване е без клапани, като каналите за почистване на цилиндъра от продуктите на горене и запълване с прясно работно тяло се отварят и затварят от буталото (Фиг. 1.6.1). В осъществяването на газообмена при този двигател участва и картерът. По тази причина картерът трябва да бъде херметически затворен. В цилиндъра на двигателя са изработени три типа канали – изпускателен (3); пълнителен (4) и продухвателен (8) – (Фиг. 1.6.2). Пълнителният канал свързва картера с атмосферата за запълването му с прясна горивна смес, изпускателният канал свързва цилиндъра с атмосферата за почистването му от отработените газове, а продухвателният канал свързва картера с цилиндъра. Разположението на отворите на съответните канали в цилиндъра е от съществено значение за работата на двигателя. Когато буталото е в долна мъртва точка (ДМТ) продухвателният и изпускателният канал са изцяло отворени. Горният край на изпускателния канал е по-високо разположен в сравнение с продухвателния – така при движението си към горна мъртва точка (ГМТ) буталото ще затвори с челото си първо продухвателния и след това изпускателния канал, а при движението от



Фиг. 1.6.2. Схема на двутактов двигател

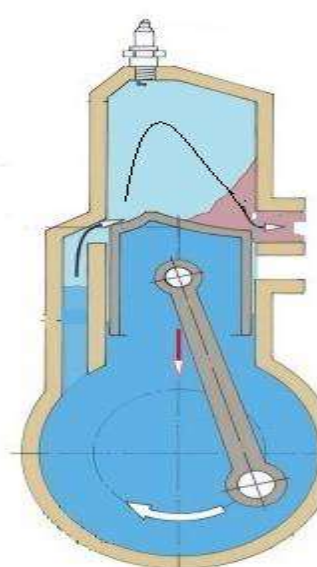
ГМТ към ДМТ ще отвори първо изпускателния и след това продухвателния канал (Фиг. 1.6.3.). Буталото отваря пълнителния канал при движението си към ГМТ чрез направляващата си част (Фиг. 1.6.4) и го затваря при движението към ДМТ (Фиг. 1.6.5).



Фиг. 1.6.3. Всмукване Фиг. 1.6.4. Сгъстяване

Първият такт протича при движението на буталото от ДМТ към ГМТ. След затварянето на продухвателния и изпускателния канали се осъществява сгъстяване на намиращата се в цилиндъра работна смес. Едновременно с това се увеличава обема на картера и налягането в него намалява, като става по-ниско от атмосферното. Към края на движението към ГМТ буталото отваря пълнителния канал и поради създаденото разреждане в картера започва да навлиза прясна горивна смес. Процесите на сгъстяване на работната смес в цилиндъра и запълване на картера с прясна горивна смес продължава до достигането на ГМТ.

Вторият такт протича при движението на буталото от ГМТ до ДМТ. Малко преди ГМТ запалителната свещ възпламенява работната смес в цилиндъра. Вследствие отделената при горенето топлина се повишават налягането и температурата в цилиндъра. Газовете със своето високо налягане извършват работа като изтласкват буталото към ДМТ.



Фиг. 1.6.5. Изхвърляне

В началото на движението си буталото затваря пълнителния канал и започва предварително сгъстяване на горивната смес в картера. При приближаването на ДМТ се отваря изпускателния канал и газовете в цилиндъра започват да изтичат в атмосферата. Налягането на газовете в цилиндъра намалява, но цилиндърът остава все още запълнен с продукти на горене. В момента на отварянето на продухвателния канал, налягането на сгъстената в картера горивна смес е по-високо от налягането на останалите в цилиндъра газове и горивната смес навлиза в цилиндъра, като изтласква останалите продукти на горене през отворения изпускателен канал. За по добро почистване на цилиндъра от отработените газове и запълване с прясна работна смес е необходимо продухвателните канали да са така насочени, че постъпващата горивна смес да обиколи контура на цилиндъра (Фиг. 1.6.2). С това се намаляват и загубите на прясна работна смес през изпускателния канал. След преминаването на ДМТ започва следващият работен цикъл и всички процеси се повтарят.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

РАБОТЕН ЛИСТ 1.6.

Начертайте в празното поле положението на буталото в цилиндъра в края на втория такт.



Въпроси и задачи:

1. Как става газоразпределението при двутактовите двигатели?

.....
.....
.....

2. Какви канали има в цилиндъра на този тип двигател и за какво служат?

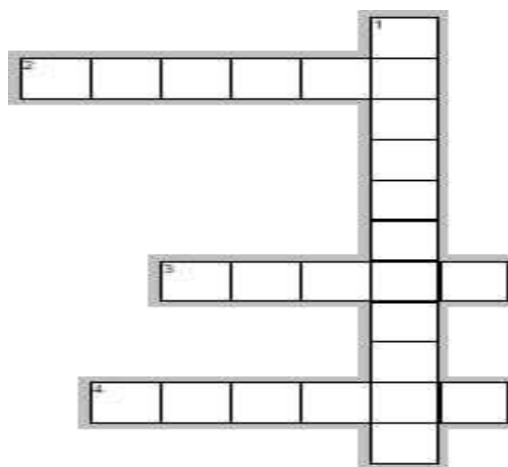
.....
.....

3. Какви процеси протичат по време на първия такт?

.....
.....
.....

4. Какви процеси протичат по време на втория такт?

.....
.....
.....
.....



Решете кръстословицата:

Хоризонтално:

2. Елемент, извършващ движение и участващ в газообмена.
3. Специален елемент в тялото на двигателя, служещ за разпределяне на газовете.
4. Част от двигателя, служеща за запълване с горивна смес.

Вертикално:

1. Съвкупност от вещества, осигуряващи енергията за работа на двигателя.

www.eufunds.bs



2.1 Предназначение на корпусните части на двигателя

В този урок ще научим:

1. Кои са корпусните части на двигателя.
2. За какво служат.
3. От какви материали се изработват.

Двигателят с вътрешно горене се състои от корпусни части, механизми и системи.

Основните корпусни части, върху които се монтират механизмите в системите на двигателя, са цилиндровият блок, картерът и цилиндровата глава. От формата и размерите им зависят основните габарити на двигателя.



Фиг. 2.1.1. Цилиндров блок

Цилиндров блок. Той е основната част на двигателя, в която се намират цилиндрите и охладителната риза. Представлява монолитна отливка най-често от чугун или от алуминиева

www.eufunds.bs

Проект BG05M20P001-2.014-0001 „Подкрепа за дуалната система на обучение“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейските структурни и инвестиционни фондове.



Фиг. 2.1.2. Картер сплав. В него са поставени цилиндровите втулки.



Фиг. 2.1.3. Цилиндрова глава

Основните изисквания за цилиндровия блок са добрите топлопроводимост, здравина и издръжливост.

Според конструктивното местоположение на цилиндрите цилиндровият блок бива:

- редови;
- V-образен;
- противоположен.



Картер



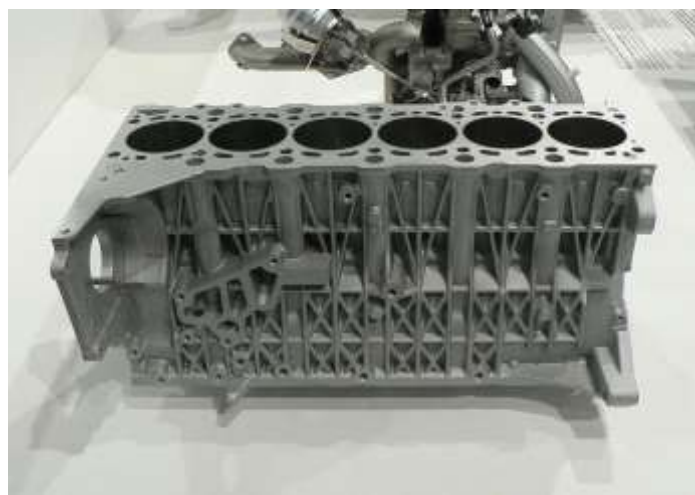
Фиг. 2.1.4. Дъно на картера

Картерът е най-голямата кука част, която е фиксирана към цилиндровия блок на двигателя чрез гумено или силиконово уплътнение. В него се разполагат основните части на механизмите. Обикновено е разглобяем и се състои от две части. Когато цилиндровият блок и картерът са отлети заедно, наричат се **блок-картер**.

Цилиндрова глава. Цилиндровата глава е монтирана в горната част на цилиндровия блок, за да запечата цилиндъра отгоре и да образува горивна камера. Вътре в цилиндровата глава на двигателя с водно охлаждане е направена охладителна водна риза, а отворът за охлаждаща вода в долния край на цилиндровата глава съвпада с отвора за охлаждащата вода на цилиндровия блок. Цилиндровата глава също е снабдена с направляващи отвори на клапаните, които се използват за монтиране на всмукателни и изпускателни клапани, както и всмукателни и изпускателни канали. Цилиндровата глава на бензиновия двигател е оформена с отвори за инсталиране на свещи, а цилиндровата глава на дизеловия двигател е оформена с отвори за инсталиране на инжектори за гориво. Цилиндровата глава обикновено са изработени от

сив чугун или от легиран чугун. Алуминиевата сплав има добра топлопроводимост и спомага за увеличаване на степента на компресия. Ето защо алуминиевите сплави се използват все повече през последните години.

Цилиндровата глава обикновено са изработени от сив чугун или от легиран чугун. Алуминиевата сплав има добра топлопроводимост и спомага за увеличаване на степента на компресия. Ето защо алуминиевите сплави се използват все повече през последните години.



Фиг. 2.1.5. Блок-картер



Фиг. 2.1.6. Цилиндрова глава



РАБОТЕН ЛИСТ 2.1.

Начертайте в празното поле положението на цилиндрите в трите вида двигатели според конструктивното разположение.



Въпроси и задачи:

1. Какво е предназначението на цилиндровия блок?

.....
.....
.....

2. Какво е предназначението на картера?

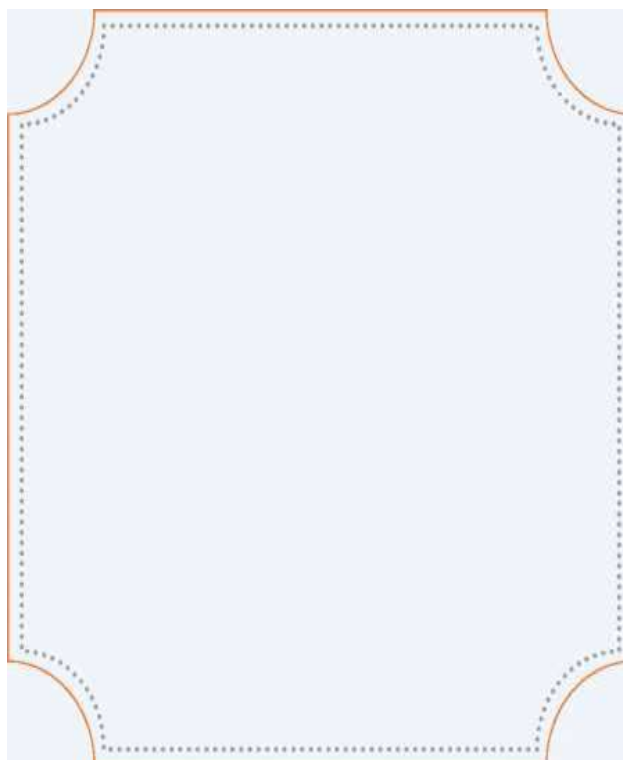
.....
.....

3. Какво е предназначението на цилиндровата глава?

.....
.....
.....

4. Какво предимство имат детайлите, изработени от алуминиева сплав?

.....
.....
.....
.....



Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).



2.2 Картер

В този урок ще научим:

1. Какво е картер.
2. Предназначението на картера.
3. Конструкцията на картера.

Картерът на автомобила е част от корпуса на двигателя. Той е инсталиран под цилиндровия блок.

Предназначение на картера

Основната задача на картерите е в тях да се монтират движещи се механизми, които се нуждаят от обилно смазване. Картерът на двигателя съдържа колян вал, маслена помпа, балансиращи валове и други важни елементи на силовия агрегат. Всички валове и зъбни колела, разположени в корпуса на трансмисията и осигуряващи предаването на въртящ момент от маховика на двигателя към задвижващите колела, са постоянно под напрежение, поради което се нуждаят и от обилно смазване.

Освен че спомага за смазването, картерът изпълнява и няколко други важни функции:

- Охлажда агрегата. В резултат на работата на въртящите се части контактните повърхности се нагряват много. Температурата на маслото в контейнера също се повишава. За да не прегрее и да не загуби свойствата си, трябва да се охлади. Тази функция се изпълнява от резервоар, който е постоянно в контакт с хладен въздух.
- Предпазва машинните части. Картерът на двигателя е изработен от здрав метал. Благодарение на това той е в състояние да

предпази маслената помпа и въртящия се вал от деформация при удар.

Конструкция на картера

Тъй като картерът е част от корпуса на двигателя, неговият дизайн зависи от характеристиките на цилиндровия блок, в който се използва.



Фиг. 2.2.1. Дъно на картера

Дъното на елемента представлява кутиеобразен капак за събиране на смазочното масло и служи за негов резервоар. Изработва се главно от алуминиева сплав или шампована стомана. Това му позволява да издържа на сериозни удари. В най-ниската точка е монтирана пробка за източване на маслото. Това е малък болт, който се отвива при смяна на маслото и дава възможност за пълното отстраняване на цялата смазка от двигателя.

Място за водене на записки



Фиг. 2.2.2. Дъно на картер с филтрираща мрежа
Устройството на картера включва и маслопроводящи канали, благодарение на които маслото се влива в картера, където се охлажда и впоследствие се засмуква от помпата. По време на работата на коляно-мотовилковия механизъм малки частици от метал могат да попаднат в маслото. За да не повредят помпата и да не попаднат върху контактните повърхности на механизма, при някои картери има допълнително метална дренажна мрежа, която филтрира големите частици и им пречи да се утаят на дъното на капака.

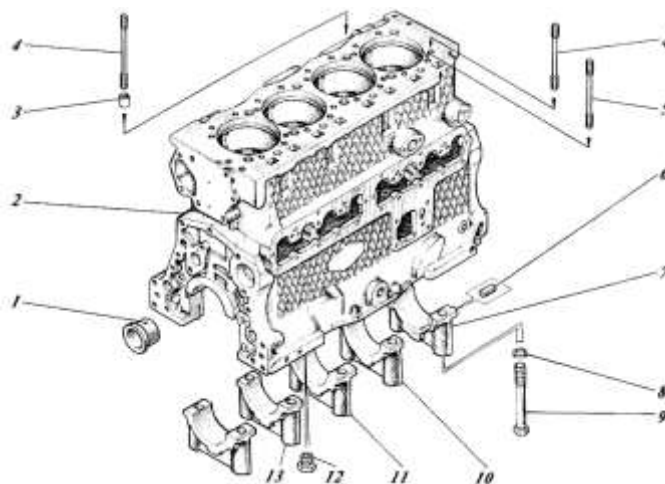
Когато цилиндрият блок и картерът са отлети заедно, отливката се нарича **блок-картер**. Тя повишава общата надеждност на цялата конструкция, придава ѝ компактност и намалява броя на механично обработваните повърхнини на корпуса.

В картера се намират леглата на основните лагери. Те се изработват така, че да бъдат масивни и оребрени с цел да се намали податливостта им към откършване. Капакът на плъзгачия лагер се стяга с болтове и с шпилки. Развиването на болтовете и гайките се осигурява чрез шплентове, деформиращи се подложни шайби и други.

В блок-картера се намират каналите и гнездата, в които се монтират частите на газоразпределителния механизъм.

Към външните стени на блок-картера се монтират

опорите за еластичното окачване на двигателя върху рамата на транспортното средство, стартера, маслените филтри и др.



Фиг. 2.2.3. Монтажна схема на блок-картера, цилиндрият глава и леглата на основните лагери

1. Предна втулка на разпределителния вал;
2. Блок-картер;
3. Направляваща втулка;
- 4, 5. Шпилки за закрепване на цилиндрият глава;
6. Шайба;
- 7, 10, 11, 13. Капаци на основните лагери;
8. Шайба;
9. Болт за закрепване на капака на основните лагери.

Контролни въпроси:

1. Какво е предназначението на картера?
2. Каква е конструкцията на картера
3. Кои лагери се монтират в картера и по какъв начин?





ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

РАБОТЕН ЛИСТ 2.2.

Разгледайте внимателно схемата. Опишете всички отвори на картера и обяснете тяхното предназначение.



Въпроси и задачи:

1. Какво е картер?

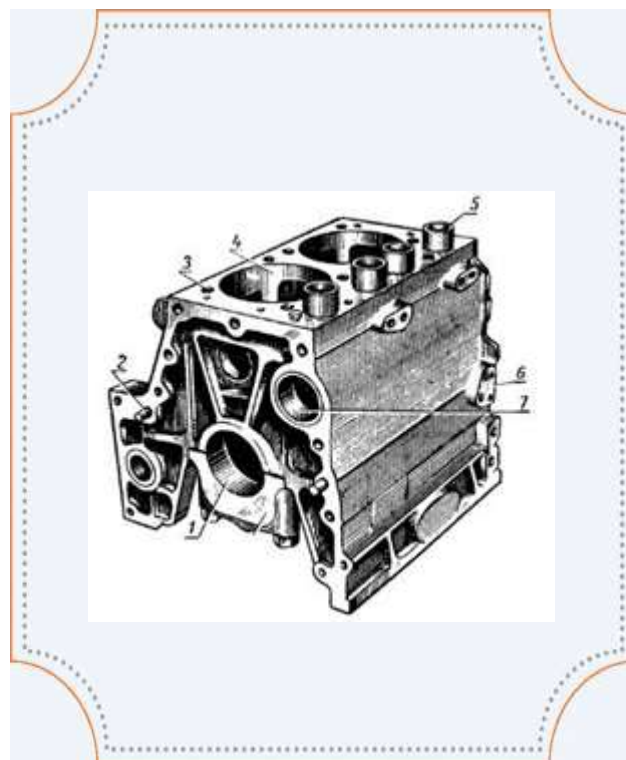
.....
.....
.....

2. Къде се намира картерът?

.....
.....
.....

3. От какви материали се изработва?
Защо се избират точно тези
материали?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



Бележки:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



2.3. Цилиндров блок

В този урок ще научим:

1. Какво е цилиндричен блок.
2. За какво служи.
3. От какъв материал е направен.
4. Кой са елементите на цилиндричния блок.

Основата на буталния двигател с вътрешно горене е цилиндричният блок. Такъв блок се използва при двигатели с вътрешно горене с два или повече цилиндъра.

Цилиндричният блок е направен под формата на единична ляга част, чието предназначение е:

- обединява всички цилиндри на двигателя;
- служи за основата за монтаж и закрепване на цилиндричната глава, картера и други детайли;
- има места (легла) за колянния вал вътре в конструкцията, канали за системи за смазване и охлаждане;
- към външните стени на блок-картера се монтират опорите за еластичното окачване на двигателя върху рамата на транспортното средство, стартера, маслените филтри и др.

Повечето от модерните автомобили се оборудват с блокове от чугунени цилиндри. Чугунът се легира с добавки от никел и хром, което го прави устойчив на износване. Основните предимства на този материал са неговата устойчивост от прегряване и здравината му/ твърдостта му. Единственият недостатък на чугунения блок е неговата тежест, поради което динамиката на

www.eufunds.bs



Фиг. 2.3.1. Цилиндричен блок с цилиндрични втулки колата значително се влошава. За да ускори автомобила до необходимата скорост, двигателят трябва да произвежда повече мощност. Това води до увеличаване на консумацията на бензин. По правило обаче колата губи не повече от 1-2% от общото количество консумирано гориво.

Цилиндричните втулки се използват за повишаване изнosoустойчивостта на вътрешната повърхнина на цилиндрите. При износване втулките се сменят. В зависимост от контакта им с охлаждащата течност цилиндричните втулки биват *мокри* и *сухи*.

Повечето двигатели използват *суха втулка*, която е заобиколена от блока на двигателя и не влиза в контакт с охлаждащата течност. Въпреки това цилиндричните с *мокри втулки* се използват в някои двигатели с водно охлаждане, особено при френския дизайн. Мокрите втулки са оформени отделно от основната отливка, така че охлаждащата течност може свободно да тече около външните им части. Предимството на мокрите втулки е по-доброто охлаждане и по-равномерното разпределение на температурата,



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

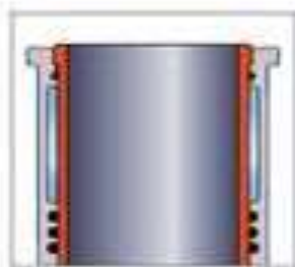
но при този дизайн се намалява твърдостта на двигателя.

Цилиндровите втулки се изработват от легирани чугуни, стомана и алуминиеви сплави.

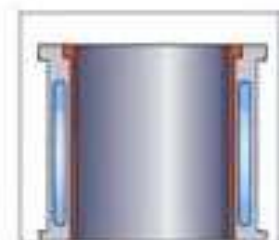
В цилиндровите втулки на двутактовите двигатели са пробити отвори за газообмен на двигателя.



Фиг. 2.3.2. Цилиндрови втулки



Фиг. 2.3.3. Суха втулка



Фиг. 2.3.2. Мокра втулка

Бележки



Контролни въпроси:

1. От какъв материал се прави цилиндрият блок?
2. Колко и какви видове са цилиндровите втулки?

www.eufunds.bs

Проект BG05M20P001-2.014-0001 „Подкрепа за дуалната система на обучение“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейските структурни и инвестиционни фондове.



РАБОТЕН ЛИСТ 2.3.

Начертайте двата вида цилиндрови втулки – сухи и мокри.



Въпроси и задачи:

1. Защо при направата на цилиндровия блок чугунът се легира?

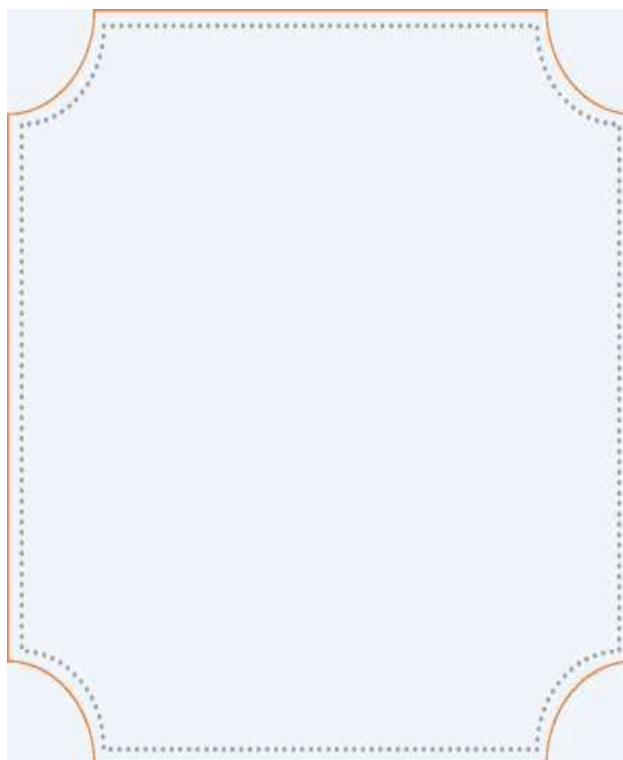
.....
.....
.....

2. Какви са предимствата и какви са недостатъците на цилиндров блок, направен от чугун?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. За какво служат цилиндровите втулки?

.....
.....
.....
.....



Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).

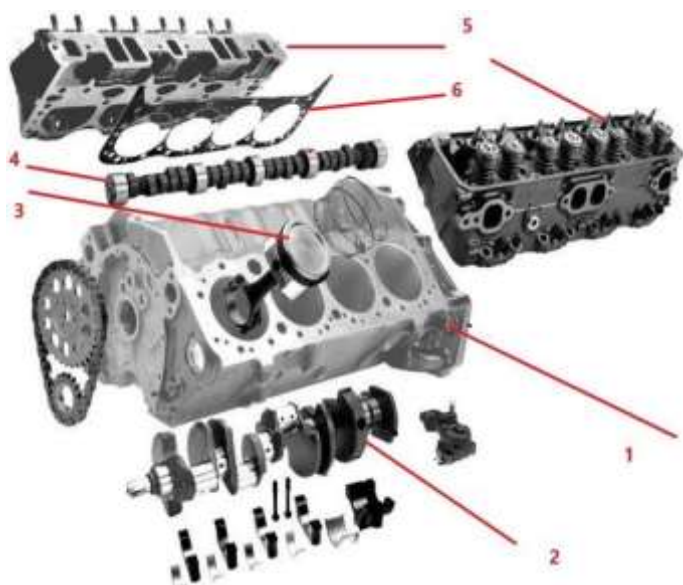


2.4 Цилиндрова глава

В този урок ще научим:

1. Какво представлява цилиндровата глава.
2. Какви функции изпълнява.
3. Какво е устройството ѝ.

Цилиндровата глава е част от структурата на силовия агрегат на машината. Тя е монтирана в горната част на цилиндровия блок. За да се осигури плътността на връзката между двете части, се използват болтове или шпилки, и между тях се поставя уплътнение.



Фиг.2.4.1 Разположение на цилиндровата глава

1. Цилиндров блок;
2. Колянов вал;
3. Бутало;
4. Разпределителен вал;
5. Цилиндрова глава;
6. Гарнитура между цилиндров блок и цилиндрова глава.

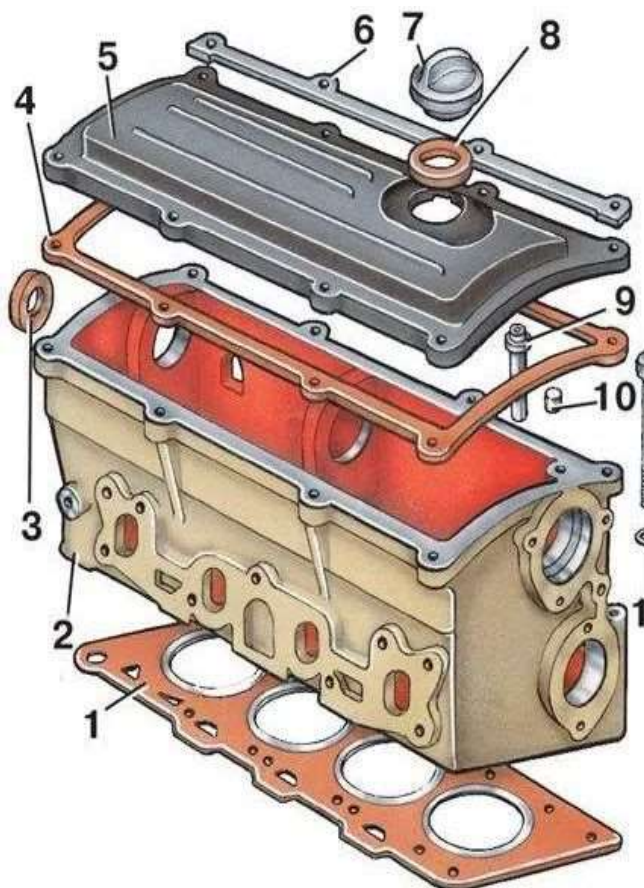
Цилиндровата глава изпълнява редица важни функции:

- Капакът на цилиндровата глава има защитна функция;
- В капака е пресована гърловината за пълнене на маслото;
- Уплътнението на цилиндровата глава осигурява херметичност на мястото, където тя е прикрепена към цилиндровия блок;
- Участие във функционирането на газоразпределителния механизъм. В цилиндровата глава са разположени елементите на газоразпределителния механизъм. При двигатели с подклапан тя има само вдлъбнатини за клапани или къси участъци от всмукателни и изпускателни канали. При двигатели с горни клапани върху цилиндровата глава могат да бъдат поставени каналите, част от механизма за синхронизация или целият механизъм (включително и разпределителният вал);
- В тялото ѝ има отвори за монтаж на входящия и изходящия колектор;
- Образуване на затворени горивни камери – образуват се от вдлъбнатина в долната част на цилиндровата глава и короната на буталото;
- Участие в работата на охладителната система на двигателя – в цилиндровата глава са направени канали за охлаждащата течност;
- Участие в работата на системата за смазване на двигателя – в цилиндровата глава с горно разположение на клапаните са направени маслени канали за подаване на масло към триещите се части;



- Участие в работата на запалителната система на бензинови агрегати – свещите са монтирани в главата на цилиндъра;
- Участие в работата на системата за впръскване на гориво на дизелови и инжекционни двигатели – инжекторите и спомагателните компоненти са монтирани в цилиндровата глава.

Конструкцията на цилиндровата глава зависи от типа на двигателя: дали е бензинов, или дизелов; дали е с течностно, или с въздушно охлаждане.



Фиг. 2.4.2 Конструкция и съставни части на цилиндровата глава

1. Гарнитура на цилиндровата глава;
2. Цилиндрова глава;
3. Семерина (гумен уплътнителен пръстен);

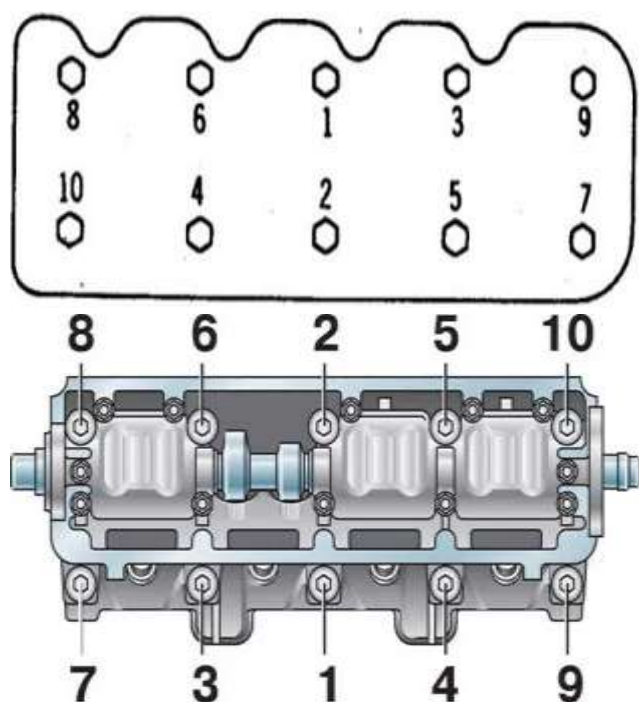
4. Уплътнител на капака;
5. Капак на клапаните;
6. Притискателна пластина;
7. Капачка на гърловината за масло;
8. Уплътнение на капачката;
9. Направляваща втулка за клапана;
10. Монтажна втулка за клапана;
11. Болт за закрепване на главата към блока.

Цилиндровата глава се изработва чрез леене от легиран чугун или алуминиеви сплави. След отливането тя се подлага на изкуствен процес на стареене, като се използва специална технология. Това се прави, за да се премахне остатъчното напрежение от елемента, тъй като в процеса на работа цилиндровата глава изпитва сериозни натоварвания. При едноредов двигател се инсталира една цилиндрова глава. При V-образни двигатели главата се монтира на всеки ред цилиндри. Има цилиндрови глави с долен клапан и глави с горен клапан. Първият тип има по-опростена конструкция в сравнение с втората.

Горивните камери, които се намират в цилиндровата глава, биват частични или пълни. Вътре в главата има входни и изходни канали, канали за циркулация на охлаждащата течност и маслени канали на системата за смазване на двигателя. Входните канали за подаване на работната смес с гориво-въздух или само на въздух към цилиндрите, както и каналите за отработените газове, водят до всяка отделна горивна камера. Всеки от каналите завършва с вентилни седалки, които се притискат в корпуса на цилиндровата глава. Клапанните седла са направени от чугун или от други твърди материали.



Долната равнина на цилиндровата глава, която е в съседство с цилиндровия блок, е по-широка. Това се прави с цел да се получи най-доброто уплътнение с повърхността на блока. Допълнително укрепване на връзката между цилиндровата глава и блока се постига чрез използване на уплътнението (гарнитурата) на цилиндровата глава. Болтовете за закрепване имат строга последователност по време на процеса на затягане и също така е необходимо да се спазва въртящият момент на затягане. Тези болтове се затягат с динамометричен ключ.



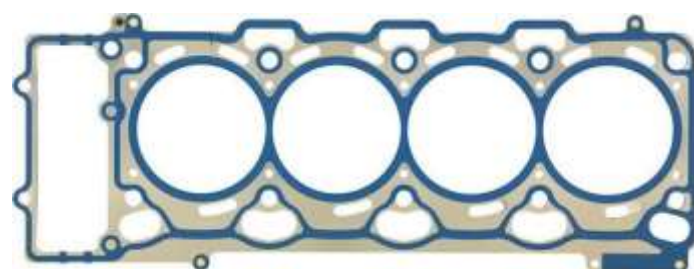
Фиг. 2.4.3 Различна последователност на затягане на болтовете на цилиндровата глава

Горната част на главата на блока е затворена с капак, който се нарича *капак на клапана* и е фиксиран към главата чрез гумено уплътнение. Капакът на цилиндровата глава е направен от алуминиеви сплави или от

листовата стомана.



Фиг. 2.4.4 Горивни камери, клапани и отвори за охлаждаща течност и масло



Фиг. 2.4.5 Уплътнение (гарнитура) между цилиндровия блок и цилиндровата глава



Контролни въпроси:

1. Къде е разположена цилиндровата глава?
2. Какви функции изпълнява?
3. От какви елементи се състои?



РАБОТЕН ЛИСТ 2.4.

Разгледайте внимателно схемата. Опишете предназначението на отворите, разположени по уплътнението на цилиндровата глава.

Въпроси и задачи:

1. От какъв материал и по какви различни начини се изработва цилиндровата глава?

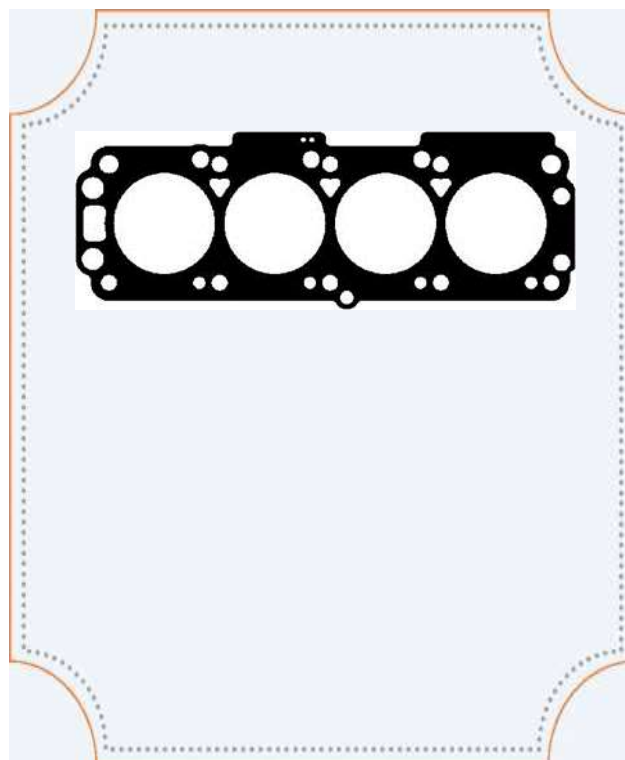
.....
.....
.....

2. В кои системи и механизми участва като елемент цилиндровата глава?

.....
.....
.....
.....
.....

3. Чрез какво цилиндровата глава се закрепва към блока на двигателя?

.....
.....
.....
.....
.....



Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).



2.5 Бутална група

В този урок ще научим:

1. Кои са елементите на буталната група.
2. Каква е ролята на буталото. Видове бутала.
3. За какво служат буталният болт и буталните пръстени. Какви видове има.

Елементите от буталната група са монтирани във всички двигатели с вътрешно горене. Без тях е невъзможно да се осигури въртенето на колянвия вал. Независимо от модификацията на агрегата (дву- или четиритактов), работата на буталната група е непроменена.

Буталната група включва следните основни части: бутало, уплътнителни пръстени; маслени пръстени; бутален болт и устройство за осово осигуряване на буталния болт. Тя поема налягането от газовете в цилиндъра и чрез мотопилката го предава на колянвия вал.

Бутало



Фиг. 2.5.1. Части на буталото

Челото на буталото поема най-голямото механично и термично натоварване. То се явява долната граница на горивната камера, в която се извършват всички физични и химични процеси, протичащи по време на работа на двигателя. Челото не винаги е плоско. Формата му зависи от

модела на двигателя, от процеса на смесообразуване и от различни конструктивни съображения.



Фиг. 2.5.2. Бутала с различна конструкция на челото.

1. Бутало с плоско чело;
2. Бутало с изпъкнало чело;
3. Бутало с вдлъбнато чело;
4. Бутало с фасонно чело.

Най-голямо разпространение в карбураторните двигатели са намерили буталата с плоско чело (Фиг. 2.5.2.-1). Те се отличават с проста конструкция и компактност на горивната камера. Буталата с изпъкнало чело (Фиг. 2.5.2.-2) се отличават с висока якост, а буталата с вдлъбнато чело (Фиг. 2.5.2.-3) – с компактност на горивната камера. Бутала с фасонни чела (Фиг. 2.5.2.-4) се използват в дизеловите, двутактовите и двигатели с директно впръскване с цел подобряване условията за протичане на горивния процес и на газообмена.

Уплътняващата част съдържа няколко канала, в които са монтирани маслени и компресионни пръстени. Те осигуряват максимална плътност между цилиндъра на цилиндровия блок и буталото, поради което с течение на времето се износват.



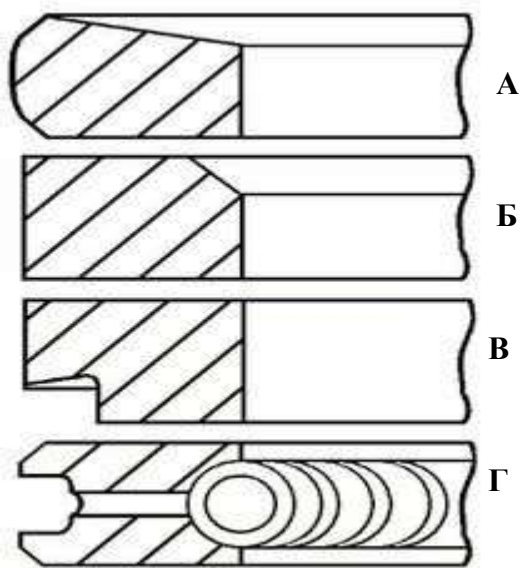
ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

Компресионните пръстени са изработени от специален чугун. Горният компресионен пръстен е покрит по външния диаметър с хромов слой, за да се увеличи устойчивостта на износване, а долният (за по-добро набиване) – с калаен слой. За по-плътно прилепване на пръстените към стените на цилиндъра и каналите на буталото се правят фаски или канали на външната или вътрешната повърхност на някои компресионни пръстени.

Маслообращащите пръстени са направени от стомана или чугун под формата на комплекти, състоящи се от четири елемента (два диска, един радиален и един аксиален разширител) с прорези за масло.



Фиг. 2.5.3. Форма на сечението на буталните пръстени

- А. Горен компресионен пръстен;
- Б. Долен компресионен пръстен;
- В. Комбиниран пръстен;
- Г. Маслообращащ пръстен.

Уплътняващата част е подложена на голямо топлинно натоварване. Чрез нея се предава основното количество топлина, възприето от челото на буталото при изгаряне на горивото в

камерата.

С **направляващата част** на буталото (Фиг. 2.5.1.) на стените на цилиндъра се предава полезната сила. В направляващата част се разполагат отворите за буталния болт.

За да се олекоти буталото, се отнема материалът от участъците от направляващата част, които не предават полезната сила (около отворите за буталния болт). Вътрешните стени на буталото, леглата за буталния болт и вътрешната страна на челото на буталото се оребряват. С това се подобрява топлоотдаването и се повишава якостта на буталото.

Бутален болт



Фиг. 2.5.4. Бутален болт

Буталният болт съединява подвижно буталото с мотопилката. Изработва се от стомана и се циментова. Той представлява кухо цилиндрично тяло с жилава сърцевина и висока твърдост и износоустойчивост на цилиндричната повърхнина.

В зависимост от връзката между буталото, мотопилката и буталния болт се различават следните случаи:

- 1) Буталният болт е свързан неподвижно към главата на мотопилката.

www.eufunds.bs



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

2) Буталният болт е свързан неподвижно към ушите на буталото.

3) Плавац – свободно движещ се в главата на мотовилката и в ушите на буталото. С най-голямо приложение са плаващите болтове, тъй като се износват равномерно по време на работа.

- с Г-образен прорез в областта на ключа;
- с равно сечение;
- с усукана секция – двата края на пръстена са наклонени, докосващи се само с един скосен ръб.

Вторият компресионен пръстен е с правоъгълно сечение. Той само допълва горния, като допълнително осигурява плътност, предпазва от детонация и предотвратява навлизането на масло в цилиндъра поради обратната тяга.

При най-тежки условия работи първият уплътнителен пръстен. За намаляване на износването му той се хромира, докато останалите се калайдисват за подобряването на сработването им с цилиндъра.

Маслосъбиращият пръстен е монтиран под компресионните. Същността на работата на пръстена е в името му – да се премахне излишъкът масло от стените на цилиндъра. Веднага след като пръстенът премине над повърхността, той оставя филм с дебелина няколко микрона, което е необходимо за удължаване на живота на цилиндровата втулка и за поддържане на температурата в рамките на допустимите отклонения. За отстраняване на маслото пръстените са направени под формата на радиални или аксиални разширители. Някои производители на автомобили използват два пръстена за обирание на маслото.



Фиг. 2.5.5. Бутало , бутален болт с осигурителни шайби

Буталните пръстени биват *уплътнителни* (често се наричат и *компресионни*) и *маслосъбиращи*. Първите служат да уплътнят цилиндровото пространство, а вторите – да събират излишното масло, попаднало по стените на цилиндъра, и да го връщат в картера. Компресионните пръстени са монтирани над маслосъбиращите и най-често са два броя. Освен че уплътняват горивната камера, тъй като компресионните пръстени участват в преноса на топлина между буталото и цилиндровата втулка, те също така абсорбират вибрациите на буталото поради страничната тяга.

Горният компресионен пръстен може да бъде три вида:

www.eufunds.bs



Контролни въпроси:

1. Какви видове бутала познавате?
2. Какви видове бутални болтове познавате?
3. За какво служат компресионните пръстени?



РАБОТЕН ЛИСТ 2.5.

Въпроси и задачи:

1. Опишете елементите на буталната група:

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....

2. Според вида на челото какви бутала познавате?

-
-

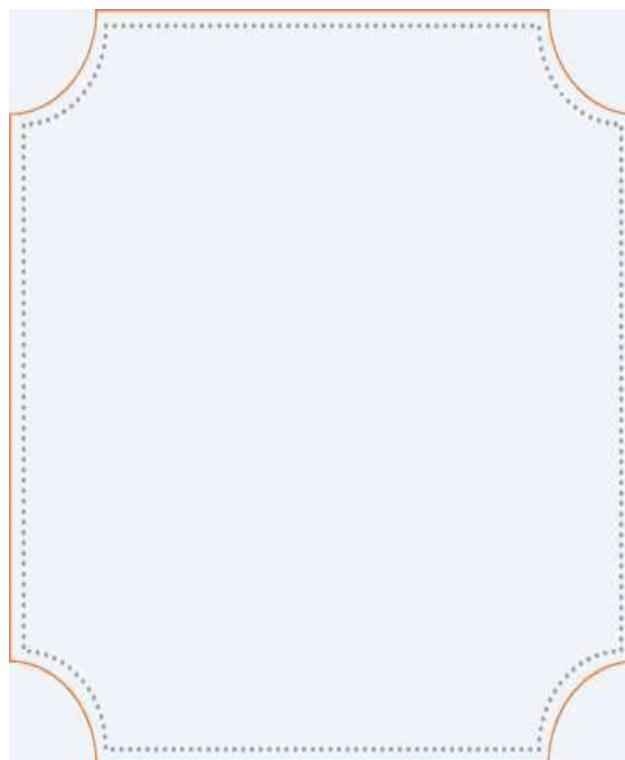
3. Какви начини на закрепване на буталния болт познавате? Кой е най-използван и защо?

-
-
-

4. Кой бутален пръстен е най-натоварен?

- а) горният компресионен
- б) долният компресионен
- в) маслосъбирацията

Начертайте няколко вида бутални пръстени с различна форма на сечението. Пояснете кое сечение при какъв тип бутален пръстен се използва.



Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).



2.6 Мотовилкова група

В този урок ще научим:

1. Кои са елементите на мотовилковата група.
2. Каква е конструкцията на мотовилката.
3. Какви са мотовилковите лагери и от какъв материал са направени.

Мотовилковата група е предназначена да превръща праволинейно-възвратното движение на буталото във въртеливо движение на колянния вал. Състои се от: мотовилка, втулка, лагерни черупки, болтове, гайки и осигуряващи части.



Фиг. 2.6.1. Елементи на мотовилковата група

1. Горна глава;
2. Стъбло;
3. Мотовилкови болтове;
4. Капак на долната глава;
5. Долна глава;
6. Лагерна втулка.

Мотовилката е дебел стоманен елемент с ребра за увеличаване на здравината. От едната страна, тя има отвор, наречен *горна глава на буталото* (отвора, в който е вкаран буталният болт), а от другата – *долна глава на колянния вал*. Долната глава се състои от две части, така че мотовилката да може да бъде свалена или монтирана на

колянния вал. Тя има капак, който е прикрепен към главата с болтове, а за да се предотврати триенето и преждевременното му износване, в него е монтирана вложка с отвори за смазване. Вложката на долната глава се нарича *лагер на мотовилката*. Изработена е от две стоманени полуцилиндрични плочи с извити краища за фиксиране в главата.

За да се намали силата на триене на вътрешната част на горната глава, в нея се пресова бронзова втулка. Втулката има отвори за подаване на масло към буталния болт.

Горната глава се изковава заедно с тялото на мотовилката. Ако буталният болт се закрепва в горната глава на мотовилката, тя се прави с разрез. Под действието на стягащия болт стените на главата малко се деформират и осигуряват здраво затягане на буталния болт. Мазането се осъществява чрез разплискване или под налягане. При мазането чрез разплискване капките масло попадат в главата през един или няколко маслоулавящи отвора с широки фаски или през дълбок прорез, направен с фреза от страна, противоположна на тялото. При двигатели с повишено натоварване на буталните болтове маслото се подава от общата мазилна система през канал, пробит в тялото на мотовилката или през специална тръбичка, поставена върху тялото на мотовилката. Тялото на мотовилката има относително голяма дължина и възприема значителни натискови и опънови натоварвания, поради което трябва да притежава голяма коравина и якост. Най-подходяща за напречно сечение на тялото на мотовилката е формата двойно „Г“. Рядко се използват кръстообразни, кръгли, тръбни и други профили. Долните глави на мотовилката обикновено се правят разделени.

www.eufunds.bs



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

Горната ѝ половина е изкована заедно с тялото, а долната, наричана *капачка на мотовилката*, се съединява с основата с два мотовилкови болта.

Мотовилковите болтове се стягат с динамометричен ключ и се осигуряват против развиване с шплентове, тел, деформиращи се подложни шайби, деформиращи се гайки и др.

Капачката на мотовилка се усилва чрез ребра и уши с различни форми.

Мотовилките се изработват чрез шамповане, изковане или леене от висококачествени стомани.

Мотовилковите болтове се изработват от качествени легирани стомани.

дебелостенни.

Тънкостенните са изработени от стоманена профилна лента с дебелина 1,3 – 1,6 мм за карбураторни двигатели и 2 – 3,6 мм за дизелови двигатели. На лентата се нанася антифрикционна сплав с дебелина от 0,25 до 0,4 мм – алуминиева сплав с високо съдържание на калай (за карбураторни двигатели). При дизеловите двигатели се използват трислойни покрития, най-често от оловен бронз.

Лагерните черупки се фиксират в долната глава на мотовилката чрез шамповани издатъци, щифтове и др., с което се осигурява черупката против превъртане.



Фиг. 2.6.2. Болт на мотовилката

Мотовилковите лагери са търкалящи и плъзгащи. Търкалящите лагери намират приложение при малолитражни двигатели с разглобяеми колянни валове.



Фиг.2.6.3.Търкалящи и плъзгащи мотовилкови лагери

Плъзгащите лагери биват два вида: тънкостенни и



Контролни въпроси:

1. Каква е ролята на мотовилковата група?
2. От какъв материал и по кой метод се изработва мотовилката?
3. Какви видове са мотовилковите лагери?



www.eufunds.bs



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

РАБОТЕН ЛИСТ 2.6.

Въпроси и задачи:

1. Опишете елементите на мотовилковата група:

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....

2. Какви профили на сечението на мотовилката се използват?

-
-

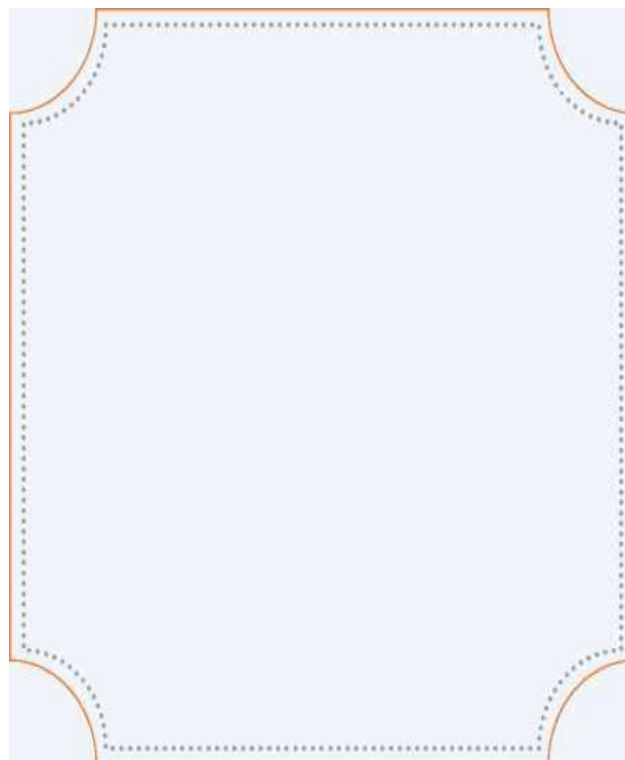
3. Какви видове лагери се използват в долната мотовилкова глава?

-
-

4. Дебелината на мотовилковия лагер е 2,9 мм. За какъв вид двигател е предназначен той?

- А) Бензинов;
- Б) Дизелов;
- В) Може да се използва и в двата вида двигател.

Използвайки линия и пергел, начертайте плъзгащ лагер с външен диаметър 34 мм и дебелина 4 мм.
Ширината на лагера да бъде 16 мм.



Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).

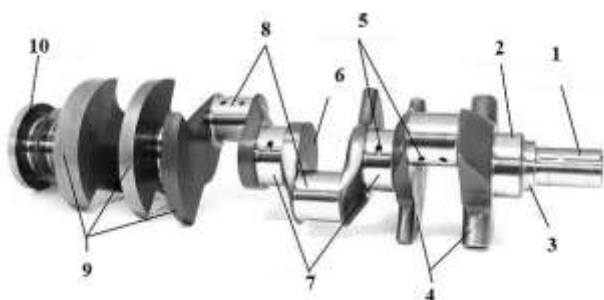


2.7 Колянов вал

В този урок ще научим:

1. За какво служи коляновият вал.
2. Каква е конструкцията на коляновия вал.
3. Какви видове има. От какъв материал се изработва.
4. Особености при работата на коляновия вал.

Коляновият вал е част от двигателя на автомобила, задвижван от буталната група. Той предава въртящ момент на маховика, който от своя страна завърта зъбните колела на валовите на редуктора. Те пък предават въртенето на задвижващите колела.



Фиг. 2.7.1. Конструкция на коляновия вал

1. Преден край;
2. Основна шийка.
3. Шийка за монтаж на зъбното колело за задвижване на разпределителния вал;
4. Противотежести;
5. Отвори за подаване на масло;
6. Рамена;
7. Основни шийки;
8. Мотовилкови (биелни) шийки;
9. Противотежести;
10. Фланец (заден край).

Коляновият вал е една от най-натоварените в динамично отношение части на двигателя. Под

действие на променливите сили и моменти, в него възникват напрежения на усукване, огъване и еластични трептения. Затова се поставят високи изисквания към конструкцията и материалите, от които е изработен.

Конструктивно коляновият вал бива два вида:

Непълноопорен колянов вал (Фиг. 2.7.2.). Броят на основните шийки е равен или по-малък от броя на мотовилковите. Най-често между две основни шийки има две мотовилкови. Този вид колянови валове се използват най-често, тъй като се използва по-лек материал при производството им, което влияе положително върху ефективността на двигателя.



Фиг. 2.7.2. Непълноопорен колянов вал

Пълноопорен колянов вал (Фиг. 2.7.3.). Броят на основните шийки е по-голям с една от броя на мотовилковите. Тоест всяка мотовилкова шийка се намира между две основни. Тези валове се използват при натоварени дизелови двигатели. Характеризират се с голяма здравина и надеждност, но и с по-голямо тегло.



Фиг. 2.7.3. Пълноопорен колянов вал



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

Коляновите валове са изработени от стомани с висока якост или чугун чрез леене, коване, механична обработка. Поради високата степен на компресия, коляновият вал на дизеловия двигател поставя по-високи изисквания за здравина. По структурата дизеловият колянов вал не се различава от вала на бензиновия двигател.

Коляновият вал се състои от плоски обработени повърхнини – рамена с противотежести, които са свързани помежду си чрез цилиндрични сегменти-основни и мотовилкови шийки. Обикновено основните шийки са с по-голям диаметър от мотовилковите шийки. Противотежестите служат за поддържане на баланс по време на възвратно-постъпателните движения на буталната група и премахване на центробежните силиви натоварвания, за да се стабилизира въртенето на вала. През основните шийки и рамената са прокарани каналите, по които се подава масло от основния лагер към кухината в мотовилковата шийка, а оттам – към мотовилковия лагер. Броят и разположението на шийките зависят от броя на цилиндрите, вида на лагерите, конструкцията на блок-картера и др. Колената могат да лежат в една равнина (когато са разположени под ъгъл 180°) и в пространството (под ъгъл 90° и 120°).



Фиг. 2.7.4. Монтажна схема на колянов и разпределителен вал

Въртящият момент от коляновия вал се взема от задния му край, наречен опашка. Именно в тази част е закрепен маховикът, чрез който въртящият момент на двигателя се предава към скоростната кутия.

В предния край на коляновия вал са монтирани следните елементи (Фиг. 2.7.4):

- предавка (зъбно колело) за задвижването на разпределителния вал от механизма за газоразпределение (синхронизация);
- задвижваща ремъчна шайба за приставки и възли (вентилатор, компресор, генератор за постоянен ток и др.)

Коляновият вал претърпява постоянно въздействие, което може да се представи като условно усукване и въртене с определена честота. Резултатът е появата на усукващи трептения. Особено опасни са резонансните явления, при които напреженията могат да достигнат границата на разрушаване на материала. Поради тази причина при повечето двигатели с вътрешно горене в предния край на коляновия вал има елемент, който се нарича торсионен демпфер на вибрациите.

Този елемент структурно се състои от два диска и еластичен материал за тяхното свързване, който може да бъде гума, вискозен силикон или маслена течност, пружинна връзка и др. Основната задача на торсионния вибрационен амортизатор е активно да абсорбира вибрациите на коляновия вал, което се постига поради наличието на вътрешно триене в еластичния материал.

www.eufunds.bs



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ



Контролни въпроси:

1. Какви са видовете колянови валове?
2. Как се изработва коляновият вал и от какъв материал?
3. За какво служи торсионният демпфер?

Фиг. 2.7.5. Торсионен демпфер, вграден в ремъчна шайба

1. Ремъчна шайба;
2. Ремъчни канали;
3. Демфериращ елемент;
4. Капак;
5. Болт;
6. Противотежест към коляновия вал.

Място за водене на записки.



РАБОТЕН ЛИСТ 2.7.

Начертайте отделните елементи от
конструкцията на торсионен демпфер.

Въпроси и задачи:

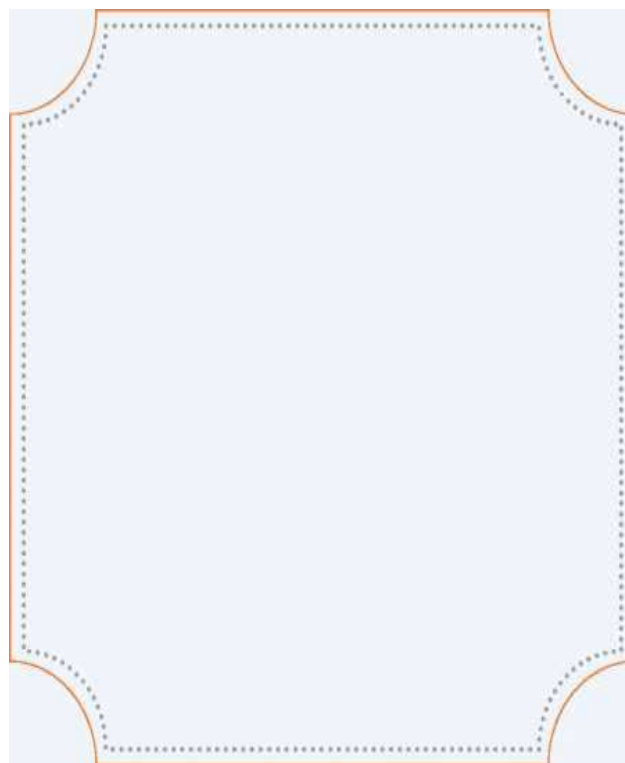
1. Опишете елементите на колянвия
вал:

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....
- 6.....
- 7.....
- 8.....
- 9.....
- 10.....

2. Попълнете пропуснатите думи в
определенията:

Непълноопорен колянв вал. Броят на
основните е равен или по-малък от
броя на Най-
често между основни шийки има две
мотовилкови.

Пълноопорен колянв вал. Броят на
основните шийи е по-голям с от броя
на мотовилковите. Тоест всяка мотовилкова
шийка се намирадве основни.



Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото
Ви на удовлетвореност от осмислянето на
урока и си поставете съответстваща
оценка).



2.8 Маховик

В този урок ще научим:

1. Какво представлява маховикът.
2. Какви видове маховици има. Кои са по-разпространени и защо.
3. Какви са конструкцията, предимствата и недостатъците на демпферния маховик.

Маховикът е метален диск с диаметър от 300 до 400 мм. По периферията му са разположени зъби, с които се осъществява сцеплението на притискателния диск със стартера и развъртането на колянния вал при запалването на двигателя. Маховикът е монтиран към колянния вал, а от другата му страна е прикрепен кожухът на съединителя с болтове. Той натрупва кинетичната енергия на двигателя и подsigурява плавно въртене на колянния вал.



Фиг. 2.8.1. Маховик

Маховикът участва в работата на:

- коляно-мотовилковия механизъм, като подsigурява плавно въртене на колянния вал;
- трансмисията, където маховикът е водещ диск на съединителя;

- редуктора, който подsigурява предаването на въртящия момент от стартера към колянния вал, където изпълнява функцията на водимо колело.

Корпусът на маховика се изработва от чугун. По периферията му се запресова стоманен зъбен венец. С цел повишаване на инерционните свойства маховикът е олекотен в средата и по-тежък по периферията.

В съвременните автомобили се използват основно твърди (едномасови) и двумасови (DMF) маховици. Всеки един от видовете има свои особености, предимства и недостатъци.



Фиг. 2.8.2. Едномасов маховик

Едномасов маховик

Този вид маховици са широко разпространени сред по-старите модели автомобили. В своята същност представляват масивни чугунени дискове с непрекъсната структура с диаметър между 300 и 400 мм. От външната страна на едномасовите маховици има монтиран зъбен пръстен, изработен от стомана.

- Основните предимства на този вид маховици са опростеният им дизайн и

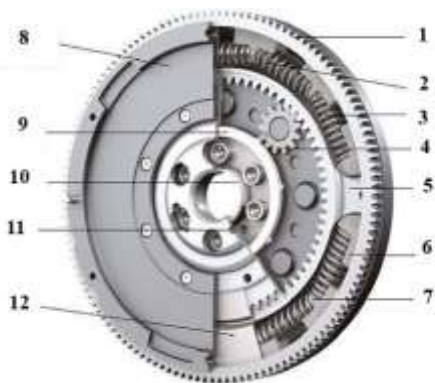


ниската им цена.

- Едномасовите маховици обаче имат един сериозен недостатък – не могат да абсорбират достатъчно добре торсионните вибрации.

Двумасов маховик

Маховиците с двойна маса, наречени още демпфери или Dual Mass Flywheel, са сравнително съвременна разработка, която за пръв път е използвана в автомобилите през 1985 година.



Фиг. 2.8.3. Устройство на двумасов маховик

1. Основен корпус;
2. Пружинен пакет от меки пружини;
3. Пружинен пакет от твърди пружини;
4. Планетарно зъбно колело;
5. Колело с вътрешни зъби;
6. Стопер на пружинния пакет;
7. Разделително бутало на пружинния пакет;
8. Спомагателен корпус;
9. Радиален лагер;
10. Аксиален лагер;
11. Отвор за застопоряващ щифт;
12. Кожух.

Конструктивно този вид маховик представлява два отделни диска, които са свързани помежду си чрез радиални и аксиални лагери. Единият диск е част от колянния вал, а другият е част от съединителя. Между дисковете има пружинен амортизиращ механизъм, който заглушава вибрациите и предпазва скоростната кутия от

вибрационни натоварвания.

Двумасовия (демперен) маховик притежава много **предимства** спрямо едномасовия (твърдия) маховик:

- Елиминира вибрациите на колянния вал;
- Предпазва трансмисията от претоварване;
- Намалнява износването на синхронизиращите се детайли;
- Подсигурява леко и плавно превключване на скоростите;
- Намалнява разхода на гориво.

Недостатък е, че вследствие на голямото натоварване двумасовият маховик често се поврежда.

Причините най-често са:

- Механичните претоварвания или неправилното функциониране на съединителя могат да доведат до претриване на един от дисковете на маховика, което води до разрушаване на вътрешните детайли;
- Повреден аксиален лагер между дисковете на съединителя води до прегряване на един от дисковете и повреда в маховика;
- Неправилно монтирани детайли могат да доведат до блокиране на маховика и загубване на демперните му характеристики.



Контролни въпроси:

1. За какво служи маховикът?
2. Какви са видовете маховици?
3. Какви са предимствата и недостатъците на демперния маховик?



2.9 Предназначение на газоразпределителния механизъм (ГРМ). Класификация.

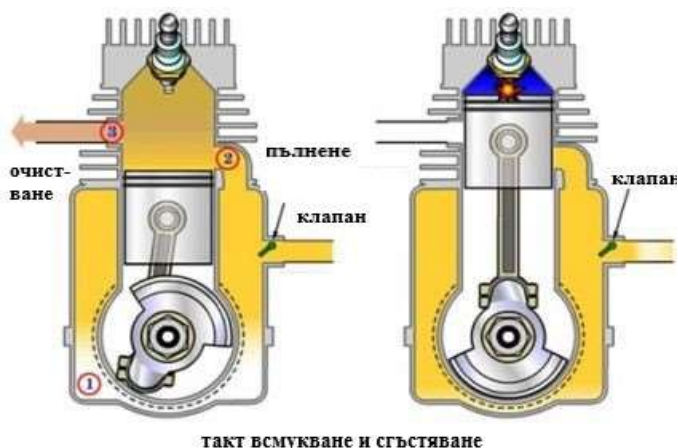
В този урок ще научим:

1. Предназначението на газоразпределителните механизми.
2. Класификацията на газоразпределителните механизми.
3. Класификацията на клапанните газоразпределителни механизми

Предназначението на газоразпределителния механизъм (ГРМ) е да пропусне прясна горивна смес в цилиндрите на двигателя и да изпусне отработилите газове. Газообменът се осъществява чрез всмукателните и изпускателните отвори, които се затварят херметически от елементите на ГРМ в съответствие с приетия ред на работа на двигателя.

В зависимост от органите, с помощта на които цилиндрите на двигателя се свързват с околната среда, ГРМ биват: клапанни, шибърни и комбинирани.

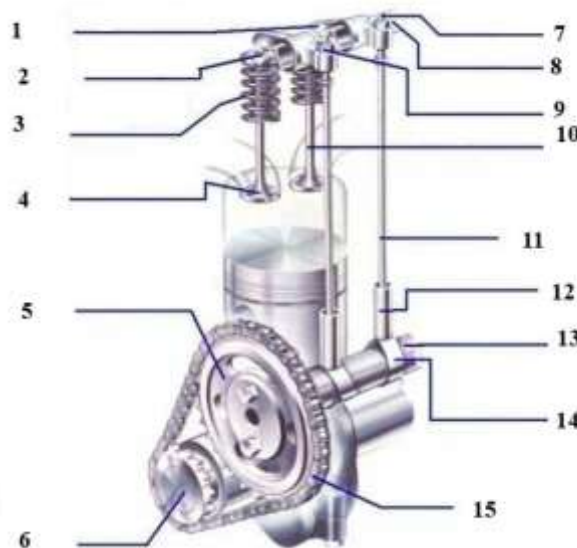
Шибърните ГРМ са намерили приложение в двутактовите бензинови двигатели. При тях най-често буталото действа като шибър (Фиг. 2.9.1.),



Фиг. 2.9.1. Шибърен ГРМ

отварящ и затварящ съответните канали за пълнене (2), продухване (1) и почистване (3) на цилиндъра от отработените газове.

В съвременните автомобилни четиритактови двигатели се използва **клапанен газоразпределителен механизъм**, при който каналите, свързващи цилиндъра с атмосферата за запълване с прясно работно тяло и почистване от отработените газове се затварят и отварят в определените моменти чрез клапани.



Фиг. 2.9.2. Клапанен ГРМ

- | | |
|---|--------------------------|
| 1. Кобилица; | 9. Контрагайка; |
| 2. Термична хлабина; | 10. Изпускателен клапан; |
| 3. Пружина; | 11. Повдигателна щанга; |
| 4. Смукателен клапан; | 12. Повдигач; |
| 5. Зъбно колело на разпределителен вал; | 13. Разпределителен вал; |
| 6. Зъбно колело на колянвия вал; | 14. Ексцентрик; |
| 7. Регулировъчен болт; | 15. Верига. |

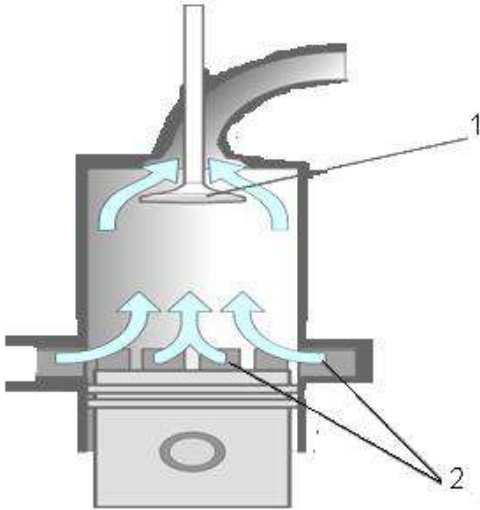


ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

При двигателите със комбиниран ГРМ има елементи и от шибърното, и от клапанното газоразпределение.



Фиг. 2.9.3. Комбиниран ГРМ

1. Клапан
2. Продухвателни канали

Място за водене на записки.



Фиг. 9.2.4. Видове клапанни ГРМ.

В зависимост от разположението на клапаните

www.eufunds.bs

Проект BG05M20P001-2.014-0001 „Подкрепа за дуалната система на обучение“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейските структурни и инвестиционни фондове.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

газоразпределителните механизми се разделят на три вида:

1. С долно разположение на клапаните (стоящи клапани) – използват се при по-стари конструкции карбураторни двигатели.
2. С горно разположение на клапаните (висящи клапани) – използват се в съвременните бензинови и дизелови двигатели.
3. Със смесено разположение на клапаните – при този тип газоразпределителен механизъм пълнителният клапан е разположен в цилиндърната глава, а изпускателният клапан – в цилиндровия блок.

От своя страна точното разположение на клапаните от механизмите с висящи клапани зависи от формата на горивната камера:

- При бензинови двигатели с плоско-овална горивна камера и дизелови с горивна камера в буталото клапаните са успоредни на оста на цилиндрите;
- При клиновидна горивна камера на бензиновите двигатели клапаните са наклонени спрямо оста на цилиндъра, като изпускателните и пълнителни канали са едностранно разположени в цилиндърната глава;
- В бензиновите двигатели с полусферична форма на горивната камера клапаните са наклонени и се разполагат разностранно.

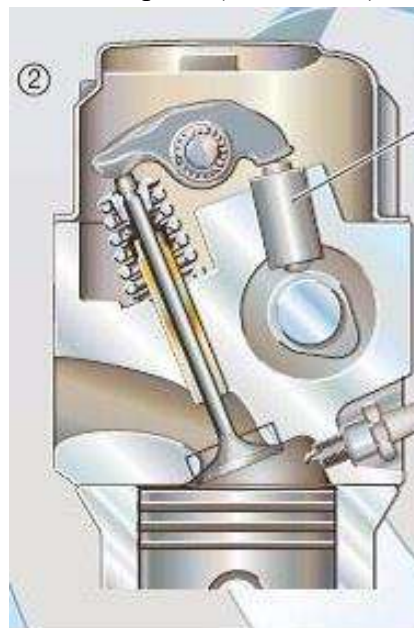
За да се подобри напълването на цилиндрите с прясно работно тяло, да се понижи температурата на изпускателните клапани в двигателите с голяма литрова мощност, се използват три или четири клапана на един цилиндър.

В зависимост от разположението на клапаните и разположението на разпределителния вал се срещат следните възможни конструкции на газоразпределителни механизми:

А) Разпределителният вал е разположен в картера

или в цилиндровия блок на двигателя и управлява клапаните чрез повдигачи, повдигателни пръти и кобилицы (виж Фиг. 2.9.2.);

Б) Разпределителният вал е разположен в цилиндърната глава и управлява клапаните чрез повдигачи и кобилицы, като отпадат повдигателните пръти (Фиг. 2.9.5.);



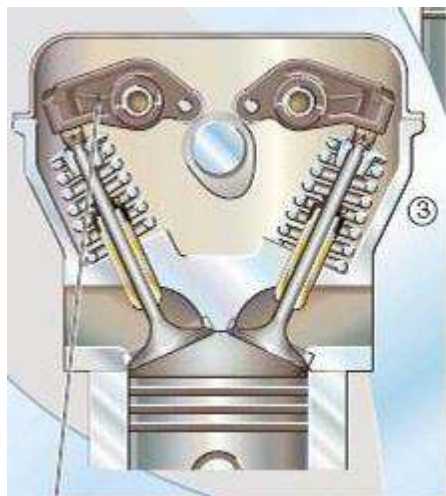
Фиг. 9.2.5. Разпределителен вал, разположен в цилиндърната глава.

В) Разпределителният вал е разположен в цилиндърната глава, а клапаните са разностранно разположени под наклон спрямо оста на цилиндъра (Фиг. 2.9.6.);

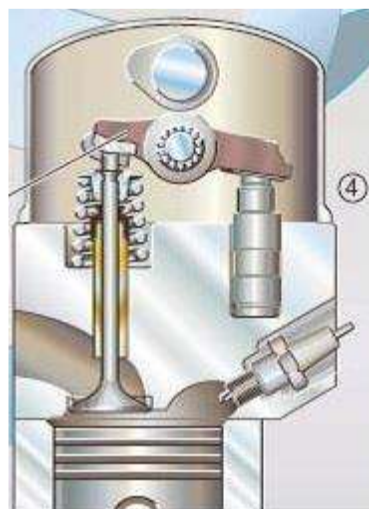
Г) Разпределителният вал е разположен в цилиндърната глава, а клапаните са висящи, като валът управлява клапаните чрез кобилица и хидравличен компенсатор (Фиг. 2.9.7.);

Д) Клапаните са разностранно разположени, наклонени спрямо оста на цилиндъра и за всеки ред клапани има отделен разпределителен вал. Разпределителният вал управлява клапаните чрез повдигачи, действащи непосредствено върху клапаните (Фиг. 2.9.8.).

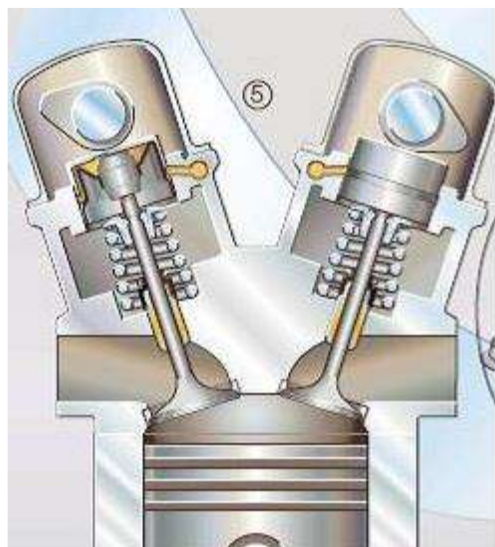
www.eufunds.bs



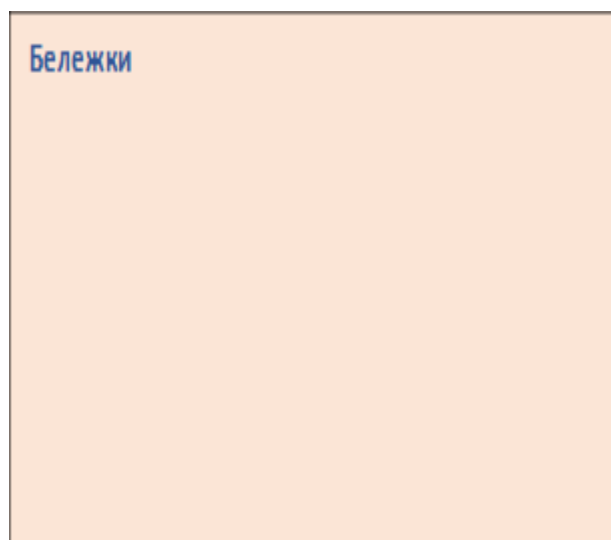
Фиг. 2.9.6. Разпределителен вал, разположен в цилиндровата глава и два реда клапани, разположени под наклон.



Фиг. 2.9.7. Разпределителен вал, разположен в цилиндровата глава и висящи клапани.



Фиг. 2.9.8. Два реда клапани, управлявани от два отделни разпределителни вала, разположени в цилиндровата глава.



Контролни въпроси:

1. Какви видове ГРМ познавате?
2. Според разположението на клапаните какви клапанни ГРМ има?
3. Според разположението на разпределителния вал какви ГРМ има?



РАБОТЕН ЛИСТ 2.9.

Направете класификация на клапанныя газоразпределителен механизъм. (Използвайте блокова схема, разположете я пейзажно).



Въпроси и задачи:

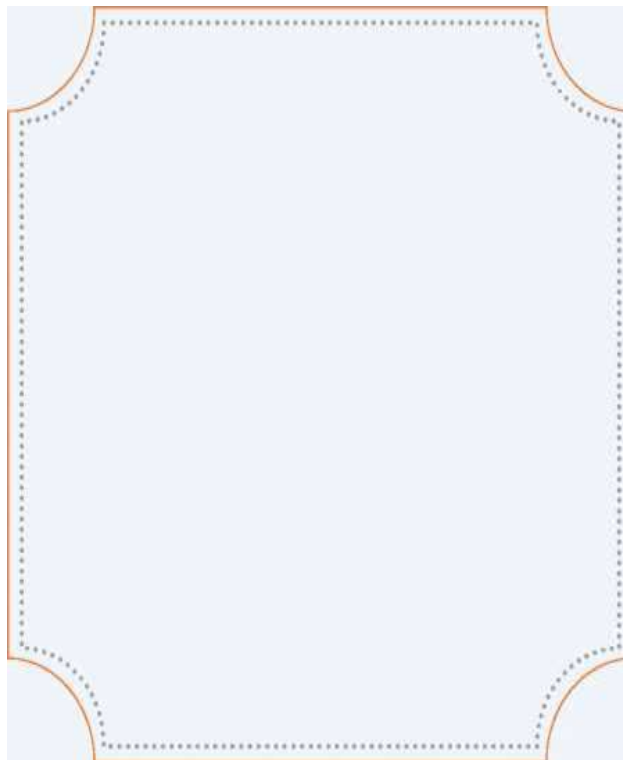
1. Опишете елементите на клапанныя ГРМ:

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....
- 6.....
- 7.....
- 8.....
- 9.....
- 10.....
- 11.....
- 12.....
- 13.....
- 14.....

1. Кое е основното предимство на горното разположение на разпределителния вал?

.....

2. В карето вдясно направете класификация на ГРМ според броя и разположението на разпределителния вал и клапаните.



Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).



2.10 Елементи на газоразпределителния механизъм (ГРМ) –

I част

В този урок ще научим:

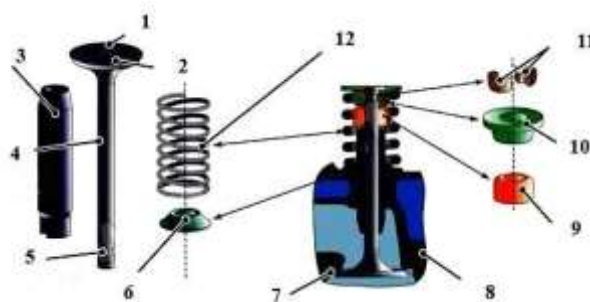
1. Кой са елементите на ГРМ.
2. Конструкцията на отделните детайли от ГРМ.

1. Клапани

Клапаните на двигателя се състоят от стъбло и глава. Главите най-често се правят плоски, изпъкнали или камбановидни. Главата има малък цилиндричен пояс (около 2 мм) и 45° или 30° уплътнителна повърхност. Цилиндричният пояс позволява, от една страна, да се поддържа диаметърът на главата на клапана при шлайфане на уплътняващата повърхност, а от друга страна, да се увеличи твърдостта на клапана и по този начин да се предотврати деформацията. Най-широко разпространени са клапаните с плоска глава и уплътняваща повърхност под ъгъл 45° (това са най-често всмукателните клапани), а за подобряване на пълненето и почистването на цилиндрите всмукателният клапан има по-голям диаметър от изпускателния клапан. Изпускателните клапани често се правят с куполна сферична глава.

Това подобрява потока на отработените газове от цилиндрите и също така увеличава здравината и твърдостта на клапана. За да се подобрят условията за отвеждане на топлината от главата на клапана и да се увеличи общата недеформируемост на клапана, преходът между главата и стъблото се извършва под ъгъл от 10° до 30° и с голям радиус на кривината. В горния край на стъблото на клапана са направени канали от конични, цилиндрични или специални форми, в

зависимост от приетия метод за закрепване на пружината към клапана.



Фиг. 2.10.1. Елементи на клапана

- | | |
|-------------------------|------------------------|
| 1. Клапан; | 7. Клапанно гнездо; |
| 2. Глава на клапана; | 8. Цилиндрова глава; |
| 3. Направляваща втулка; | 9. Гумен |
| 4. Стъбло на клапана; | маслоуловител; |
| 5. Канал за закрепване; | 10. Горна опорна шайба |
| 6. Долна опорна шайба | 11. Полуконуси; |
| на клапанната пружина | 12. Клапанна пружина. |

По време на работа на двигателя клапаните са подложени на действието на големи динамични натоварвания от налягането на работното тяло, силата на пружината, инерционните сили на задвижващия механизъм и на високата температура и корозионното действие на продуктите на горене.

2. Клапанни гнезда

Използват се за повишаване на износоустойчивостта на цилиндровата глава в мястото на уплътняване на клапаните. Представяват цилиндрични пръстени със специална форма и обикновено се набиват в изпускателните и всмукателни отвори на цилиндровата глава.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ



Фиг. 2.10.2. Клапанни гnezда

3. Направляващи втулки (водачи)

Обикновено се изработват цели неразрязани втулки (Фиг. 2.10.3.), които се запресоват в цилиндровата глава или в цилиндровия блок. Втулките на изпускателните клапани са по-дълги, за да се запази стъблото на клапана от въздействието на горещите газове и да се подобри топлоотдаването.



Фиг. 2.10.3. Направляващи втулки (водачи)

4. Талерки и полуконуси

В края на стъблото на клапана се разполага талерката на клапановата пружина (Фиг. 2.10.4.), с помощта на която се свързват клапанът и пружината. Най-разпространено е свързването, което се състои от талерка и полуконуси.



Фиг. 2.10.4. Талерки



Фиг. 2.10.5. Полуконуси

5. Клапанни пружини



Фиг. 2.10.6. Клапанни пружини

Пружините служат да осигурят здраво, плътно и сигурно притискане на главата на клапана към гнездото.

В съвременните двигатели най-често се срещат цилиндрични пружини с постоянна стъпка.

Ако пружината е много твърда, гърбицата на

www.eufunds.bs



разпределителния вал или петата на стъблото на клапана бързо ще се износят. От друга страна, слабата пружина няма да може да осигури плътно прилепване между двата елемента.

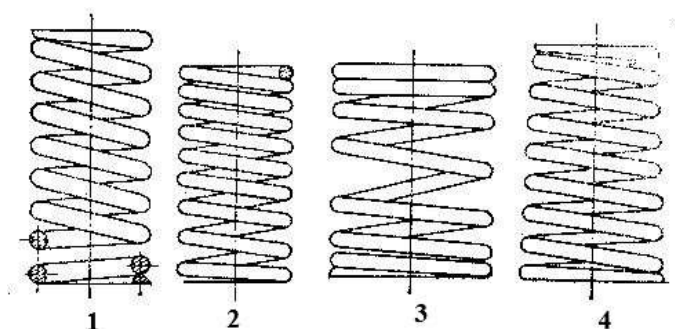
Тъй като този елемент работи при условия на бързопроменящи се товари, той може да се счупи. За образуване на опорните повърхнини крайните навивки на пружината се приближават, докато опрат една в друга и челата им се шлифват, в резултат на което общият брой на навивките им е с две до три по-голям от броя на работните навивки. Крайните навивки от едната страна опират в талерката, а от друга – в цилиндровата глава или блока.

Когато съществува опасност от резонанс, пружините на клапаните се изработват с променлива стъпка. Намаляването на стъпката се прави или от единия към другия край на пружината, или от средата към двата края. При отваряне на клапана навивките, разположени най-близо една до друга, се допират, в резултат на което броят на работните навивки намалява, а честотата на свободните трептения на пружината нараства. По този начин се отстраняват условията за възникване на резонанс. За същата цел понякога се използват и конични пружини, като честотата на собствените им трептения се изменя по дължината им и възникването на резонанс е изключено

Контролни въпроси:



1. Кой са елементите на ГРМ?
2. Каква е конструкцията на клапана?
3. От какви материали се изработват елементите на клапанната група?



Фиг. 2.10.7. Видове клапанни пружини

1. Цилиндрична пружина с постоянна стъпка;
2. Цилиндрична пружина с променлива стъпка в единия край;
3. Цилиндрична пружина с променлива стъпка в средата;
4. Конусна пружина.

Място за водене на записки.



РАБОТЕН ЛИСТ 2.10.

Ползвайки познанията си по техническо чертане, начертайте разрез на клапанната група.



Въпроси и задачи:

1. Опишете елементите на клапанната група:

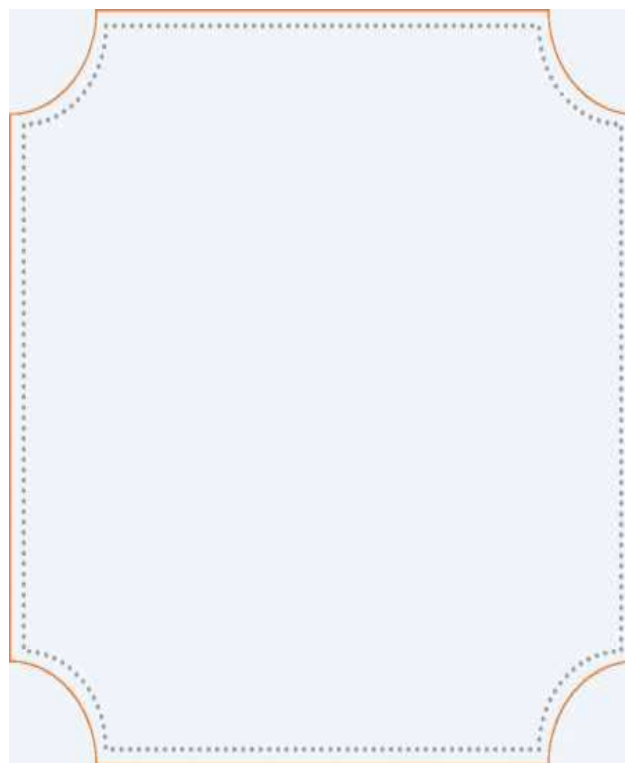
- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....
- 6.....
- 7.....
- 8.....
- 9.....
- 10.....
- 11.....

1. Какви видове пружини се използват?

.....
.....

1. За какво служат полуконусите?

- а) За уплътнение;
- б) За закрепване на клапана;
- в) За водене на клапана;
- г) За клапанно гнездо



Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).

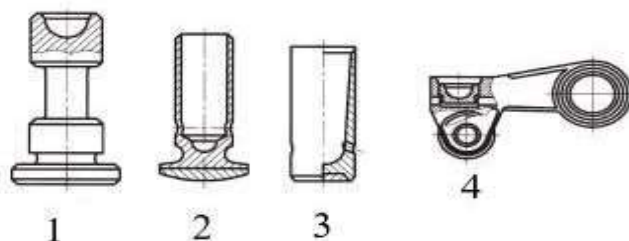


2.11 Елементи на газоразпределителния механизъм (ГРМ) –

II част

В този урок ще научим:

1. За какво служи кобилицата.
2. Каква е ролята на повдигача. Видове.
3. За какво служи разпределителния вал.
Каква е конструкцията му.



Фиг. 2.11.2. Видове повдигачи

1. Галерков;
2. Със сферична опорна
плоска глава;
3. Цилиндричен с
опорна глава;
4. Лостов с ролка.

6. Кобилицы

Кобилиците служат за предаване на силата към стъблото на клапана. Кобилицата представлява двураменен лост, люлеещ се около неподвижна опора. Рамената на кобилицата се правят обикновено с различна големина. Лагерува най-често на плъзгащ лагер и по-рядко на иглен лагер. Единият край на кобилицата опира върху стъблото на клапана, а другият чрез регулиращия винт – на повдигателната щанга.



Фиг. 2.11.1. Кобилица

1. Регулиращ винт;
2. Плъзгащ лагер;
3. Пета;
4. Кобилица.

7. Повдигачи

Повдигачите предават силите на гърбиците на разпределителния вал върху повдигателните пръти или непосредствено върху клапаните. Поемайки страничните сили, те разтоварват останалите детайли на ГРМ от тяхното действие.

Ролковите повдигачи се използват за намаляване на механичните загуби и износването на триещите се повърхнини, но имат по-голяма маса. Съществуват и лостови повдигачи.

В някои автомобилни двигатели се използват хидравлични повдигачи. Хидравличните повдигачи позволяват автоматично да се регулира хлабината между стъблото на клапана и повдигача или между кобилицата и повдигача.

8. Повдигателни щанги



Фиг. 2.11.3. Повдигателни щанги

www.eufunds.bs



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

Повдигателната щанга предава силата от повдигача на кобилицата. Тя трябва да притежава достатъчна устойчивост срещу изкълчване.

За намаляване на масата повдигателните щанги се изработват от тръби. Долният накрайник има формата на сферична глава, а горният е със сферично гнездо или също е сферичен.

9. Разпределителен вал



Фиг. 2.11.4. Разпределителен вал

1. Гърбици;
2. Лагерни шийки;
3. Щифт за закрепване на задвижването на вала.

Разпределителният вал чрез гърбиците отваря и затваря клапаните в точно определен момент, за точно определен период от време и по зададен закон. За тази цел върху вала, обикновено като едно цяло с него, са изработени гърбиците на пълнителните и изпускателните клапани на двигателя. Задвижваща ролка (или верижното колело, в зависимост от вида на задвижването) е фиксирана в края на разпределителния вал. Върху нея се поставя ремък (или верига, ако е монтирано верижно колело), който е свързан към шайбата

или зъбното колело на колянвия вал. По време на въртенето на колянвия вал въртящият момент се подава към задвижването на разпределителния вал чрез ремък или верига, поради което този вал се върти синхронно с колянвия вал. Разположението на гърбиците на вала се определя от разположението на клапаните, фазите на газоразпределение и работния ред на двигателя.

Материали за изработка на елементите на клапанната група:

Клапани – всмукателните клапани се изработват от хромови (40x), хром-никелови (40ХН) и други легирани стомани. Изпускателните клапани се изработват от топлоустойчиви стомани с голямо съдържание на хром, никел и други легиращи метали: 4Х9С2, 4Х10С2М, Х12Н7С, 40СХ10МА.

Седла на клапаните – използваните материали се топлоустойчиви стомани, легирани чугуни, алуминиев бронз или металокерамични материали.

Водачи на клапаните – поради тежките условия, при които работят, за изработването им се налага използване на материали с висока топло- и износоустойчивост и добра топлопроводимост, като сивия перлитен чугун и алуминиевия бронз.

Пружини – те се изработват чрез навиване на тел от пружинна стомана като 65Г, 60С2А, 50ХФА.



Контролни въпроси:

1. Кои са частите на кобилицата?
2. Каква е конструкцията на разпределителния вал?
3. От какви материали се изработват елементите на клапанната група?

www.eufunds.bs



РАБОТЕН ЛИСТ 2.11.

Начертайте повдигач със сферична глава.

Въпроси и задачи:

1. Опишете елементите на кобилицата:

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....

1. Колко вида повдигачи познавате? :

-
-
-

1. Опишете предназначението на елементите на разпределителния вал?

-
-
-
-

1. Кой определя момента и продължителността на отваряне на клапана?

- а) Пружината;
- б) Кобилицата;
- в) Разпределителният вал;
- г) Коляновият вал.



Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).



2.12 Задвижване. Фази на газоразпределение

В този урок ще научим:

1. Видове задвижване.
2. Принцип на действие на задвижването.
3. Фази на газоразпределение.

Задвижване на газоразпределителния механизъм (ГРМ)

Задвижването на ГРМ зависи от разположението на разпределителния вал. За да се улесни определянето на вида на задвижването, върху капака на цилиндровата глава се нанасят следните маркировки:

– OHV (Over Head Valve) или горно разположени клапани. Системата е много проста и се състои от един долно разположен разпределителен вал между двата реда цилиндри на V-образната конфигурация. Той се задвижва от ремък или верига и предава движение към горно разположените клапани посредством дълги метални щанги, които управляват кобилиците, а оттам – и клапаните.

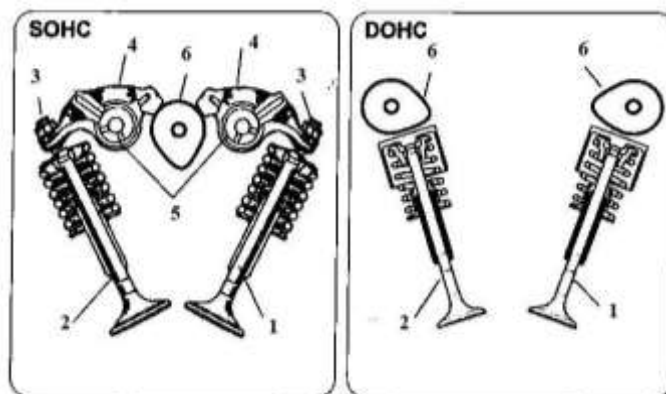
– SOHC (Single Over Head Cam) или единичен горно разположен разпределителен вал.

Тази концепция е с един разпределителен вал на всяка редица от цилиндри. SOHC двигателите са по-леки и прости като конструкция в сравнение с DOHC. В резултат на това те са и много по-евтини за изработка. В много приложения от миналото SOHC двигателите обикновено имаха само по два клапана на цилиндър. В наши дни има двигатели с един разпределителен вал, но с четири клапана на цилиндър.

– DOHC (Dual Over Head Cam) или два горно разположени разпределителни валове – това е подобрена версия на SOHC. Благодарение на

наличието на двата разпределителни вала се оказва, че се увеличава броят на клапаните на цилиндър (обикновено четири клапана). Днес се използват два вида оформление:

- два клапана на цилиндър – разположение на клапани, успоредни един на друг, по един вал от всяка страна;
- четири или повече клапана на цилиндър – клапаните са монтирани паралелно, от два до четири клапана могат да попаднат на един вал на 3-цилиндров двигател.



Фиг. 2.12.1. Видове ГРМ според броя и разположението на разпределителния вал

1. Всмукателен клапан;
2. Изпускателен клапан;
3. Регулировъчен винт;
4. Кобилица;
5. Ос на кобилицата;
6. Разпределителен вал.

Най-разпространени са двигателите DOHC поради способността им за отделно регулиране на фазата на всмукване и изпускане, както и увеличаване на броя на клапаните без претоварване на гърбиците. Днес двигателите с турбокомпресор са конфигурирани изключително с два или повече разпределителни вала, осигуряващи по-висока ефективност.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



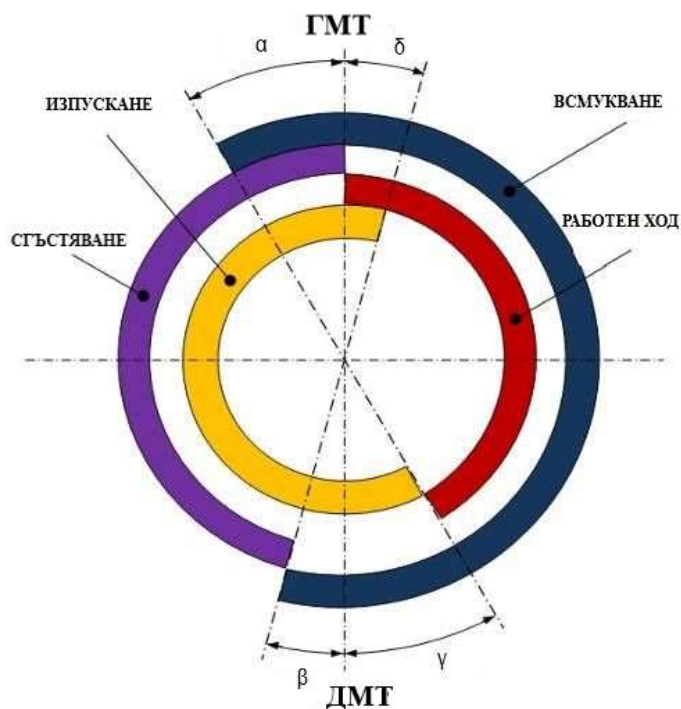
ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

Действие на задвижването на ГРМ:

- *При долно разположен вал:* Задвижване чрез цилиндрични зъбни колела. За по-плавна работа те се изработват с наклонени зъби, а за безшумна работа зъбният венец се изработва от текстолит. За осигуряване на задвижването при по-голямо разстояние се използва паразитно зъбно колело или верига.

- *При горно разположен вал:* Задвижването е чрез верига. Предимството на този метод е сравнително ниското ниво на шум, простата конструкция, малката маса. Недостатък е, че веригата се износва и разтегля.

Друг метод е чрез назъбен ремък. Изработен е от неопренова основа, армирана със стоманена тел и покрит с найлонов износостойчив пласт. Този начин се отличава също с проста конструкция и безшумна работа.



Фиг. 2.12.2. Кръгова диаграма на фазите на газоразпределение

Фази на газоразпределение

Моментите на отваряне и затваряне на клапаните на двигателя, изразени в ъгли от завъртането на колянвия вал, се наричат *фази на газоразпределение*.

Както е известно, в четиритактовите двигатели за реализиране на тактовете *всмукване* и *изпускане* е предвиден по един ход на буталото, съответстващ на завъртането на колянвия вал на 180° . Опитът обаче показва, че за по-добро напълване и почистване на цилиндъра е необходимо продължителността на процесите *всмукване* и *изпускане* да бъде по-голяма от съответните ходове на буталото, т.е. отварянето и затварянето на клапаните да се извършва не в мъртвите точки на хода на буталото, а с известно изпреварване или закъснение. Фазите на газоразпределение могат да бъдат изобразени чрез следната кръгова диаграма:

α – ъгъл на изпреварване на отварянето на пълнителния клапан;

β – ъгъл на закъснение на затварянето на пълнителния клапан;

γ – ъгъл на изпреварване на отварянето на изпускателния клапан;

δ – ъгъл на закъснението на затварянето на изпускателния клапан.

Ъгълът $\alpha + \delta$ определя припокриването на клапаните, т.е. това е ъгълът, при който пълнителният и изпускателният клапан са отворени едновременно.

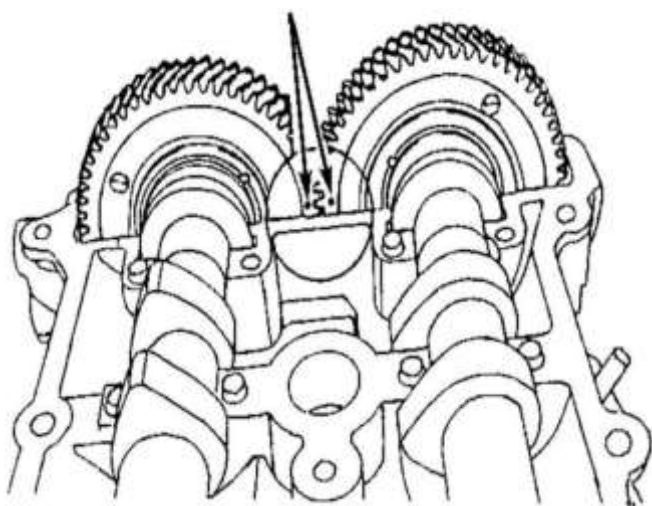
Всмукателният клапан се отваря обикновено с ъгъл на изпреварване $\alpha = 5^\circ - 30^\circ$ преди буталото да стигне горна мъртва точка. Това осигурява известно проходно сечение през клапана още в самото начало на хода на пълнене и по този начин



подобрява напълването на цилиндъра. Затварянето на всмукателния клапан се извършва с ъгъл на закъснение $\beta=30^\circ - 90^\circ$, след като буталото е минало през долната мъртва точка. Закъснението на затварянето на всмукателния клапан позволява да се използва скоростта на засмуканата прясна горивна смес за подобряването на напълването и следователно за повишаване на мощността на двигателя.

Отварянето на изпускателния клапан се извършва с ъгъл на изпреварване $\gamma=40^\circ - 80^\circ$, т.е. в края на работния ход, когато налягането в газовете на цилиндъра е сравнително високо (0,4 – 0,5 МРа). Започналото при това налягане интензивно изхвърляне на изгорели газове води до бързо спадане на налягането и температурата им, с което значително се намалява работата за изтласкване на работните газове. Изпускателният клапан се затваря с ъгъл на закъснение $\delta=5^\circ - 45^\circ$. Това закъснение осигурява доброто почистване на горивната камера от отработилите газове.

Маркери за центровка на разпределителните валове



Фиг. 2.12.3. Маркери за центровка на разпределителния вал

Място за водене на записки.



Контролни въпроси:

1. Какво е предимството на многоклапанните ГРМ?
2. Какво показва диаграмата на фазите на газоразпределение?
3. Защо се въвежда изпреварване и закъснение при отварянето и затварянето на клапаните спрямо ГМТ и ДМТ?



РАБОТЕН ЛИСТ 2.12.

С помощта на линия, пергел и транспортир начертайте кръгова диаграма на фазоразпределение със следните параметри:
 $\alpha = 20^\circ$, $\beta = 45^\circ$, $\gamma = 50^\circ$ и $\delta = 25^\circ$.



Въпроси и задачи:

1. С оглед на броя и разположението на разпределителния вал, какви двигатели познавате?

1.....

2.....

3.....

2. Обяснете трите начина на задвижване на разпределителния вал:

.....

.....

3. Какви са предимствата и недостатъците на трите вида задвижване?

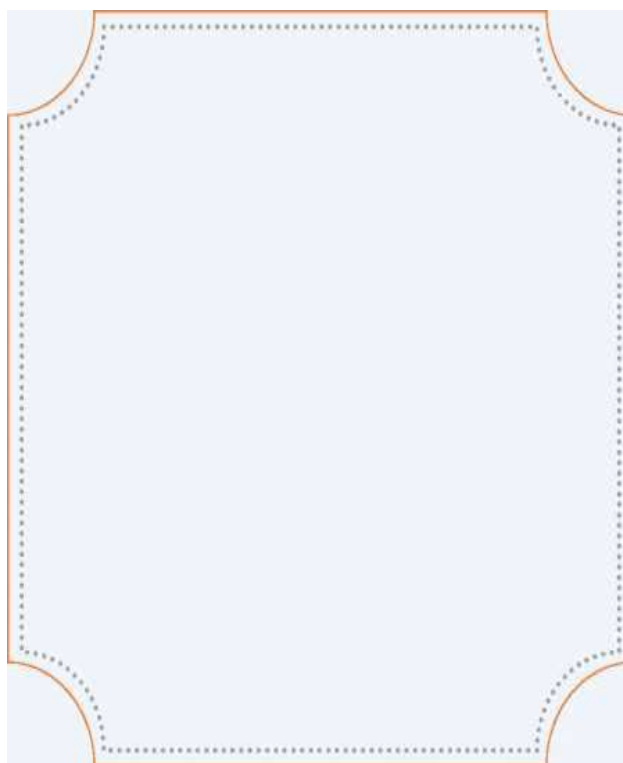
.....

.....

.....

4. На колко градуса се завърта колянвия вал при фазите всмукване и изпускане?

- а) 90° ;
- б) 180° ;
- в) 360° ;



Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).



3.1. Мазилна система на двигател с вътрешно горене

В този урок ще научим:

1. Каква е ролята на мазилната система.
2. Какво е общото ѝ устройство.
3. Принципът на действие на мазилната система.

Предназначение на мазилната система

Мазилната система е изключително важна за всеки двигател с вътрешно горене (ДВГ), защото осигурява дистрибуция на масло към всички триещи се части (колянов вал, сегменти клапани, разпределителни валове и т.н.).

Чрез мазилната система между повърхностите, извършващи относително преместване една спрямо друга (триене), се извършва *мазане*.

Мазане – се нарича процесът на подаване на смазка към триещите се повърхности. Мазането на елементите на превозните средства може да се класифицира по различни признаци и бива:

- Мазане с масла
- Мазане с консистентни смазки(грес)
- Индивидуално мазане
- Централно мазане
- Периодично мазане
- Непрекъснато мазане
- Мазане без налягане
- Мазане с налягане
-

Целта на мазането е да се образува „маслен клин“ представляващ маслен слой между повърхностите, като така непосредственото им триене се заменя с вътрешно триене в масления слой.

От това следва:

- намаляват се загубите за преодоляване на триенето, както и износването;
- частично се отвежда топлина;
- отвеждат се метални частици или такива от нагар;
- подобрява се уплътнението;
- предпазват се частите от корозия, предизвикана от горенето или от влагата.

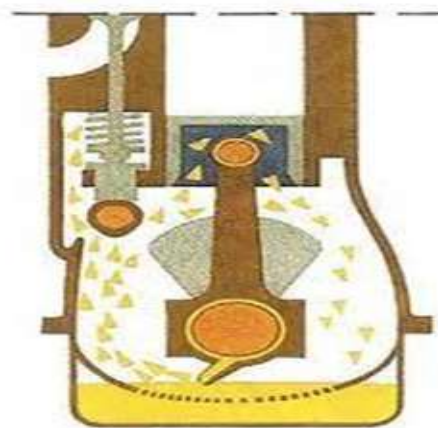
Видове мазилни системи и начини на мазане

Според начина на подаване на масло към триещите се детайли, смазочните системи се делят на:

1. Мазане чрез добавяне на масло в горивото

При двутактови двигатели се добавя масло в гориво с цел мазане на подвижните части на коляно мотовилковия механизъм.

2. Мазане чрез разплискване Фиг. 3.1.1.



Фиг. 3.1.1.

При този вариант на мазане елементите са приспособени за целта като например: Коляновият вал е има изработени гребла и когато коляното на вала стигне до маслената вана загребва масло полива върху лагерите и от



оборотите на двигателя се получава пликване достигащо до цилиндровите втулки, а маслените сигменти го събират обратно в картера.

Общо устройство на мазилна система

3. Мазане под налягане . Фиг. 3.1.2.

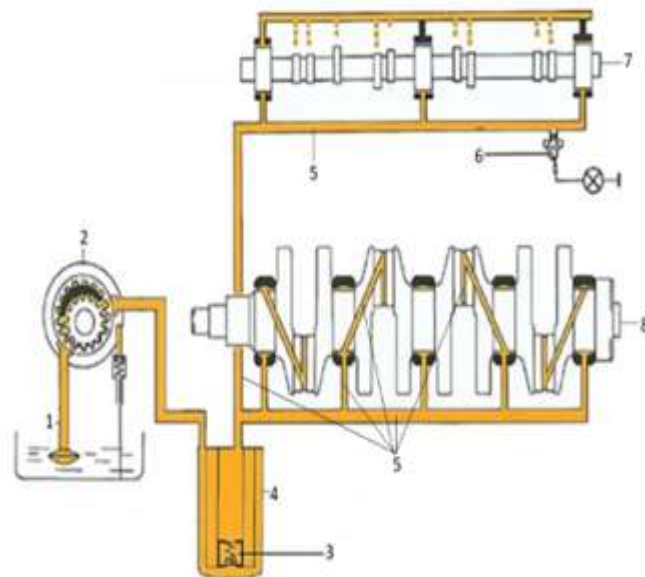


Фиг. 3.1.2.

Маслената помпа подава масло през филтър за фино пречистване по маслените магистрала, пътища, клапани и радиатори под налягане към най-натоварените възли и детайли на двигателя.

4. Комбинирано мазане – включва:мазане чрез разплискване и мазане под налягане.

Най-често използван метод в съвременните автомобилни двигателите. Маслото се подава към някои компоненти на двигателя с вътрешно горене под налягане, а към някои чрез разпръскване. Метод е насочен към принудително смазване на най-важните елементи (кухите оси на кобилиците, разпределителен вал, колян вал и други) независимо от режима на работа на двигателя.



Фиг. 3.1.3.

Маслената помпа (2) се задвижва от колянвия вал (8) и при работа на двигателя засмуква масло от картера чрез маслоприемника (1) и го подава под налягане към масления филтър (4) за пречистване. В него има клапан за освобождаване на налягане (3). Филтрираното масло постъпва в маслената магистрала (5) и достига до основните и мотовилковите лагери на колянвия вал. Чрез канали в цилиндровата глава маслото се подава към лагерите на разпределителния вал (7), към оста с кобилиците и към хидравличните компенсатори.



Контролни въпроси:

1. Какво е предназначението на мазилната система?
2. Какво е мазане и кой са основните методи на мазане?
3. По какъв начин се смазват мотовилковите лагери?
4. Кой елемент задвижва маслената помпа?



РАБОТЕН ЛИСТ 3.1.

Начертайте и опишете пътя на маслото в мазилна система под налягане .



Въпроси и задачи:

1. Опишете поне 5 типа мазане:

1.....

2.....

3.....

4.....

5.....

2. Мазане чрез добавяне на масло в горивото се ползва при:

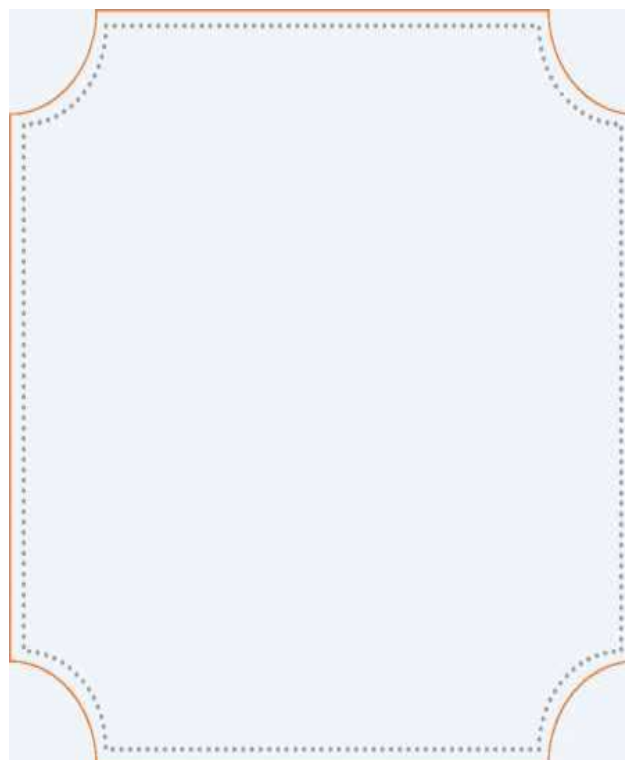
- а) двигателите с вътрешно горене;
- б) четиритактовите двигатели;
- в) двутактовите двигатели.

3. Кой елемент от подвижните части на двигателя задвижва маслената помпа?

- а) Ангренажният ремък;
- б) Разпределителният вал;
- в) Коляновият вал.

4. Каква функция извършва масленият филтър ?

- а) усилюва масленото налягане
- б) пречиства маслото
- в) освобождава налягането



Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).



3.2. Елементи на мазилната система на двигателя с вътрешно горене

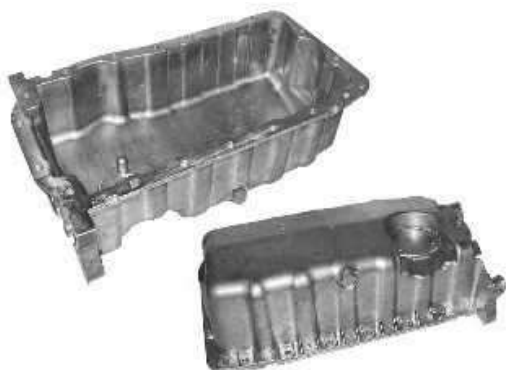
В този урок ще научим:

1. Кои са елементите на мазилната система.
2. Действието на отделните елементи.
3. Какви са изискванията към моторните масла.

В съвременните двигатели се използва комбинирана мазилна система (Фиг. 3.2.3.). При тази система масло под налягане се подава към най-натоварените триещи се възли – лагерите на колянвия, разпределителния вал, буталния болт, повдигачите на клапаните и други двойки. Останалите триещи части се смазват чрез плискане или посредством стичащото се масло.

Основните елементи на мазилната система са: маслен резервоар (картер), маслоприемник, маслена помпа, маслени магистрали, филтри, контролни уреди и датчици.

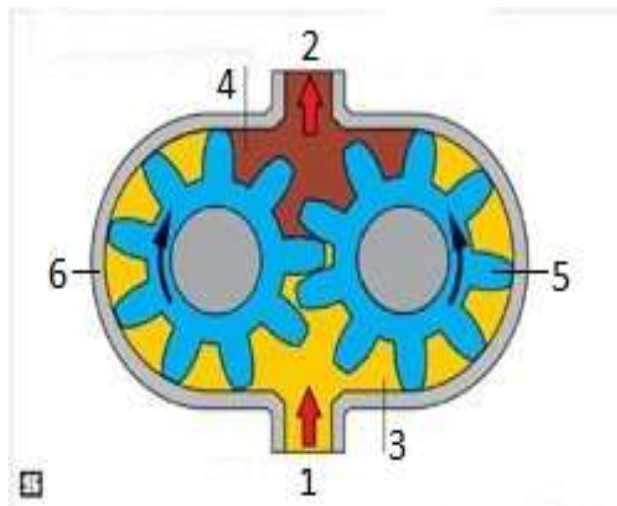
Масленият резервоар (Фиг. 3.2.1.) се нарича също и *картер* и служи за съхранение на маслото. В него е монтиран маслоприемника на маслената помпа и тук се засмуква масло.



Фиг. 3.2.1. Маслен резервоар

Маслената помпа (Фиг. 3.2.2.) осигурява налягане на маслото, което смазва движещите се

части от бутало-мотовилковата група, газоразпределения механизъм и др. Има просто устройство и се състои от:



Фиг. 3.2.2. Маслена помпа

- Задвижваща зъбна предавка (5), свързана с колянвия вал и задвижвана от вторична предавка.
- Херметично затворен корпус (6), в който има два отвора.

През входящия отвор (1) масло се засмуква, а през изходящия (2) се подава под налягане в маслената магистрала.

На корпуса на маслената помпа е монтиран и клапан за свръхналягане (редуциращ клапан), който регулира налягането на маслото независимо от оборотите на колянвия вал. Плътноста на механизма се осигурява с уплътнения.

Спрямо конструкцията си маслените помпи биват: с външно зацепване и с вътрешно зацепване, а според типа – зъбни, роторни и бутални.

Маслен филтър

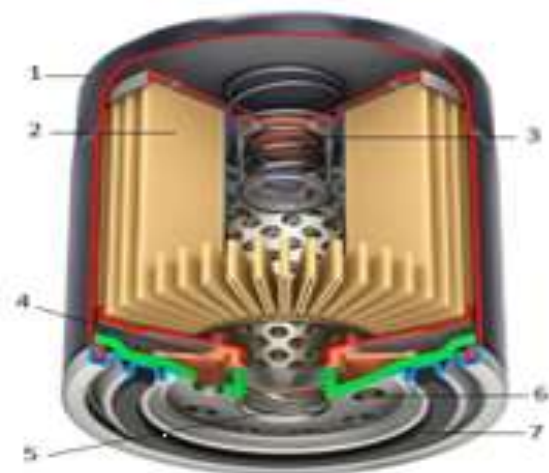
Предназначението на масления филтър е да

www.eufunds.bs



пречиства двигателното масло от замърсявания (прах, сажди, метални частици, нагар, отделени вследствие на работата на двигателя). Маслените филтри са груби, фини и центробежни. Широко приложение в съвременните двигатели намира финия неразглобяем, пълнопоточен филтър. Той се закрепва към блока на двигателя, като се завива в резбови накрайник, свързващ го с маслената магистрала.

Устройството на масления филтър (Фиг. 3.2.3.)



Фиг. 3.2.3. Маслен филтър

Състои се от:

1. Корпус;
2. Филтриращ елемент;
3. Предпазен клапан;
4. Възвратен клапан;
5. Отвор за монтаж
6. Входящ отвор
7. Уплътнение

Контролни уреди и датчици

За да се осигури качествено смазване на двигателя, трябва да поддържа мазилната система във функционална годност. Основни фактори за това са количеството на маслото в системата и неговото налягане. За да поддържа

необходимото количество масло в двигателя, трябва ежедневно да се следи нивото му в картера чрез масломерна пръчка (щека), на която е отбелязано минимално и максимално ниво на маслото. Налягането на маслото се проследява чрез сензора за налягане. На контролното табло се показва моментното работно налягане на системата 10 - 45 МРа налягане в зависимост от въртящия момент на колянвия вал.

Моторни масла

Предназначение и функции на моторното масло.

За какво всъщност служи маслото в двигателя? Отговорът е: за да смазва. Формулирано точно, основната функция на маслото е да предотвратява прекия контакт между две метални повърхности. Това се осъществява посредством образуването на маслен филм между контактуващите повърхности, зависещ пряко от състава на маслото и условията на средата.

Втората много важна функция на маслото е да отвежда топлината, образувана при триенето на повърхностите.

Третата му съществена функция е да поема и задържа в суспензия различни вещества, образуващи се като странични продукти от работата на двигателя (нагар, окиси, киселини и т.н.). Това е основният показател, по който се различават дизеловите от бензиновите масла, защото отпадните продукти при двата типа двигатели са доста различни.

Контролни въпроси:



1. Какво е предназначението на мазилната система?
2. Кои са основните изисквания към маслото?
3. По какъв начин сесмазват мотопилковите лагери?



РАБОТЕН ЛИСТ 3.2.

Въпроси и задачи:

1. Опишете елементите на мазилната система:

1.....

2.....

3.....

4.....

2. Каква е ролята на маслената помпа:

а) да съхранява маслото;

б) да нагнетява маслото;

в) да затопля маслото;

г) за охлажда маслото.

3. Посочете кой елемент от подвижните части на двигателя задвижва маслената помпа.

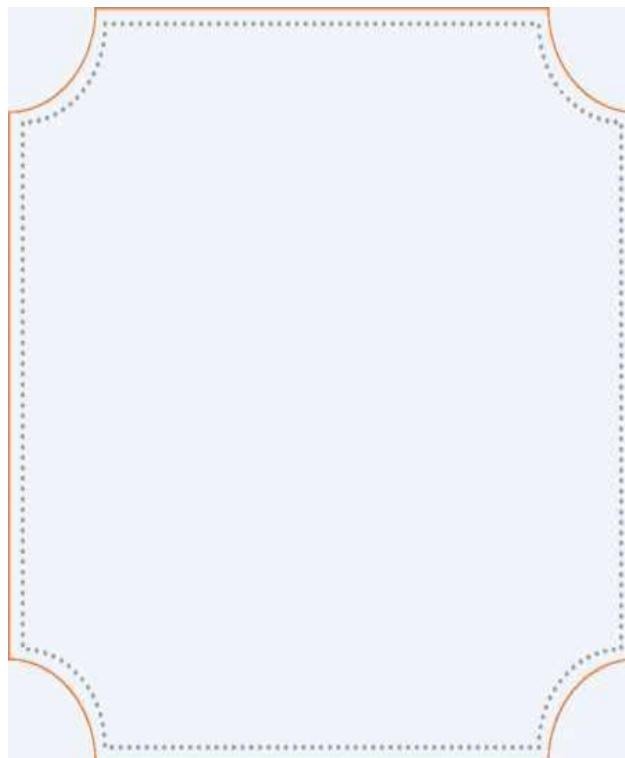
а) Маховикът;

б) Мотовилките;

в) Разпределителният вал;

г) Ангренажният ремък.

Направете схема на поредността на действие на комбинираната мазилна система, като имате предвид реда на елементите ѝ.



Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).



3.3. Охладителна система на двигателя с вътрешно горене

В този урок ще научим:

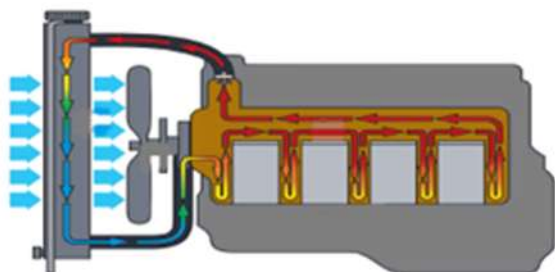
1. Ролята на охлаждащата система .
2. Предназначението на охлаждаща система.
3. Видовете охлаждащи системи.

му на работа и от външните условия.

Според вида на използвания флуид за охлаждане, охлаждащите системи биват два вида:

- течностни
- въздушни.

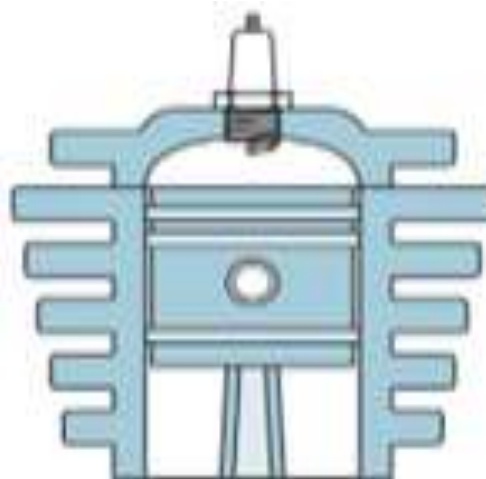
Въздушна охлаждаща система (Фиг. 3.3.1.)



Фиг. 3.3.1. Въздушна охлаждаща система на мотоциклет

Предназначение на охлаждащата система

Ролята на охлаждащата система в автомобила е да отстранява излишната топлина от работещия мотор. По време на работа частите на двигателя са изложени не само на механични, но и на сериозни термични натоварвания. В допълнение към силата на триене, която причинява нагряване на някои от елементите, двигателят отделя голямо количество топлина при процеса на възпламеняване и изгаряне на горивно-въздушната смес. Металните елементи се разширяват при нагряване. Но при студен двигател или при преохлаждане се увеличава износването на частите, влошават се смесобразуването и горенето, увеличават се топлинните загуби, повишават се вредните емисии. За да се предотвратят проблеми, свързани с прегряването на двигателя и елементите му, е необходимо да се поддържа оптималната температура на агрегата, независимо от режима



Фиг. 3.3.2. Графична схема на въздушна охлаждаща система

Принцип на действие на въздушната охлаждаща система

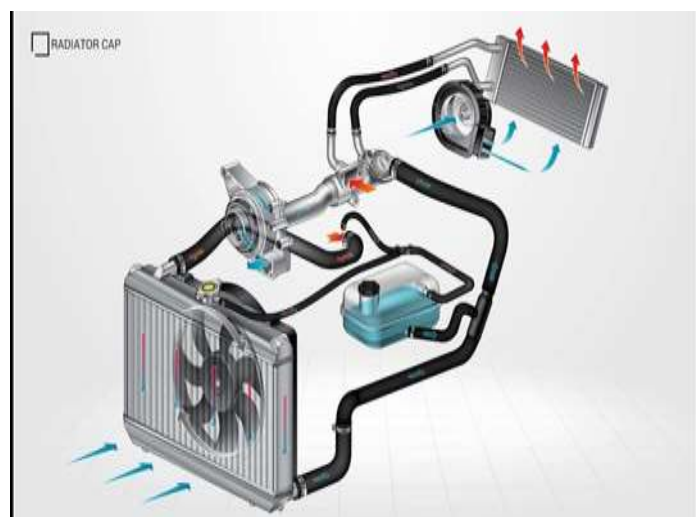
Охлаждането се осъществява от насрещния въздушен поток. С помощта на въздуха топлината се отстранява от горивните камери, цилиндровата глава и маслените охлаждащи елементи. Затова външните



повърхнини на главата и цилиндъра на двигателя са оребрани. Голяма част от мотоциклетите и много малка част от автомобилите са с въздушно охлаждане. Предимство на въздушното охлаждане е простотата на дизайна. В системата няма помпа, радиатор, термостат, дюзи и скоби, захранващи и изходящи тръби за антифриз. Но недостатъците на системата са много повече: ниска топлопроводимост, шумен двигател, недостатъчна мощност и чести повреди.

помпа на двигателя се смазва постоянно. Всеки автомобил има различни размери на радиатора и вентилаторната перка, за да осигури нормално охлаждане по време на работа. Най-важната част от охладителната система, това е термостатът на двигателя. Той се монтира, близо до водната помпа на двигателя. Термостатът служи за регулиране на потока на охлаждащата течност, като регулира и поддържа константна работна температурата на двигателя.

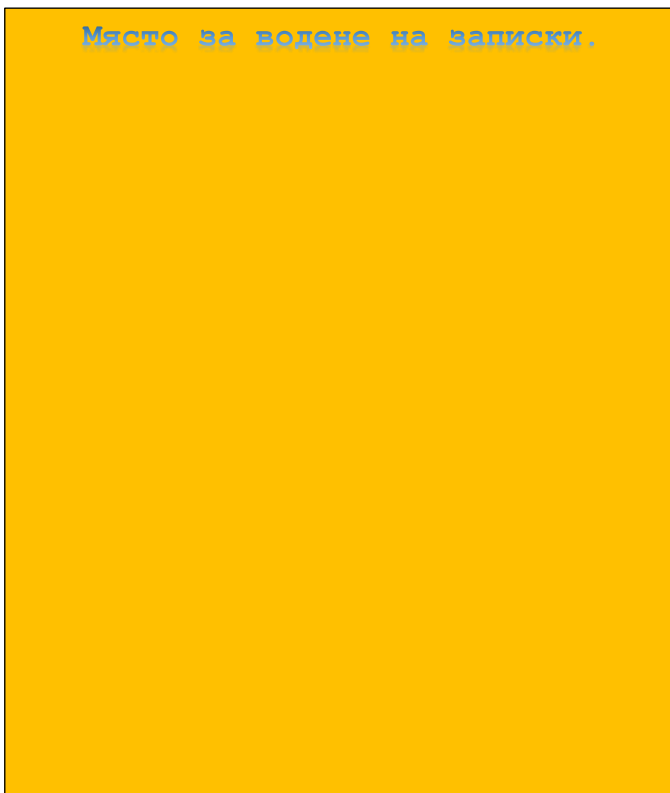
Течностна охладителна система (Фиг. 3.3.3.)



Фиг. 3.3.3.

В съвременните автомобилни двигатели намира приложение главно течностната затворена охладителна система с принудителна циркулация. Охладителната система на автомобила, се състои от цилиндров блок, през който преминава охладителната течност. Радиатор на автомобила, в който се съхранява охладителната течност, вентилаторна перка на двигателя, който тласка въздух към радиатора. Водна помпа на двигателя, която служи за циркулация на охлаждащата течност в системата. Препоръчително е охладителната система на автомобила, да бъде заредена с антифриз. По този начин водната

Място за водене на записки.



Контролни въпроси:

1. Какви биват двигателите спрямо начина на смесобразуване?
2. Какво е предназначението на горивната система?
3. Кой елемент от системата отговаря за съхранението на горивото?
4. Каква е ролята на горивните филтри?



РАБОТЕН ЛИСТ 3.3.

Опишете причините за поддържане на константна работна температура в двигателя.



Въпроси и задачи:

1. Опишете с едно изречение нуждата от охлаждателна система:

.....
.....
.....
.....
.....

2. Как се извършва топлоотдаването при въздушната охлаждателна система? а) Чрез радиатор;

б) Чрез термостат;

в) Чрез ребряване на повърхностите.

3. Кой елемент на водната охлаждателна система е отговорен за поддържане на константна работна температура?

а) Термостатът;

б) Вентилаторната перка;

в) Водната помпа.

4. Кой тип охлаждателна система се използва в съвременните автомобили?

а) Въздушната;

б) Водната.

Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).

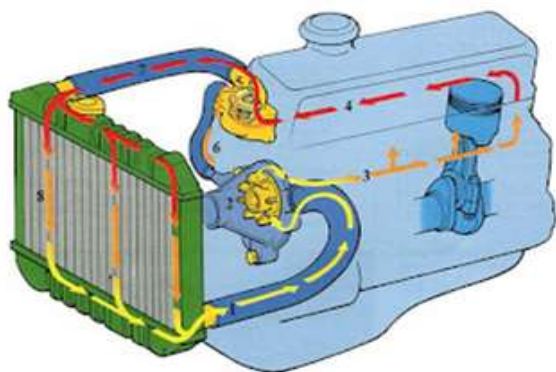


3.4. Елементи на течностната охлаждащата система на двигателя с вътрешно горене

В този урок ще научим:

1. Общото устройство на охлаждаща система
2. Принципът на действие на системата
3. Елементите на системата

Принцип на работа на охлаждаща система



Фиг. 3.4.1.

1. Студената течност от дъното на радиатора се изтегля през дъното на маркуча на радиатора до водната помпа.
2. Водната помпа издърпва студената течност от дъното на радиатора и я избутва към цилиндровия блок.
3. Течността циркулира около охлаждащите ризи в цилиндровия блок и абсорбира топлината.
4. Течността циркулира около зоната на горивната камера през охлаждащата риза на цилиндровата глава и абсорбира топлината.
5. Термостатът контролира потока на течността в зависимост от температурата на двигателя.
6. Когато двигателят е студен, термостатът остава затворен и течността циркулира обратно към

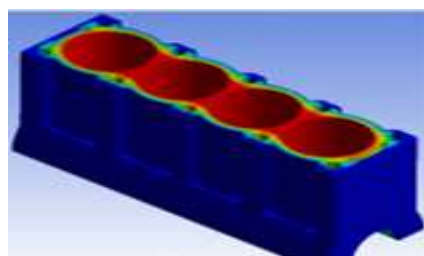
блока на цилиндъра през байпас маркуча.

7. Когато двигателят достигне нормална работна температура, термостатът се отваря и горещата охлаждаща течност преминава през радиатора.

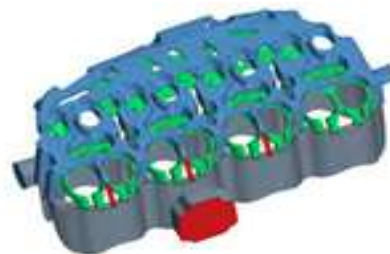
8. Въздушният поток през радиатора охлажда горещата охлаждаща течност.

Този цикъл се повтаря, докато работи двигателят. Основните елементи на течностната охлаждаща система са: охлаждаща риза на цилиндровата глава, охлаждаща риза на цилиндровия блок, термостатен клапан, вентилатор, радиатор, паровъздушен клапан, разширителен съд и центробежна водна помпа.

Охлаждаща риза на цилиндровия блок (Фиг. 3.4.2.) и цилиндровата глава (Фиг. 3.4.3.).



Фиг. 3.4.2.



Фиг. 3.4.3.

Водното охлаждане е възможно поради по-специалната конструкция на двигателите – изработени са с две стени и течността може свободно да се движи около цилиндрите и в обема



на цилиндровата глава на двигателя. Така в кухия обем на двигателя чрез т. нар. *водна риза* бързо се отнема топлината и се осъществява топлопренасяне чрез движение на охладителната течност.

Термостатен клапан



Фиг. 3.4.4.

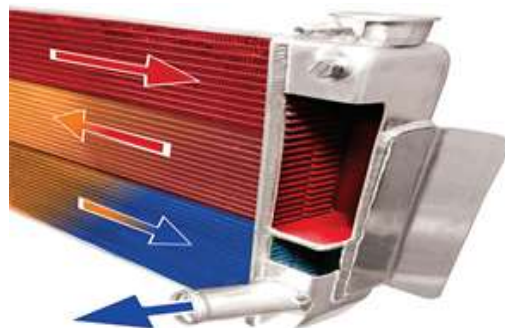
Неговата роля е чрез отваряне и затваряне да включва и изключва малкия и големия кръг на циркулация на охлаждащата течност и по този начин да поддържа постоянната температура на двигателя.

Термостатът (Фиг. 3.4.4.) се състои от:

1. Корпус;
2. Клапан на големия кръг;
3. Клапан на малкия кръг;
4. Пружина;
5. Резервоар.

При увеличаване температурата на охлаждащата течност над 82°C се повишава налягането в резервоара на термостатния клапан. Това води до преместване на двата клапана, като постепенно се затваря изходът за малкия кръг, а се отваря изходът към радиатора. При понижаване на температурата на течността пълнителят намалява обема си, налягането в резервоара спада и пружината премества клапаните в обратна посока. Благодарение на това става възможно да се поддържа оптимален температурен режим от $85\text{-}95^{\circ}\text{C}$.

Радиатор (Фиг. 3.4.5.)



Фиг. 3.4.5.

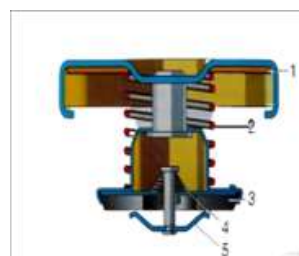
Радиаторът е топлообменник, чрез който охлаждащата течност предава топлината на околната среда (на въздуха). Той е изработен от тънки тръби (често алуминиеви или медни), върху които са вградени тънки алуминиеви пластини. Формата на самия топлообменник осигурява ефективен топлопренос. Входните и изходящите тръби са предназначени за свързване на радиатора към охладителната система. При студен двигател охладителната течност не циркулира през радиатора. Циркулацията се осъществява, когато температурата достигне 82°C . Тогава термостатът се задейства и се отваря голям циркуляционен кръг и горещият флуид постъпва през горния вход в радиатора, където се охлажда и през долния изход поема към водната помпа.

Паровъздушен клапан

Основната задача на паровъздушния клапан е да поддържа повишено налягане в охладителната системата, необходимо за повишаване на точката на кипене на охладителната течност. За да не кипят охлаждащите течности при температури $130\text{-}140^{\circ}\text{C}$, в охладителната система се поддържа налягане до $0,13 - 0,155\text{ MPa}$.



Паровъздушният клапан (Фиг. 3.4.6.) се състои от:



Фиг. 3.4.6.

1. Уплътнение;
2. Пружина на парния клапан;
3. Плоча на парния

клапан;

4. Пружина на въздушния клапан;

5. Плоча на въздушния клапан.

Въздушният клапан (3) се отваря, когато температурата в системата спадне, и налягането спадне под атмосферното с 0,001 – 0,01 МРа. Тогава охлаждаща течност от компенсационния съд постъпва отново в радиатора.

Центробежна водна помпа

Знаете, че всеки двигател с вътрешно горене отделя много топлина. Както вече споменахме, за правилната експлоатация на двигателя трябва да се поддържа константна работна температура и съответно това се постига с добро охлаждане. Този процес се основава на принципа на циркуляция на студени и горещи потоци охлаждаща течност в охладителната система. Придвижвайки се през каналите на кожуха в моторния блок, течността отнема част от топлината и я отвежда навън през радиатора. Но самата течност не може да циркулира в системата. И тъй като процесът на нагряване тук е постоянен и интензивен, охлаждането трябва да бъде възможно най-ефективно. За тази цел инженерите са измислили специална помпа. Именно тя осигурява циркуляцията на охладителната течност. Тези помпи се наричат *циркуляционни водни помпи*. Помпата се задвижва от колянния вал на двигателя. Така че, докато двигателят работи, помпата получава въртене и чрез това

движение течността започва да циркулира в охладителната системата.

Устройство на центробежна водна помпа (Фиг. 3.4.7.):



Фиг. 3.4.7.

Центробежната водна помпа се състои от:

1. Ремъчна шайба (главина);
2. Корпус, тяло;
3. Ос с лагери;

4. Уплътнение (фибър);

5. Работно колело (перка).

В корпуса (2) на помпата лагерува валът (3). На предния край на вала е монтирана ремъчната шайба (1). Валът получава въртеливото си движение от колянния вал на двигателя чрез ремъчна предавка. На другия край на вала е монтирано работното колело (5). Уплътнението (4), намиращо се зад работното колело не пропуска охлаждаща течност към лагерите. При въртенето на работното колело лопатките му придават въртеливо движение на течността, намираща се между тях. Възникналата центробежна сила изтласква течността към елементите на охладителната система.



Контролни въпроси:

1. Какви биват двигателите спрямо начина на смесообразуване?
2. Какво е предназначението на горивната система?
3. Кой елемент от системата отговаря за съхранението на горивото?
4. Каква е ролята на горивните филтри?



РАБОТЕН ЛИСТ 3.4.

Представете под формата на схема принципа на работа на охладителната система, като имате предвид поредността на елементите ѝ.



Въпроси и задачи:

4. Опишете елементите на охладителната система:

1.....

2.....

3.....

4.....

5.....

5. Какво представлява термостатът?
Какво е характерно за термостата?
Какво е предназначението на термостата?

(възможен е повече от един верен отговор)

а) спира потока на охладителна течност;

б) регулира температурата на двигателя;

в) предпазва системата от замръзване.

6. Кой елемент от подвижните части на двигателя задвижва центробежната водна помпа?

а) Маховикът;

б) Мотовилките;

в) Коляновият вал.



Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).



3.5 Горивни системи на двигател с вътрешно горене

В този урок ще научим:

1. Класификацията на двигателите с вътрешно горене.
2. Видовете горивни системи.
3. Общото устройство на горивна система

Класификация на двигателите с вътрешно горене (ДВГ) според горивните системи

При двигателите с вътрешно горене горивният процес протича непосредствено в двигателя. Двигателите се класифицират по различни признаци:

1. Според вида на използваното гориво:

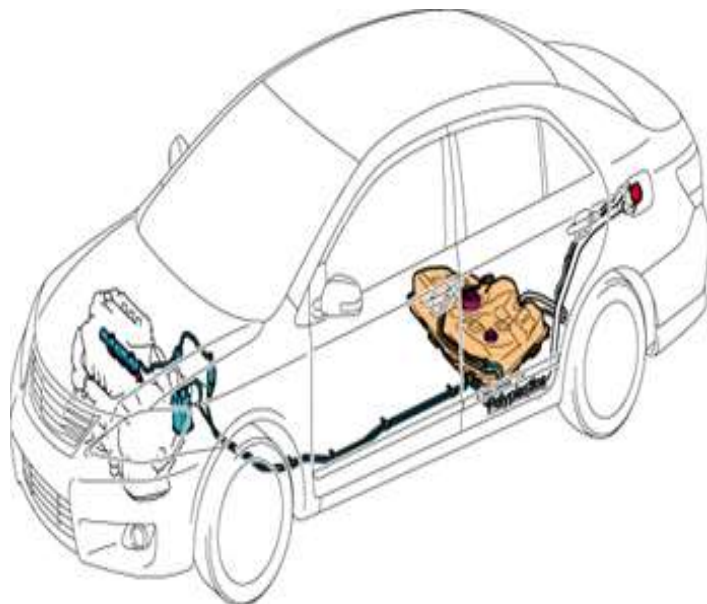
- бензинови;
- дизелови;
- газови.

2. Според начина на смесобразуване:

- двигатели с външно смесобразуване – карбураторни двигатели;
- двигатели с вътрешно смесобразуване – дизелови двигатели.

3. Според начина на възпламеняване на горивната смес:

- двигатели с принудително възпламеняване (възпламеняването се осъществява от електрическа искра) – бензинови и газови двигатели;
- двигатели работещи със самовъзпламеняване – дизелови двигатели.



Фиг. 3.5.1

Общо устройство на горивна система (Фиг. 3.5.1)

Основната функция на горивната система, независимо от режима на работа на двигателя, е да достави необходимото количество гориво към него. Но за целта е нужно също и да съхранява и доставя гориво в камерата на цилиндъра, където то може да се смеси с въздух, да се изпари и изгори, за да се произведе енергия. Горивото, което може да бъде бензин или дизел, се съхранява в резервоар за гориво. Горивната помпа изтегля горивото от резервоара през горивните тръбопроводи и го доставя през горивен филтър към карбуратора или към горивния инжектор, след което се доставя в камерата на цилиндъра за изгаряне.



Общо устройство на горивна система

1. Резервоар за гориво (Фиг. 3.5.2.)



Фиг. 3.5.2

Резервоарът за гориво е основното хранилище за горивото, което задвижва автомобила. Най-общо казано, резервоарът е съд и обикновено се намира под задната част на автомобила. Резервоарът служи и като баласт на автомобила. Изработен е така, че да се предотврати плискането на горивното му съдържание поради инерционните сили, които могат да доведат до допълнителни тласкания и нестабилност на автомобила, когато завива. При съвременните автомобили се срещат резервоари от пластмасови съединения, полипропиленови и полиелитенови сплави, както и от стомана – при високопроходимите и при военните машини.

2. Горивопроводи (Фиг. 3.5.3)

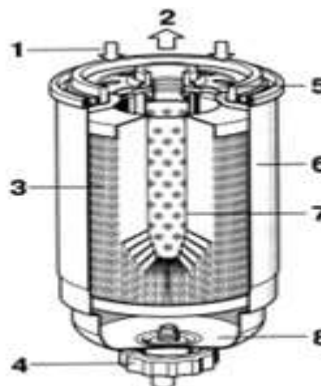


Фиг. 3.5.3

Горивните линии свързват всички различни компоненти на горивната система. От стомана се произвеждат линии за високо налягане, но също така се използват и гъвкави маркучи за пренасяне на горивото от резервоара към двигателя (в червен цвят) и обратно (в син цвят).

3. Горивни филтри

Горивният филтър (Фиг 3.5.4.) се състои от:



Фиг.3.5.4

1. Вход;
2. Изход;
3. Филтърна хартия;
4. Източващ кран;
5. Глава с резба;
6. Корпус;
7. Филтърна сърцевина;
8. Водоотделител.

Горивните филтри са предназначени за почистване на горивото от твърди частици. Те също така предпазват елементите на горивната система от износване. Елементите са много чувствителни дори и към най-малкото замърсяване на горивото и почистването им осигурява надеждна работа. Автомобилите са оборудвани с груби и фини филтри.



Контролни въпроси :

1. Какви биват двигателите спрямо начина на смесообразуване?
2. Какво е предназначението на горивната система?
3. Кой елемент от системата отговаря за съхранението на горивото?
4. Каква е ролята на горивните филтри?



РАБОТЕН ЛИСТ 3.5.

Представете под формата на схема принципа на работа на горивния филтър .



Въпроси и задачи:

1. Опишете пътя на горивото в горивната система:

1.
2.
3.
4.
5.

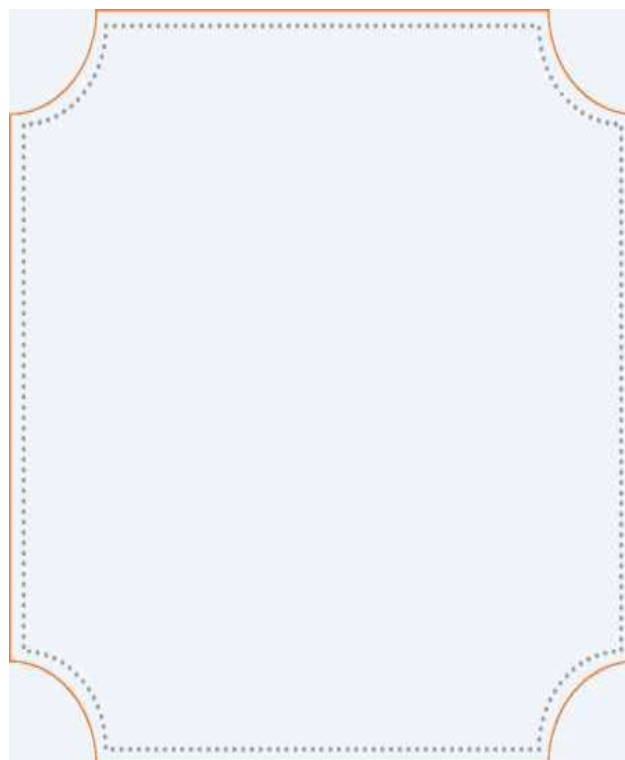
2. Каква е ролята на резервоара?

(възможен е повече от един верен отговор)

- а) Съхранение на гориво;
- б) Служи за баласт;
- в) Подсилва конструкцията на автомобила;
- г) Преградите му предотвратяват пликването;
- д) Намалява сцеплението.

3. Избройте видовете горивни системи според начина на възпламеняване на горивната смес:

- а)
- б)



Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).



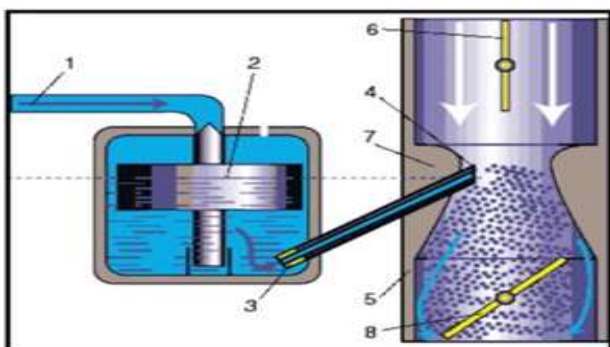
3.6. Карбураторна горивна система на бензиновия двигател

В този урок ще научим:

1. Принципът на действие.
2. Устройството на карбуратора.
3. Какво представлява смесобразуването.

Хранителната система на бензиновия двигател трябва да осигурява необходимата по количество и състав горивна смес в зависимост от режима на работа на двигателя. За обезпечаването на работата на двигателя на различните режими към цилиндрите се подава различна по количество горивна смес. За получаването на оптимални мощностно-икономически и екологични показатели на двигателя е необходимо да се подава горивна смес с подходящ състав: 1 л бензин: 14,7 кг въздух. При карбураторните горивни системи смесването на горивото и въздуха се осъществява в специално смесително устройство, наречено карбуратор.

Елементи на карбуратора (Фиг. 3.6.1):



Фиг. 3.6.1. Елементарен карбуратор

1. Вход на горивото;
2. Поплавък;
3. Жигльор;
4. Разпръсквач;

5. Смесителна камера;
6. Въздушна клапа;
7. Дифузьор;
8. Дроселова клапа.

Смесобразуване

Горивото, подавано по горивопровода (1) постъпва в поплавковата камера. Поплавъкът (2) поддържа постоянно ниво на горивото, което е с няколко милиметра по-ниско от изходящия отвор на разпръсквача (4), така че да не може да изтича при неработещ двигател. Горивният жигльор (3) е с калиброван отвор, от чието сечение зависи разходът на гориво през него. Дифузьорът (7) намалява сечението на канала, по който се движи въздухът. Чрез дроселната клапа (8) се изменя количеството на подаваната към двигателя горивна смес за регулиране мощността. По време на работа на двигателя въздухът преминава през дифузьора (7), смесителната камера (5) и дроселната клапа. Скоростта на въздуха се увеличава. Под действието на полученото разреждане горивото изтича в най-тясното сечение на дифузьора, където е и най-голяма скорост на въздуха. Въздушната струя раздробява на малки капки изтичащото от разпръсквача (4) гориво. По този начин се създават условия за по-бързото му изпарение, за лесното и еднородно запалване и за пълното изгаряне на получената гориво- въздушна смес.

Контролни въпроси:



1. Как се променя количеството гориво в различните режими на работа на двигателя?
2. Каква е ролята на поплавъка в поплавковата камера?
3. Каква е ролята на дифузьора в карбуратора?



РАБОТЕН ЛИСТ 3.6.

Въпроси и задачи:

1. Избройте поне 5 елемента на елементарният карбуратор:

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....

2. Кой определя количеството горивовъздушна смес към двигателя?

- а) Жигльорът;
- б) Дифузьорът;
- в) Дроселната клапа.

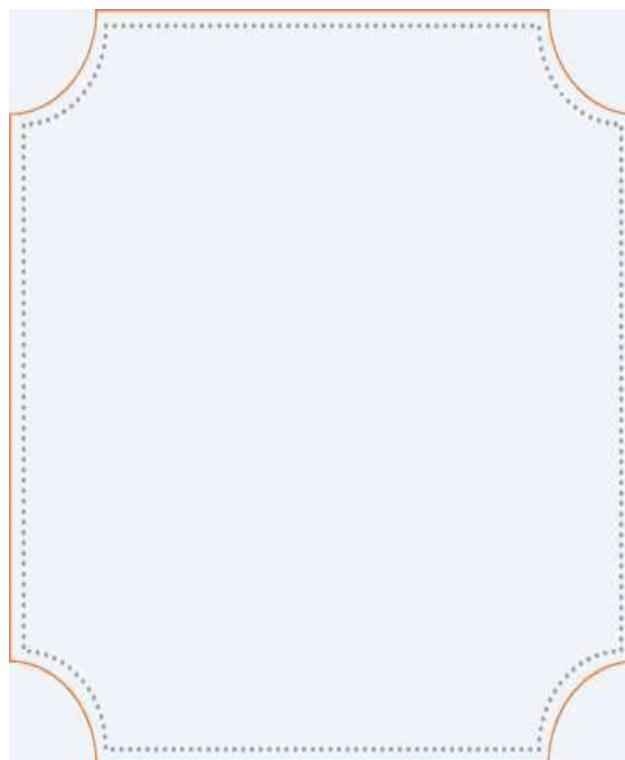
3. От кой елемент на карбуратора зависи количеството гориво в горивовъздушната смес?

- а) От жигльора;
- б) От поплавковата камера;
- в) ОТ дроселната клапа.

4. Каква е пропорцията гориво – въздух?

- а) 1 : 10;
- б) 1 : 17,4;
- в) 1 : 14,7.

Начертайте с два цвята пътя на горивото и пътя на въздуха в елементарен карбуратор.



Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).



3.7. Горивна система на дизелов двигател

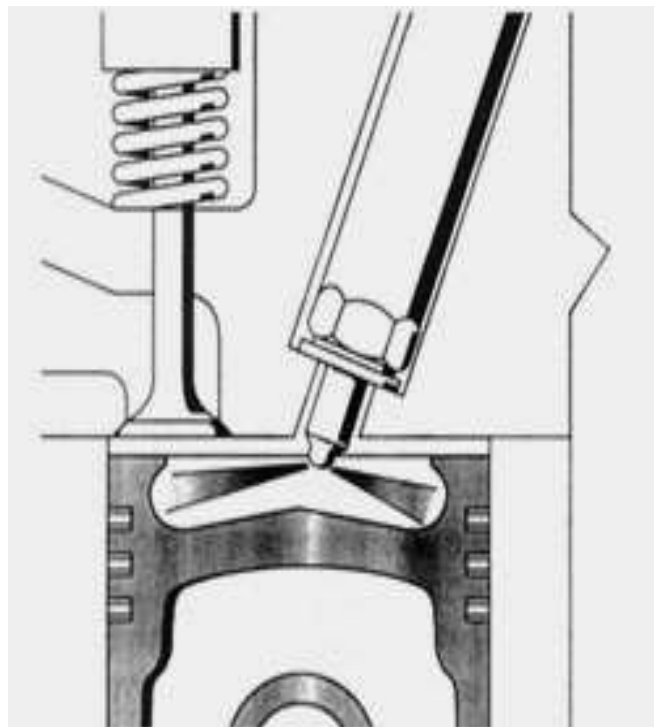
В този урок ще научим:

1. Какво е предназначението ѝ.
2. Какви са изискванията към дизеловата горивна система.
3. Какви да изискванията към горивните камери.

Предназначение на дизеловата горивната система

По съставни елементи дизеловият двигател не се различава от бензиновия – притежава същите цилиндри, бутала, мотовилки. Въпреки това много от детайлите му са значително подсилени, за да приемат по-високи натоварвания, тъй като степента на сгъстяване е много по-висока (19-24 единици, срещу 9-11 за бензиновия двигател). Това обяснява и големия размер и тегло на дизеловия двигател в сравнение с бензиновия. Основната разлика е в методите на образуване на гориво-въздушната смес, нейното запалване и изгаряне.

- При бензиновия двигател сместа се образува в карбуратора, а в цилиндъра се запалва с искрата от свещта.
- При дизеловите двигатели подаването на гориво и въздух се извършва поотделно. Първоначално в цилиндрите постъпва чист въздух. В края на сгъстяването, когато той се нагрява до температура 700-800° С в горивната камера помощта на дюзите под високо налягане (10-30 МРа) се инжектира гориво (**Фиг. 3.7.1.**), което се възпламенява почти мигновено.



Фиг. 3.7.1.

Самозапалването, придружено с рязко увеличение на налягането в цилиндъра, обяснява грубата и шумна работа на дизеловия двигател. Такава организация на работния процес позволява използването на по-евтино гориво и работа с по-бедни смеси, което обуславя по-голямата икономичност. Екологичните характеристики на такъв двигател също са подобри – по време на работа с бедни смеси вредните емисии са значително по-ниски от тези на бензиновите двигатели.

Недостатъците включват: повишен шум и вибрации, по-ниска мощност и трудности при стартиране при ниски температури. При съвременните дизелови двигатели тези проблеми не са толкова очевидни.

Дизеловото гориво се изпарява много по-трудно от бензина.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

Изисквания към дизеловата горивна система

1. Равна циклова порция гориво:
 - В цилиндрите на двигателя да се впръсква еднакво количество гориво в обема на горивната камера. Количеството се коригира на стенд за дюзи (Фиг. 3.7.2.).



Фиг. 3.7.2.

2. Еднакъв ъгъл на изпреварване на впръскването:

- Оптималният ъгъл на изпреварване на впръскването зависи от конструкцията на двигателя, топлинния му режим, налягането и температурата на въздуха, натоварването на двигателя и честотата на въртене на колянния вал. При малък ъгъл на изпреварване на впръскването задържането на възпламеняването се намалява и двигателят работи по-меко, но мощността му се намалява. При голямо изпреварване на впръскването възпламеняването и мощността се увеличават, възпламеняването се приближава до ГМТ, но се покачва и разходът на гориво.

3. Параметрите на горивния факел за осигуряване на оптимално смесобразуване и изгаряне. На Фиг. 3.7.3. е показан горивен факел на работеща дюза (вляво) и на дюза с износен разпръсквач (вдясно).



Фиг. 3.7.3.

4. Горивото да се впръсква при сравнително високо налягане, дори при ниска честота на въртене и малки натоварвания.
5. Горивната система да е проста по конструкция, да е евтина, да има надеждна експлоатация и да е ремонтно пригодна.

Горивни камери

При дизеловите двигатели изискванията за формата на горивната камера се определят от процеса на смесване. За да се създаде работеща смес, те отнемат много кратко време, тъй като почти веднага след началото на впръскването на гориво започва изгарянето, а останалата част от горивото вече се подава в горивната среда. Всяка капка гориво трябва да влезе в контакт с въздуха възможно най-бързо, така че топлината да се отделя в началото на хода на разширението. Най-често се използват горивни камери с обемно образуване.



Контролни въпроси:

1. Как горивото постъпва в горивната камера на цилиндъра?
2. Как се запалва горивото при дизеловия двигател и защо?
3. Как се променя ъгълът на изпреварване?
4. По какво се различава дизеловият от бензиновия двигател?

www.eufunds.bs



РАБОТЕН ЛИСТ 3.7.

Въпроси и задачи:

1. Опишете основната разлика между бензиновия и дизеловия двигател:

.....
.....
.....
.....
.....

2. Какво се наблюдава при голям ъгъл на изпреварване на впръскването:

- а) възпламеняването се увеличава, а мощността намалява;
- б) с възпламеняването се увеличава и мощността;
- в) възпламеняването се намалява и мощността намалява.

3. Къде се извършва възпламеняването и изгарянето на дизеловото гориво:

- а) в карбуратора;
- б) в дроселовата клапа;
- в) в горивната камера.

Опишете какви са недостатъците на дизеловия двигател с вътрешно горене.



Blank area for writing the answer to the question about the disadvantages of a diesel engine with internal combustion.

Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).

Blank area for the student's self-evaluation.

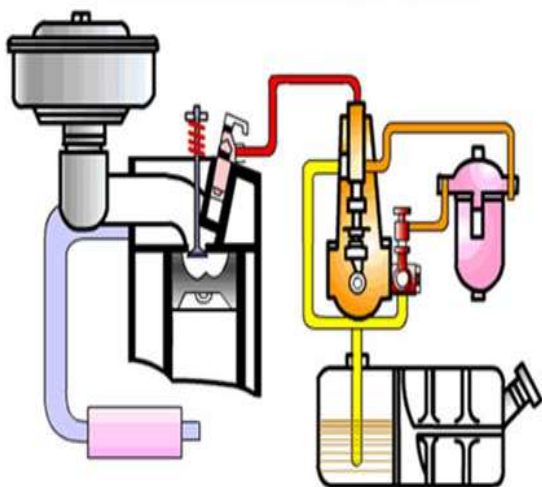


3.8. Устройство на горивна система на дизелов двигател с вътрешно горене

В този урок ще научим:

1. Какъв е принципът на действие на дизеловата горивна система.
2. Видове дизелови горивни системи.

Основната функция на горивната система (Фиг. 3.8.1.) на дизеловия двигател е да подава определено количество гориво в определен момент и с предварително определено високо налягане.



Фиг. 3.8.1.

Основните елементи на горивната система на един дизелов двигател са:

- Горивен резервоар;
- Горивоподаваща помпа (ГПП);
- Горивни филтри;
- Горивна нагнетателна помпа за високо налягане (ГНП).
- Инжектори на гориво (дюзи).

Горивен резервоар (Фиг. 3.8.2.)



Фиг. 3.8.2.

Резервоарът служи за съхранение на горивото, което задвижва автомобила. Най-общо казано, резервоарът е съд и обикновено се намира под задната част на автомобила. Резервоарът участва и в разпределянето на теглото на автомобила. Изработен е така, че да се предотврати плискането на горивното му съдържание поради инерционните сили, които могат да доведат до допълнителни тласкания и нестабилност на автомобила при завой.

Горивоподаваща помпа (ГПП)



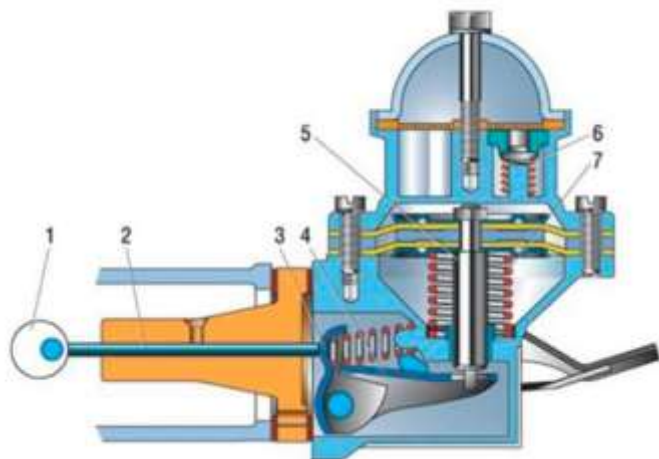
Фиг. 3.8.3.

Фиг. 3.8.4.

Горивоподаващата помпа служи за транспортиране и на горивото от резервоара до горивонагнетателната помпа и за първоначално предстартерно запълване на горивната система със стартово налягане. ГПП биват ръчни (Фиг. 3.8.3.) и с електрическо захранване (Фиг. 3.8.4.).



Действието на механичната горивоподкачваща помпа (Фиг. 3.8.5.) се състои в следното:

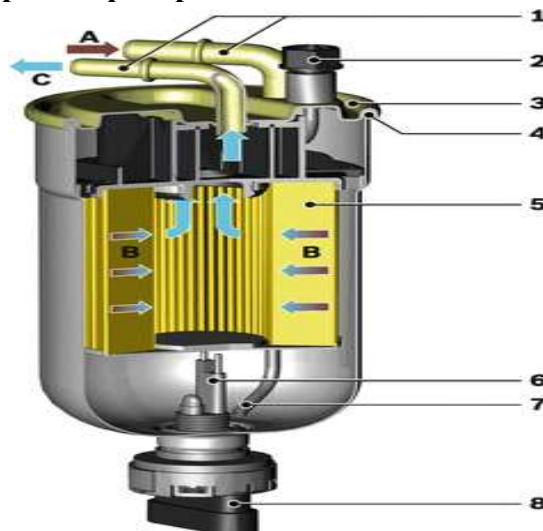


Фиг. 3.8.5.

При работа на двигателя ексцентрикът (1) повдига ролковия повдигач (3) с пръта (2) и буталото (5) се премества нагоре, като свива калиброваната пружина (7). При този ход на буталото налягането над него се увеличава, което предизвиква затваряне на всмукателния и отваряне на нагнетателния клапан (6). Горивото преминава в пространството над буталото, където в същото време обемът се увеличава и се създава разреждане. При отминаване на ексцентрика ролковият повдигач с пръта под действие на пружината заемат изходното положение, а буталото под действието на пружината извършва работния си ход надолу. При този ход буталото изтласква под определено налягане горивото към филтъра за фино пречистване и ГПП, а помпата засмуква гориво през всмукателния клапан. Нататък действието се повтаря в херметичното пространство на горивоподаващата помпа. Чрез канала пропуснатото гориво се връща между пръта и тялото обратно към всмукателния отвор. Към ГПП преди всмукателния клапан може да има филтриращ елемент и утаителна чаша за пречистване на горивото от механични примеси.

www.eufunds.bs

Горивни филтри



Фиг. 3.8.6.

1. Входящ и изходящ накрайник;
 2. Водоотделител;
 3. Капак;
 4. Корпус;
 5. Филтърна хартия;
 6. Електрод на сензора за наличие на вода;
 7. Тръба за отвеждане на отделената вода;
 8. Електрическа бухса на сензора за вода.
- A – Вход;
B – Посока на филтрация;
C – Изход.

Горивните филтри са предназначени за почистване на горивото от твърди частици. Предпазват елементите на горивната система от износване. Автомобилите са оборудвани с груби и фини филтри.



Контролни въпроси :

1. Как резервоарът подобрява стабилността на автомобила?
2. Каква е основната функция на горивоподаващата помпа?
3. Каква е ролята на водоотделителя на горивния филтър?



РАБОТЕН ЛИСТ 3.8.

Въпроси и задачи:

1. Избройте елементите на дизеловата горивна система :

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....

2. Функцията на горивоподаващата помпа е:

- а) да доставя гориво от резервоара до горивоподкачващата помпа;
- б) да доставя гориво от резервоара до горивонагнетателната помпа;
- в) да връща излишното гориво в резервоара.

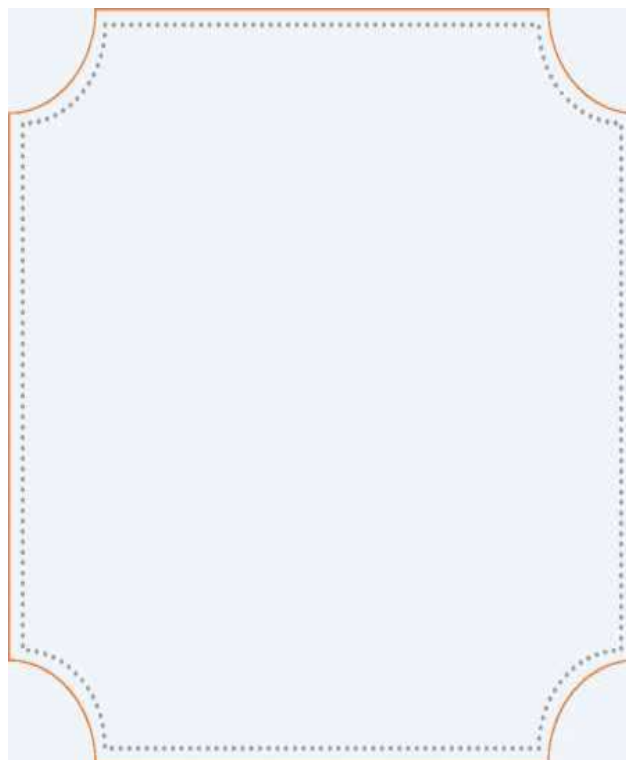
3. Горивоподаващата помпа създава:

- а) налягане;
- б) вакуум;
- в) температура.

4. Къде се връща излишното гориво при дизеловата горивна система?

- а) в горивната камера;
- б) в резервоара.

Начертайте принципна схема на пътя на горивото в горивния филтър.



Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).



3.9. Елементи на дизелова горивна система с механично управление

В този урок ще научим:

1. Видове горивонагнетателни помпи.
2. Устройство на горивонагнетателна помпа.

Механична горивонагнетателна помпа – ГНП



Фиг. 3.9.1

Горивонагнетателната помпа (Фиг. 3.9.1.) е най-сложният агрегат на горивната система на дизеловия двигател. Тя служи за подаване на еднакви дози гориво към всички цилиндри на двигателя в количество, което съответства на натоварването на двигателя и в моменти, когато са създадени най-добри условия за горене. В дизеловите двигатели според вида им се използват два типа горивонагнетателни помпи:

- редови (многосекционни);
- разпределителни.

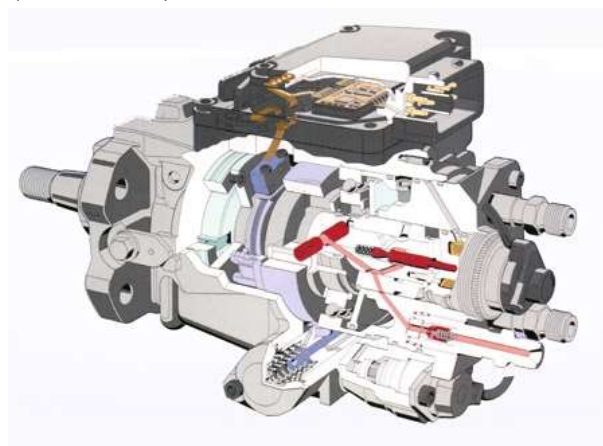
Редови горивонагнетателни помпи (Фиг. 3.9.2.).



Фиг. 3.9.2.

При тях се обединяват в едно тяло отделните помпени елементи (секции), чиито брой е равен на броя на цилиндрите на двигателя.

Разпределителни горивонагнетателни помпи (Фиг. 3.9.3.):



Фиг. 3.9.3.

един помпен елемент подава гориво в няколко цилиндъра, като се включва последователно към съответните дюзи. От своя страна разпределителните горивонагнетателни помпи се подразделят на:

- разпределителни помпи – бутален тип;
- роторни разпределителни помпи.



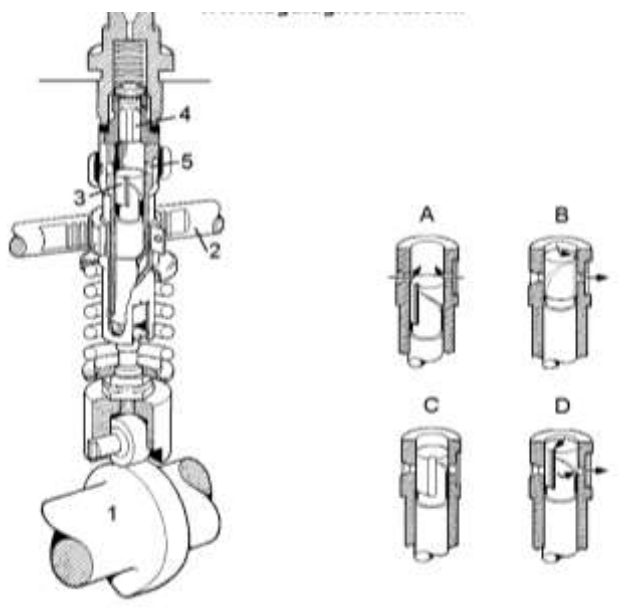
Според начина на дозиране се делят на:

- с шибърно дозиране;
- с дозиране чрез дроселиране.

В автомобилните двигатели най-разпространени са шибърните многосекционни горивонагнетателни помпи (ГНП).

Многосекционни шибърни ГНП

Многосекционните ГНП обединяват отделните помпени секции в общ корпус. Всяка помпена секция подава горивото с определен цилиндър. По тази причина броят на помпените секции е равен на броя на цилиндрите на двигателя. Всяка една помпена секция (Фиг. 3.9.4.) се състои от:



Фиг. 3.9.4.

1. Разпределителен вал;
2. Зъбен сектор;
3. Бутало;
4. Нагнетателен клапан;
5. Преливник.

Помпата се задейства от разпределителен вал (1) и от зъбния сектор (2). Разпределителният вал създава вертикален момент на буталото (3).

Въртенето на буталото се причинява от направляващия зъбен сектор (2).

Бутало

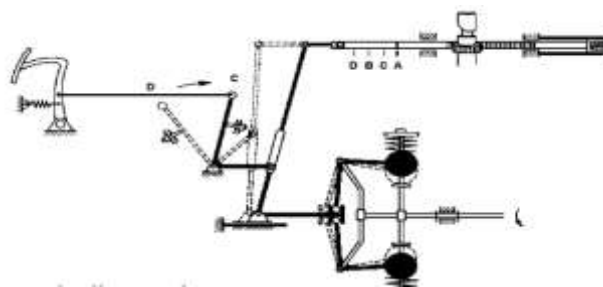
Вертикалният момент на буталото създава повишаване на налягането. Въртенето на буталото променя подаването на гориво. Впръскването започва, когато създаденото налягане превиши налягането на отваряне на нагнетателния клапан (4). Впръскването спира, когато се отвори преливника (5).

На Фиг. 3.9.4. също са показани различни положения на буталото спрямо изменението на подаване на гориво към двигателя (промяна в позицията на педала на газта):

- A – презареждане;
- B – стоп-положение;
- C – ниска мощност;
- D – висока мощност.

Регулатор (Фиг. 3.9.5.)

Ограничаването на максималната скорост и управлението на двигателя на празен ход са две основни задължения на регулатора. Управлението се извършва от движението на направляващия прът. Има три основни вида регулатори: механични, пневматични и хидравлични. Фиг.3.9.5. показва механичен регулатор (A – студен старт, B – ниска мощност, C – висока мощност, D – стоп).



Фиг. 3.9.5.



РАБОТЕН ЛИСТ 3.9.

Въпроси и задачи:

1. Избройте видовете

горивонагнетателни помпи:

1.
2.
3.
4.
5.

2. Функцията на горивонагнетателната помпа е да:

- а) доставя гориво от резервоара до горивоподкачващата помпа;
- б) създава налягане;
- в) връща излишното гориво от цилиндъра.

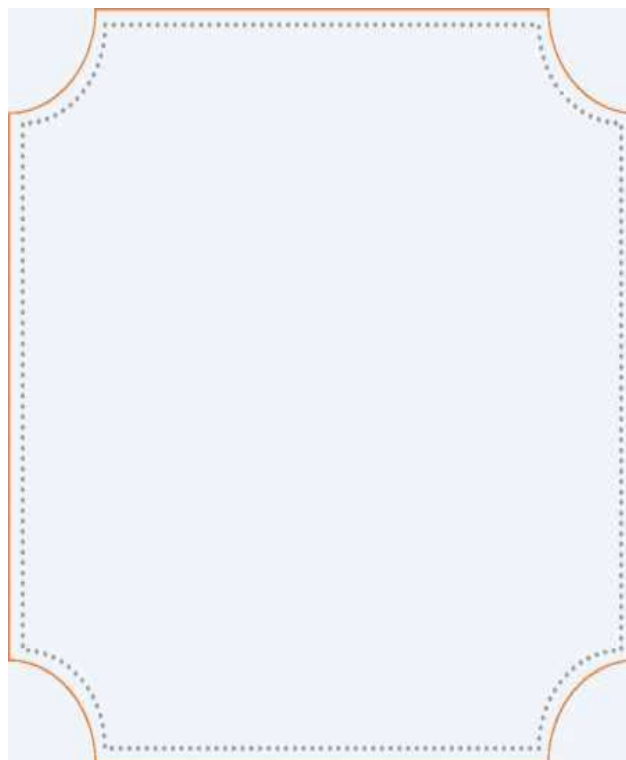
3. Въртенето на буталото в помпения елемент променя:

- а) налягането;
- б) подаването на гориво;
- в) температурата.

4. Регулаторът в ГНП отговаря за:

- а) налягането на горивото;
- б) мощността на двигателя.

Начертайте принципна схема на пътя на горивото в помпения елемент.



Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).



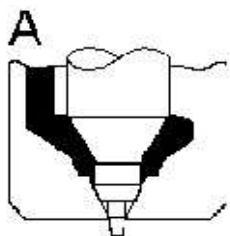
3.10. Елементи на дизелова горивна система с механично управление – инжекторни дюзи

В този урок ще научим:

1. Предназначението, устройството на дюзата и изискванията към нея.
2. Видове инжектори в дизеловите двигатели.

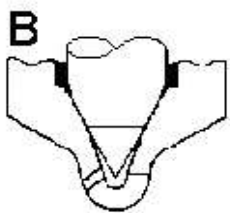
Дюзи (инжектор)

Дюзата служи за разпръскване и разпределение на горивото в горивната камера на дизеловия двигател. В зависимост от начина на образуване на сместа, към дюзата се поставят различни изисквания. В дизеловите двигатели с непосредствено впръскване тя трябва да осигури по-фино разпръскване на горивото в цилиндъра на двигателя. Целта на дюзата е да раздробява горивото до желаната степен и да го впръсква, т.е. инжектира в горивната камера (затова се нарича *инжектор*), като използва високо налягане (350-1200 bar). Фиг. 3.10.1. показва два различни инжектора.



Фиг. 3.10.1.

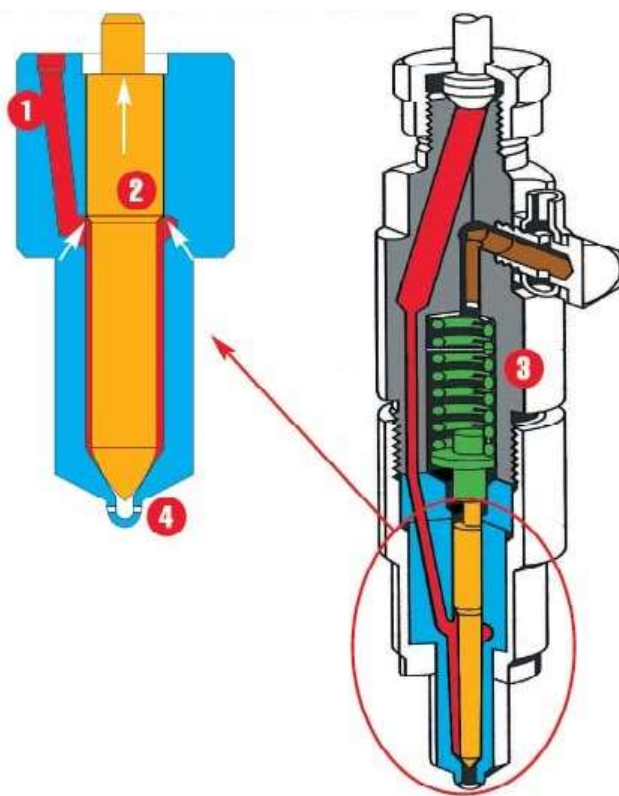
А – дюза за централно впръскване.



В – дюза за многоточково впръскване.

Дюзата за централно впръскване се използва главно в дизелови двигатели с предкамера, а дюзата за многоточково впръскване – главно при директно впръскване на горивото.

Устройство на инжектор (дюза) – (Фиг. 3.10.2.)



Фиг. 3.10.2.

1. Входящ горивен канал;
2. Игла на разпръсквача;
3. Пружина;
4. Разпръсквач.

Принципът на работа се основава на ефекта на силата на налягането на горивото върху силата на съпротивителната пружина. Когато налягането в системата е по-високо от съпротивлението на



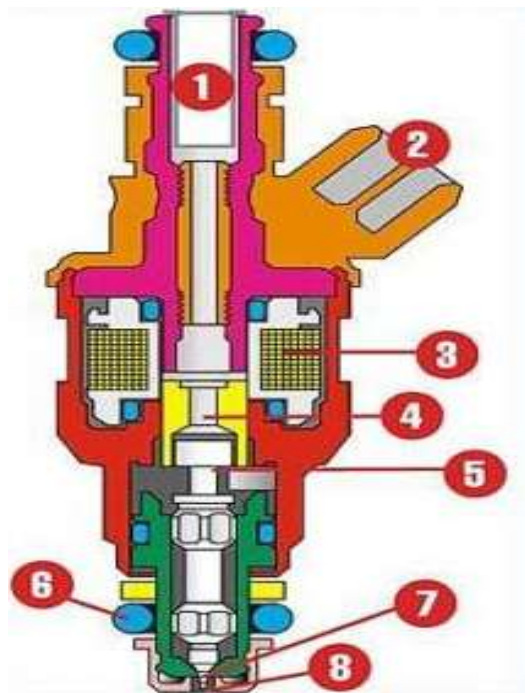
ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

пружината, иглата се издига и се получава инжектиране. След като налягането спадне, иглата се връща в първоначалното си положение. Налягането на такива инжектори на дизелови двигатели е много ниско поради чисто механичното им действие и затова те все по-рядко се прилагат в съвременната автомобилна индустрия. В днешно време се използват комбинирани инжектори, които съчетават механично устройство с електронно управление.

Електромагнитна дюза Фиг. 3.10.3.



Фиг. 3.10.3.

1. Филтър;
2. Електрически накрайник;
3. Електромагнит;
4. Електромагнитен клапан;
5. Камера за високо налягане;
6. Уплътнение;
7. Игла на разпръсквача;
8. Разпръсквач.

В даден момент ECU на двигателя прилага напрежение към възбуждащата намотка, което

осигурява образуване на електромагнитно поле, действащо върху котвата с иглата. В този момент силата на компресия на пружината става по-малка от магнитната сила, арматурата се прибира, иглата се издига и освобождава дюзата на инжектора. Контролният клапан на инжектора на двигателя се отваря и впръскването на гориво се извършва под високо налягане, образувано от ГНП. Когато блокът за управление спре да подава енергия към намотката, пружината връща иглата в първоначалното ѝ положение и прекратява впръскването на гориво – това е системата K-Jetronic.

В съвременните двигатели се целѝ по-точно определяне на цикловата порция гориво, което изисква по-прецизно владение на процеса на впръскване на дюзите (началото и края на впръскването). За постигане на по-голяма точност са създадени и дюзите с електрохидравлично управление и пиезоелектрическата дюза. Те работят в комбинация с роторни горивонагнетателни помпи. Най-често срещаната горивна система в съвременните дизелови автомобили е системата на общата шина Common Rail, работеща под много високо налягане, постигащо фино разпръскване на горивото в цилиндъра и управлявано по електрически път от контролера на двигателя. Не на последно място са горивните системи „Помпа дюза“, при които в дюзата е поместен помпният елемент от ГНП.



Контролни въпроси:

1. Каква е ролята на дюзата в дизеловия двигател?
2. Какво се целѝ при впръскването на гориво в ДВГ?
3. Колко вида дюзи познавате и по какво се различават те?

www.eufunds.bs

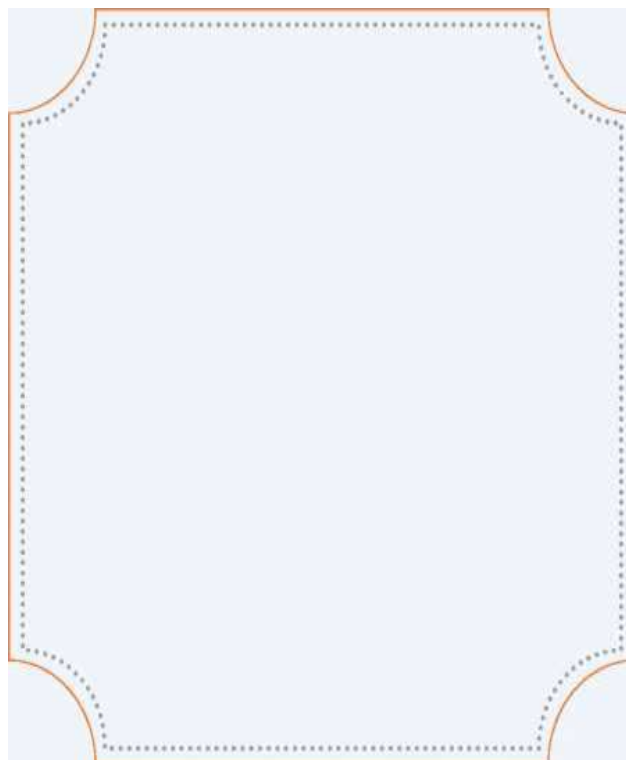


РАБОТЕН ЛИСТ 3.10.

Въпроси и задачи:

- Избройте видовете дюзи, които познавате:
 -
 -
 -
 -
- Какъв е недостатъкът на механичните дюзи?
 - много фино разпръскване на горивото;
 - работят неправилно;
 - ниско налягане.
- Каква е разликата на механичната дюза спрямо пиезоелектрическата?
 - видът;
 - големината;
 - управлението.
- Разпръсквачът на инжектора отговаря за:
 - излишното гориво;
 - мощността на двигателя;
 - качеството на разпръскване на горивото.

Начертайте принципна схема на пътя на горивото в механичния инжектор.



Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

3.11. Източници на електрически ток

В този урок ще научим:

1. Предназначението, изискванията и видовете източници на електрически ток.
2. Общото устройство и принципа им на действие.

Основните функции на електрическата система са: захранване на запалителната система, стартиране на двигателя и доставяне на електрическа енергия на консуматори като светлини, звуково оборудване, клаксон, прозорци и др. Към електрооборудването на автомобила се отнасят източниците на ток, консуматорите на електрическа енергия, блоковете за управление и проводниците.

Източниците на електрически ток са: акумулаторна батерия, генератор, реле-регулатор.

Акумулаторна батерия (Фиг. 3.11.1.)



Фиг. 3.11.1.

Акумулаторната батерия осигурява енергия за стартера при първоначално пускане на двигателя и захранване на електрическите потребители. Акумулаторната батерия се състои от няколко последователно свързани акумулаторни клетки. Всяка клетка се намира в самостоятелно отделение в тялото (кутия). То се изработва от киселиноустойчива пластмаса, като на дъното му има отлети ребра, върху които се поставят клетките. Акумулаторната клетка се състои от два вида пластини – отрицателни и положителни. Те се поставят така, че положителните и отрицателните пластини да се редуват, като отрицателните са винаги с една повече от положителните. Всяка пластина се състои от решетка и активна маса. Активната маса за отрицателните пластини е от специален оловен диоксид (PbO_2) и разтвор на сярна киселина (H_2SO_4), а за положителните – оловен минимум (Pb_3O_4) и разтвор на сярна киселина. За свързването на едноименните пластини се използват мостове. Те служат за извеждане на тока, получен от клетките извън кутията. Изводите се свързват последователно чрез пластини. В горната част на кутията са разположени капацити, които затварят всяка клетка. На капацитите се намират вентилационни отвори с капачки и наливни пробки. Напрежението, получавано от една правилно и напълно заредена клетка, е около 2V. Напрежението се черпи от акумулаторната батерия през отрицателния извод на първата клетка и чрез положителния на последната. Тези изводи са направени от олово и имат формата на пресечен конус. Към тях се закрепват клемите на електрическата система на автомобила.

www.eufunds.bs



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

В съответствие с предназначението на акумулаторната батерия се поставят следните основни изисквания:

- да отдава голям ток при малък вътрешен пад на напрежението;
- да има голям капацитет и малки размери;
- да възстановява бързо капацитета си при зареждане;
- да съхранява продължително време натрупаната в нея енергия;
- да работи при високи и при ниски температури;
- да издържа на вибрации;
- да е дълготрайна и евтина.

Генератор

Генераторът е основният източник на електроенергия за всички системи на автомобила, както и за зареждане на акумулатора. Има автомобилни генератори за постоянен ток – динамо, които се използват при по-старите автомобили, и за променлив ток – алтернатори. За да се използва алтернатор, трябва да се постави и токоизправител, който да поддържа правилното напрежение при превръщането на променливия ток в постоянен.

Генератор за променлив ток (Фиг. 3.11.2.)

Той се състои от следните елементи:



1. Ротор;
2. Статор;
3. Корпус;
4. Токоизправител;
5. Капак.

Автомобилният генератор за променлив ток е устройство, което преобразува механичната енергия в електрическа и изпълнява следните функции:

- осигурява постоянно и непрекъснато зареждане на батерията, когато двигателят работи;
- осигурява захранване на всички системи по време на стартиране на двигателя, когато стартерният двигател консумира голямо количество електричество.

Генераторът е монтиран в отделението на двигателя. Чрез скоби той е прикрепен към блока на двигателя, задействан от задвижващия ремък чрез шайбата на колянвия вал. Мощността на генерирания ток зависи от оборотите на колянвия вал, съответно напрежението се увеличава с оборотите на ролката с геометрична прогресия. За да се предотврати презареждане, генераторът е снабден с регулатор на напрежение, който регулира размера на изходното напрежение, осигурявайки 13.5– 14.7V.

Реле-регулатор на напрежението

Регулаторът трябва да поддържа напрежението на генератора постоянно, равно на номиналното при изменение на честотата на въртене от начална до максимална. Отклонението на напрежението от номиналното не трябва да надхвърля повече от 3%, в противен случай се намалява трайността на акумулаторната батерия и лампите на автомобила до 2– 2,5 пъти.



Контролни въпроси:

1. Каква е ролята на акумулаторната батерия?
2. Къде се използва енергията, произведена от генератора?
3. Каква е функцията на реле-регулатора?

www.eufunds.bs



РАБОТЕН ЛИСТ 3.11.

Въпроси и задачи:

1. Избройте елементите на генератора:

1.
2.
3.
4.
5.

2. Какво е напрежението на всяка клетка на акумулаторната батерия?

- а) 12V;
- б) 24V;
- в) 2V.

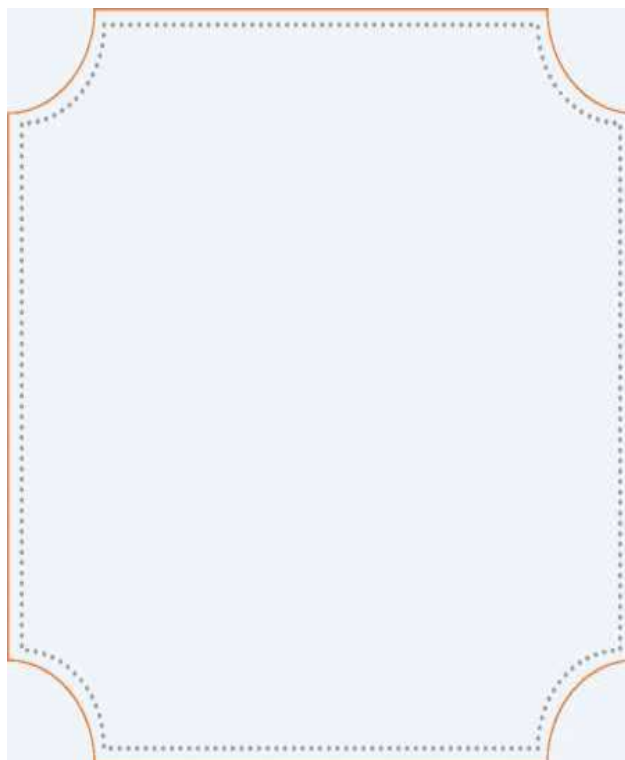
3. С каква течност се запълва акумулаторът?

- а) Оловен диоксид;
- б) Разтвор на сярна киселина;
- в) Оловен минимум.

4. Ролята на реле-регулатора е да:

- а) усилва напрежението;
- б) намалява напрежението;
- в) регулира напрежението.

Начертайте принципна схема на акумулаторна клетка.



Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).



3.12. Акумулаторна запалителна система

В този урок ще научим:

1. Предназначението и изискванията към запалителната система.
2. Общото устройство и принципа на действие на акумулаторната запалителна система.

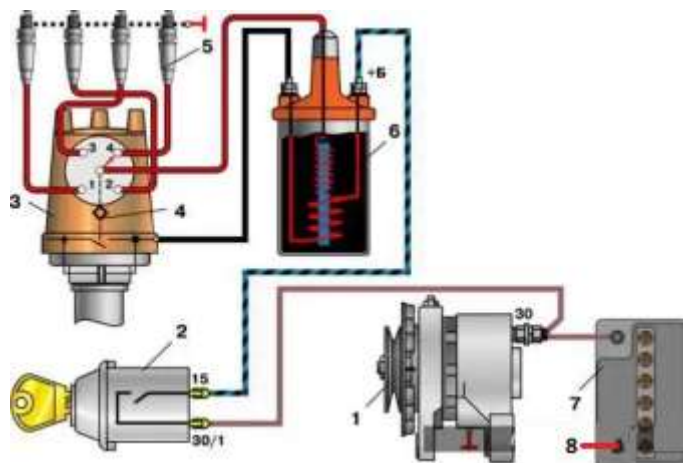
Предназначението на акумулаторната запалителна система е да се осъществи възпламеняване на сгъстената горивна смес при работния процес в карбураторните двигатели. Това става в края на такт сгъстяване, принудително чрез електрическа искра. Искрата се получава между електродите на запалителната свещ, която се намира в цилиндровата глава.

Изисквания към запалителната система:

- Напрежението, подадено от електродите на запалителните свещи, да бъде от 12000 до 20000V (в някои случаи и по-голямо);
- Полученото напрежение да се разпределя между цилиндрите в зависимост от реда на работата на двигателя;
- Да осигурява възможност за изменение на момента на подаване на искрата според честотата на въртене и натоварването на двигателя и според качествата на горивото.

Устройство на акумулаторната запалителна система (Фиг. 3.12.1).

Тя се състои от следните елементи:



Фиг. 3.12.1.

1. Акумулаторна батерия (7) с номинално напрежение 12V;
2. Контактен ключ (2), чрез който първичната намотка на запалителната bobина се свързва с акумулаторната батерия или генератора;
3. Индукционна bobина (6), която преобразува тока с ниско напрежение в ток с високо напрежение.
4. Прекъсвач-токоразпределител (4);
5. Кондензатор, който отстранява искрението между контактите;
6. Контакти (3);
7. Вакуумен регулатор, който служи за промяна на ъгъла на изпреварване на запалването в зависимост от натоварването на двигателя;
8. Токоразпределител (4), който подава високо напрежение към свещта на съответния цилиндър;
9. Запалителни свещи (5);
10. Проводници за ниско и високо напрежение.



Запалителната система е изградена от две основни вериги:

- за ниско напрежение;
- за високо напрежение.

Принципът на действие на акумулаторната запалителна

Протичането на ток се осъществява при затворени контакти на прекъсвача и при даден контакт с контактния ключ през първичната намотка на запалителната бобина. Веригата е следната:

- клема «+» на батерията – контактен ключ;
- първична намотка на бобината – подвижен контакт на прекъсвача;
- неподвижен контакт маса-клема «-» на батерията.

Токът, протичащ през първичната намотка, създава магнитно поле, което преминава през навивките на първичната и вторична намотка. В определен момент гърбицата отваря контактите. Токът в първичната намотка се прекъсва, а във вторична намотка достига $15000 \div 25000V$, което е достатъчно да пробие искровата междина на свещта. Високото напрежение през палеца на разпределителя се подава към един от страничните електроди. От него чрез проводника за високо напрежение – към централния електрод на свещта. Ако то е достатъчно да пробие искровата междина на свещта, между електродите ѝ прескача искра.

Индукционна бобина (Фиг. 3.12.2.)

Индукционната бобина преобразува тока с ниско напрежение в ток с високо напрежение. Тя се състои от сърцевина, върху която е навита вторичната намотка. Първичната намотка е навита върху вторичната. Това е продиктувано от съображение за по-добро използване на

магнитния поток и по-добро охлаждане. Единият край на първичната намотка е изведен на клема, на която е изведен и единият край на вторичната намотка, а другият край на първичната намотка е изведен на отделна клема. Другият край на вторичната намотка е изведен на централната клема. Това свързване на намотките се нарича автотрансформаторно



(Фиг. 3.12.2.).

Прекъсвач-разпределител (Фиг. 3.12.3.)



Фиг. 3.12.3.

Той се състои от три основни части:

- Прекъсвач;
- Разпределител;
- Регулатори.

Той се върти от задвижващия вал (най-често от разпределителния вал на двигателя). Валът е поставен в тялото на прекъсвач-разпределителя, като върху него е надянат гърбицния вал.

Връзката между двата вала се осъществява чрез центробежния регулатор. Върху подвижен диск е поставена пластина, към която е закрепена наковалнята. С петата си чукчето е закрепено за лостче и може да се върти около оста си. Към лостчето е монтирана пластинкова пружина, която държи контактите затворени. Между тях се поддържа хлабина, което се регулира чрез

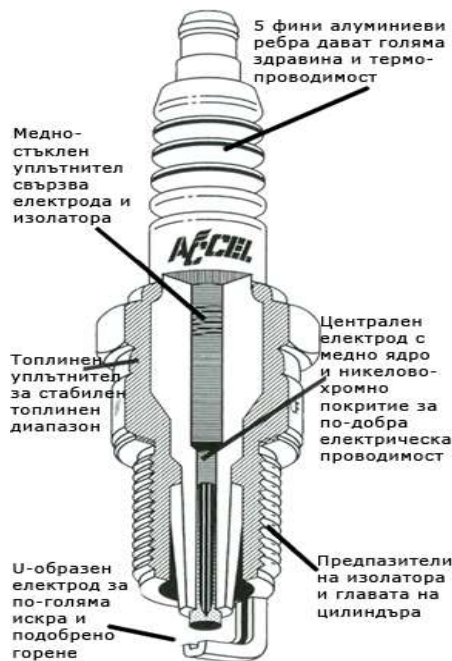


ексцентрик и се фиксира от ограничителен винт. Между наковалнята и масата се поддържа сигурна електрическа връзка чрез пластината, металния диск и проводника. Чукчето се свързва с първичната намотка от бобината чрез лостчето, на което е закрепено, проводника и клемата. Контактите на прекъсвача се разтварят от гърбична шайба. При въртенето си тя действа на петата на чукчето и контактите се отварят, като прекъсват първичната верига. Щом гърбицата се превърти, чукчето допира наковалнята под действие на пружината и веригата се затваря. Паралелно на контактите е включен кондензатор, който е свързан към маса направо към тялото на прекъсвач-разпределителя. Разпределителният палец е поставен в точно определено положение към гърбичния вал. Изработва се от изолационен материал, като в него се вгражда контактна пластина. Прекъсвачът (Фиг. 3.12.4.) се затваря от разпределителния капак. В центъра му е вградена клема за получаване на ток с високо напрежение от бобината. Веригата на високото напрежение се затваря в разпределителя от клема, през графитна четка и пластинка към някоя от вградените клеми. Към клемите се свързват проводниците за подаване на тока с високо напрежение към свещите. Капакът на разпределителя се закрепва към тялото на прекъсвача чрез пружинни пластинки, като положението му е строго фиксирано. Към тялото на прекъсвача е прикрепен с винтове вакуумен регулатор.



Фиг. 3.12.4.

Запалителни свещи Фиг.3.12.5.



Фиг. 3.12.5.

Долната част на стоманеното контактно стъбло е валцовано стъкло с херметик. Изолаторът с контактното стъбло и централния електрод е поставен в стоманено тяло и е свързан към него чрез валцоване. Между тялото и изолятора се поставя топлоотвеждаща шайба за отнемане на топлината от изолятора към тялото, като служи и за уплътняване. За уплътняване на тялото на свещта към цилиндровата глава се поставя медно-азбестов пръстен. Тялото на свещта в долния край е с резба.



Контролни въпроси:

1. Каква е ролята на запалителната система?
2. За какво служи запалителната бобина?
3. Каква е функцията на прекъсвач-разпределителя за запалването на ДВГ?



РАБОТЕН ЛИСТ 3.12.

Въпроси и задачи

1. Избрийте елементите на запалителната система:

1.
2.
3.
4.
5.

2. Какво е напрежението на тока в запалителната свещ?

- а) 12V;
- б) 2500V – 3000V;
- в) 12000 – 20000V.

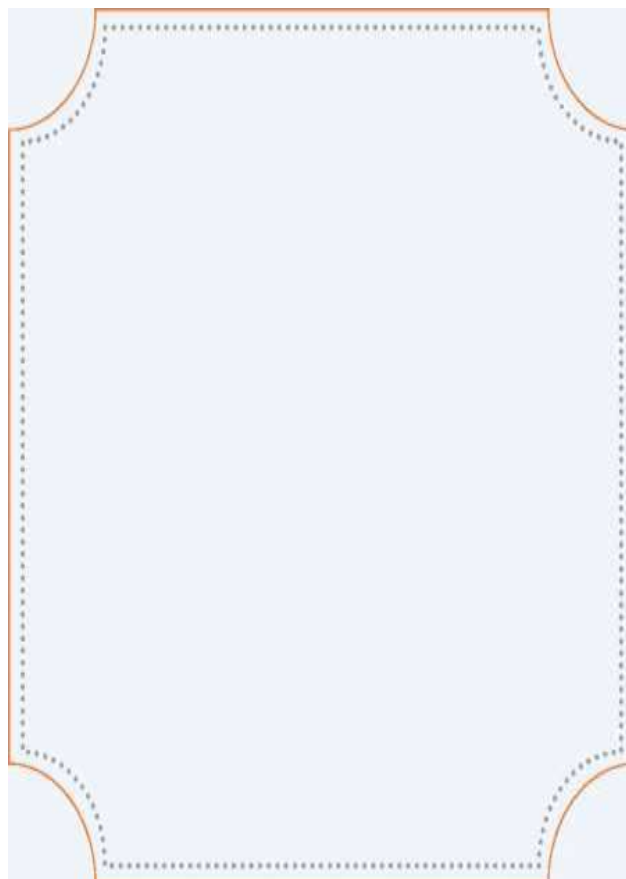
3. Откъде се задвижва прекъсвач-разпределителят?

- а) от колянвия вал;
- б) от контактния ключ;
- в) от разпределителния вал.

4. Как се захваща запалителната свещ в ДВГ?

- а) чрез изолатор;
- б) чрез резба;
- в) чрез валцоване.

Начертайте по възходящ ред пътя на тока в акумулаторната запалителна система, като описвате елементите, през които минава.



Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).



3.13. Пускова система

В този урок ще научим:

1. Предназначението изискванията към пусковата система.
2. Общото устройство и принципът на действие на електростартерната пускова система.

Нека да започнем с факта, че на ранен етап двигателите на автомобила са запалвани ръчно. За тази цел е използвано специално коляно (манивела), чрез което водачът завърта колянвия вал на двигателя до оборотите, необходими за запалване.

В днешно време, за да се пусне двигател с вътрешно горене, колянвият му вал се завърта от външен източник на енергия с такава честота, която да удовлетворява протичането на процесите смесобразуване, запълване на цилиндрите с прясно работно тяло, сгъстяване и възпламеняване. Бързото и сигурно пускане на двигателя оказва значително влияние върху експлоатацията на автомобила. Най-голямо е износването при пускането на двигателя. Поради малката производителност на маслената помпа, смазването е незадоволително.

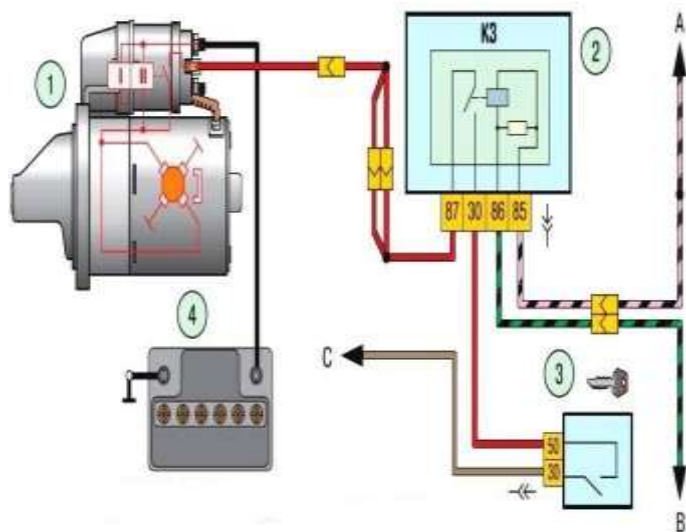
Също така голямо износване се получава:

- при пускане на студен двигател,
- когато триенето е голямо,
- пускане е продължително.

Механични пускови системи

За пускането на автомобилни двигатели най-често се използва електрически стартер. Стартерът преобразува електрическата енергия в механична. Това означава, че стартерът е една от най-важните части от устройството на автомобила, отговорна за запалването на превозното средство. Въпреки че са създадени различни модели стартери за различни модели автомобили, в основата си те имат една и съща принципна схема на действие (Фиг. 3.13.1).

Обща схема на механична пускова система:

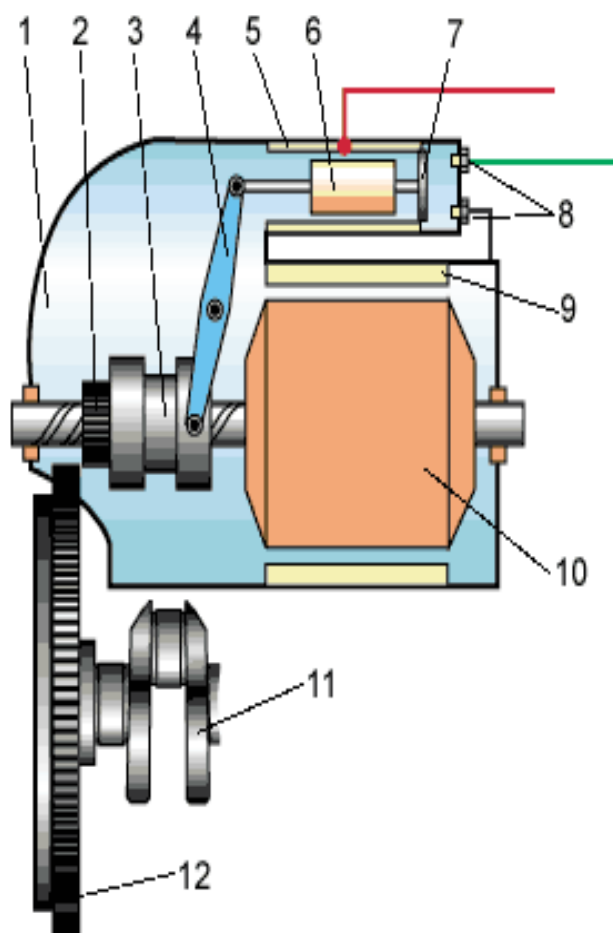


Фиг. 3.13.1.

1. Стартер
 2. Стартерно реле
 3. Контактен ключ за запалване
 4. Акумулаторна батерия
- A – Към основното стартерно реле
B – Към електронния блок за управление
C – Към главния предпазител
K3 – Реле за стартера.



Устройство на стартера (Фиг. 3.13.2.)



Фиг. 3.13.2.

1. Корпус;
2. Вал на стартера;
3. Бендикс;
4. Лост;
5. Намотка на шалтера на стартерната бубина;
6. Котва на шалтера;
7. Контактна плоча;
8. Контактни болтове;
9. Статор;
10. Ротор;
11. Колянов вал на двигателя.
12. Маховик.

Водачът завърта ключа в ключалката на автомобила. Стартерното реле захранва шалтера на стартера и намотката му (5) започва да изтегля сърцевината (6), към която е прикрепен чрез лостова система бендикса (3), който премествайки се зацепва зъбното колело (3) към маховика (12). В шалтера има контактна плоча (7), която затваря веригата на статора на електродвигателя на стартера. Поради магнитното поле, което генерира статорът (9), роторът (10) започва да се върти. Въртеливото движение се предава и на бендикса (3) и маховика (12), който е прикрепен към коляновия вал (11). Механизмът на коляновия вал започва да движи буталата в цилиндрите. В същия момент се активира запалителна система и горивна система и двигателят запалва. Когато всички тези механизми и системи започнат да работят независимо, вече няма нужда да работи стартерът и следва деактивиране на пусковата система. Това означава, че когато водачът спре да държи ключа в стартерно положение, ключът се връща в положение *захранен контакт*, което изключва захранването на електрическата верига на стартера. Веднага щом електричеството към стартера спре, магнитното поле в шалтера изчезва. Поради това пружинно натоварената котва на шалтера (6) се връща в изходно положение, като същевременно отваря контактите на контактната плоча (7) и отдалечава бендикса (3) със зъбното колело от короната на маховика (12).

Контролни въпроси :



1. Какви са изискванията към стартерната система?
2. За какво служи шалтерът?
3. Каква е функцията на бендикса в стартера при стартиране на двигателя?



РАБОТЕН ЛИСТ 3.13.

Опишете по възходящ ред механизма за задействане на стартера при стартиране на двигателя на автомобила.



Въпроси и задачи:

1. Избройте щетите на двигателя вследствие на бавно запалване от стартерната система:
 1.
 2.
 3.
 4.
2. Кое зъбно колело се задвижва от бендикса при завъртане на стартера?
 - а) статора;
 - б) разпределителният вал;
 - в) маховика.
3. Кой елемент от стартера захранва намотката на електродвигателя?
 - а) Лостът;
 - б) Статорът;
 - в) Контактната плоча.
4. Как се прекъсва стартирането на двигателя?
 - а) Чрез контактния ключ;
 - б) Чрез стартерното реле;
 - в) Чрез стартера.

Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).



4.1 Действителни процеси в двигателите с вътрешно горене

В този урок ще научим:

1. Защо теоретичните и реалните цикли в двигателя се различават.
2. Какво представлява индикаторната диаграма.
3. Каква е ефективността на ДВГ.

Разликата между реалните и теоретичните цикли на четиритактовите двигатели

Превръщането на топлината, получена при изгаряне на горивото, в полезна механична работа в реалните двигатели е свързано с необходимостта от допълнителни процеси, като: пълнене на цилиндрите с прясно работно вещество и изхвърляне на отработените газове или накратко – газообмен в ДВГ, запалване и изгаряне на горивото и получаване на необходимата топлина и т.н. Наред с това реалните процеси протичат при интензивен топлообмен с околната среда. Затова е необходимо изкуствено охлаждане на двигателя и добро мазане на движещите се елементи и механизми, гарантиращи надеждната работа на двигателя. Теоретично най-голяма ефективност в работата на двигателя може да се получи само в резултат на използването на термодинамични цикли.

Действителният цикъл на двигателя е съвкупност от периодично повтарящи се термични, химични и газодинамични процеси, в резултат на които термохимичната енергия на горивото се превръща в механична работа.

Реалните (действителни) цикли имат следните фундаментални разлики в сравнение с термодинамичните цикли:

- Действителните цикли са отворени и всеки от тях се осъществява с помощта на собствена

част от работния флуид;

- Вместо подаване на топлина, в действителните цикли се извършва процес на горене, който протича с ограничена скорост;
- Химичният състав на работния флуид се променя;
- Топлинният капацитет на работния флуид, който представлява смес от газове с различен химичен състав, непрекъснато се променя в действителния цикъл;
- Между работния флуид и околните части има постоянен топлообмен.

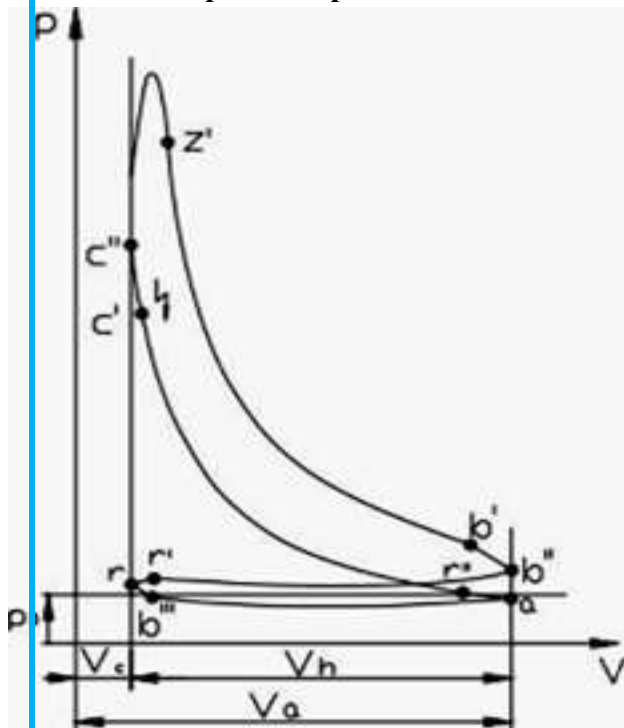
Всичко това води до допълнителни топлинни загуби, което от своя страна намалява ефективността на реалните цикли.

Ако термодинамичните цикли се изобразяват със зависимостта между промяната в абсолютното налягане (P) от промяната в специфичния обем (v), то действителните цикли се изобразяват като зависимост между промяната на налягането (P) в цилиндъра от промяна на обема на горивната камера (V) (свита индикаторна диаграма) или промяна в налягането (P) от ъгъл на завъртане на колянвия вал (ϕ), което се нарича разширена индикаторна диаграма.

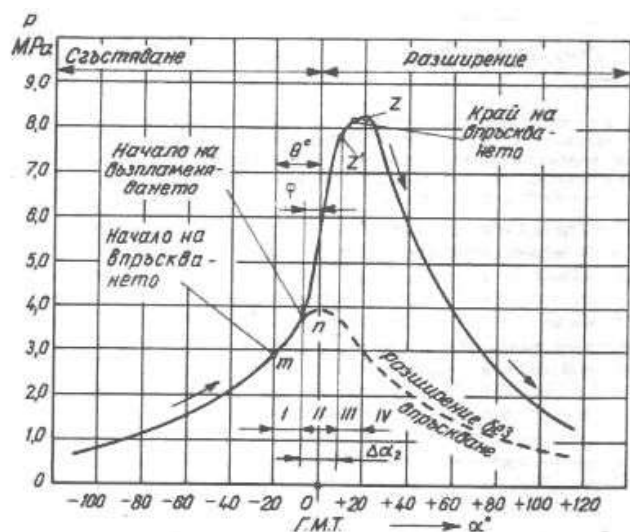
Място за водене на записки.



Индикаторна диаграма



Фиг.4.1.1 Индикаторна диаграма на ДВГ
Диаграмата, показана на Фиг. 4.1.1., може да се снемат от реално работещ двигател с помощта на уреда *индикатор*, поради което се нарича „индикаторна диаграма“.



Фиг. 4.1.2. Разширена индикаторна диаграма
Тази диаграма позволява да се анализира характерът на протичане на реалните процеси в ДВГ, да се направи качествена и количествена

оценка на тези процеси и да се набележат мерки за усъвършенстването им с цел повишаване КПД на двигателя.

Така например, площта на свитата индикаторна диаграма, ограничена от линиите на компресията, горенето и разширението, съответства на полезната или индикаторна работа A_i на действителния цикъл. Стойността на индикаторната работа характеризира полезния ефект от действителния цикъл:

$$A_i = Q_1 - Q_2 \text{ (Фиг. 4.1.1.) ,където}$$

Q_1 – количеството топлина, подадена в действителния цикъл;

Q_2 – топлинни загуби при действителния цикъл.

В действителния цикъл Q_1 зависи от масата и топлината на изгаряне на горивото, въведено в двигателя за цикъл.

Степента на използване на подадената топлина (или ефективността на действителния цикъл) се оценява чрез индикаторната ефективност η_i , което е съотношението на топлината, преобразувана в полезна работа A_i към топлината на горивото, подавано към двигателя Q_1 :

$$\eta_i = A_i / Q_1 \text{ (Фиг. 4.1.2.)}$$

Като се вземат предвид формулата от Фиг. 4.1.1. и формулата от Фиг. 4.1.2. за ефективността на двигателя, може да се запише, както следва:

$$\eta_i = A_i / Q_1 = (Q_1 - Q_2) / Q_1 = 1 - Q_2 / Q_1 \text{ (Фиг. 4.1.3.)}$$

Следователно използването на топлина, получена при горенето в действителния цикъл зависи от количеството топлинни загуби. В съвременните



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

двигатели с вътрешно горене тези загуби са 55 – 70%.

Основните компоненти на топлинните загуби Q_2 :

- Загуба на топлина с отработените газове в околната среда;
- Загуба на топлина през стените на цилиндъра;
- Непълно изгаряне на горивото поради локална липса на кислород в горивните зони;
- Изтичане на част от работния флуид от работната кухина на цилиндъра поради изтичане през неуплътнени участъци;
- Преждевременно отделяне на отработените газове.

За да се сравни степента на използване на топлината в реални и термодинамични цикли, се използва относителната ефективност η_0 :

$$\eta_0 = \eta_i / \eta_t \text{ (Фиг. 4.1.4.)}$$

В автомобилните двигатели η_0 е от 0,65 до 0,8.

Бележки

Контролни въпроси :



1. Какво е особеното при действителния цикъл на двигателя?
2. Каква е разликата между действителните и теоретичните цикли?
3. Какво представлява индикаторната диаграма? Какви видове познавате?

www.eufunds.bs

Проект BG05M20P001-2.014-0001 „Подкрепа за дуалната система на обучение“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейските структурни и инвестиционни фондове.



РАБОТЕН ЛИСТ 4.1.

Начертайте сгъната индикаторна диаграма на двигател. Опитайте се да анализирате характерните линии и точки в нея.



Въпроси и задачи:

1. Обяснете по какво се различават действителните цикли на двигателя от теоретичните термодинамични цикли:

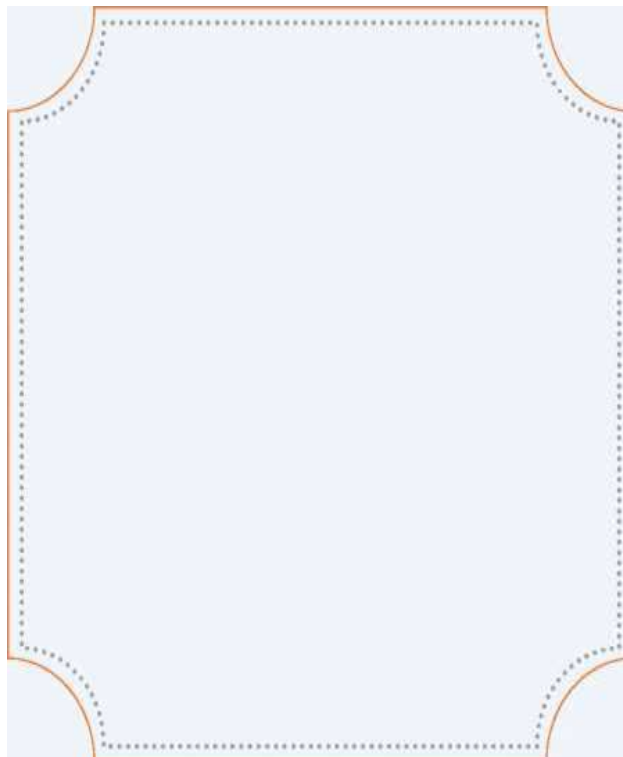
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Напишете формулата за термодинамичната ефективност на двигателя с вътрешно горене:

.....
.....

3. Опишете какви са основните причини за топлинните загуби.

.....
.....
.....
.....
.....
.....



Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).

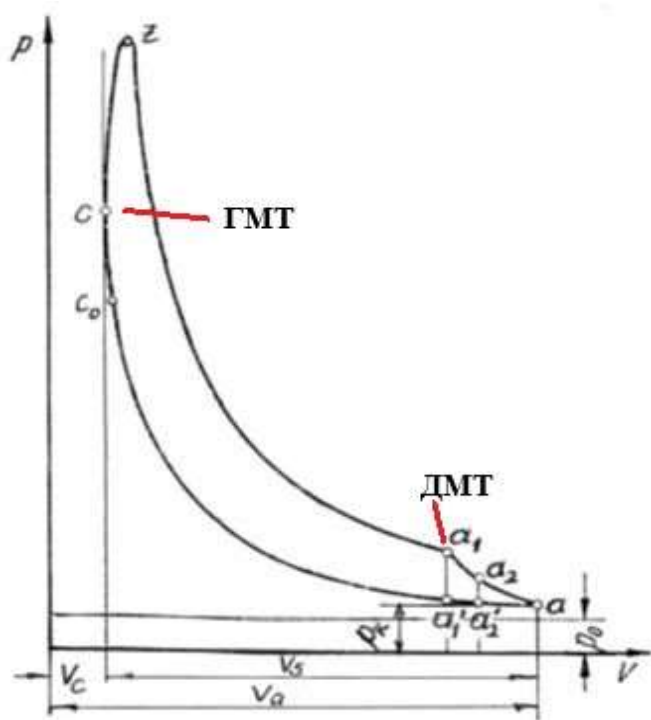


4.2. Действителни цикли на двутактовите двигатели

В този урок ще научим:

1. Каква е индикаторната диаграма на двутактовия двигател.
2. Какви процеси се извършват през първия и през втория такт на двигателя.

При двутактовите двигатели работният цикъл се извършва за два такта или за два хода на буталото, т.е. за едно завъртане на колянния вал. За да се очисти цилиндърът по-добре от продуктите на горенето и да се запълни с прясно работно вещество, то предварително трябва да се сгъсти до определено налягане в специален агрегат (компресор) или в картера на двигателя.



Фиг. 4.2.1. Индикаторна диаграма на двутактов двигател

Действителният цикъл на двутактовите двигатели се извършва по следния начин:

Първи такт. Този такт се осъществява при движение на буталото от ГМТ (горна мъртва точка) до ДМТ (долна мъртва точка). През това време в цилиндъра се извършва изгаряне на горивото (от точка c до точка z) и разширение на продуктите на горенето (от точка z до точка a_1), т.е. осъществява се работният ход на буталото. В точка a_1 (края на разширението на изгорелите газове) се отварят изпускателните отвори и започва свободно изтичане на газове от цилиндъра. Когато налягането в цилиндъра стане приблизително равно на налягането на пряското работно вещество, продухвалните отвори се отварят. Пряското работно вещество, което постъпва в цилиндъра през продухвалните отвори, изтласква продуктите на горенето през изпускателните органи и запълва цилиндъра.

По такъв начин по време на първия такт в цилиндъра протичат процесите *горене, разширение, изпускане на газове, продухване и пълнене на цилиндъра с прясно работно вещество.*

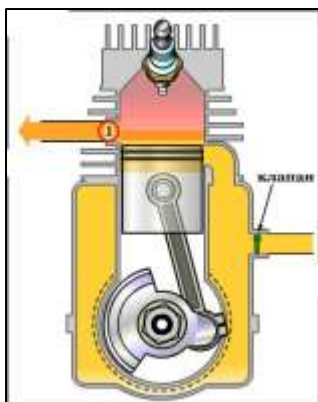
Втори такт. Този такт се осъществява при движение на буталото от ДМТ (точка a) до ГМТ (точка c). През това време продължава процесът на почистване на цилиндъра от продуктите на горенето и запълването му с прясно работно вещество. От точка a до точка a_2' са отворени продухвалните канали, а от точка a до точка a_1' са отворени изпускателните канали. След затваряне на газообменните отвори протича процесът на сгъстяване на работното вещество. В края на сгъстяването преди ГМТ (точка c_0) в цилиндъра се подава гориво (в дизеловите двигатели) или искра (в карбураторните двигатели).



Вижда се, че по време на втория такт (при движение на буталото към ГМТ) в цилиндъра протичат процесите *изтичане на газове, продухване, пълнене, сгъстяване и начало на горенето*. По този начин при двутактовите двигатели поради отсъствие на самостоятелни тактове (ходове на буталото) за смяна на работното тяло, газообменът се осъществява при положението на буталото около ДМТ (по линията $a_1 a_2$ и $a_2' a_1'$) частично за сметка на такта горене и разширяване и частично за сметка на такта сгъстяване на работното тяло.

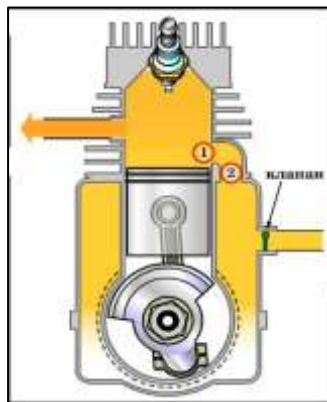
Място за водене на записки.

Първи такт



Фиг. 4.2.2.

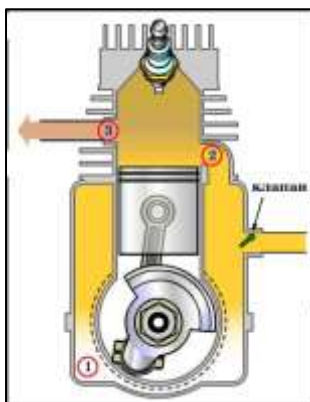
Горене и разширение



Фиг. 4.2.3.

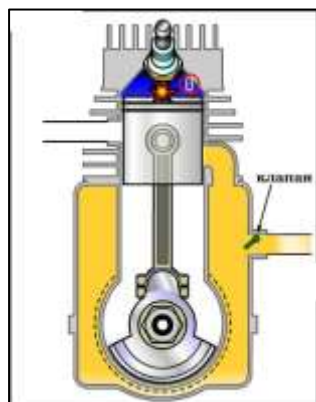
Продухване и пълнене

Втори такт



Фиг. 4.2.4.

Очистване и запълване



Фиг. 4.2.5.

Сгъстяване



Контролни въпроси :

1. Какви процеси се осъществяват през първия такт?
2. Какви процеси се осъществяват през втория такт?



РАБОТЕН ЛИСТ 4.2.

Начертайте индикаторна диаграма на двутактов двигател и обозначете най-характерните точки от нея.

Въпроси и задачи:

1. Опишете първия такт и процесите, които протичат:

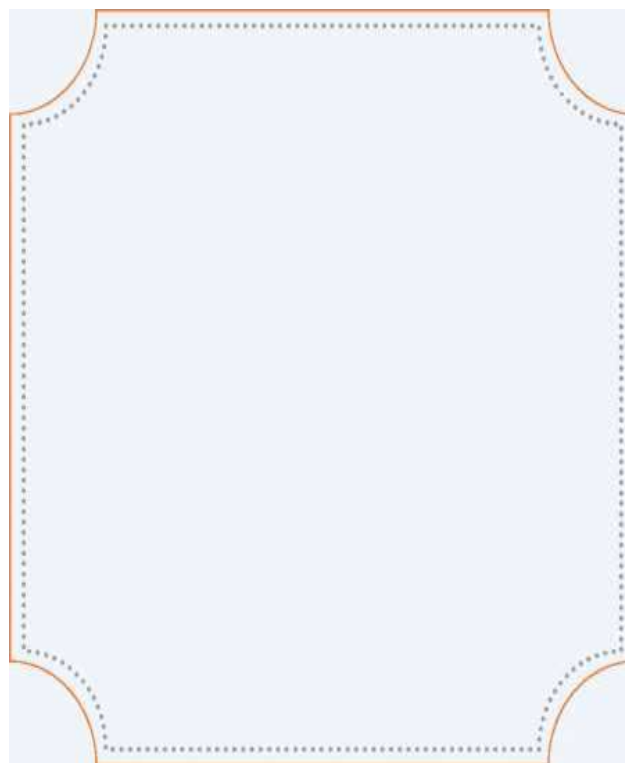
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Опишете втория такт и процесите, които протичат:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Посочете едно предимство и един недостатък на двутактовия двигател

.....
.....



Самооценка на ученика:

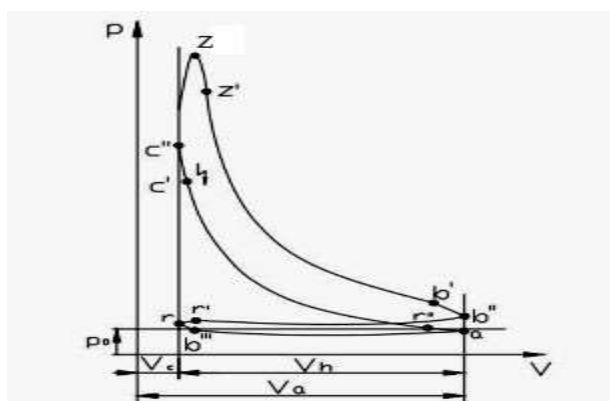
(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).



4.3. Действителни цикли на четиритактовите двигатели

В този урок ще научим:

1. Каква е индикаторната диаграма на четиритактовия двигател.
2. Какви процеси се извършват през всеки един от тактовете.



Фиг. 4.3.1. Индикаторна диаграма на четиритактов двигател

Действителните цикли на четиритактовите двигатели се осъществяват за четири такта или за четири хода на буталото.

Превръщането на топлината, получена при изгаряне на горивото, в полезна механична работа в реалните двигатели е свързано с необходимостта от допълнителни процеси, като:

- пълнене на цилиндрите с прясно работно вещество и изхвърляне на отработените газове или накратко – газообмен в ДВГ.
- запалване и изгаряне на горивото и получаване на необходимата топлина и т.н. Наред с това реалните процеси протичат при интензивен топлообмен с околната среда, явява се необходимост от изкуствено охлаждане на двигателя и добро мазане на движещите се елементи и механизми, гарантиращи надеждната работа на двигателя.

Следователно действителният термодинамичен цикъл, чрез който определено количество топлина, получена от изгаряне на дадено гориво, може да се превърне в полезна механична работа, се състои от редица процеси:

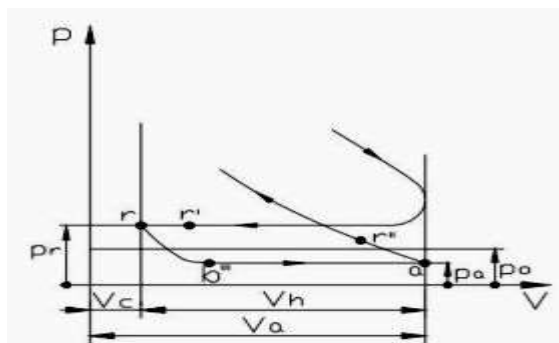
- пълнене ($r' - r - r''$);
- стъстяване ($r'' - c''$);
- горене ($c' - c'' - z - z'$);
- разширение и изхвърляне на отработените газове ($c'' - z - z' - b''$);
- изпускане ($b' - b'' - b'''$).

ПЪРВИ ТАКТ. ПРОЦЕС ПЪЛНЕНЕ НА ДВГ

Процесът на пълнене на цилиндрите на двигателя с прясно работно вещество (смес от пари на горивото и въздуха) в основната си част съвпада с такта „пълнене“.

С цел да се получи възможно най-добро запълване на цилиндрите с прясно работно вещество, което води и до получаването на по-голяма мощност, действителният процес на пълнене започва малко преди ГМТ (точка r' от диаграмата на Фиг. 4.3.1.) и завършва малко след ДМТ (точка r''). Това се постига, като съответните клапани се отварят и затварят от газоразпределителния механизъм на двигателя по точно определени фази.

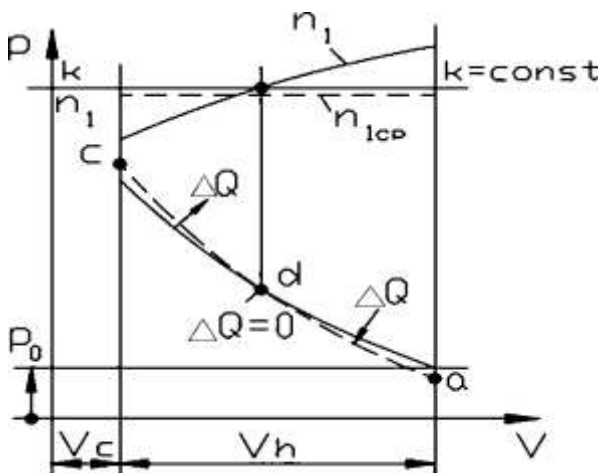
При четиритактовите двигатели началото на отварянето на пълнителния клапан (точка r'), изразено като ъгъл от завъртането на колянния вал, се извършва с изпреварване преди ГМТ при ъгъл $\gamma_1 = 15^\circ \div 30^\circ$, а затварянето на този клапан става със закъснение след ДМТ при ъгъл $\gamma_2 = 40^\circ \div 60^\circ$. Следователно действителният процес на пълнене, изразен в градуси от завъртането на колянния вал, се движи в границите $\gamma_n = 225^\circ \div 270^\circ$.



Фиг. 4.3.2. Индикаторна диаграма за такта пълнене

ВТОРИ ТАКТ. ПРОЦЕС СГЪСТЯВАНЕ

Действителният процес *сгъстяване* започва след затварянето на пълнителния клапан и продължава до достигане на буталото в ГМТ. Неговата продължителност е по-малка от теоретичния ход на сгъстяване (по-малка от 180° от ъгъла на завъртането на колянния вал), а физическите процеси протичат при сложен топлообмен между работното тяло и околната среда



Фиг. 4.3.3. Индикаторна диаграма за такта сгъстяване

Следователно действителният процес *сгъстяване* е сложен процес с променлив показател на политропата n_1 , който има стойности, значително по-ниски от показателя на адиабата k . Това води до намаляване на показателите на работното тяло в края на сгъстяването и следователно до –

www.eufunds.bs

намаляване на полезната работа.

ТРЕТИ ТАКТ. ПРОЦЕС ГОРЕНЕ

Горенето в двигателя с вътрешно горене е сложен физикохимичен процес, който протича за много кратко време в условията на движещ се поток в пространство със сложна геометрична форма и работно вещество, имащо определено съотношение между горивото и въздуха, определено от въздушното отношение λ .

Този процес протича при движение на буталото от ГМТ към ДМТ. От ГМТ до точка z продължава започналият в края на втория такт процес на горене. От топлината, която се отделя при изгаряне на горивото температурата и налягането на работното тяло се повишават значително. Под действието на високото налягане буталото се премества към ДМТ, а продуктите на горене се разширяват, вследствие на което се получава полезна работа. Ето защо този ход на буталото се нарича *работен ход*.

ЧЕТВЪРТИ ТАКТ. ПРОЦЕС ИЗПУСКАНЕ

През време на този такт буталото се движи от ДМТ към ГМТ, като изтласква газовете от цилиндъра на двигателя през изпускателния клапан. За да се намали работата за изтласкване на газовете и да се подобри почистването на цилиндъра, изпускателният клапан се отваря на $40 \div 70^\circ$ преди ДМТ и се затваря на $10 \div 35^\circ$ след ГМТ.

Контролни въпроси :

1. Какви процеси се осъществяват през първия такт?
2. Какви процеси се осъществяват през втория такт?
3. Какви процеси се осъществяват през третия такт?





ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

РАБОТЕН ЛИСТ 4.3.

Начертайте индикаторна диаграма на четиритактов двигател и обозначете най-характерните точки от нея.

Въпроси и задачи:

1. Опишете първия такт и процесите, които протичат:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Опишете втория такт и процесите, които протичат:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

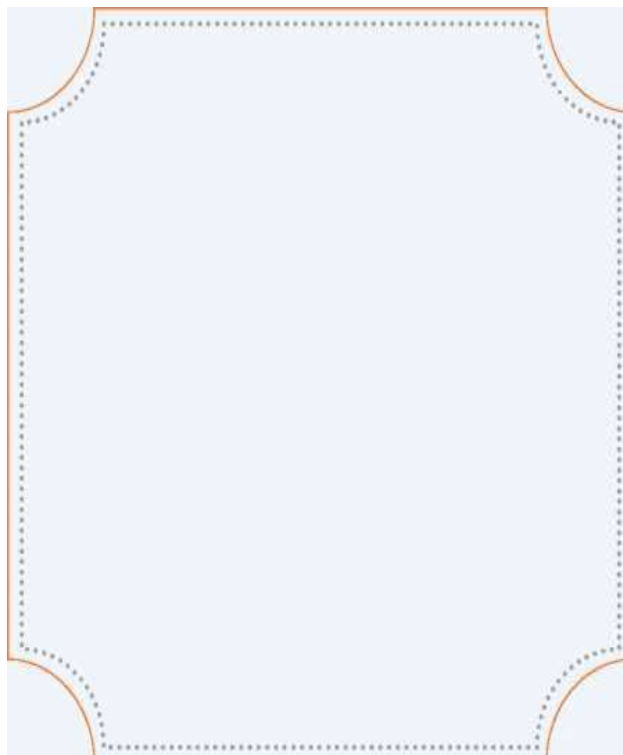
.....

.....

3. Посочете едно предимство и един недостатък на четиритактовия двигател.

.....

.....



Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

4.4 Методи за намаляване на токсичността на отработените газове

В този урок ще научим:

1. Същност.
2. Видове смесобразуване.
3. Изисквания.

Замърсяването на въздуха с вредни газове отделни от автомобилите е един от глобалните екологични проблеми. Пътят за решаването му е един – автомобилът трябва да стане екологично чист. Важно място в тази насока заемат системите за неутрализация, чрез които е възможно няколкократно да се намали токсичността на изгорелите газове.

Общо в отработилите газове са открити около 280 компонента. По своите химически свойства и характера на въздействие върху организма на човека веществата, съдържащи се в тях се разделят на няколко групи:

1. нетоксични:

- азот, кислород, водород, водни пари, въглероден двуокис;

2. токсични:

- въглероден оксид, азотен оксид, въглеродороди, алдехиди, сажди. Саждите сами по себе си са нетоксични, но абсорбират на повърхността си канцерогенни полициклични въглеродороди, в това число и най-вредния и токсичен-бенз(а)пирен. При горене на сернисти горива се образуват и неорганични газове – серен диоксид и сероводород.

От възникването на проблема за опазване на атмосферния въздух от автомобилните газове и замърсявания са разработени множество методи и способности, позволяващи да се намали количеството им или да се снижи тяхната токсичност. В днешно време насоките, по които се работи за постигане на тези цели са:

- усъвършенстване на конструкцията на двигателите и повишаване качеството им на изработка;
- разработване и употреба на нови видове горива и различни присадки към тях;
- създаване на енергетични устройства за автомобилите, изхвърлящи по-малки количества вредни вещества;
- усъвършенстване на системите за електронно управление на двигателя
- разработка на устройства, намаляващи съдържанието на вредни компоненти в отработилите газове.

Досегашната практика е показала, че за да се достигнат нормите на токсичност на отработилите газове, въведени от законодателствата на развитите страни, първите три начина са недостатъчни. Затова широко разпространение получи неутрализацията на отработилите газове. В този случай токсичните пари, излизащи от цилиндъра на двигателя, се неутрализират преди попадането им в атмосфера. И се прилагат се следните подходи:

- Усъвършенстване на горивната и запалителната система. Най-добри резултати дава прилагането на системи за впръскване на бензин и високоенергийна запалителна система с микропроцесорно управление.

www.eufunds.bs



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

През октомври 2005 Европейската Комисия въведе нова, още по - строга екологична норма за контрол на вредните емисии - Euro 4, бяха разработени три нови технологии за намаляване на вредните емисии в отработилите газове:

- DPF – Diesel Particulate Filter/ FAP – Filtré a particules (Дизелов филтър за твърди частици)
- SCR – Selective Catalyst Reduction (Селективна каталитична редукция) - Третиране на отработените газове с Ad Blue
- EGR – Exhaust Gas Recirculation (Рециркулация на отработените газове)

Начини за неутрализация на отработилите газове в изпускателната система

Съществува няколко начина за неутрализация на отработилите газове в изпускателната система на автомобила :

1. EGR – Рециркулация на отработените газове

Ефективен метод за намаляване образуването на азотни окиси (NOx) в отработилите газове е пропускането на част от отработилите газове в пълнителния тръбопровод. Тук обаче термичната неутрализация не зависи от вида на горивото, наличието на присадки и позволява да се използва за гориво етилов бензин. Увеличаване температурата на отработилите газове в реактора се постига, като се намалят загубите на топлина с помощта на използване на екрани, топлоизолация на корпуса на реактора, използване на топлината от реакцията на окисляването, а също така и с кратковременно намаление на ъгъла на запалване. И поради факта доокисляването на въглеродният оксид (CO) е непълно и не повлияват върху NOx,

затова се използват като допълнителни устройства пред каталитическия неутрализатор.

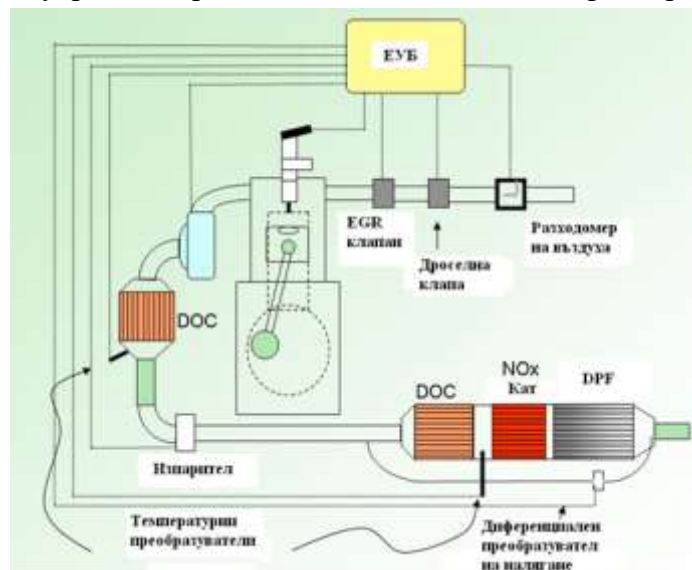
2. SCR – Третиране на отработените газове с Ad Blue

Поглъщане на токсични компоненти със течност 32,5% воден разтвор на карбамид. Най-ефективен метод за намаляване на азотните окиси. Основно предимство на този метод ниска токсичност без съществено увеличаване на разхода на гориво.

3. DPF – Дизелов филтър за твърди частици

Във филтрите саждите и твърдите частици се задържат при преминаване на отработилите газове. Филтрите се очистват от саждите чрез изгаряне с помощта на специални горелки, включвани през определени периоди от време.

Общият вид на система за намаляване на емисиите в дизеловите двигатели е показана на фиг.4.4.1 Основните елементи са: ЕУБ, расходомер на въздух, дроселна клапа, клапан за рециркулация (EGR), окислителни катализатори, неутрализатор на азотните окиси, сажден филтър.



Фиг.4.4.1 Система за намаляване на вредните емисии



РАБОТЕН ЛИСТ 4.4.

Опишете предназначението и принципа на действие на DPF филтъра.

Въпроси и задачи:

1. Избройте методи, позволяващи да се намали количеството и токсичността на отработилите газове:

1.....

2.....

3.....

4.....

2. С какво работи селективна каталитична редукция?

а) С гориво;

б) С газ;

в) С течности.

3. С какво се запалват саждите при DPF филтъра?

а) Принудително с гориво;

б) Самовъзпламеняват се;

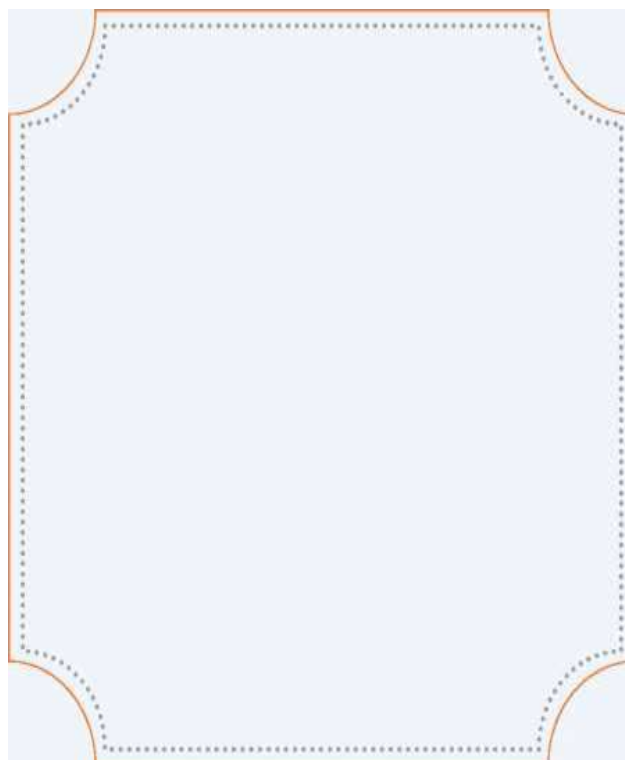
в) Не се запалват.

4. Кой метод за неутрализация на CO е най-ефективен?

а) DPF;

б) SCR;

в) EGR.



Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).



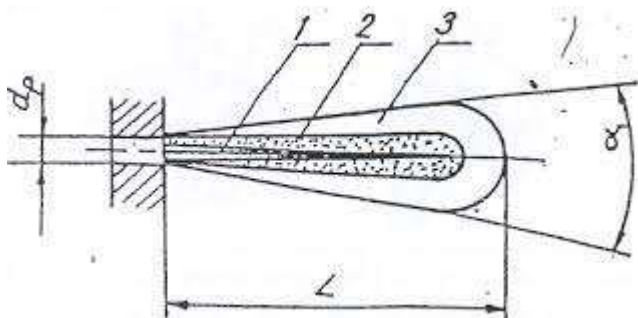
5.1. Смесобразуване на дизелов двигател с вътрешно горене

В този урок ще научим:

1. Същност.
2. Видове смесобразуване.
3. Изисквания.

Системите за впръскване на дизелово гориво са претърпели монументални промени, започващи в по-късната част на ХХ век. Тази еволюция е почти изцяло обусловена от необходимостта от намаляване на емисиите на отработени газове. Тези промени зависят от постиженията в управлението на горивния факел и възможността да променяме условията на впръскване и горене в горивната камера, което отключи нови възможности в посока на понижаване на вредните емисии. Но най-важното постижение е възможността да управляваме факела на впръсканото гориво и да променяме метода на разпръскване на горивото и метода на смесобразуване.

Факел на разпръскване на горивото (Фиг. 5.1.1.)



Фиг. 5.1.1.

На Фиг. 5.1.1. е дадена схема на факела на разпръснатото гориво. Факелът се състои от сърцевина (1), в която се движат едри капки и отделни струи неразпръснато гориво, средна зона (2), съдържаща голям брой едри капки, и външна зона (3), която се състои от малки капки. Качеството на разпръскване се оценява по средния диаметър на капките и по относителното количество на капките с различни размери.

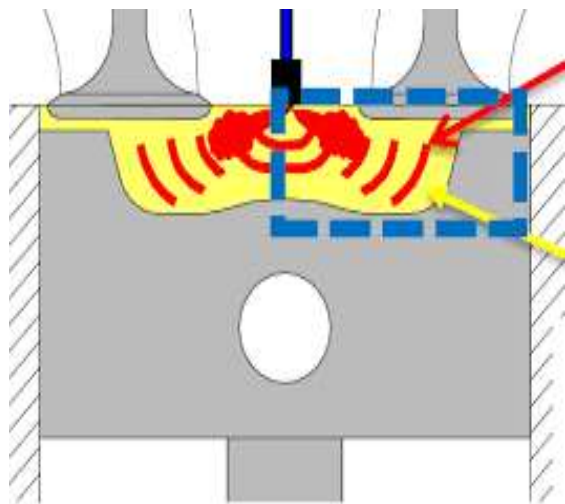
Смесобразуване

Смесобразуването в дизеловия двигател се осъществява в края на сгъстяването и в началото на разширяването за много кратко време. При това смесобразуването по време съвпада с впръскването на гориво в цилиндъра и с развитието на процеса на горене. Приготвянето на качествена гориво-въздушна смес с равномерно разпределение на горивото в горивната камера при тези условия е много сложна задача. За получаване на гориво- въздушна смес с нужния състав трябва да се отговори на следните изисквания:

- формата на горивната камера (Фиг. 5.1.2.) строго да съответства на формата, количеството и направлението на горивния факел;
- при впръскването горивото да се разпръсква на капки с такъв размер, при който да се определя равномерно в обема на горивната камера и изпарява достатъчно пълно;
- да се създаде организирано движение на заряда в горивната камера, за да се



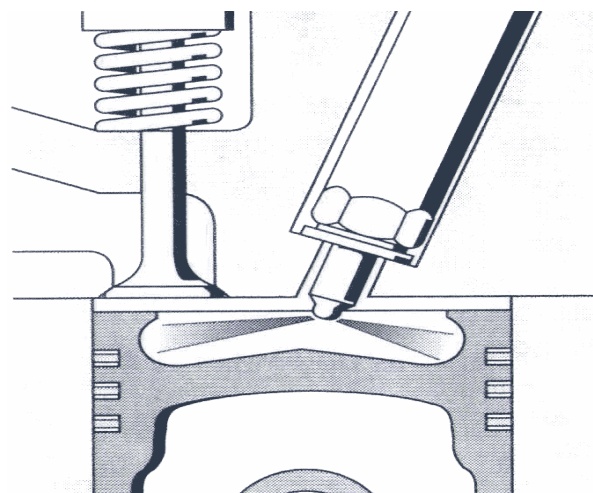
осъществи достатъчно пълно и съвършено смесване на парите и капките гориво с въздуха.



Фиг. 5.1.2.

В двигателите с непосредствено впръскване горивната камера представлява единен обем, ограничен от повърхностите на челото на буталото, цилиндровата глава и цилиндъра. Съществуват различни конструкции неразделени горивни камери.

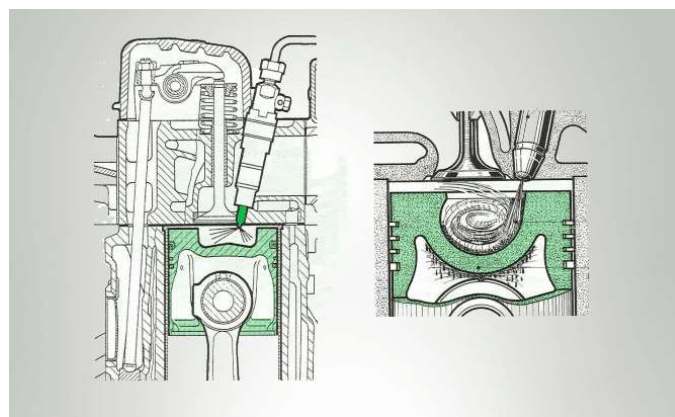
В зависимост от характера на изпаряването, смесването с въздуха и въвеждането в зоната на горенето на основната маса впръсквано в цилиндъра гориво се различават три начина на смесобразуване в дизеловите двигатели: обменен, слоен и обменно-слоен.



Фиг. 5.1.3. Обемно смесобразуване

а)

б)



Фиг. 5.1.4.

а) обменно-слоенно смесобразуване;
б) слоенно смесобразуване.

➤ **Обемно смесобразуване (Фиг. 5.1.3.)**

При обменното смесобразуване горивото се впръсква непосредствено в горивната камера. Горивото се разпръсква главно за сметка на кинетичната му енергия. Горивните капки се разпределят във въздушната среда по целия обем на горивната камера главно чрез съгласуване на формата и размерите на камерата с формата и размерите на горивния факел. Обикновено



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

разпръсквачите са с няколко разпръскващи отвора.

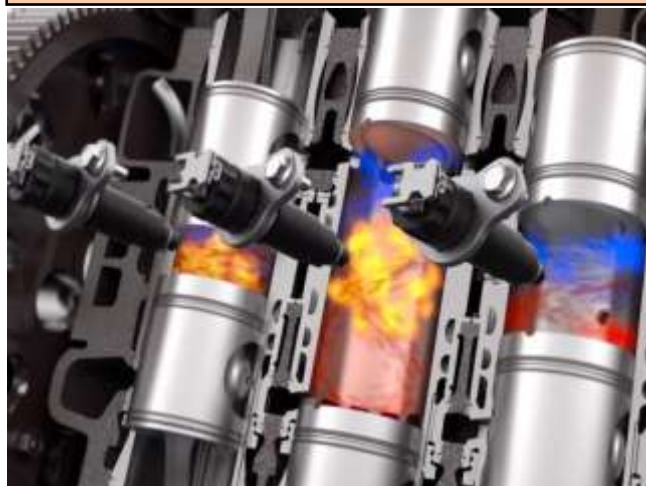
➤ **Слойно (пристенно) смесобразуване (Фиг.5.1.4.б)**

При слойно смесобразуване в обема на горивната камера се подава и разпръсква незначително количество гориво (около 5%), което преминава през всички стадии на подготовка за възпламеняване, като при обемния начин на смесобразуване, и служи за възпламеняване на работната смес. Основното количество гориво (около 95 %) в течно състояние се подава върху горещата стена на горивната камера под остър ъгъл, за да не се отрази, а да се разстели на голяма площ във вид на тънък слой. За да се подпомогне разстилането на горивото върху стената на камерата, посоката на въздуха трябва да съвпада с посоката на горивната струя. Необходимото въртеливо движение на въздуха се постига с екран на пълнителния клапан или чрез специално оформен тангенциален или винтов пълнителен канал в цилиндровата глава.

➤ **Обемно-слойното смесобразуване (Фиг. 5.1.4.а)**

То притежава признаците на обемното и на слойното смесобразуване и затова се нарича още смесено или комбинирано. Горивната камера се намира в буталото, а дюзата е разположена вертикално или наклонено. Горивото се впръсква при по-високо налягане Фиг. 5.1.5.

Място за водене на записки.



Фиг. 5.1.5. Впръскване на гориво под налягане при процеса смесобразуване



Контролни въпроси:

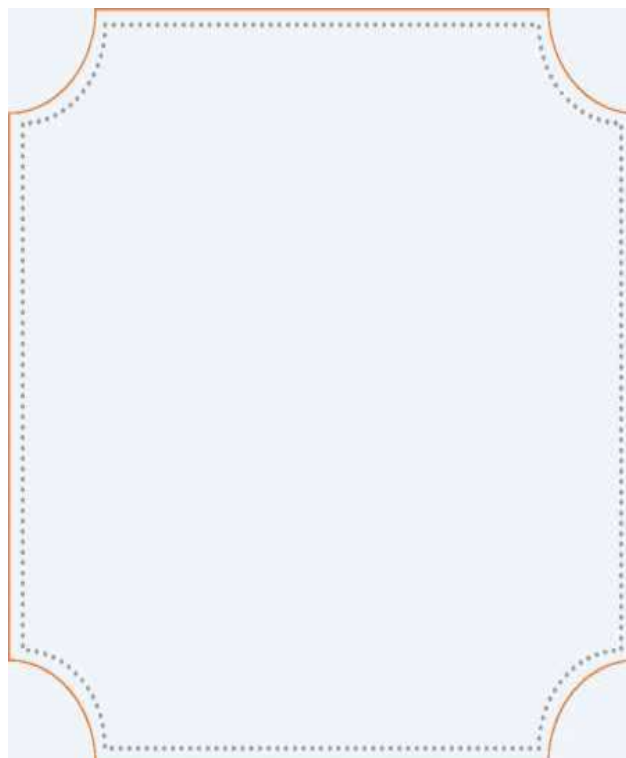
1. Какво е смесобразуване?
2. Какви са изискванията към факела на разпръскване на горивото?
3. Какви са видовете смесобразуване и каква е разликата между тях?

www.eufunds.bs



РАБОТЕН ЛИСТ 5.1.

Скицирайте факел на разпръскване на гориво и опишете зоните му.



Въпроси и задачи:

1. Избройте най-важните изискванията за смесобразуването:

1.
2.
3.
4.

2. Къде се впръсква горивото в дизеловия двигател?

- а) В смукателния колектор;
- б) В изпускателния колектор;
- в) В горивната камера.

3. Как се запалва горивото при дизеловия двигател?

- а) С искра;
- б) Самовъзпламенява се;
- в) Запалва се.

4. Как се впръсква горивото в дизеловия двигател?

- а) С ниско налягане;
- б) С високо налягане ;
- в) Без налягане.

Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).



5.2. Системи за едноточково и многоточково впръскване при бензинов двигател с вътрешно горене

В този урок ще научим:

1. Същност.
2. Видове инжекционни системи.
3. Предимства и недостатъци.

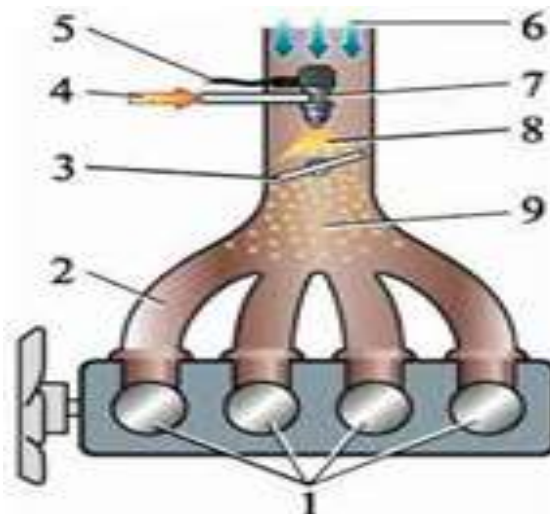
Днес инжекционните системи се използват активно при бензинови двигатели с вътрешно горене. Основната цел на системата за впръскване е да осигури навременното подаване на гориво в работните цилиндри на двигателя. В бензиновите двигатели процесът на впръскване поддържа образуването на въздушно-горивна смес, след което се запалва с искра. Основният работен елемент на всяка инжекционна система е инжекторът.

В зависимост от броя на дюзите и мястото на подаване на гориво, инжекционните системи се делят на три типа:

- ✓ едноточково или моноинжектиране (една дюза във всмукателния колектор за всички цилиндри);
- ✓ многоточкова или разпределена (всеки цилиндър има своя собствена дюза, която подава гориво към колектора);
- ✓ директна (горивото се подава от инжектори директно в цилиндрите, както е при дизеловите двигатели).

Първите две са системи за предварително инжектиране, т.е. те се инжектират във всмукателния колектор, без да достигат до горивната камера.

Едноточково (моноинжектиране) – (Фиг. 5.2.1.)



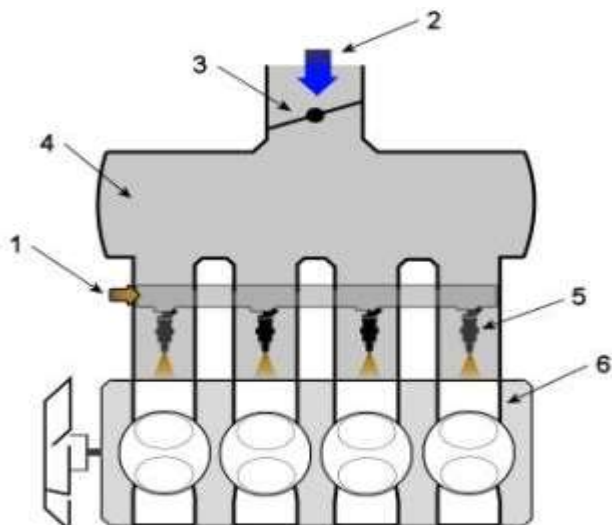
Фиг. 5.2.1.

Състои се от: 1. Цилиндри; 2. Колектори; 3. Дроселова клапа; 4. Тръбопровод; 5. Управление; 6. Входящ въздух; 7. Дюза; 8. Гориво; 9. Гориво-въздушна смес.

Системата с централно впръскване осигурява точното дозиране на горивото в сравнение с карбураторното смесобразуване и отклоненията от оптималния състав на сместа на отделните режими са минимални. Днес централните системи за впръскване са загубили своята значимост, поради което те не са предвидени в новите модели автомобили, но в някои стари превозни средства те все още могат да бъдат намерени. Предимствата на моноинжектирането са надеждност и лекота на използване. Недостатъците на тази система включват: висок разход на гориво поради утаяването му по колекторните стени и ниско ниво на екологичност.



Многоточково или разпределено инжектиране (Фиг. 5.2.2.)



Фиг. 5.2.2.

Елементи: 1. Вход на горивото; 2. Вход на въздуха; 3. Дроселова клапа; 4. Смукателен колектор; 5. Дюзите; 6. Двигател.

При системите с многоточково или разпределено впръскване срещу смукателния клапан на всеки цилиндър се монтира отделна дюза (Фиг. 5.2.2., поз. 5). Така броят на местата (точките) за впръскване е равен на броя на цилиндрите. Дюзите в двигателите с многоточкова система се разполагат така, че максимална част от впръсканото гориво да попада върху смукателния клапан. Смесообразуването започва в смукателния канал, като при отварянето на смукателния клапан въздухът увлича впръсканото гориво в цилиндъра, където завършва процесът на изпарение и смесване на горивото с въздуха. Впръскването на гориво на многоцилиндровите двигатели може да бъде:

- ✓ синхронно;
- ✓ групово;
- ✓ последователно;
- ✓ индивидуално.

При синхронното впръскване

всички дюзи впръскват едновременно горивото. В този случай времето за изпарение на горивото до отварянето на смукателния клапан е различно. За да се получи еднаквост в качеството на смесообразуване, порцията гориво се впръсква на две части (т.е. на всяко едно завъртане на колянвия вал). При този начин на впръскване в някой от цилиндрите част от горивото може да се впръсква директно през отворения клапан, без да има възможност за първоначално изпарение.

При груповото впръскване дюзите са разделени на две групи.

За едно завъртане на колянвия вал дюзите от едната група впръскват цялото количество гориво за цикъла, а на следващото завъртане – дюзите от втората група. Такава работа на дюзите позволява да се изменя моментът на впръскване в зависимост от режима на работа на двигателя и да се избегне нежеланото впръскване при отворен смукателен клапан.

При последователното впръскване

дюзите работят самостоятелно, като продължителността и момента на впръскване за всеки цилиндър са еднакви. Началото на впръскване може да се коригира в зависимост от режима на работа на двигателя. Индивидуалното впръскване дава възможност за самостоятелно изменение на момента на впръскване за отделните цилиндри.



Контролни въпроси:

1. Какви са недостатъците на моно инжецията?
2. За какво служи дюзата?
3. Какви са предимствата на многоточковото впръскване?

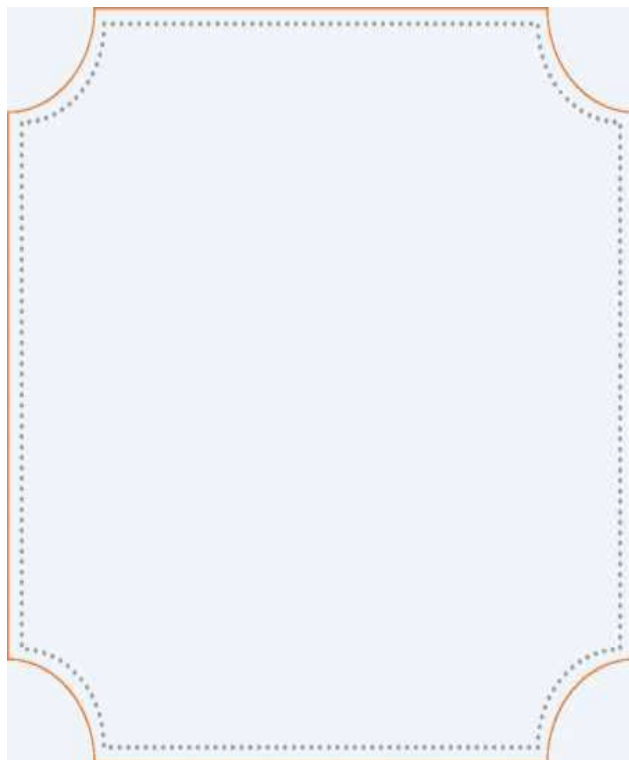


РАБОТЕН ЛИСТ 5.2.

Въпроси и задачи:

- Избройте недостатъците на моно инжекцията:
 -
 -
 -
 -
- Къде се впръсква горивото при многоточковите инжекционни?
 - В смукателния колектор;
 - В изпускателния колектор;
 - В горивната камера.
- Как се запалва горивото при бензиновия двигател?
 - С искра;
 - Самовъзпламенява се;
 - Запалва се.
- Как се впръсква горивото в едноточковия инжекцион?
 - С ниско налягане;
 - С високо налягане;
 - Без налягане.

Начертайте пътя на горивото при многоточковия инжекцион с групово впръскване при 4-цилиндров бензинов двигател.



Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).



5.3. Системи за директно впръскване на бензин в двигателите с вътрешно горене

В този урок ще научим:

1. Цел на метода.
2. Принцип на действие.
3. Предимства и недостатъци.

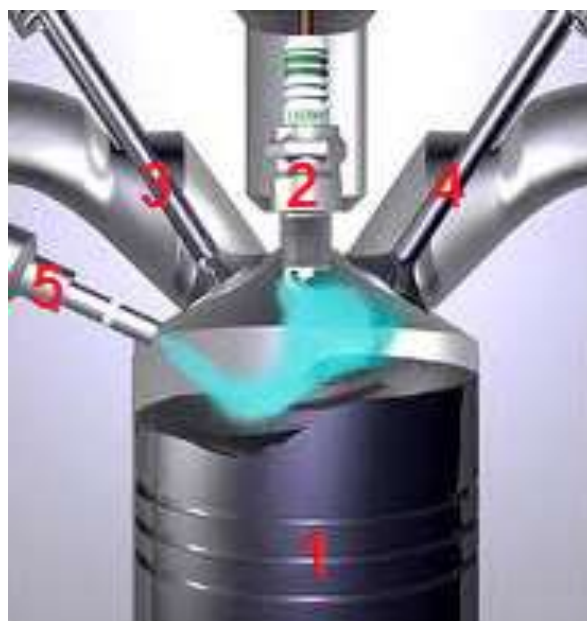
Цел

С цел постигането на минимален горивен разход от автомобилите, като се съобразяват с бъдещите строги изисквания за вредни емисии в изхвърляните газове и високи изходни характеристики на двигателя. Изследванията показват, че подобни възможности има при двигател с принудително възпламеняване и директно впръскване на бензина в цилиндъра без използването на дроселна клапа за управление на натоварването.

Непосредствено впръскване на бензина в цилиндрите не е нова технология, но широкото му приложение в производството започна неотдавна благодарение на прогреса в разработването на бързодействащи електромагнитни дюзи в електронните управляващи системи и технологията на запалването. Горивото се впръсква непосредствено в горивната камера, което е по-добре, отколкото в пълнителния канал. Тази система наподобява горивната система на дизеловите двигатели. Впръскването на бензин директно в цилиндъра позволява нормална работа на двигателя със свръх бедна горивна смес. За да изгори гориво-въздушната смес, която е бедна, се

използва разслояване на горивния факел (Фиг. 5.3.1.) чрез променено смесобразуване.

Принцип на действие



Фиг. 5.3.1. Двигател с директно впръскване на бензин:

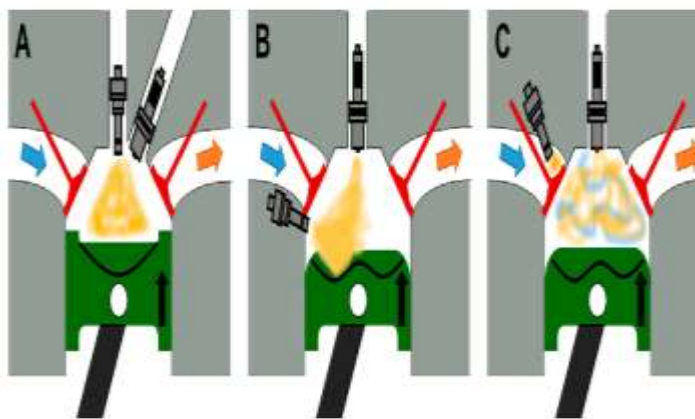
1. Бутало; 2. Запалителна свещ; 3. Пълнителен клапан; 4. Изпускателен клапан; 5. Дюза.

При директното впръскване на бензин по време на такта *пълнене* в цилиндрите постъпва чист въздух, а бензинът се впръсква или в края на такта *сгъстяване* или по време на такта *пълнене*, в зависимост от режима на работа на двигателя. За да изгори значително обеднена гориво-въздушна смес, се използва разслояване на заряда. Това е така, защото двигателят работи без дроселиране и количеството гориво, което постъпва в цилиндрите при празен ход, при малки и средни натоварвания е малко, горивната смес е свръх бедна и не би се възпламенила при класическия начин на смесобразуване. Поради това при тази

www.eufunds.bs



система смесобразуването се подразделя (в зависимост от начина на съчетание на динамиката на горивния факел и въздуха в цилиндъра) на три основни типа (Фиг. 5.3.2.):



Фиг. 5.3.2.

Типове смесобразуване в зависимост от горивната камера и динамиката на горивния факел

- А – Струйно направляем;
- В – Стенно направляем;
- С – Въздушно направляем.

Струйно направляемият процес е най-труден за реализация, но е с най-голям потенциал при двигателите с директно впръскване. При него по-голямо влияние има горивният факел. За този процес е характерно, че горивото се впръсква в околността на запалителната свещ, където се изпарява и смесва с въздуха. За да има надеждно възпламеняване, е необходимо прецизно да се определи положението на дюзата и свещта.

При стенно направляемия тип челото на буталото се изработва с такъв профил, за да се получи отразено от него движение на горивото.

При въздушно направляемия тип буталото е със специална форма. Постъпващият в цилиндъра въздух се отразява и завихря, вследствие на което

впръскването гориво се съсредоточава около зоната на запалителната свещ.

Предимства

При промяна на метода за смесобразуване и прилагане на система за директно впръскване се намалява опасността от детонационно горене, което позволява повишаване на степента на сгъстяване, подобряване на горивната икономичност на двигателя, по-висок коефициент на пълнене, по-висока степен на сгъстяване, бедна горивна смес. Възможността за ранно и късно впръскване са само част от предимствата на метода.

Недостатъци

При въздушно направляемия тип на смесобразуване недостатък е достигането на капки от струята до стените на цилиндъра, а при стенно направляемия – повишеното отделяне на въглеродороди поради достигане на горивния факел до стените на горивната камера. Струйно направляемият процес е най-труден за реализация, но е с най-голям потенциал при двигателите с директно впръскване. Като недостатък се посочва шокото термично натоварване на свещта, тъй като при впръскването капки гориво попадат върху електродите ѝ, което рязко я охлажда.



Контролни въпроси:

1. Каква е целта на директното впръскване?
2. Какво е новото в метода?
3. Какви са предимствата на директното впръскване на бензин в цилиндрите?



РАБОТЕН ЛИСТ 5.3.

Въпроси и задачи:

1. Избройте главните предимства при директно впръскване на бензин в цилиндрите:

1.
2.
3.
4.

2. Къде се впръсква горивото при многоточковите инжекциони?

- а) В смукателния колектор;
- б) В изпускателния колектор;
- в) В горивната камера.

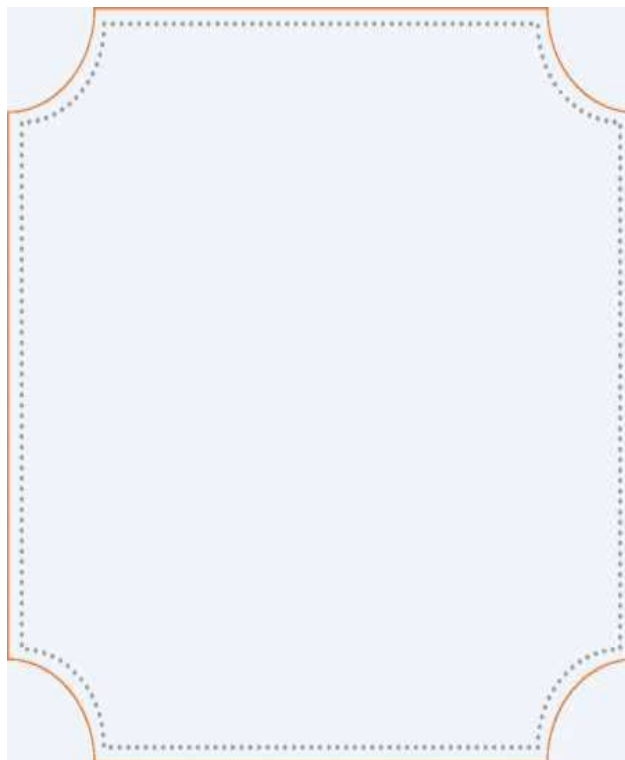
3. Кога се подава запалителната искра при бензиновия ДВГ?

- а) Преди ГМТ;
- б) Преди ДМТ;
- в) След ГМТ.

4. На колко етапа се впръсква горивото при директното впръскване?

- а) Еднократно;
- б) Двукратно;
- в) Постоянно.

Изобразете типовете смесобразуване при метода за директно впръскване на бензин в цилиндрите на двигателя и опишете каква е разликата между тях.



Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).



5.4. Предназначение на акумулаторна горивна система на дизелов двигател с вътрешно горене – Common rail

В този урок ще научим:

1. Предназначение.
2. Принцип на действие.
3. Елементи на системата.



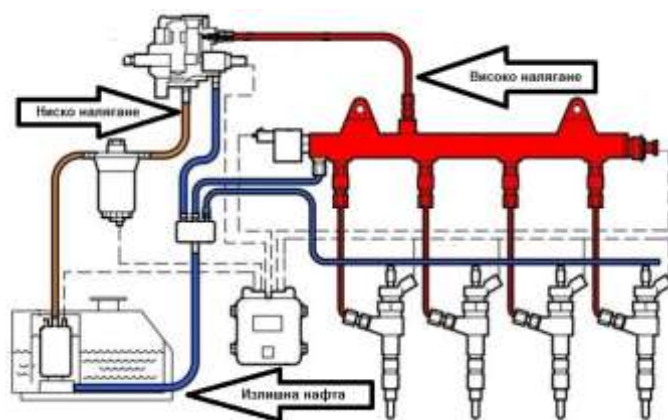
Фиг. 5.4.1. Common rail system

Прототип на Common rail системата е разработен в края на 1960 г. от швейцарца Робърт Хубер. Технологията е доразвита от д-р Марко Гансер в Швейцарския федерален технологичен институт в Цюрих. Първата успешна употреба в производството на превозно средство започва в Япония от средата на 90-те години от Denso Corporation, които въвеждат първата търговска Common rail система през 1995 година. Немската компания Bosch купува технологията и я развива и усъвършенства, за да се може да се приложи в масовото производство. Съвременните дизелови двигатели представляват една комплексна система за управление. Като постигат по-висока мощност и икономични показатели при спазване на нормите за токсични на отработилите газове на двигателите с “Common rail” горивни системи.

www.eufunds.bs

Така се контролират едновременно параметрите на горивоподаване (налягането на впръскване, броят на впръскванията, моментите и продължителността на отваряне на електромагнитните впръсквачи), налягането на пълнене, степента на рецикулация на отработилите газове.

Този тип горивна система е последната стъпка в еволюцията на дизеловите двигатели. В сравнение с бензиновия аналог дизелът е по-икономичен, тъй като горивото се впръсква директно в цилиндъра, а не във всмукателния колектор. И с тази модификация ефективността на двигателя се увеличава значително. Причината за това се крие в качеството на разпределението на горивото в цилиндъра. Всички знаят, че ефективността на двигателя директно зависи не толкова от количеството входящо гориво, колкото от качеството на смесването му с въздуха. Тъй като по време на работа на двигателя процесът на впръскване се извършва за части от секундата, необходимо е горивото да се смеси с въздух възможно най-бързо.



Фиг. 5.4.2. Потоци на горивото в Common Rail



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

Тя се състои от четири основни елемента:

- помпа за високо налягане;
- горивен колектор;
- дюза;
- електронен модул.

Електронният модул контролира момента на впръскване и количеството гориво, което се освобождава в зависимост от работния режим на двигателя, налягането в общия колектор, както и околните условия.

Самата дозировка на горивото зависи от продължителността и налягането на самото впръскване. Налягането пък се управлява от специален клапан, който връща обратно излишното количество гориво в резервоара. При по-модерните и нови системи Common rail това се извършва от специално дозиращо устройство, което контролира темповете на нагнетяване на помпата.

Дюзата е тясно свързана с колектора чрез къси горивопроводи. При по-старите поколения системи има налични дюзи с електромагнитен клапан, докато най-новите ползват пиезодюзи. С тяхна помощ движението, триенето и теглото в дюзите са редуцирани. Всичко това води до значително по-малки интервали между впръскванията и съответно влияе върху поддържането на оптимален горивен разход.

Предимства на Common rail:

- ✓ ниски нива на шум;
- ✓ понижена консумация на гориво;
- ✓ ниски емисии на изгорели газове;
- ✓ променливо налягане на горивото налично само когато е необходимо;
- ✓ по-високо налягане при инжектиране за по-фино разпръскване на горивото;
- ✓ налягането на впръскване е независимо от оборотите на двигателя;

- ✓ възможни са множество впръсквания за един такт на цилиндъра.
- ✓ намаляване на общите емисии в отработени газове спрямо класическия дизел;
- ✓ намаляване на емисиите и праховите частици;
- ✓ намаляване на шумовите емисии;
- ✓ значително подобрена горивна ефективност;
- ✓ по-висока производителност.

Недостатъци на Common rail:

- ✓ висока чувствителност към качеството на горивото;
- ✓ инжекторите са чувствителни на замърсявания;
- ✓ скъп и сложен ремонт;
- ✓ горивните филтри трябва да се сменят по-често;
- ✓ високото налягане износва разпръсквачите на дюзите;
- ✓ електрониката дава чести проблеми, причиняващи откази в електромагнитите в дюзите, водещи до откази на запалване на двигателя;
- ✓ По-висока работна температура на буталата, изискваща използването на синтетични или полусинтетични моторни масла, което повишава разходите за обслужване на двигателя.



Контролни въпроси:

1. Какво е Common rail?
2. С какво системата печели автомобилния пазар?
3. Какви са предимствата на многофазно впръскване на дизел в цилиндрите?

www.eufunds.bs



РАБОТЕН ЛИСТ 5.4.

Опишете недостатъците на Common rail:

Въпроси и задачи:

- Избройте главните предимства при Common rail системата :
 -
 -
 -
 -
- Къде се впръсква горивото при Common rail дизелова система?
 - В смукателния колектор;
 - В изпускателния колектор;
 - В горивната камера.
- Кога се впръсква гориво при Common rail системата?
 - Преди ГМТ;
 - Преди ДМТ;
 - След ГМТ.
- На колко етапа се впръсква горивото при Common rail?
 - Еднократно;
 - Двукратно;
 - Постоянно.



Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).



5.5. Елементи на акумулаторна горивна система на дизелов двигател с вътрешно горене – Common rail

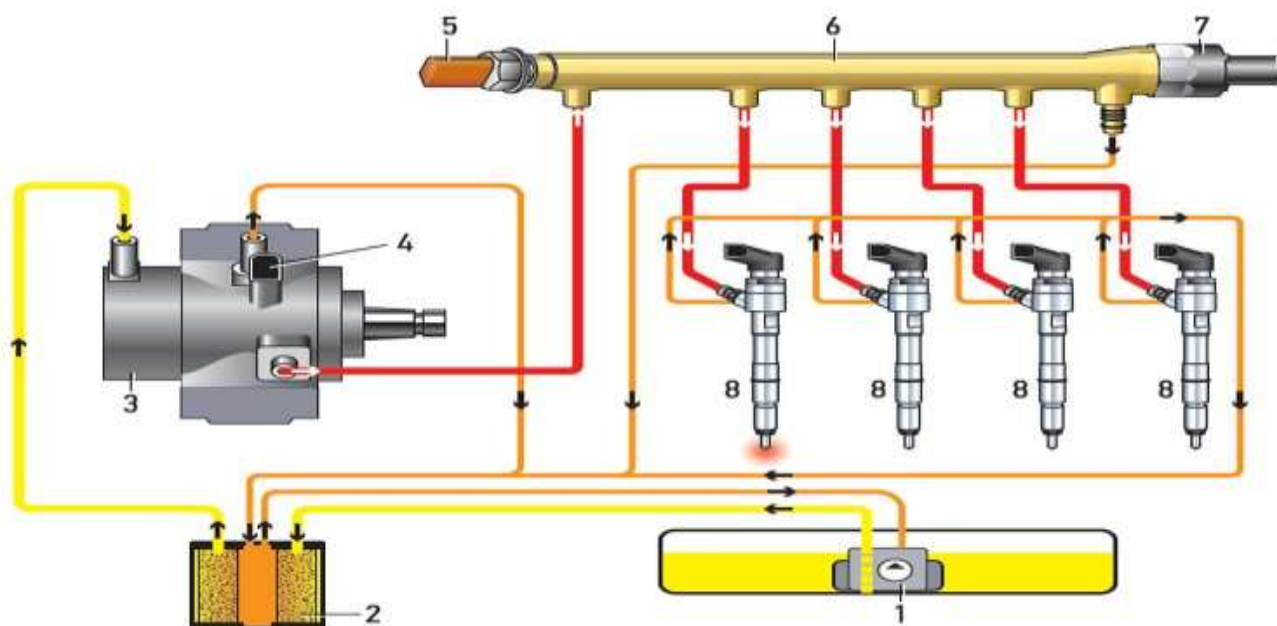
В този урок ще научим:

1. Схема на горивната система.
2. Принцип на действие.
3. Елементи на системата.

Името на системата за впръскване на гориво "Common Rail" се превежда от английски като „обща шина, обща магистрала или общ резервоар“. Този термин много точно характеризира принципа на подаване на гориво към инжекторите на двигателя. Налягането в горивната система на Common rail може да достигне 2000 атмосфери.

Горивната система Common rail се състои от следните елементи:

1. Горивоподаваща помпа в резервоара за гориво;
2. Горивен филтър;
3. Горивонагнетателна помпа за високо налягане;
4. Електрически клапан за регулиране на налягането;
5. Електрически сензор за следене на налягането;
6. Акумулатор на налягане – Common rail тръба (общ резервоар);
7. Механичен предпазен клапан;
8. Електрохидравлични дюзи;
9. — Захранващ тръбопровод;
10. — Излишно гориво;
11. — Високо налягане.



Фиг. 5.5.1. Схема на Common rail система



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

Принцип на действие

Горивоподаваща помпа (Фиг. 5.5.2.)



Фиг. 5.5.2.

Електрическата горивна помпа (1) се захранва от електрическата система на автомобила 12/24V. Тя засмуква гориво от резервоара и го подава с ниско налягане 150 – 300кРа и дебит 60 – 180л/ч. през горивния филтър (2) към помпата за високо налягане (3).

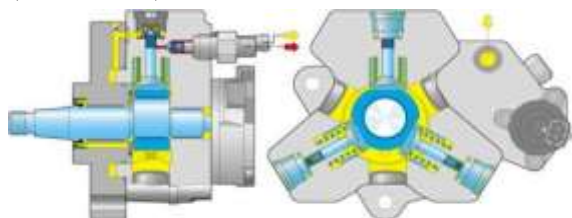
Горивен филтър (Фиг. 5.5.3.)



Горивният филтър (2) служи за пречистване на горивото от чужди елементи. Поради факта, че системата е много взискателна към чистотата на горивото, горивният филтър

Фиг. 5.5.3. отделя водата от горивото, предпазвайки елементите на системата от корозия.

Горивонагнетателна помпа за високо налягане (Фиг.5.5.4.)

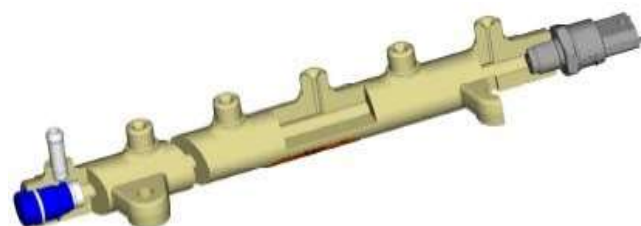


Фиг. 5.5.4.

Помпата за високо налягане (3), подава гориво под високо налягане в акумулатора на налягане

(6), към който е монтиран сензор за налягане на горивото (5), сигналът от който се използва за поддържане налягането в диапазона от 5 МРа до 10 МРа посредством предпазният клапан (7). Впръскването на горивото се осъществява чрез дюзи за високо налягане (8), които се управляват по електрически път от контролера на двигателя ECU.

Акумулатор на налягане (Фиг. 5.5.5.)



Фиг. 5.5.5

Горивото от помпата за високо налягане (3) се доставя до акумулатора за високо налягане (6). Той разпределя горивото до всеки един инжектор (дюза). Функцията му е да осигури постоянно еднакво налягане, независимо от промените в налягането, генерирани от работата на помпата и дюзите.



Фиг. 5.5.6

на горивото, осигуряващо висока мощност и ниски нива на вредни емисии.

Електрохидравличен инжектор – дюза (Фиг. 5.5.6.) Инжекторите биват два вида: електрохидравлични или пиезоелектрохидравлични. Те се задействат последователно от контролера на двигателя. Поради възможността да се управляват с висока скорост и прецизност става възможно да има повече от едно впръскване на гориво в цилиндър за един такт, което

позволява пълното изгаряне

www.eufunds.bs



РАБОТЕН ЛИСТ 5.5

Начертайте пътя на горивото при Common rail горивна система.

Въпроси и задачи:

1. Опишете предимствата на Common rail системата спрямо обикновената дизелова горивна система :

.....
.....
.....
.....

2. Как се управлява впръскването на гориво при Common rail дизелова система?

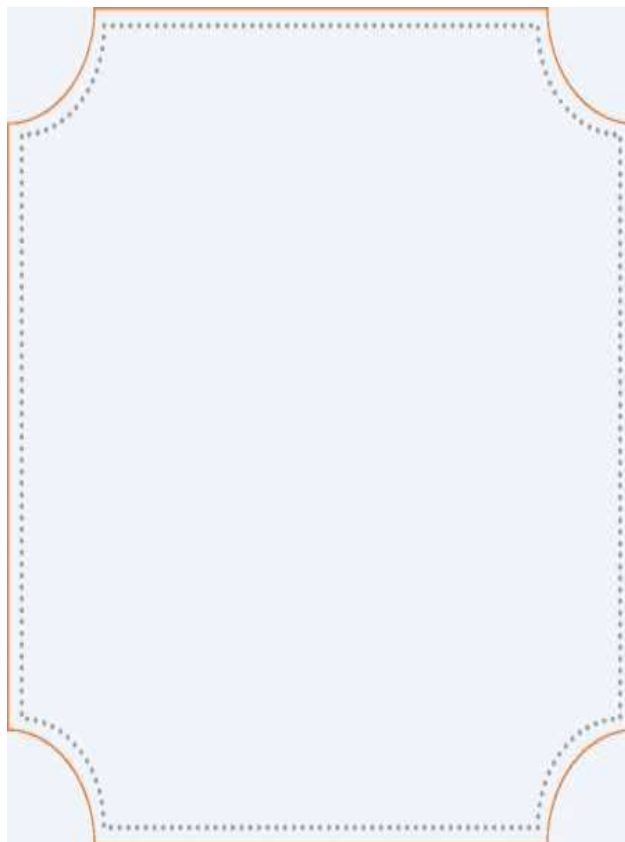
- а) Чрез хидравлично управление;
б) Чрез механично управление;
в) Чрез електрическо управление.

3. Каква е ролята на акумулатора на налягане при Common rail системата?

- а) Да увеличава налягането в помпата;
б) Да намалява налягането към дюзите;
в) Да подава еднакво налягане към дюзите.

4. На колко етапа се впръсква горивото при Common rail?

- а) Еднократно;
б) Дву- и многократно;
в) Постоянно.



Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).

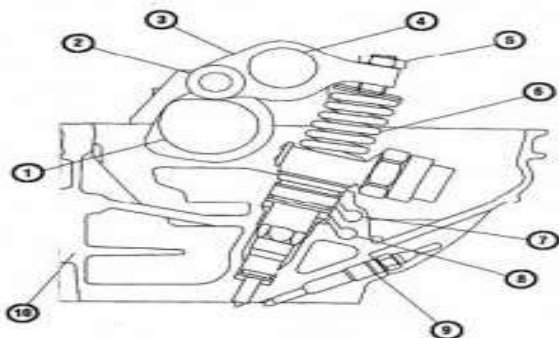


5.6. Горивна система „Помпа - дюза

В този урок ще научим:

1. Схема на горивната система.
2. Принцип на действие.
3. Елементи на системата.

Изискванията към съвременните дизелови двигатели по отношение на мощност, горивна икономичност, ниско съдържание на вредни вещества в отработилите газове, както и ниски нива на шума постоянно нарастват. За да се осигурят тези изисквания, са необходими ефективни дизелови горивни системи с високо налягане на впръскване, осигуряващи разпръскване на горивото с подходящи характеристики. Bosch са разработили неразделна горивна система, наречена *помпа-дюза*. Неразделната дизелова система тип *помпа-дюза* е съчетание в една конструкция от помпа за високо налягане и хидромеханична дюза с управляващ клапан. Управлението на горивоподаването се осигурява от електронен блок за управление и изпълнителен електромеханичен клапан, вграден в конструкцията на помпа-дюзата



(Фиг. 5.6.1.).

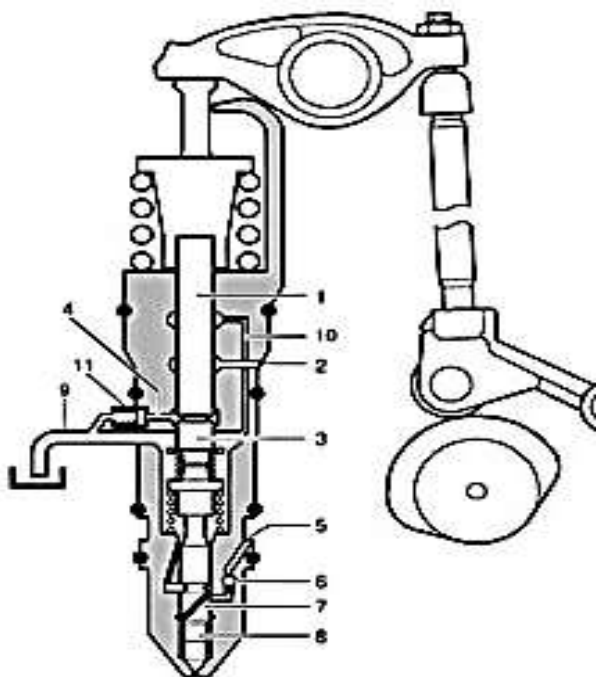
Фиг. 5.6.1.Задвижване на помпа дюза

1. Разпределителен вал;
2. Ролка на кобилицата;
3. Кобилица;
4. Кобиличен вал;
5. Винт за регулиране на хлабина;
6. Помпен елемент;
7. Канал за обратно гориво;
8. Захранващ горивен канал;
9. Подгревна свещ;
10. Цилиндрова глава.

Помпа-дюзата е оборудвана с електромагнитен управляващ клапан. Разположението ѝ е обичайното – като на дюзите от разделната горивна система, но тук цялата конструкция е на цилиндровата глава (10), тъй като механичното задвижване на помпата се осъществява от допълнителен гърбичен профил на разпределителния вал (1). Помпа-дюзата е монтирана в цилиндровата глава (10), проектирана с горивопровод за захранване (8) с гориво и горивопровод за отвеждане на излишното гориво (7). Помпата на дюзата е монтирана над всеки цилиндър и има същата структура. Обикновено включва: контролно бутало, специално бутало, игла за пръскане, контролен и контролен клапан и пружина за пръскащо устройство. Буталото е част, която създава определено налягане вътре в дюзата. Изпомпването става по време на транслационното движение на буталото. За това има специални гърбици на разпределителния вал, които в определени моменти от време действат върху буталото и го задействат.



Устройство на помпа дюза (Фиг. 5.6.2.)



1. **Фиг. 5.6.2.** Горно бутало;
2. Захранващ горивен канал;
3. Контролен клапан;
4. Общ горивен канал;
5. Горивен канал за гориво;
6. Общ горивен канал;
7. Долно бутало;
8. Резервоар за нагнетено гориво;
9. Канал за излишно гориво;
10. Дренаж;
11. Механичен клапан за излишно гориво.

Контролният клапан (3) се отваря в съответствие с движението на буталото (1) и позволява на горивото да тече в горивната камера. Конструкцията на клапана е избрана по такъв начин, че дизеловото гориво трябва да се доставя в пулверизирана форма. Според принципа на действие управляващите клапани могат да бъдат разделени на електромагнитни и пиезоелектрични. Пиезоелектричните клапани са най-ефективни, тъй като работят бързо и не позволяват образуването на излишно гориво,

www.eufunds.bs

както и гладуването му в определени зони на инжекционната система. Основният елемент на всеки управляващ клапан е неговата игла, която е точно отговорна за скоростта на системата. Всяка помпа-инжектор се управлява от електронен блок за управление на двигателя ECU.

Принцип на действие:

Започва с предварително инжектиране, като буталото се задейства от гърбицата на разпределителния вал. Сместа от гориво и въздух се влива в каналите (2) на инжектора и възвратният клапан (11) се затваря. Буталото създава налягане от 13 МРа и в този момент се задейства контролният клапан (3) на дюзата, който пропуска сместа под налягане в горивната камера (5). В последния момент входящият клапан (7) се отваря и нова порция гориво влиза в каналите на инжектора (8). Тук започва втора фаза на действително нагнетяване. Буталото (1) отново се спуска, управляващият клапан (3) се затваря, но налягането в дюзата вече е 30 МРа. Този път горивото се подава под високо налягане, което осигурява ефективното му компресиране и изгаряне в работната камера. Всеки следващ процес на компресия е придружен от повишаване на налягането вътре в дюзата. Максималната стойност е 220 МРа.



Контролни въпроси:

1. Как се задвижва помпа дюзата?
2. Кой елемент от системата управлява впръскването на гориво?
3. Защо работата на по-високо налягане при помпа-дюзата е предимство?

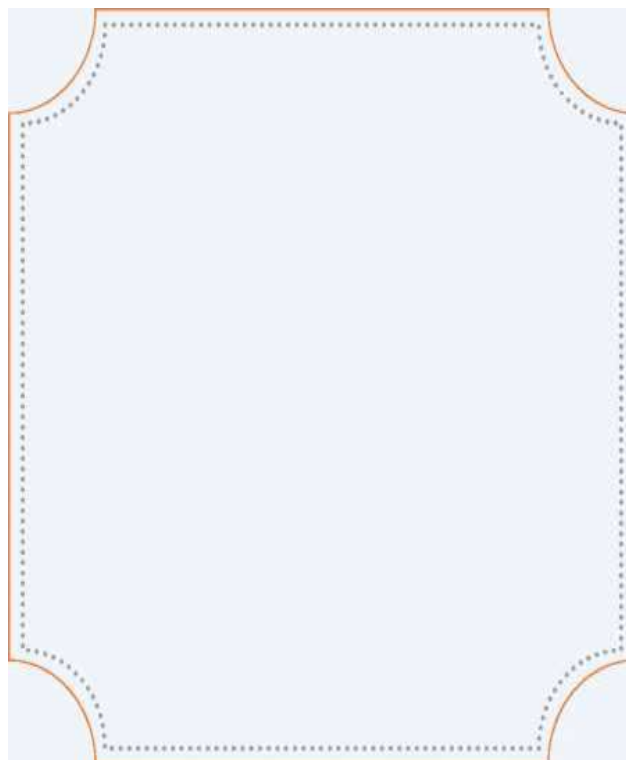


РАБОТЕН ЛИСТ 5.6.

Въпроси и задачи:

- Избройте главните предимства при системата *помпа-дюза*:
 -
 -
 -
 -
- Къде се впръсква горивото при помпа-дюза дизелова система?
 - В смукателния колектор;
 - В изпускателния колектор;
 - В горивната камера.
- Кой елемент от ДВГ задвижва помпа-дюзата?
 - Коляновият вал;
 - Разпределителният вал;
 - Първичният вал.
- На колко етапа се впръсква горивото при помпа-дюза системата?
 - Еднократно;
 - Двукратно;
 - Постоянно.

Опишете пътя на горивото в помпа-дюза системата.



Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).



5.7. Намаляване на вредните емисии в отработилите газове

В този урок ще научим:

1. Общи изисквания.
2. Причини за повишаването на вредните емисии.
3. Методи за борба със замърсяването на въздуха.

Рязкото увеличаване на автомобилния парк, особено в големите градове, повишава значително концентрацията на токсичните (отровните) вещества, които попадат в атмосферата с газовете от двигателите с вътрешно горене.



Фиг. 5.7.1. Замърсяване на природата от ДВГ

Такива вещества са:

- **въглеродният окис (CO)** – продукт на непълното горене. Той се образува при изгаряне на богата гориво-въздушна смес;
- **въглеводородите (CH)** са продукти на непълното горене. Те се получават при недостатъчно количество кислород и особено при изгаряне на слоевете горивна смес, разположени непосредствено до стените на

цилиндъра, където температурите са ниски, пламъкът се охлажда и изгасва;

- **азотните окиси (NOx)** се получават при високи температури зад фронта на пламъка;
- **съединенията на оловото;**
- **съединенията на сярата;**
- **алдехидите** се образуват, когато процесът на горене протича при много ниски температури
- **саждите** също са продукт на непълното горене. Те се получават при термичното разпадане на въглеводородните молекули, при крайно недостатъчно количество кислород. Образоването им се ускорява при комбинация от високи температури и високи налягания.

Токсичните вещества се съдържат в отработилите газове (около 95%), в картерните газове и в парите на горивото от горивната система. Съдържанието им в отработилите газове се определя от характера на работния процес, от конструкцията на двигателя, от протичането на процеса *горене*. Основните фактори, които оказват влияние на концентрацията на токсичните вещества в отработилите газове, са:

- Съставът на гориво-въздушната смес – оказва голямо влияние на образуването на токсични вещества в цилиндъра на двигателя;
- Неравномерното разпределение на горивото по цилиндрите – преобогатена или преобеднена гориво- въздушна смес;
- При намаляване на ъгъла на изпреварване на запалването;
- При увеличаване степента на сгъстяване;



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

- Когато се покачва температурата на стените на горивната камера, се повишава и концентрацията на NO_x;
- При работа на двигателя на празен ход концентрацията на NO_x се увеличава, а концентрацията на CO намалява;
- Натоварването на двигателя оказва съществено влияние върху токсичността на отработилите газове – и при малко натоварване, и при пълно натоварване концентрацията на CO значително нараства.

Методи за обезвреждане на токсичните вещества

Токсичните вещества в отработилите газове могат да се намалят главно по два начина:

1. Чрез усъвършенстване на работния процес, подобряване на условията за пълно изгаряне на горивото при всички работни режими на двигателя.
2. Чрез включване в изпускателната система на специална апаратура – чрез неутрализатори.

Усъвършенстване на работния процес:

- подобряване на смесобразуването;
- чрез подаване на определено количество вода в смукателната система ще се понижи максималната работна температура и от там съответно ще се намали концентрацията на азотните окиси (NO_x);
- непосредственото впръскване на бензин в отделните цилиндри подобрява смесобразуването и се намалява концентрацията на токсичните вещества CO, CH и NO_x в отработилите газове;
- използването на газообразно гориво вместо бензин също намалява в пъти токсичността на отработилите газове.

- при използване на многокамерни двигатели се намалява концентрацията на азотните окиси (NO_x) до 50%.

Методи за борба със замърсяването

Неутрализаторите биват: пламъчни, течностни, каталитични и комбинирани.

- В пламъчните неутрализатори продуктите на непълното горене доизгарят в специално поддържан пламък. Основният недостатък на тези неутрализатори се състои в това, че те работят неустойчиво при изменение на натоварването на двигателя и за поддържането на пламъка се изразходва допълнително количество гориво.
- В течностните неутрализатори газовете се пропускат през химичен разтвор. Течностните неутрализатори позволяват да се очистят отработилите газове напълно от алдехидите и саждите, а от азотните окиси (NO_x) – до 30 – 70%.
- В каталитичните неутрализатори продуктите на непълното горене се окисляват без пламък с помощта на специални катализатори, поставени в изпускателната система.

Контролни въпроси:



1. Как и с какво замърсяваме природата?
2. Кои са основните вредни емисии?
3. Какви са методите за неутрализация?

www.eufunds.bs



РАБОТЕН ЛИСТ 5.7.

Опишете кои са основните токсични вещества и какви са причината за образуването им.



Въпроси и задачи:

1. При висока температура и богата горивна смес образуването на CO се:
 - а) увеличава;
 - б) намалява;
 - в) не се променя.
2. При директно впръскване на бензин количеството на вредни емисии се:
 - а) увеличава;
 - б) намалява;
 - в) не се променя.
4. При употреба на течностни неутрализатори очистваме саждите:
 - а) до 30%;
 - б) до 60%;
 - в) до 100%.
4. Когато процесът на горене протича при много ниски температури се образуват:
 - а) съединения на сярата;
 - б) алдехиди;
 - в) сажди.

Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).



5.8. Контактна електронна запалителна система

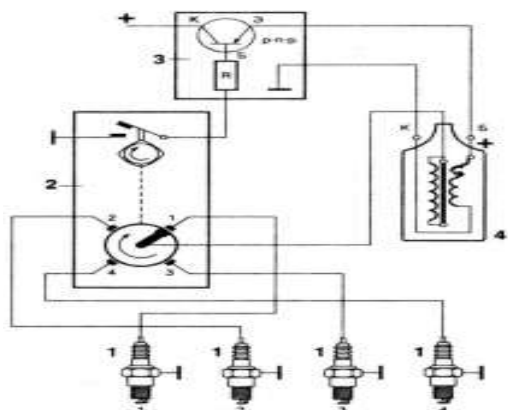
В този урок ще научим:

1. Същност и видове.
2. Устройство.
3. Принцип на действие.

Акумулаторната запалителна система има редица недостатъци, свързани с работата на прекъсвача и механичните устройства за промяна на ъгъла на изпреварване на запалването, водещо до нарушаване на нормалното искроподаване, а от там – и до влошаване на показателите на двигателя.

Електронните запалителни системи позволяват да се увеличат вторичното напрежение и енергията на искрата без електрическо претоварване на контактите на прекъсвача. В зависимост от начина на управление електроните системи се делят на: с контактно и безконтактно управление. В този урок ще разгледаме първия вариант – с контактно управление (Фиг. 5.8.1.).

В контактните електронни системи се използва обикновен прекъсвач-разпределител, но между прекъсвача и запалителната бобина е включен електронен усилвател (комутатор).

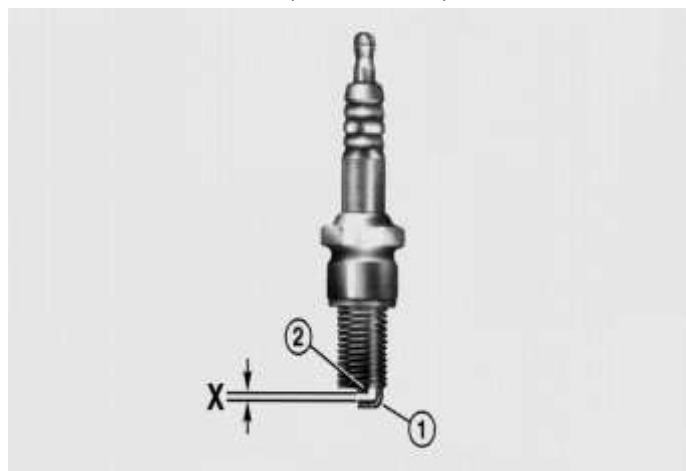


Фиг. 5.8.1.

Елементи:

1. Запалителни свещи;
2. Дистрибуторен палец с прекъсвач;
3. Транзисторен комутатор;
4. Бобина.

Запалителна свещ (Фиг. 5.8.2.)



Фиг. 5.8.2.

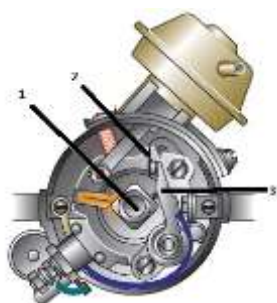
Запалителните свещи (1) служат да възпламенят горивната смес при бензиновите двигатели чрез електрическа искра, преминаваща между електродите ѝ (1) и (2). Напрежението, при което преминава искра между електродите на свещта, се нарича пробивно. То зависи от редица параметри:

- искровата междина – разстоянието между електродите;
- температурата и налягането на работната смес;
- формата;
- материала и температурата на електродите на свещта.

Запалването се определя с ъгъла между положението на колянвия вал на двигателя в момента на подаването на искрата между електродите на свещта и положението на вала, когато буталото се намира (5) градуса преди ГМТ.



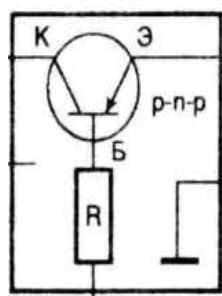
Дистрибуторен палец с прекъсвач Принцип на действие на запалителна система с контактно управление



Фиг. 5.8.3. Прекъсвач (ляво) и дистрибуторна капачка с палец (вдясно)

Той се състои от въртящ се палец и неподвижна капачка (Фиг. 5.8.3.) със странично изведени електроди, съединени чрез проводници за високо напрежение със запалителните свещи. Палецът е свързан с проводник за високо напрежение с изводната клемма на вторичната намотка. Когато палецът се върти, чрез месинговата си пластина минава последователно на определено разстояние от страничните електроди. Прекъсвачът (Фиг. 5.8.3, ляво) се състои от: гърбица (1), неподвижен палец (2), наричан наковалня, и подвижен палец (3), наричан чукче. Прекъсвачът и разпределителят се изработват като едно устройство, което се нарича прекъсвач-разпределител или – просто дистрибутор.

Транзисторен комутатор



Фиг. 5.8.4.



Фиг. 5.8.5.

На фиг. 5.8.4. се вижда германиевият транзистор, а на фиг. 5.8.5. е показан външният вид на комутатора.

Транзисторният комутатор (3) е включен между акумулаторната батерия и запалителната бобина, и чрез германиевия си транзистор служи като усилвател и чрез първичната си намотка се съединява с прекъсвача. Гърбицата на прекъсвача (2) се върти със скорост, пропорционална на ъгловата скорост на колянвия вал и контактите периодично се отварят и затварят. Гърбицата се задвижва от колянвия вал при двутактовите двигатели, защото за един цикъл той извършва 1 оборот, а при четиритактовите, където колянвият вал извършва 2 оборота за един цикъл, се задвижва от разпределителния вал. При затворени контакти на прекъсвача и при даден контакт с контактният ключ комутаторът (3) се съединява с отрицателната клемма, а запалителната бобина (4) – с положителната. При това положение към комутатора е приложено напрежение, транзисторът е отпушен, веригата на първичната намотка на запалителната бобина се затваря през транзистора и токът в нея достига 7А. При отваряне на контактите на прекъсвача (2) се прекъсва токът в първичната намотка на комутатора (3). и възниква електродвижещо напрежение от порядъка на десетки хиляди волта. Високото напрежение директно се подвежда през дистрибуторния палец към централния електрод на дадената запалителна свещ чрез проводници за високо напрежение.



Контролни въпроси :

1. Какво означава комутатор?
2. От какво зависи силата на искрата на запалителната свещ?
3. Какви са предимствата на контактната електронна запалителна система?

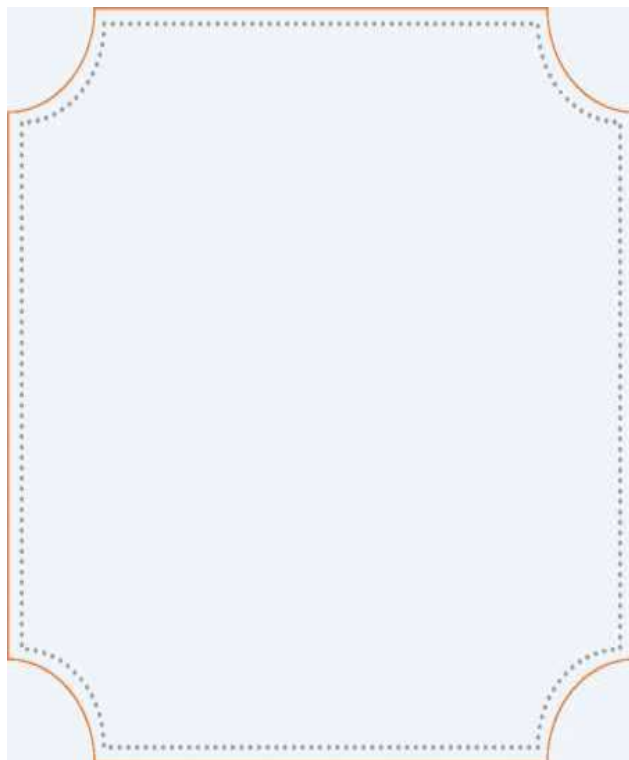


РАБОТЕН ЛИСТ 5.8.

Въпроси и задачи:

- Опишете елементите на дистрибутор-прекъсвача:
 -
 -
 -
 -
- Кой задвижва гърбицата на прекъсвача при двутактовия двигател?
 - Първичният вал;
 - Разпределителният вал;
 - Коляновият вал.
- Каква е ролята на комутатора?
 - Да усили напрежението към свещта;
 - Да стабилизира тока;
 - Да намали напрежението към бобината.
- Кога запалителната свещ подава искра?
 - Преди ГМТ;
 - След ГМТ;
 - Преди ДМТ.

Начертайте принципна схема на контактна електронна запалителна система, като номерирате елементите ѝ по реда на захранване.



Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).



5.9. Безконтактна електронна запалителна система

В този урок ще научим:

1. Същност и видове.
2. Устройство.
3. Принцип на действие.

Параметричните преобразуватели биват:

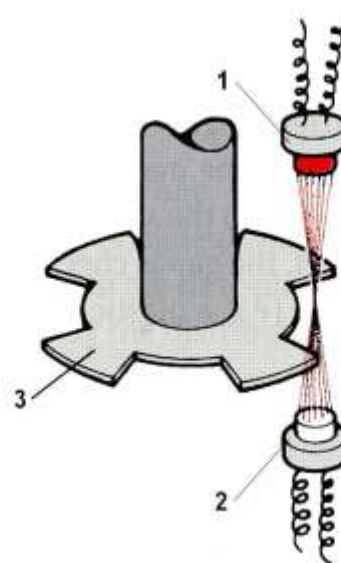
- Фотоелектрични;
- Магнитноелектрически преобразувател;
- Галваномангнитни преобразуватели.

1. Фотоелектрични

В безконтактните електронни запалителни системи липсват контакти, а моментът на подаване на искрата се управлява от безконтактен преобразувател.

Безконтактни запалителни системи

Безконтактните запалителни системи премахват недостатъците на акумулаторната контактна запалителна система и позволяват да се реализира нормална работа на запалителната система при значително високи ъглови скорости на колянвия вал на двигателя. Не се нуждаят от обслужване и периодични регулировки, както акумулаторната контактна запалителна система. При нея прекъсването на тока в първичната намотка става по безконтактен начин с помощта на полупроводникови елементи. Те обикновено са монтирани в електронен блок за управление на запалването. В безконтактните запалителни системи управляващият сигнал за момента на образуване на искрата се подава от безконтактни преобразуватели, свързани механично с колянвия вал на двигателя. В параметричните преобразуватели изходният сигнал се формира чрез изменение на параметрите на електрическата верига: съпротивление, индуктивност и капацитет и др.



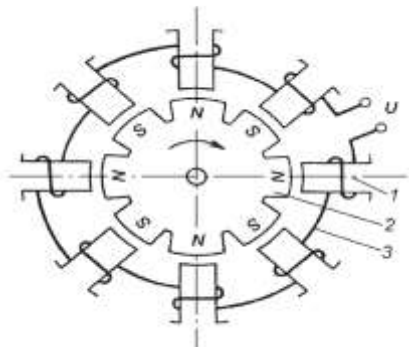
Фиг. 5.9.1. Схема на фотоелектричен параметричен преобразувател:

- 1 – Светодиод;
- 2 – Фототранзистор;
- 3 – Диск с прорези

Действието на фотоелектричните параметрични преобразуватели е основано на изменението на съпротивлението им при въздействието на светлината. Състоят се от неподвижно закрепен източник и светодиода или светотранзистор, между които е разположен непрозрачен диск или цилиндър, свързан с колянвия вал. По диска или цилиндъра има прорези, броят на които е равен на броя на цилиндрите на двигателя.



2. Магнитноелектрически преобразувател



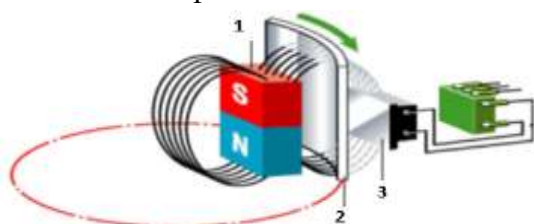
Фиг. 5.9.2. Схема на магнитоелектрически преобразувател за четирицилиндров двигател:

- 1 – Статор;
- 2 – Постоянен магнит;
- 3 – Намотка на статора

Преобразувателят се състои от неподвижна бобина с определен брой навивки (3), разположени на магнитопровод (1) и въртящ се постоянен магнит (2). Броят на полюсите или на чифтовете полюси на магнита е равен на броя на цилиндрите на двигателя.

3. Галваномангнитни преобразуватели

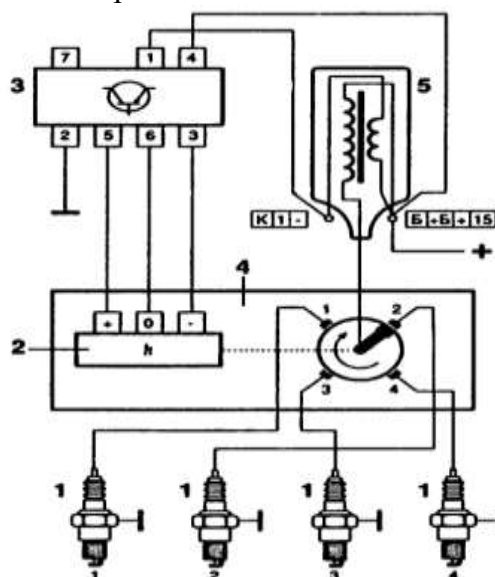
От галваномангнитните се използва преобразувателят на Хол, чието действие е основано на ефекта на Хол.



Фиг. 5.9.3. Сензор на Хол

Сензорът на Хол (Фиг. 5.9.3.) се състои от чувствителен елемент (3), разположен на определено разстояние от неподвижен постоянен магнит (1). Между тях периодично преминава въртящ се метален елемент (2) с прорези, задвижван по механичен път от

двигателя. Броят на прорезите зависи от броя на цилиндрите на двигателя.



Фиг. 5.9.4. Схема на безконтактна запалителна система

В безконтактната запалителната система енергията, която трябва да отдаде искрата, се натрупва и съхранява в комутатора (3) – (Фиг. 5.9.4.). Той се зарежда от преобразувателя (4). Комутаторът (4) затваря веригата на първичната намотка на индукционната бобина (5), само когато е подаден подходящ сигнал от сензора на Хол (2). Когато се приеме сигналът, в затворената верига на вторичната намотка протича кратък и мощен електрически импулс, поради разреждането на кондензатора. Този електрически импулс е с високо напрежение и между електродите на свещта (1) протича искра.

Контролни въпроси:



1. Какво е параметричен преобразувател?
2. Как функционира фотоелектричният преобразувател?
3. Какви са предимствата на безконтактната запалителна система?

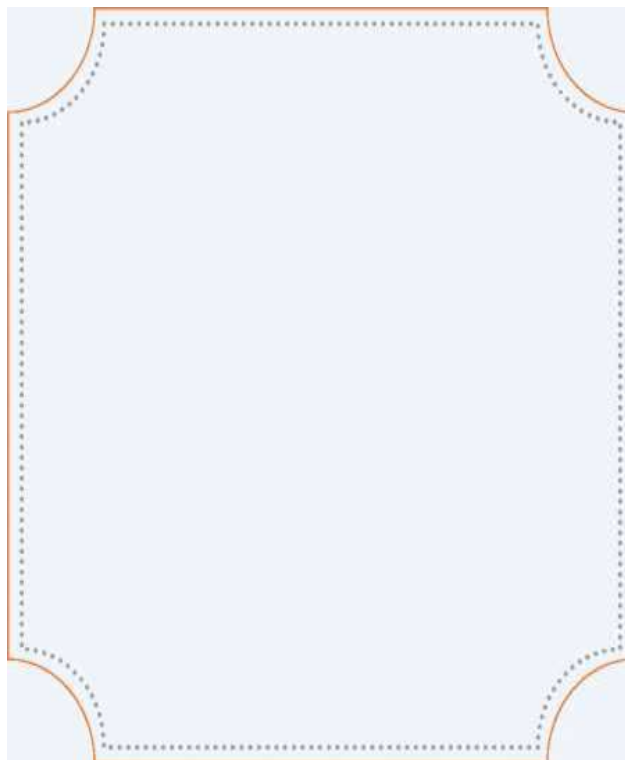


РАБОТЕН ЛИСТ 5.9.

Въпроси и задачи:

- Опишете елементите на сензора на Хол:
 -
 -
 -
- Кой задвижва металния ротор при безконтактната запалителна система?
 - Първичният вал;
 - Разпределителният вал;
 - Коляновият вал;
- Каква е ролята на комутатора ?
 - Да усили напрежението към свещта
 - Да стабилизира тока;
 - Да намали напрежението към бобината.
- Какъв е броят на полюсите при магнитеоелектрическия преобразувател?
 - 2;
 - 3;
 - Равен на броя на цилиндрите.

Начертайте принципна схема на безконтактна електронна запалителна система , като номерирате елементите ѝ по реда на захранване.



Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

5.10. Електронни системи за управление на фазите на газоразпределение

В този урок ще научим:

1. Същност и видове.
2. Устройство.
3. Принцип на действие.

С нарастването на броя на превозните средства в градовете се увеличават и значително вредните емисии, отделяни от тях. При експлоатацията на автомобилите в града е характерен режим, при който двигателят работи с ниско натоварване, но в режими на често ускоряване и принудителен празен ход или при изключена предавка, в режим празен ход. Конвенционалните ДВГ работят в режим на пълно натоварване през не повече от 15 – 20% от времето на експлоатация. Тези стойности са значително по-ниски при автомобили и автобуси, които се използват основно в градски условия, особено около кръстовища, където автомобилите ускоряват и са съвсем близо до пешеходците.



Фиг. 5.10.1. Смог в града

От характеристиките на ДВГ е известно, че най-икономичният режим е, когато натоварването е в рамките на 70 – 80% от максималното. И тук се изпада в определено противоречие, че за осигуряване на безопасно изпреварване е необходимо двигателят да има възможност да осигури по-голяма мощност и въртящ момент за кратко време.

Благодарение на автоматичното управление на механизма за синхронизиране на клапаните е възможно да се увеличи мощността и въртящия момент в почти всички режими на работа на двигателя и да се намали токсичността на отработените газове без използването на други дизайнерски решения.

Методите за промяна на фазите на синхронизиране на клапаните могат да бъдат класифицирани според регулируемите параметри на времевата система:

- въртене на разпределителния вал;
- използването на гърбици с различни профили;
- промяна във височината на повдигане на клапана.

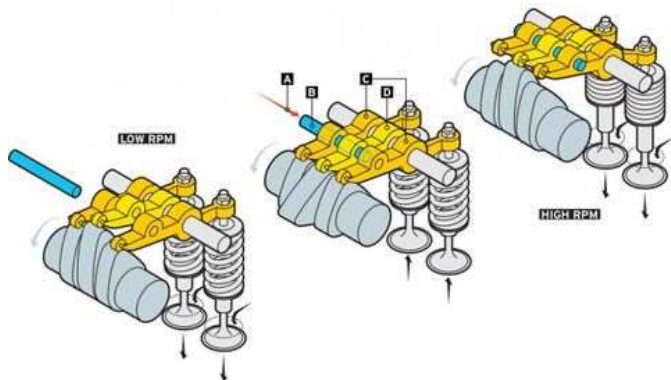
Когато Honda започва да се занимава с VTEC в началото на 80-те години, това предизвиква революция във вътрешното горене, която се разпространява в почти всяка марка. Най-простите от получените системи с променливо синхронизиране използват разпределителни фазери или механизми, които променят връзката между колянвия вал и разпределителния вал.

www.eufunds.bs

Проект BG05M20P001-2.014-0001 „Подкрепа за дуалната система на обучение“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейските структурни и инвестиционни фондове.



1. Автоматична система за променливо газоразпределение с различна форма на гърбиците на разпределителният вал



Фиг. 5.10.2. VTEC система (Honda)

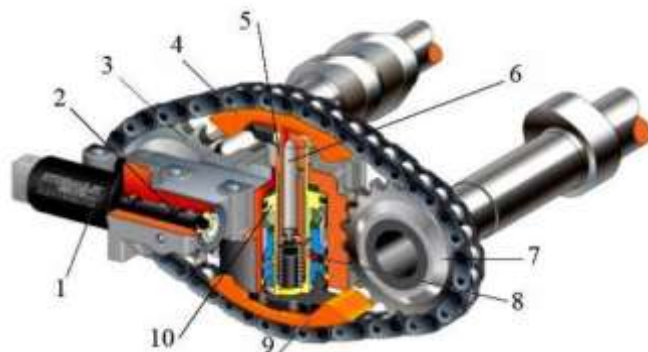
Докато оборотите се изкачват, компютърът насочва потока на маслото (А) през отвор в кобилицата. Това плъзга щифт (В), който заключва нискооборотните кобилични рамена (С), действащи върху двата всмукателни клапана на всеки цилиндър, към кобилицата с високи обороти (D). Тази трета кобилица има различен профил на гърбицата, оптимизиран за по-високи обороти на двигателя.

2. Фиг. 5.10.3. Valvetronic (системата на BMW)



Променливото синхронизиране на клапаните от Valvetronic намалява загубите при обмен на заряди и осигурява по-добро смесване в цилиндъра поради по-високата скорост на входящия поток. Непрекъснато регулируемият всмукателен клапан се задвижва от ексцентричен вал и междинен лост. Когато водачът натисне педала на газта, електромоторът гарантира, че ексцентричният вал се завърта и въртенето на гърбицата се предава на клапана чрез междинния лост. Казано по-просто, функцията може да се сравни с дихателната техника при хората. Дълбокото, дълго дишане по време на натоварване контрастира с по-кратко, плитко дишане в покой (нормално дишане). Това е сравнимо с голямото и малкото повдигане на клапаните в Valvetronic.

3. Фиг. 5.10.4. VIVT променливо време на клапаните.



Такива системи започнаха да се използват при автомобили Mercedes, Nissan, BMW, Porsche. Принципът на работа на задвижването на въртенето на разпределителния вал за промяна на времето на клапана може да бъде механичен, хидравличен, електрически и пневматичен. По правило промяната на времето на клапаните се използва при двигатели с два разпределителни вала, единият от които се използва за отваряне на всмукателните клапани, а другият – за



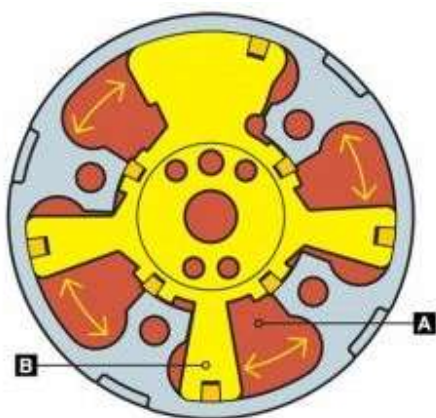
ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

изпускателните клапани. Широко се използват системи с промяна в напрежението на веригата на принципа на хидравличния пръстен. Промяната на времето на клапана в тази форма се прави само за всмукателните клапани. Разпределителният вал за отваряне на изпускателните клапани се завърта от колянния вал на двигателя през ремък или верижна предавка. Промяната в маслените потоци се извършва от регулиращия клапан (1), който движи макарата (2) според сигналите на блока за управление на двигателя. За промяна на времето на всмукателните клапани се използва хидравличен цилиндър с бутало (10). Когато маслото се подава към цилиндъра чрез сигнала на блока за управление, буталото, разширявайки се, действа върху обтегача на веригата. Едната страна на веригата започва да се удължава, а противоположната се скъсява, докато зъбното колело се върти, за да задвижва всмукателните клапани, които не са свързани чрез верижна трансмисия към колянния вал. Такъв принцип за промяна на фазите на газоразпределение имат серийните двигатели на Audi, Porsche и Volkswagen.

4. Фиг. 5.10.5. Промяна на времето на клапаните



Променливият контрол на времето е най-често срещаната форма на променливо

газоразпределение на клапаните на пазара. Всичко от 1.0-литрови Ford до многолитрови Ferrari използват подобни задвижващи шайби на разпределителния вал. Тези устройства използват налягане на маслото (А) или електрически мотор за забързване или забавяне на времето на главината (В) спрямо позицията на вала.

5. Фиг. 5.10.3. Изключване на два от четирите цилиндъра



Този двигател отговаря на екологичните норми Евро 6, осигурява въртящ момент от около 200 Nm и мощност от 140 HP. Системата работи за изключване на втори и трети цилиндър, като при деактивирането им в определена последователност затваря и двете групи клапани на съответните цилиндри. При изключване на цилиндрите, за да се осигури равномерна работа на двигателя, останалите да работят се натоварват допълнително и това налага допълнително отваряне на дроселовата клапа за коригиране на сместа. Системата за изключване на цилиндрите работи в диапазона от 1400 – 4000 min⁻¹ и въртящ момент от 25 – 75 Nm.



Контролни въпроси:

1. Какви са методите за управление на фазите на газоразпределение?
2. Как работи VTEC?
3. Какво постигаме при управление на фазите на газоразпределение?

www.eufunds.bs

Проект BG05M20P001-2.014-0001 „Подкрепа за дуалната система на обучение“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейските структурни и инвестиционни фондове.



РАБОТЕН ЛИСТ 5.10.

Опишете предимствата при промяна на фазите на газоразпределение.



Въпроси и задачи:

- Опишете методите за промяна на фазите на газоразпределение :
 -
 -
 -
 -
- Кой управлява Valvetronic системата?
 - Електромоторът;
 - Разпределителният вал;
 - Коляновият вал.
- Как влияе изключването на цилиндрите?
 - Мощността намалява;
 - Мощността се увеличава;
 - Не влияе.
- Какво променяме при VIVT системата?
 - Разпределителния вал.
 - Веригата.
 - Електромотора.

Самооценка на ученика:

(С няколко изречения опишете какво е нивото Ви на удовлетвореност от осмислянето на урока и си поставете съответстваща оценка).



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

СЪДЪРЖАНИЕ

1.1 Историческо развитие на двигателите с вътрешно горене.....	2
Работен лист 1.1.....	4
1.2 Видове двигатели с вътрешно горене. Общо устройство.....	5
Работен лист 1.2.....	8
1.3 Основни механизми и системи в Двигателя с вътрешно горене. I част.....	9
Работен лист 1.3.....	12
1.4 Основни механизми и системи в Двигателя с вътрешно горене. II част.....	13
Работен лист 1.4.....	15
1.5 Принцип на действие на четиритактов двигател.....	16
Работен лист 1.5.....	18
1.6 Принцип на действие на двутактов двигател.....	19
Работен лист 1.6.....	21
2.1 Предназначение на корпусните части на двигателя.....	22
Работен лист 2.1.....	24
2.2 Картер.....	25
Работен лист 2.2.....	27
2.3 Цилиндров блок.....	28
Работен лист 2.3.....	30
2.4 Цилиндрова глава.....	31
Работен лист 2.4.....	34
2.5 Бутална група.....	35
Работен лист 2.5.....	38
2.6 Мотовилкова група.....	39
Работен лист 2.6.....	41
2.7 Колян вал.....	42
Работен лист 2.7.....	45
2.8 Маховик.....	46
Работен лист 2.8.....	48
2.9 Предназначение на газоразпределителния механизъм (ГРМ).	
Класификация.....	49
Работен лист 2.9.....	53
2.10 Елементи на газоразпределителния механизъм (ГРМ)- I част.....	54

www.eufunds.bs

Проект BG05M20P001-2.014-0001 „Подкрепа за дуалната система на обучение“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейските структурни и инвестиционни фондове.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

Работен лист 2.10.....	57
2.11 Елементи на газоразпределителния механизъм (ГРМ)- Пчаст.....	58
Работен лист 2.11.....	60
2.12 Задвижване. Фази на газоразпределение.....	61
Работен лист 2.12.....	64
3.1. Мазилна система на двигател с вътрешно горене.....	65
Работен лист 3.1.....	67
3.2. Елементи на мазилната система на двигатели с вътрешно горене.....	68
Работен лист 3.2.....	70
3.3. Охладителна система на двигателя с вътрешно горене.....	71
Работен лист 3.3.....	73
3.4. Елементи на течностната охлаждащата система на двигателя с вътрешно горене.....	74
Работен лист 3.4.....	77
3.5 Горивни системи на двигател с вътрешно горене.....	78
Работен лист 3.5.....	80
3.6. Карбураторна горивна система на бензиновия двигател.....	81
Работен лист 3.6.....	82
3.7. Горивна система на дизелов двигател.....	83
Работен лист 3.7.....	85
3.8. Устройство на горивна система на дизелов двигател с вътрешно горене.....	86
Работен лист 3.8.....	88
3.9. Елементи на дизелова горивна система с механично управление.....	89
Работен лист 3.9.....	91
3.10. Елементи на дизелова горивна система с механично управление – инжекторни дюзи.....	92
Работен лист 3.10.....	94
3.11. Източници на електрически ток.....	95
Работен лист 3.11.....	97
3.12. Акумулаторна запалителна система.....	98
Работен лист 3.12.....	101
3.13. Пускова система.....	102
Работен лист 3.13.....	104

www.eufunds.bs

Проект BG05M20P001-2.014-0001 „Подкрепа за дуалната система на обучение“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейските структурни и инвестиционни фондове.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

4.1 Действителни процеси в двигателите с вътрешно горене.....	105
Работен лист 4.1.....	108
4.2. Действителни цикли на двутактовите двигатели.....	109
Работен лист 4.2.....	111
4.3. Действителни цикли на четиритактовите двигатели.....	112
Работен лист 4.3.....	114
4.4.Методи за намаляване на токсичността на отработилите газове.....	115
Работен лист 4.4.....	117
5.1.Смесобразуване на дизелов двигател с вътрешно горене.....	118
Работен лист 5.1.....	121
5.2. Системи за едноточково и многоточково впръскване при бензинов двигател с вътрешно горене.....	122
Работен лист 5.2.....	124
5.3.Системи за директно впръскване на бензин в двигателите с вътрешно горене...	125
Работен лист 5.3.....	127
5.4.Предназначение на акумулаторна горивна система на дизелов двигател с вътрешно горене – Common rail.....	128
Работен лист 5.4.....	130
5.5.Елементи на акумулаторна горивна система на дизелов двигател с вътрешно горене – Common rail.....	131
Работен лист 5.5.....	133
5.6.Горивна система „Помпа-дюза.....	134
Работен лист 5.6.....	136
5.7.Намаляване на вредните емисии в отработилите газове.....	137
Работен лист 5.7.....	139
5.8.Контактна електронна запалителна система.....	140
Работен лист 5.8.....	142
5.9.Безконтактна електронна запалителна система.....	143
Работен лист 5.9.....	145
5.10.Електронни системи за управление на фазите на газоразпределение.....	146
Работен лист 5.10.....	149
Съдържание.....	150
Използвана литература.....	153

www.eufunds.bs

Проект BG05M20P001-2.014-0001 „Подкрепа за дуалната система на обучение“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейските структурни и инвестиционни фондове.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. Качаров, Е., Л. Хлебаров. Двигатели с вътрешно горене. София: Техника, 2018.
2. Попов, Н. Двигатели с вътрешно горене. Учебник за техникуми. София, 1984.
3. Димитров, А., Р. Русев. Леки автомобили. Наръчник по карбуратори. София: Техника. 2008.
4. Младенов, К. Единственият учебник за ремъчно и верижно задвижване в България. Das Auto Service Akademie. София, 2020.
5. Хаджиев, К., С. Илиев. Устройство на автотракторни двигатели. Русе: РУ „Ангел Кънчев“, 2015.
6. Интернет ресурси:
 - Онлайн автокаталози <http://www.avtocatalog.org/>
 - Четец и търсачка в Уикипедия <https://www.wikiwand.com/>
 - Наука и техника за всички <https://www.technika-bg.com/>
 - Автомобилният двигател <https://automobileengines.weebly.com/>

www.eufunds.bs

Проект BG05M2OP001-2.014-0001 „Подкрепа за дуалната система на обучение“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейските структурни и инвестиционни фондове.