

# СЪДЪРЖАНИЕ

|                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Списък на приетите съкращения .....                                                                     | 3   |
| Глава 1. Общи сведения за автомобила, трактора и кара .....                                             | 5   |
| 1.1. Увод .....                                                                                         | 5   |
| 1.2. Общо устройство и класификация .....                                                               | 6   |
| Част първа. Двигатели с вътрешно горене                                                                 |     |
| Глава 2. Общо устройство и действие .....                                                               | 9   |
| 2.1. Основни части и класификация .....                                                                 | 9   |
| 2.2. Основни параметри на двигателя .....                                                               | 9   |
| 2.3. Действие на буталните двигатели с вътрешно горене .....                                            | 12  |
| 2.4. Основни показатели за работата на двигателите с вътрешно горене .....                              | 19  |
| Глава 3. Коляно-мотовилков механизъм .....                                                              | 23  |
| 3.1. Неподвижни части .....                                                                             | 24  |
| 3.2. Подвижни части .....                                                                               | 29  |
| 3.3. Ред на работа на цилиндрите в двигателя .....                                                      | 40  |
| Глава 4. Газоразпределителен механизъм .....                                                            | 42  |
| 4.1. Общи сведения .....                                                                                | 42  |
| 4.2. Части на газоразпределителния механизъм .....                                                      | 44  |
| 4.3. Фази на газоразпределението .....                                                                  | 51  |
| Глава 5. Мазилна уредба .....                                                                           | 53  |
| 5.1. Общи сведения .....                                                                                | 53  |
| 5.2. Елементи на мазилната уредба .....                                                                 | 56  |
| Глава 6. Охладителна уредба .....                                                                       | 61  |
| 6.1. Течностна охлаждателна уредба .....                                                                | 61  |
| 6.2. Въздушна охлаждателна уредба .....                                                                 | 68  |
| Глава 7. Горивна уредба .....                                                                           | 70  |
| 7.1. Горивна уредба на карбураторен двигател .....                                                      | 70  |
| 7.2. Горивна уредба на дизелов двигател .....                                                           | 85  |
| 7.3. Газова горивна уредба .....                                                                        | 111 |
| Глава 8. Електрическо обзавеждане на автомобила, трактора и кара .....                                  | 113 |
| 8.1. Общи сведения .....                                                                                | 113 |
| 8.2. Източници на електрическа енергия .....                                                            | 114 |
| 8.3. Уреди за автоматично регулиране на съвместната работа на акумулаторната батерия и генератора ..... | 120 |
| 8.4. Запалителна уредба .....                                                                           | 125 |
| 8.5. Осветителна и сигнална уредба .....                                                                | 135 |
| 8.6. Контролно-измервателни уреди .....                                                                 | 141 |
| 8.7. Допълнителни уреди в електрообзавеждането .....                                                    | 143 |
| Глава 9. Пускова уредба .....                                                                           | 145 |
| 9.1. Общи сведения .....                                                                                | 145 |
| 9.2. Пускови устройства .....                                                                           | 145 |
| 9.3. Устройства за облекчаване на пускането на двигателите .....                                        | 148 |
| Глава 10. Изпитване и характеристики на двигателите .....                                               | 150 |
| 10.1. Общи сведения .....                                                                               | 150 |
| 10.2. Товарна характеристика .....                                                                      | 150 |
| 10.3. Външна скоростна характеристика .....                                                             | 151 |

## Част втора. Конструкция на автомобила, трактора и кари

|                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Глава 11. Силово предаване .....                                                         | 153 |
| 11.1. Общи сведения .....                                                                | 153 |
| 11.2. Съединител .....                                                                   | 155 |
| 11.3. Предавателна кутия .....                                                           | 167 |
| 11.4. Кардано предаване .....                                                            | 185 |
| 11.5. Главно предаване .....                                                             | 190 |
| 11.6. Диференциал .....                                                                  | 192 |
| 11.7. Подушало и крайно предаване .....                                                  | 195 |
| Глава 12. Ходова част .....                                                              | 200 |
| 12.1. Рам и мостове .....                                                                | 200 |
| 12.2. Окачване при автомобилите .....                                                    | 205 |
| 12.3. Колела и гуми .....                                                                | 213 |
| 12.4. Верижна ходова част .....                                                          | 220 |
| 12.5. Каросерии .....                                                                    | 224 |
| Глава 13. Механизми за управление .....                                                  | 230 |
| 13.1. Кормилен механизъм .....                                                           | 230 |
| 13.2. Спирачна уредба .....                                                              | 241 |
| Глава 14. Допълнително технологично и работно обзавеждане на трактора и автомобила ..... | 264 |
| 14.1. Допълнително обзавеждане на трактора .....                                         | 264 |
| 14.2. Прикачен състав и допълнително обзавеждане на автомобила .....                     | 277 |
| Глава 15. Особени уредби в карите .....                                                  | 282 |
| 15.1. Хидравлична уредба .....                                                           | 282 |
| 15.2. Повдигателна уредба .....                                                          | 282 |
| Глава 16. Динамика на колесните автомобили, трактори и кари .....                        | 291 |
| 16.1. Задвижващ въртящ момент и силов баланс .....                                       | 291 |
| 16.2. Устойчивост на колесните автомобили, трактори и кари .....                         | 293 |
| Приложение I. Справка за възникването и развитието на моторните превозни средства ..     | 295 |
| Приложение II. Технически характеристики на автомобили, трактори и кари .....            | 297 |
| Литература .....                                                                         | 300 |

## СПИСЪК НА ПРИЕТИТЕ СЪКРАЩЕНИЯ

|        |                                  |
|--------|----------------------------------|
| АТК    | — автомобил, трактор и кар       |
| ВОМ    | — вал за отвеждане на мощност    |
| ГМТ    | — горна мъртва точка             |
| ГНП    | — горивонагнетателна помпа       |
| ГПП    | — горивоподаваща помпа           |
| ГРМ    | — газоразпределителен механизъм  |
| ДВГ    | — двигател с вътрешно горене     |
| ДМТ    | — долна мъртва точка             |
| е.д.н. | — електродвижещо напрежение      |
| КММ    | — коляно-мотовилков механизъм    |
| к.п.д. | — коефициент на полезно действие |
| КСТ    | — коректор на сцепното тегло     |
| МПС    | — моторно превозно средство      |
| ОТ     | — ограничител на тока            |
| ОЧ     | — октаново число                 |
| РН     | — регулатор на напрежението      |
| РОТ    | — реле за обратен ток            |
| РР     | — реле регулатор                 |
| ТВЧ    | — ток с висока честота           |
| ФГП    | — филтър за грубо пречистване    |
| ФФП    | — филтър за фино пречистване     |
| ЦТ     | — център на тежестта             |
| ЦЧ     | — цетаново число                 |



## 1.1. УВОД

Автомобилите, тракторите и карите (АТК) са най-разпространените моторни превозни средства (МПС). Това се дължи на тяхната относително висока икономичност, маневреност, проходимост, независимост от електрическа мрежа, наличие на собствен източник на механична енергия (двигател) с възможност за продължителна непрекъсната работа, сравнително лесно обслужване и т. н.

Автомобилът (auto — сам и mobile — подвижен) е самоходно наземно колесно средство за превозване на пътници, материали, съоръжения и др. С него се извършват около 80% от всички превози.

Тракторът (tractar — тегля, влека) е самоходно наземно колесно или верижно теглително средство за превозване на различни товари чрез прикачени към него устройства, за придвижване и задвижване на различни машини за работа в селското и горското стопанство, строителството и др.

Карът (careteга — път, сагго — пътнo превозно средство) е самоходно колесно повдигателно-превозно средство за повдигане и пренасяне на товари на относително малки височини и къси разстояния. Използва се за вътрешнозаводски транспорт и за товарно-разтоварни работи в предприятия, гари, пристанища и др.

Чрез обзавеждане със специални устройства, механизми и съоръжения АТК се използват и за други дейности — противопожарни, мелiorативни, изкопно-товарачни, хигиенни, медицински и др.

Наред с положителната им роля в производството и бита АТК са и един от най-големите източници на замърсяване на природната среда главно чрез газовете от изгарянето на горивото в техните двигатели (мотори). Освен това наличието на голям брой МПС (главно автомобили), сравнително високите скорости на движение, технически повреди, неблагоприятни пътни условия и нарушаване на правилата за движение причиняват пътнотранспортни произшествия, при които се дават човешки жертви и се нанасят значителни материални щети. Учени, конструктори и технолози в много страни създават все по-съвършени конструкции на АТК, търсят принципно нови конструктивни решения, използват нови материали и технологии в тяхното производство, търсят нови горива и други източници на механична енергия за преодоляване на отрицателните им страни. Извършват се например опити за създаване на акумулатори на електроенергия за задвижване на АТК с по-голям капацитет и срок на действие от оловните, на слънчеви батерии и др. Все по-широко разпространение в устройството на АТК намират електрониката и металокерамичните материали с нисък коефициент на линейно разширение, което позволява да се автоматизира тяхното управление и да се увеличи коефициентът на полезно действие (к.п.д.) на тези машини.

В нашата страна се произвеждат незначителен брой автомобили и трактори. ДФ „Мадара“ в гр. Шумен произвежда товарни автомобили ГАЗ-53 и ЛИАЗ-Мадара чрез коопериране с автомобилни заводи от СССР и ЧСФР. В СК „Балкан“ в гр. Ловеч се сглобяват леки автомобили Москвич. КА „Чавдар“ в Ботевград произвежда автобуси. Тракторният завод в гр. Карлово произвежда верижни трактори „Болгар Т-54В“ и колесни трактори „Болгар МТЗ-80“.



Производството на кари в света е сравнително по-ново. Нашата страна е един от най-големите производители на кари — на четвърто място в света (след САЩ, Япония и Германия). Карите задоволяват нашите нужди и се изнасят в около 50 страни. Производството им е съсредоточено в пет комбината — два в София — и по един в Пловдив, в Плевен и в Лом.

ДФ ВАМО, гр. Варна, произвежда дизелови двигатели с вътрешно горене (ДВГ) по лиценз на английската фирма „Перкинс“. Дизелови двигатели се произвеждат и в гр. Толбухин. Те се използват за задвижване на товарни автомобили, автобуси, кари, стационарни помпи, генератори, компресори и др.

За рационалното използване, поддържането и ремонта на АТК у нас са създадени десетки автомобилни стопанства, сервизи, машинотракторни станции и ремонтни заводи.

#### Въпроси и задачи

1. Кои са положителните страни и кои са недостатъците на АТК?
2. Споменете си българските думи, които отговарят на думите автомобил, трактор, кар!
3. В кои наши заводи се произвеждат АТК и ДВГ?
4. Колко тона гориво се употребява за един ден, ако 200 хил. АТК работят 5h с 10 l среден часов разход? Колко тона гориво се спестява за 20 работни дни, ако разходът се намали с 1%?

Отг. 10 000 t; 2000 t.

## 1.2. ОБЩО УСТРОЙСТВО И КЛАСИФИКАЦИЯ

Автомобилът, тракторът и карът са комплексни по своето устройство и действие. В тях намират приложение постиженията на различни области на науката, техниката и технологията — физика, химия, математика, техническа механика, термодинамика, материалознание, електротехника и електроника, хидравлика и пневматика, ергономия и др.

Както всяка друга сложна машина АТК се състоят от четири основни части: енергийна (двигател); предавателна (силово предаване); работна (ходова); управляваща (органи за управление) — фиг. 1.1, 1.2 и 1.3.

Освен общите подобни части разглежданите МПС имат и допълнително, специфично за всеки тип, обзавеждане.

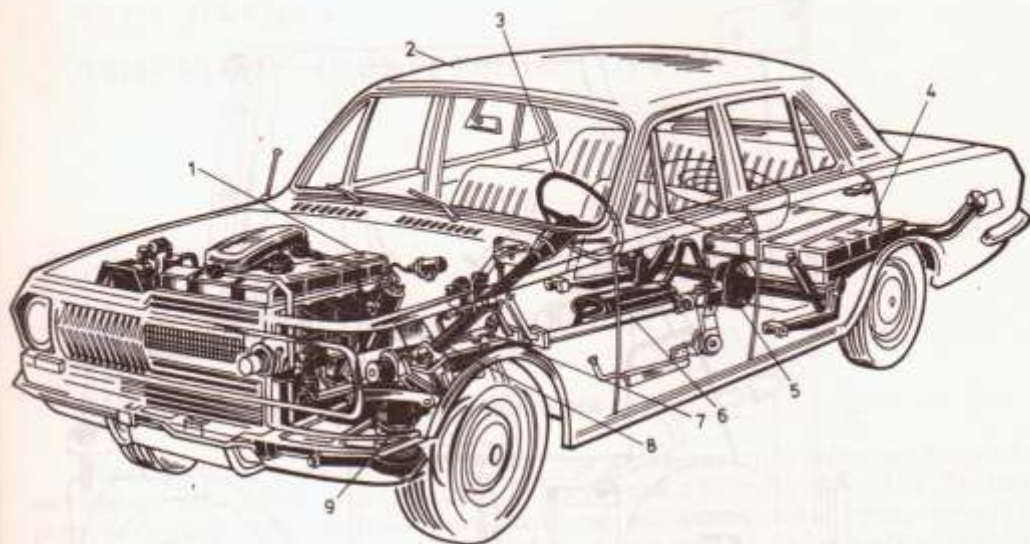
Автомобилите, тракторите и карите се произвеждат в много разновидности, модификации и марки в зависимост от предназначението, особеностите в конструкцията, вида и мощността на двигателя и др.

Автомобилите се разделят по своето предназначение и конструкция главно на три групи — транспортни, специални и състезателни. Транспортните биват пътнически (леки автомобили и автобуси) и товарни. Специални автомобили са автоцистерните, автокрановете, противопожарните автомобили, тези за бърза медицинска помощ и др. Състезателните автомобили имат особена конструкция за постигане на по-висока скорост и по-голяма устойчивост.

Автомобилите се различават и по други признаци — вид и литраж на двигателя, брой на местата за пътниците, конструкция на каросерията, маса на товара, брой на задвижващите мостове и др.

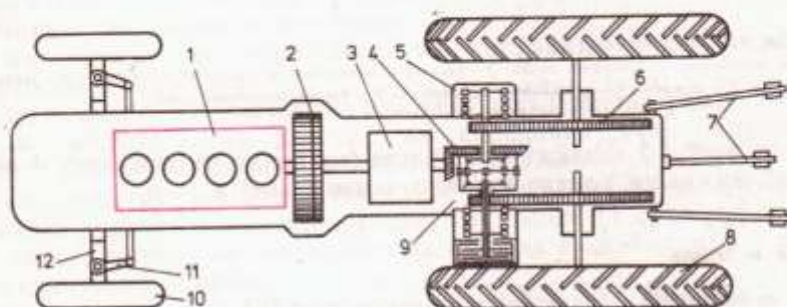
Тракторите се разделят по конструкция на ходовата част на два вида — колесни и верижни.

По теглителна сила тракторите се разделят на класове — 6, 9, 14, 20, 30, 40 и повече kN. Според мощността на двигателя те биват леки (до 25 kW), средни (до 45) и тежки (над 45 kW).



Фиг. 1.1. Общ вид на лек автомобил

1 – двигател; 2 – купе (каросерия); 3 – кормилен механизъм; 4 – горивен резервоар; 5 – заден мост; 6 – карданно предаване; 7 – предавателна кутия; 8 – съединител; 9 – окачване



Фиг. 1.2. Схема на колесен трактор

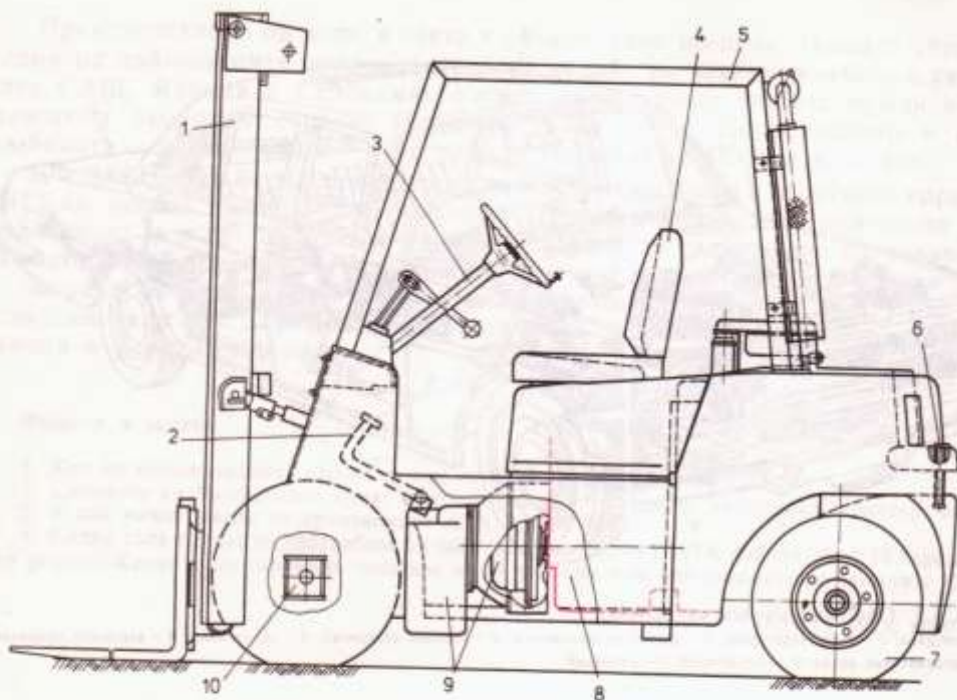
1 – двигател; 2 – съединител; 3 – предавателна кутия; 4 – главно предаване и диференциал; 5 – спарачен механизъм; 6 – крайно предаване; 7 – навесен механизъм; 8 – задно задвижващо колело; 9 – рама; 10 – предно управляващо колело; 11 – кормилен тръпец; 12 – преден мост

По своето предназначение и устройство тракторите са универсални и специални. Универсалните се използват за транспортни дейности с прикачни устройства и за придвижване и задвижване на различни прикачни и навесни работни машини. Специалните са снабдени с приспособления и механизми за извършване на някои особени дейности – свличане и товарене на трупи в горското стопанство, полагане на тръби, изкопаване на канали, товарене на насипни материали и др.

Карите се разделят на две основни групи според вида на двигателя – мотокари и електрокари. Мотокарите са дизелови или карбураторни. По своето предназначение и конструкция карите биват високоповдигачи, нископовдигачи, платформени, влекачи и специални – с транспортна лента, кран и др.

Според броя на задвижващите колела АТК са с единично, двойно и тройно задвижване и се означават с 4к2, 4к4, 6к4 и 6к6, което означава –





Фиг. 1.3. Общ вид на мотокар

1 – повдигателен механизъм; 2 – спирачен педал; 3 – кормилен механизъм; 4 – седалка; 5 – кабина; 6 – теглич; 7 – задно управляващо колело; 8 – двигател; 9 – хидравличен предвател; 10 – преден задвижващ мост

4 опорни, от които 2 задвижващи колела (единично задвижване), 4 опорни и четирите задвижващи колела (двойно задвижване) и т. н.

#### Въпроси и задачи

1. Кои са основните части, възли и механизми на АТК?
2. Кои са основните видове АТК? По какво се различават един от друг и по какво си приличат?

## ЧАСТ ПЪРВА

# ДВИГАТЕЛИ С ВЪТРЕШНО ГОРЕНЕ

## ГЛАВА 2

### ОБЩО УСТРОЙСТВО И ДЕЙСТВИЕ

#### 2.1. ОСНОВНИ ЧАСТИ И КЛАСИФИКАЦИЯ

Двигателите с вътрешно горене преобразуват топлинната енергия в механична чрез изгаряне на горивото в цилиндри с подвижни бутала. Тяхното устройство все още е най-подходящо за непосредствено превръщане на топлинната енергия в механична. Това се постига чрез възвратно-праволинейно движение на бутало в цилиндър под действието на разширяващите се при изгаряне на горивото газове. Праволинейното движение на буталото се превръща във въртеливо движение на колянвия вал чрез коляно-мотовилков механизъм.

Двигателите с вътрешно горене, с които се задвижват АТК, се класифицират по следните признаци:

- по начина на образуване на горивната смес и запалването: карбураторни и дизелови;
- по начина на извършване на работния цикъл: двутактови и четиритактови;
- по честотата на въртене на колянвия вал: бързоходни (над  $2000 \text{ min}^{-1}$ ), средноходни ( $1000 - 2000 \text{ min}^{-1}$ ) и бавноходни ( $300 - 1000 \text{ min}^{-1}$ );
- по конструкцията на блока и разположението на цилиндрите: вертикални, хоризонтални, едноредови, двуредови (V-образни) и др.;
- според начина на постъпване на въздуха в цилиндрите: с атмосферно и с принудително пълнене.

В последно време в автомобилите се използват двигатели с впръскване на бензина и газови двигатели. Те имат също запалителна уредба.

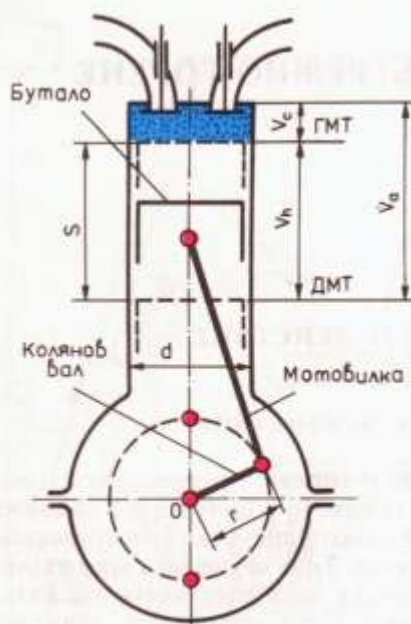
Всеки бутален ДВГ се състои от два основни механизма (коляно-мотовилков и разпределителен) и четири уредби (мазилна, охладителна, горивна и пускова). Двутактовите карбураторни двигатели обикновено нямат разпределителен механизъм, а всички карбураторни двигатели (двутактови и четиритактови) имат още една уредба — запалителна.

Ротационните ДВГ (газовите турбини и двигателят на Ванкел с въртящо се бутало) не са широко разпространени като енергийни източници в АТК и затова не се разглеждат в учебника.

#### 2.2. ОСНОВНИ ПАРАМЕТРИ НА ДВИГАТЕЛЯ

Положенията на челото на буталото в цилиндъра, при които се сменя неговата посока на движение, се наричат мъртви точки на буталото. (Каква е скоростта на буталото в тези точки?). Точката, в която челото на буталото е най-отдалечено от оста на колянвия вал, се нарича условно горна





Фиг. 2.1. Основни параметри на двигателя

мъртва точка (ГМТ), а точката, в която то е най-близо — долна мъртва точка (ДМТ). Разстоянието, което буталото изминава между тези две точки, е ход на буталото  $s$  (фиг.2.1).

Обемът на цилиндъра между долна и ГМТ на буталото се нарича работен обем  $V_h$ , а обемът от челото на буталото, когато то е в ГМТ, до цилиндровата глава — горивна камера  $V_c$ .

Обемът на цилиндъра от челото на буталото, когато то се намира най-близо до оста на вала (ДМТ), до цилиндровата глава се нарича общ (пълен) обем  $V_a$ . От схемата се вижда, че

$$V_h = \frac{\pi d^2}{4} s, \text{ dm}^3(\text{l}),$$

където  $d$  е диаметърът на цилиндъра, dm;

$s$  — ходът на буталото, dm;

$$s = 2r,$$

където  $r$  е радиусът на коляното на вала, dm.

$$V_a = V_h + V_c.$$

Един и същи обем на цилиндъра може да се постигне при  $s > d$ ,  $s = d$  и  $s < d$ . В първия случай двигателят е висок и къс, във втория — равномерен, а в третия — нисък и удължен. За съвременните двигатели  $\frac{s}{d} = 0,75 \div 1,5$ .

По-малките стойности на  $\frac{s}{d}$  се отнасят за двигателите с по-голяма честота на въртене на коляновия вал. (Помислете защо).

Отношението на общия обем към обема на горивната камера (камера на сгъстяването) се нарича степен на сгъстяване  $\varepsilon$  и показва колко пъти се

намалява обемът на горивната смес (въздуха — за дизеловия ДВГ) при движение на буталото от ДМТ до ГМТ:

$$\varepsilon = \frac{V_a}{V_c} = \frac{V_h + V_c}{V_c} = \frac{V_h}{V_c} + 1.$$

От формулата се вижда, че  $\varepsilon$  е безразмерна величина. От физиката е известно, че колкото повече се намалява обемът на даден газ без обмен на топлина, толкова се повишават неговото налягане и неговата температура. Следователно степента на сгъстяване на даден двигател определя налягането и температурата на горивната смес (или въздуха) в края на сгъстяването. Големината на  $\varepsilon$  показва също колко пъти се разширяват газовете при изгарянето на горивото, а от това зависи количеството на топлинната енергия, която се превръща в механична работа.

Степента на сгъстяване има различни стойности — за карбураторните двигатели  $\varepsilon = 8 \div 12$ , а за дизеловите  $\varepsilon = 15 \div 23$ . Увеличаването на  $\varepsilon$  се ограничава за карбураторните двигатели от свойството на горивото да детонира (да се samozапалва и взривява) при високо налягане, което влошава нормалния ход на процеса горене и може да разруши двигателя. При дизеловите двигатели големината на  $\varepsilon$  се ограничава главно от условията за оптимално натоварване и износване на коляно-мотовилковия механизъм и за самовъзпламеняване на горивната смес.

Загубата на механична енергия при увеличаване на  $\varepsilon$  е по-малка от полезната енергия, която се получава при по-големи стойности на  $\varepsilon$ .

Буталните ДВГ се характеризират и с броя на въртенията на колянния вал за единица време — честотата на въртене  $n$ . Колкото по-висока е честотата на въртене на колянния вал, толкова по-големи са броят на ходовете на буталото и работата, която се извършва в двигателя за единица време. От друга страна, честотата на въртене на вала над определени граници води до повишаване на износването на триещите се части, увеличаване на инерционните сили и влошаване на работните процеси. Ето защо честотата на въртене на колянния вал се подбира според предназначението на двигателя. Двигатели, които не се натоварват пълно и постоянно (за леки автомобили), имат  $n = 50 \div 100 \text{ s}^{-1}$ , за товарни автомобили  $35 \div 70 \text{ s}^{-1}$ , за трактори  $25 \div 35 \text{ s}^{-1}$ , а за стационарни двигатели  $5 \div 15 \text{ s}^{-1}$ . Тъй като двигателите работят с различна честота на въртене на колянния вал, в тяхната техническа характеристика се означава оная честота, при която двигателят има най-голяма мощност.

Линейната скорост на буталото в крайните му положения е равна на нула, а между тези точки е променлива. За равни ъгли от въртенето на колянния вал буталото изминава различни разстояния. Скоростта, с която се движи буталото в цилиндъра, оказва влияние върху големината на инерционните сили и износването на триещите се части. Ето защо не се допуска висока средна скорост  $v_{\text{cp}}$  на буталото

$$v_{\text{cp}} = 2ns = 4\pi r, \text{ m/s},$$

където  $s$  е ходът на буталото,  $m$  (за едно завъртане на вала се извършват 2 хода);

$n$  — честотата на въртене на вала, ( $\text{s}^{-1}$ ).

Ако  $n$  е в  $\text{min}^{-1}$  и  $s = 2r$ , то

$$v_{\text{cp}} = \frac{2 \cdot 2\pi r n}{60} = \frac{\pi r n}{15}, \text{ m/s}.$$

За да не се допусне висока скорост на буталото, бързоходните двигатели се конструират с по-малък ход от бавноходните. При бързоходните двигатели



$v_{cp} = 10 \div 15$  m/s, при средноходните е 6,5–9, а при бавноходните е 5–6,5 m/s. За запазване на подходящи размери на цилиндъра и средна скорост в допустимите граници двигателите за по-голяма мощност се проектират и изработват с няколко цилиндъра. За МПС (с изключение на мотоциклетите) се произвеждат предимно 3, 4, 6, 8 и 12 цилиндрови двигатели.

Сумата от работните обеми на цилиндрите се нарича литраж на двигателя  $V_L = iV_k$ , dm<sup>3</sup>(l), където  $i$  е броят на цилиндрите.

Комплексът от последователни процеси, които се повтарят периодично в цилиндъра на двигателя, се нарича работен цикъл. Частта от работния цикъл, която се извършва за един ход на буталото, се нарича такт. Двигателите, в които работният цикъл се извършва за четири хода на буталото (две завъртания на колянния вал) се наричат четиритактови, а тези, в които цикълът се извършва за два хода на буталото (едно завъртане на вала) – двутактови.

Превръщането на топлинната енергия в механична се извършва чрез газообразно тяло, наречено работно тяло. Газообразното работно тяло е най-подходящо за топлинните двигатели, защото има свойството да изменя значително своите основни параметри – обем, налягане, температура и маса. То има и такива параметри като специфичен обем и специфична маса. (Спомнете си от физиката определенията на тези параметри и измервателните им единици).

### Въпроси и задачи

1. Защо при повишаване на степента на сгъстяване  $\epsilon$  се увеличава полезната работа на ДВГ? Как може да се увеличи  $\epsilon$  в карбураторния двигател и как в дизеловия?

2. Определете работния обем  $V_k$ , обема на горивната камера  $V_g$ , общия обем на цилиндъра  $V_L$  и литража на един дизелов двигател, ако  $d = 130$  mm,  $s = 150$  mm,  $\epsilon = 20$  и  $i = 4$ !

Отг. 1,990 dm<sup>3</sup>; 0,105 dm<sup>3</sup>;  
2,095 dm<sup>3</sup>; 7,96 dm<sup>3</sup>.

3. Определете средната скорост на буталото  $v_{cp}$ , ако дължината на рамото на колянния вал е  $r = 40$  mm, а честотата на въртенето му е  $n = 90$  s<sup>-1</sup>!

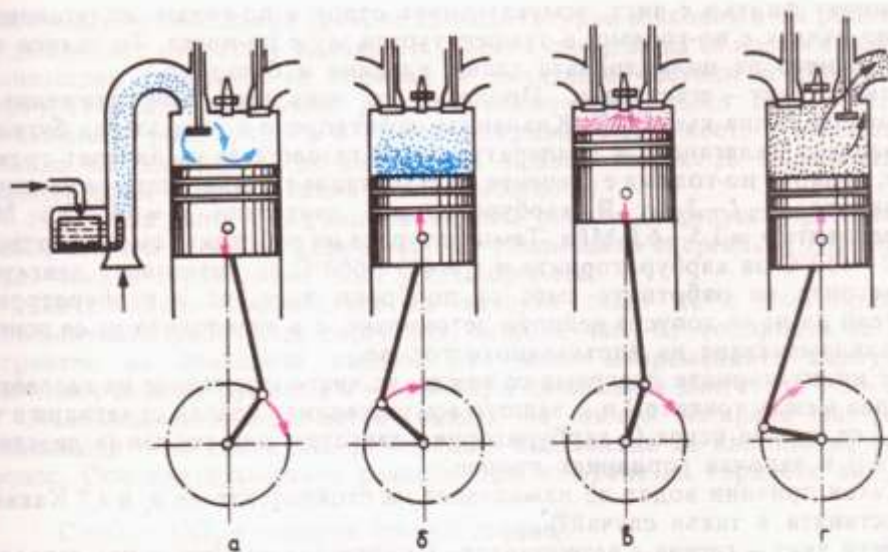
Отг. 14,40 m/s.

## 2.3. ДЕЙСТВИЕ НА БУТАЛНИТЕ ДВИГАТЕЛИ С ВЪТРЕШНО ГОРЕНЕ

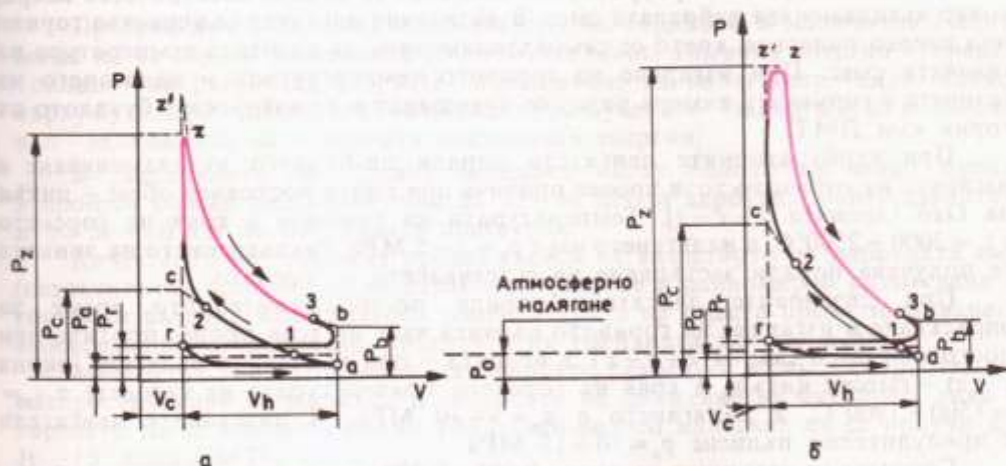
### 2.3.1. Действие на четиритактовите двигатели

Работният цикъл на буталните ДВГ се състои от следните процеси – фиг. 2.2:  $a$  – всмукване (пълнене);  $b$  – сгъстяване (компресия);  $c$  – горене с разширяване (работа);  $d$  – изпускане (издухване). Диаграмата на изменението на налягането на газовете в зависимост от изменението на обема на цилиндъра над челото на буталото се нарича индикаторна диаграма на ДВГ (фиг. 2.3).

**Първи такт – всмукване.** Процесът се извършва при движение на буталото от горна към ДМТ. Отворен е всмукателният клапан и цилиндърът е свързан с атмосферата. В горивната камера има останали от предишния процес отработили газове и затова налягането в нея е по-високо от атмосферното (точка  $r - p_r = 0,12 \div 0,14$  МПа). При изместване на буталото към ДМТ обемът над него се увеличава, налягането спада под атмосферното и атмосферният въздух навлиза в цилиндъра. При карбураторния двигател



Фиг. 2.2. Схема на действие на четиритактов двигател



Фиг. 2.3. Индикаторни диаграми на четиритактови двигатели  
а – карбураторен двигател; б – дизелов двигател

въздушната струя създава допълнително разреждане в карбуратора и в цилиндъра постъпва горивна смес, която с останалите в горивната камера отработили газове образува работната смес. При дизеловите двигатели цилиндърът се запълва с газова смес от чист въздух и останалите отработили газове. Налягането на работната смес в ДМТ (точка  $a$ ) е под атмосферното ( $p_a = 0,08 \div 0,09$  МПа), защото процесът протича много бързо (за около 0,01 s при бързоходните двигатели) и поради съпротивленията, които въздушната струя среща във филтъра за пречистване, в тръбопровода и клапана. При дизеловите двигатели с принудително пълнене  $p_a = 0,12 \div 0,20$  МПа. Температурата на работната смес в ДМТ на буталото е  $t_a = 40 \div 140^\circ\text{C}$ .

По-добро запълване на цилиндъра се получава, когато всмукателният клапан започне да се отваря малко преди ГМТ и да се затваря след ДМТ,



въздушният филтър е чист, всмукателният отвор е по-голям, налягането на околния въздух е по-голямо, а температурата му е по-ниска. То зависи и от уплътняването на цилиндровата глава, клапана и буталото.

**Втори такт — сгъстяване.** Процесът се извършва при движение на буталото от долна към GMT. Клапаните са затворени и обемът над буталото се намалява. Налягането и температурата на газовете се увеличават толкова повече, колкото по-голяма е степента на сгъстяване  $\varepsilon$ . Налягането се увеличава по линията  $a-1-2-c$ . В карбураторните двигатели  $p_c = 0,9 \div 2,0$  МПа, а в дизеловите  $p_c = 3,5 \div 6,0$  МПа. Температурата на работната смес е съответно  $t_c = 300 \div 450^\circ\text{C}$  за карбураторните и  $t_c = 400 \div 600^\circ\text{C}$  за дизеловите двигатели. Параметрите на работната смес са подбрани така, че в карбураторните двигатели да не се допусне нейното детониране, а в дизеловите да се осигури самовъзпламеняване на впръскваното гориво.

От индикаторната диаграма се вижда, че чисто сгъстяване на газовете се извършва между точките 1 и 2, защото всмукателният клапан се затваря в т. 1, а в т. 2 се подава искра (в карбураторния двигател) или гориво (в дизеловия двигател) и започва горивният процес.

(Какви причини водят до намаляване на стойностите на  $p_c$  и  $t_c$ ? Какви са последствията в такъв случай?)

**Трети такт — горене с разширяване.** Процесът се извършва при затворени всмукателен и изпускателен клапан. В края на сгъстяването ( $10-40^\circ$  преди GMT) в цилиндъра на карбураторния двигател се подава електрическа искра, която възпламенява работната смес. В дизеловия двигател се впръсква гориво под високо налягане, което се самовъзпламенява от високата температура на газовата смес. При изгаряне на горивото температурата и налягането на газовете в горивната камера рязко се повишават и те изтласкват буталото от горна към ДМТ.

При карбураторните двигатели поради по-бързото възпламеняване и изгаряне на горивото този процес протича при почти постоянен обем — цикъл на Ото (линията  $2-c-z$ ). Температурата на газовете в края на горенето е  $t_z = 2000 \div 2500^\circ\text{C}$ , а налягането им е  $p_z = 3 \div 5$  МПа. Закръгленето на линията се получава поради застъпване на сгъстяването и горенето.

При дизеловите двигатели поради по-продължителното време за впръскване и изгаряне на горивото първата част на този процес протича при постоянен обем (линия  $2-c-z'$ ), а втората — при постоянно налягане (линия  $z'-z$ ) — смесен цикъл. В края на горенето температурата на газовете е  $t_z = 1500 \div 1900^\circ\text{C}$ , а налягането е  $p_z = 5 \div 10$  МПа. В дизеловите двигатели с принудително пълнене  $p_z = 10 \div 15$  МПа.

Горенето се извършва за около  $0,002-0,020$  s, след което буталото бързо се измества към ДМТ, като преодолява съпротивителните сили и извършва полезна работа. При това движение на буталото обемът над него се увеличава, газовете се разширяват, температурата и налягането им спадат. Този процес е изразен чрез линията  $z-3-b$ . В края на разширението температурата на газовете спада за карбураторните двигатели до  $t_b = 900 \div 1200^\circ\text{C}$ , а налягането до  $p_b = 0,35 \div 0,50$  МПа; за дизеловите двигатели  $t_b = 700 \div 900^\circ\text{C}$  и  $p_b = 0,2 \div 0,4$  МПа.

В т. 3 се отваря изпускателният клапан.

Един kg гориво изгаря напълно с около 15 kg въздух.

Обикновено в цилиндрите на двигателите не постъпва точно необходимото количество въздух за пълното изгаряне на горивото. Отношението на действителното количество въздух  $L_d$  към теоретично необходимото количество

$L_t$  се нарича въздушно отношение  $\alpha$ , т. е.  $\alpha = \frac{L_d}{L_t}$ . При конструиране на

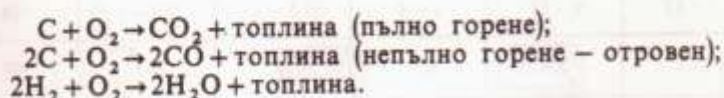


двигателите  $\alpha$  се подбира така, че да бъде сигурна и икономична работата им. За дизеловите двигатели винаги  $\alpha > 1$  (бедна смес), за да се постига достатъчно равномерно смесване на горивни и въздушни частици и пълно горене. Карбураторните двигатели работят икономично също при  $\alpha > 1$ , но се предвижда и работа при  $\alpha < 1$  (богата горивна смес), което е необходимо за пускане на двигателя, за работа на празен ход и за преодоляване на допълнителни съпротивления (пълна мощност).

Работа на двигателя с богата горивна смес не се допуска продължително време, защото се губи голяма част от топлинната енергия на горивото и се внася повече отровен газ (СО) в атмосферата.

Значителното увеличаване на въздуха също не е благоприятно за икономичната работа на двигателя, защото част от топлината се губи за нагряване на излишния въздух. Ето защо съвременните карбураторни двигатели се конструират с  $\alpha = 0,8 + 1,2$ , а дизеловите двигатели с  $\alpha = 1,2 + 1,6$ .

Необходимото количество въздух за пълно изгаряне на горивото в цилиндрите на двигателя се определя въз основа на анализа на горивния процес. Основните химични реакции при изгаряне на горивото са:



Превръщането на химичната енергия на горивото в механична енергия може да се изрази в следната последователност: химична енергия — горене — топлина — нагряване на газовете — повишаване на налягането — сила (натиск) върху буталото — праволинейно движение на буталото — завъртане на колянвия вал — задвижване на машината (механична енергия).

В двигателите със средна мощност върху челото на всяко бутало в процеса горене действа сила до 20–30 kN за карбураторните двигатели и до 50–60 kN за дизеловите двигатели.

Качеството на горивния процес зависи от качеството на работната смес (незначително количество на отработили газове и равномерно размесване на гориво и въздух), налягането и температурата на сместа преди запалването, своевременното запалване, чистотата на горивната камера и др.

Моментът на запалване се подбира съобразно със скоростта на разпространение на пламъка и скоростта на движение на буталото, така че горенето да се извърши около ГМТ (най-високо налягане да се получи при 10–15° след ГМТ).

При частично натоварване на двигателя пламъкът се разпространява със скорост 10–15 m/s, а при пълно натоварване — с 20–30 m/s.

Ако горенето започне по-рано от определения ъгъл преди ГМТ, налягането се увеличава значително преди буталото да достигне ГМТ, което увеличава съпротивлението срещу движението на буталото и намалява полезната работа. В карбураторния двигател може да възникне и детонация, което още повече намалява ефективността на горивния процес и може да предизвика повреда в двигателя.

Преждевременно запалване на горивото може да се получи при ранно подаване на искрата (на горивото), при наличие на нажежени частици в горивната камера и др.

При късно запалване на гориво процесът се извършва при увеличен обем (буталото се отдалечава от ГМТ), не се постига високо налягане, увеличава се загубата на топлина с отработилите газове и в крайна сметка полезната работа на двигателя също се намалява.



**Четвърти такт – изпускане (издухване).** Този такт се извършва при отворен изпускателен клапан и при движение на буталото от долна към ГМТ. Отработилите газове се изтласкват от цилиндъра на двигателя. Процесът е изразен чрез линията  $3-b-r$  (фиг. 2.3). Колкото по-добре се почисти цилиндърът от газовете и колкото по-малко е съпротивлението им при движението на буталото, толкова по-голяма е полезната работа, която се извършва в работния цикъл. За да се постигне това, изпускателният клапан се отваря преди ДМТ на буталото (т. 3) и се затваря след ГМТ.

Налягането на газовете в края на изпускането (т.  $r$ ) е около 0,12–0,14 МРа, а температурата им при карбураторните двигатели е 630–930°C, при дизеловите е 330–630°C.

Основните съставки на отработилите газове при частично натоварване на двигателите са:

| Съставка, %  | CO <sub>2</sub> | H <sub>2</sub> O | CO  | O <sub>2</sub> | H <sub>2</sub> | N <sub>2</sub> |
|--------------|-----------------|------------------|-----|----------------|----------------|----------------|
| Карбураторен | 7–11            | 9–11             | 1–4 | 0,5–2          | 0,2–1          | 74             |
| Дизелов      | 5,5             | 5,0              | 0,1 | 12             | 0,1            | 77             |

Освен CO в отработилите газове има и незначителни количества вредни за здравето въглеводороди (CH), азотни окиси (NO<sub>x</sub>), оловни съединения (при употреба на етилизиран бензин), сажди (несизгорял или освободен при разпадането на CH въглерод) и др.

При изгарянето на 100 l бензин в карбураторния двигател се изхвърлят в атмосферата около 100 kg H<sub>2</sub>O, 15–20 kg CO, 2,5 kg CH, 0,3–1,5 kg NO<sub>x</sub> и др.

От вредните за здравето съставки на отработилите газове най-опасен е CO, защото е в най-голямо количество и е без цвят и мирис. Ето защо се вземат мерки за осигуряване на условия за пълно изгаряне на въглерода (до CO<sub>2</sub>, който е напълно безвреден), за намаляване на времето за пускане и за празен ход и за нормално натоварване на карбураторните двигатели ( $\alpha \geq 1$ ). Особено опасна е работата на тези двигатели в затворени помещения – гаражи, складове и цехове (за мотокарите) и др.

Дизеловите двигатели са много по-чисти и по-безвредни от карбураторните. Количеството на CO в отработилите газове е 10–40 пъти по-малко, а оловни съединения не се съдържат, защото в дизеловото гориво не е необходимо да се добавят такива съединения. Саждите (черен дим), които изпускат дизеловите двигатели при форсиране и пълно натоварване, не са толкова вредни, колкото изглеждат. Наистина те съдържат канцерогенно вещество (бензапирен – тип CH), но в такова малко количество, че вредното му влияние е далеч под допустимите норми. Въпреки това дизеловите двигатели не бива да се форсират и да се натоварват напълно в населени места.

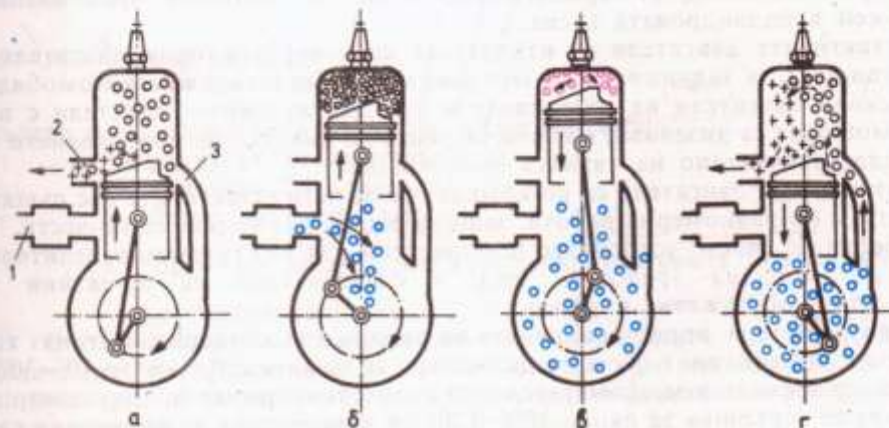
За намаляване на вредните съставки в отработилите газове много съвременни двигатели са снабдени с пречистващи уреди.

С четвъртия такт работният цикъл завършва. След това процесите се повтарят. От четирите такта само третият (разширяването) е работен. Другите са спомагателни и се извършват за сметка на работния чрез кинетичната енергия на коляновия вал и маховика и на работните тактове в другите цилиндри.

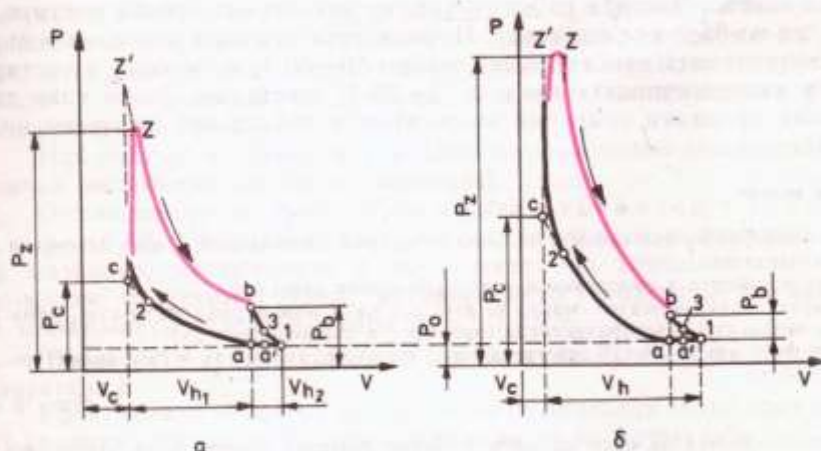
### 2.3.2. Действие на двутактовите двигатели

В двутактовите двигатели процесите на работния цикъл протичат за два хода на буталото.

**Първи такт — всмукване и сгъстяване** (фиг. 2.4 а, б и 2.5 — линия а—2—с). Буталото се движи към GMT. Продухвателният 3 и изпускателният 2 са открити. Пространството над буталото е почистено от отработилите газове на миналия цикъл и е запълнено с работна смес. При движението си към GMT буталото закрива най-напред продухвателния, а след това и изпускателния отвор. В следващия момент долната част на буталото открива всмукателния отвор 1 и поради създаденото вече разреждане в херметичния картер навлиза горивна смес. Над буталото работната смес се сгъстява и около GMT се възпламенява (2—с—z или 2—с—z'—z). Следователно този такт се характеризира главно с всмукване на горивна смес под буталото и сгъстяване на работната смес над буталото. Другите процеси са частични — продухването и изпускането завършват (1—а'—а), а горенето започва.



Фиг. 2.4. Схема на действие на двутактов двигател



Фиг. 2.5. Индикаторни диаграми на двутактови двигатели  
а — карбураторен двигател; б — дизелов двигател



Втори такт — разширяване (над буталото) и сгъстяване (под буталото), начало на изпускането и продухване (фиг. 2.4 в, г). Буталото се движи от горна към ДМТ и под действието на разширяващите се газове извършва полезна работа (линия  $z-b$  — фиг. 2.5). През това време с долната си част буталото закрива всмукателния отвор и в картера се извършва сгъстяване на горивната смес. Преди да стигне ДМТ, буталото открива с горната си част най-напред изпускателния отвор (т.  $b$ ) и отработилите газове, които имат сравнително високо налягане, излизат в атмосферата. Когато буталото открие продухвания отвор (т.  $з$ ), сгъстената в картера горивна смес преминава в надбуталното пространство на цилиндъра, като спомага за почистването му от отработилите газове. Тези процеси завършват в началото на следващия такт до затварянето на съответните отвори (т.  $г'$  и  $a$ ). След това процесите се повтарят в същата последователност.

С цел да се подобри издухването на отработилите газове и да се намали загубата на прясна горивна смес при това издухване в някои двутактови двигатели горивната смес се подава направо в цилиндъра с компресор (безкартерно пълнене), а отработилите газове се изпускат чрез клапан, разположен в цилиндровата глава.

Двутактовите двигатели се използват като карбураторни двигатели с малка мощност за задвижване на мотоциклети и малотиражни автомобили, като пускови двигатели на дизеловите и др. Двутактовите двигатели с по-голяма мощност са дизелови, в които загубата на въздух при продухването не се отразява значително на тяхната икономичност.

Двутактовите двигатели са по-компактни от четиритактовите със същата мощност и с по-равномерна работа, защото работните ходове са по-чести. Те са по-прости по своето устройство (с опростени или без газоразпределителен механизъм, мазилна уредба и др.), и следователно са по-евтини за производство, обслужване и ремонт.

От друга страна, поради наличието на отвори в цилиндъра работният ход на буталото и работният обем на цилиндъра се намаляват с около 10–30%. Намалява се времето и за спомагателните процеси, например продухването на цилиндъра се извършва за около 100–120° от завъртането на колянвия вал, докато в четиритактовия двигател този процес се извършва за 200–220°. Това влошава качеството на работния цикъл и увеличава вредните съставки на отработилите газове. Честите работни ходове натоварват повече частите на двигателя — те по-бързо се износват. Поради тези причини при едни и същи параметри двутактовите двигатели са с около 50–60 % по-мощни от четиритактовите, но икономичността им е с 15–20 % по-малка. Освен това тези двигатели имат по-малки спирачни възможности и създават по-голям шум.

#### Въпроси и задачи

1. Кога цилиндърът на двигателя се запълва по-добре с горивна смес — през слънчевия ден или през нощта на лятото?
2. Сравнете процесите в дизеловия и в карбураторния двигател!
3. Защо двутактовият двигател, макар че има два пъти повече работни ходове, няма два пъти по-голяма мощност от четиритактовия (при едни и същи параметри)?
4. Определете силата  $F_p$ , която действа върху буталото, ако  $p_c = 10$  МПа и диаметърът на буталото е  $D = 0,10$  m!

Отг. 78 kN.

5. Определете времето за един цикъл в 4-тактов двигател с честота на въртението на колянвия вал  $n = 5400$  min<sup>-1</sup>!

Отг. 0,022 s.

## 2.4. ОСНОВНИ ПОКАЗАТЕЛИ ЗА РАБОТАТА НА ДВИГАТЕЛИТЕ С ВЪТРЕШНО ГОРЕНЕ

Качеството на работа на един ДВГ, неговата годност и използваемост могат да се преценят по следните основни показатели: индикаторна  $P_i$  и ефективна  $P_e$  мощност; специфичен разход на гориво  $g_e$ ; к.п.д. — индикаторен  $\eta_i$  и ефективен  $\eta_e$ ; литрова мощност  $P_l$ ; специфична маса  $G_s$ ; въртящ момент  $M$ .

**Индикаторна мощност  $P_i$ .** Представлява полезната работа, която се извършва от газовете в цилиндриите на двигателя за единица време. Тя се определя от полезната повърхнина на индикаторната диаграма, а броят на циклите за една секунда — от честотата на въртене  $n$  и на коляновия вал.

За да не се снима всеки път индикаторната диаграма и да се измерва нейната повърхнина, полезната работа  $A_i$  на газовете може да се представи като произведение на условното средно налягане на газовете за един цикъл  $p_i$  и работния обем на цилиндъра  $V_h$ :

$$A_i = p_i V_h, \text{ kN.m,}$$

$$\text{и } P_i = \frac{A_i}{t} = p_i \pi r^2 s i k, \text{ kW,}$$

където  $p_i$  е средното индикаторно налягане, kPa;

$r$  — радиусът на цилиндъра, m;

$s$  — ходът на буталото, m;

$i$  — броят на цилиндриите;

$k$  — броят на циклите за 1 s (за четиритактовите двигатели  $k = \frac{n}{2}$ , а за двутактовите  $k = n$ ).

В техническата характеристика на двигателите се дават данни за величините във формулата за изчисляване на  $P_i$ , с изключение на средното индикаторно налягане, което за карбураторните двигатели е  $p_i = 0,8 \div 1,2$  МПа, а за дизеловите двигатели е  $0,7 - 1,0$  МПа.

**Ефективна мощност  $P_e$ .** Цялата индикаторна мощност от разширяващите се газове не може да се изведе за извършване на полезна работа извън двигателя. Частта от  $P_i$ , която неизбежно се изразходва за преодоляване на триенето между частите и възлите на двигателя, се бележи с  $P_f$ . Останалата част от  $P_i$ , която се използва за извършване на работа от други механизми, възли и съоръжения, се нарича ефективна мощност на двигателя  $P_e$ . Следователно  $P_e = P_i - P_f$ .

Най-голямо е триенето в коляно-мотовилковия механизъм (65–75% от всички механични загуби в двигателя).

Отношението на  $P_e$  към  $P_i$  се нарича механичен к.п.д. на двигателя, т. е.  $\eta_m = P_e / P_i$ . Стойността на  $\eta_m$  е толкова по-голяма, колкото по-качествени са мазането, материалите и обработката на триещите се части, колкото по-малки са техният брой, натоварването, скоростта на движение и др. В зависимост от тези фактори  $\eta_m = 0,7 \div 0,9$ .

(Помислете какви стойности ще получат  $P_i$ ,  $P_e$  и  $\eta_m$  при празен ход на двигателя.)

Ефективната мощност на двигателя се определя точно чрез натоварването му на специален стенд. Тя може да се изчисли по формулата за  $P_i$ , като се вземе предвид, че  $P_e = \eta_m P_i$  и  $P_e = \eta_m p_i$ , където  $p_e$  се нарича средно ефективно налягане.

**Специфичен разход на гориво  $g_e$ .** Това е количеството гориво, което се изразходва в двигателя за единица ефективна мощност в kW за 1 h, т. е.



$$g_e = \frac{G_s}{P_e} \cdot g/(kW.h),$$

където  $G_s$  е общият разход на гориво в  $g$  за 1 h.

Часовият разход може да се измери, а  $P_e$  обикновено се дава в техническите характеристики, но може и да се изчисли.

Средните стойности на  $g_e$  за съвременните четиритактови карбураторни двигатели са  $270-300 g/(kW.h) / 200-220 g/(k.c.h)$ , за дизеловите  $g_e = 200-270 g/(kW.h) / 140-200 g/(k.c.h)$ , а за двутактовите карбураторни двигатели  $g_e = 300-375 g/(kW.h)$ .

Специфичният разход на гориво характеризира икономичността на двигателя, като отчита както топлинните загуби (качеството на процесите), така и големината на механичните загуби.

(Помислете защо часовият разход на гориво  $G_s$  не определя икономичността на двигателя.)

**Литрова мощност  $P_l$ .** Ефективната мощност, която се получава от 1 l работен обем на двигателя, се нарича литрова мощност. Тя се определя по изрази

$$P_l = \frac{P_e}{iV_h} = \frac{P_e}{V_l}, kW/l.$$

Литровата мощност характеризира ефективното използване на литража на двигателя.

За съвременните карбураторни двигатели  $P_l = 35-45 kW/l$ , а за дизеловите е  $15-25 kW/l$ . Дизеловите имат по-голям литраж, за да се осигури достатъчно въздух за бързо и пълно изгаряне на впръсканото гориво.

(Помислете каква стойност ще има  $P_l$  за двутактовите двигатели в сравнение с четиритактовите.)

**Специфична маса на двигателя  $G_s$ .** Това е масата на двигателя в  $kg$ , която се пада на единица мощност в  $kW$ , т. е.

$$G_s = \frac{G_d}{P_e}, kg/kW,$$

където  $G_d$  е общата маса на двигателя.

Този показател характеризира двигателя по разхода на материали (метал и др.) за изработването му. Обикновено двигатели с по-голяма литрова мощност имат по-малка специфична маса. Съвременните автомобилни двигатели имат  $G_s = 1,5-3,5 kg/kW$ . За тракторните дизелови двигатели  $G_s = 3,0-6,0 kg/kW$ .

(Помислете как може да се намали специфичната маса на двигателя освен чрез намаляване на литража за една и съща мощност.)

**Въртящ момент  $M$ .** Произведението на силата  $F_t$ , която върти колянвия вал, по разстоянието до оста на въртене на вала (радиус  $r$ ) се нарича въртящ момент  $M$  на двигателя (фиг. 2.6):

$$M = F_t r, kN.m.$$

Силата  $F_t$  е част от силата на газовете  $F_g$ . Тъй като  $F_g$  е насочена вертикално към челото на буталото, а се възприема от мотовилката под ъгъл, тя се разлага на две съставни сили —  $F_N$ , която притиска буталото към цилиндъра, и  $F_s$ , която се предава на колянвия вал. Ъгълът между мотовилката и рамото на колянното постоянно се изменя. Ето защо и силата  $F_s$  се разлага на две сили —  $F_{st}$ , която действа върху лагерите на вала, и  $F_{tr}$ , която върти вала.

Въртящият момент е важен показател за работата на двигателя, от него зависи големината на теглителната сила на МПС. Определя се при изпитване

на двигателя (вж. гл. 10) и при равни други условия зависи само от средното ефективно налягане на газовете върху буталото. Въртящият момент получава най-голяма стойност при около два пъти по-малка честота на въртенето на вала, отколкото честотата, при която се получава  $P_{e_{max}}$ .

Между въртящия момент на двигателя  $M$ , ефективната мощност  $P_e$  и честотата на въртене на коляновия вал  $n$  съществува следната зависимост:

$$M = \frac{P_e}{2\pi n}, \text{ kN.m,}$$

където  $P_e$  е в kW, а  $n$  в  $s^{-1}$ .

(Помислете може ли един двигател с по-малка ефективна мощност от тази на друг двигател да има по-голям въртящ момент.)

**Топлинен баланс.** Съгласно с втория принцип на термодинамиката не е възможно цялата топлина в даден процес да се превърне в механична работа; част от топлината неизбежно трябва да се предаде на друго тяло. В ДВГ само около 30 % от топлината, получена от изгарянето на горивото в карбураторния двигател и 40 % в дизеловия двигател, се превръща в полезна работа. Останалата част се губи в атмосферата чрез отработилите газове, охлаждащата течност, стените на двигателя и др. Разпределението на топлината, която може да се получи при изгаряне на изразходваното гориво, се нарича топлинен баланс на двигателя. Анализът на разхода на топлина дава насоки за увеличаване на частта, която може да се превърне в полезна работа. Топлинният баланс може да се представи чрез следното уравнение:

$$Q = Q_e + Q_g + Q_o + Q_n + Q_{ост},$$

където  $Q$  е общото количество на топлината (100 %);

$Q_e$  – топлината, превърната в полезна работа (30–40 %);

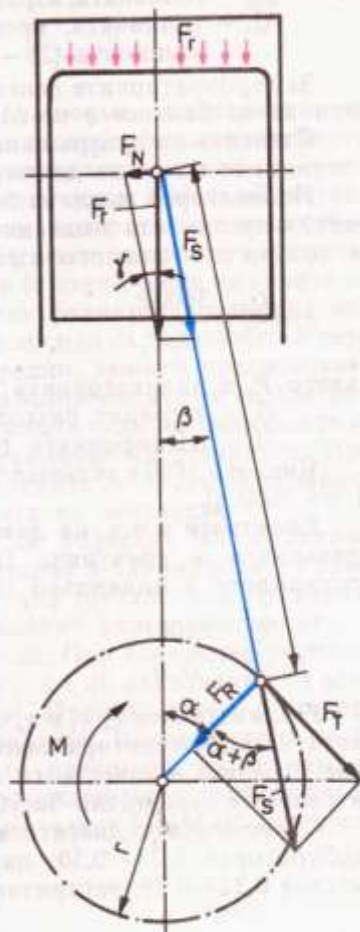
( $Q_e = Q_{cm} + Q_i$ );

$Q_g$  – топлината, отнесена с отработилите газове (25–35 %);

$Q_o$  – топлината, постъпила в охлаждащата среда (20–30 %);

$Q_n$  – топлината, загубена от непълното изгаряне на горивото (0–20 %);

$Q_{ост}$  – топлината, загубена при топлинното излъчване на стените на двигателя, за преодоляване на триенето и др. (4–10 %);



Фиг. 2.6. Сили, действащи в коляновомотовилковия механизъм



$Q_{\text{сп}}$  – топлината, изразходвана за триенето в силовото предаване (2–6 %);  
 $Q_t$  – топлината, превърната в механична енергия за задвижване на машината (25–35 %).

За карбураторните двигатели процентът на  $Q_e$  е по-малък, а на останалите членове на баланса е по-голям от тези за дизеловите двигатели.

Степента на превръщане на топлината в полезна работа се изразява чрез топлинните к.п.д. на двигателя.

**Индикаторен к.п.д. на двигателя  $\eta_i$ .** Изразява отношението на топлината, която е превърната в механична работа  $Q_t$  към цялата топлина, която може да се получи при пълното изгаряне на постъпилото в цилиндъра гориво  $Q$ :

$$\eta_i = \frac{Q_t}{G} = \frac{3600 P_i}{G H_f},$$

където  $P_i$  е индикаторната мощност, kW;

$G$  – часовият разход на гориво; kg/h;

$H_f$  – специфичната топлина на горивото, kJ/kg.

Числото 3600 е включено във формулата за уеднавяване на размерностите (1 h = 3600 s).

**Ефективен к.п.д. на двигателя  $\eta_e$ .** Изразява отношението на топлината, превърната в ефективна (полезна) работа  $Q_e$  към цялата топлина от постъпилото в цилиндъра гориво  $Q$ :

$$\eta_e = \frac{Q_e}{Q} = \frac{3600 P_e}{G H_f}.$$

Разликата между  $\eta_i$  и  $\eta_e$  се състои в това, че индикаторният к.п.д. на даден двигател характеризира качеството на процесите в него, а ефективният освен това отразява и качеството на конструкцията и изработката на двигателя – вътрешните механични загуби.

Съвременните двигатели имат следните стойности за  $\eta_e$ : четиритактов карбураторен 0,25–0,30; двутактов карбураторен 0,22–0,27; четиритактов дизелов 0,35–0,39; четиритактов дизелов с принудително пълнене 0,38–0,42.

#### Въпроси и задачи

1. Каква е разликата между индикаторните и ефективните показатели на ДВГ?
2. Изчислете индикаторната и ефективната мощност на карбураторен четиритактов двигател при следните данни:  $n = 80 \text{ s}^{-1}$ ;  $i = 4$ ;  $p_i = 900 \text{ kPa/kN/m}^2$ ;  $d = 0,08 \text{ m}$ ;  $s = 0,07 \text{ m}$ ;  $\eta_m = 0,9$ .

Отг.  $P_i = 55,8 \text{ kW}$ ;  $P_e = 50,2 \text{ kW}$ .

3. Ефективната мощност на четиритактов дизелов двигател е  $P_e = 90 \text{ kW}$  при честота на въртене на коляновия вал  $n = 60 \text{ s}^{-1}$ . Определете неговия въртящ момент  $M$ !

Отг. 0,24 kN.m.

4. Изчислете ефективната мощност на двутактов карбураторен двигател със следните параметри:  $p_e = 800 \text{ kPa/kN/m}^2$ ;  $d = 0,05 \text{ m}$ ;  $s = 0,05 \text{ m}$ ;  $n = 100 \text{ s}^{-1}$ ;  $i = 3$ !

Отг.  $P_e = 23,55 \text{ kW}$ .

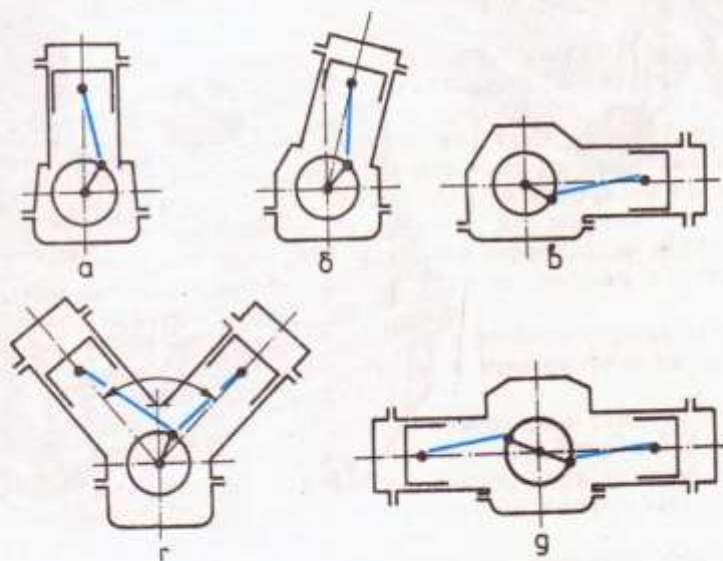
5. Определете кой двигател има по-голям въртящ момент, ако единият развива мощност  $P_e = 90 \text{ kW}$  при  $n = 60 \text{ s}^{-1}$ , а другият има  $P_e = 66 \text{ kW}$  при  $n = 30 \text{ s}^{-1}$ !

Коляно-мотовилковият механизъм (КММ) поема налягането на разширяващите се в цилиндъра газове и преобразува възвратно-праволинейното движение на буталото във въртеливо движение на коляновия вал.

По време на работата на двигателя върху елементите на КММ действуват налягането на газовете, инерционните сили на възвратно-праволинейно движещите се и на неуравновесените въртящи се маси, силите от теглото, триенето и др. Стойността и посоката на тези сили (с изключение на силите от теглото) се изменят в зависимост от ъгъла на завъртане на коляновия вал и процесите, извършвани в цилиндрите. Част от тези сили са полезни, тъй като осигуряват работата на двигателя, а други са вредни, защото предизвикват износване на двигателя. Полезни са силите от разширяващите се газове при работния такт. Към вредните се отнасят инерционните сили на движещите се елементи и силите на триене, възникващи при движение на детайлите. При увеличаване на хлабините в съединенията променливите по посока и стойност сили предизвикват бързо износване на елементите на двигателя.

Елементите на КММ условно могат да се разделят на подвижни и неподвижни. Неподвижните са цилиндърът, картерът и цилиндровата глава. Подвижни звена са елементите на буталната група (буталото с буталните пръстени и буталния болт), мотовилката, коляновият вал и маховикът.

Цилиндрите се разполагат в един или в два реда. При едноредно разположение цилиндрите могат да бъдат вертикални (фиг. 3.1 а), наклонени под ъгъл  $20-45^\circ$  (фиг. 3.1 б) или хоризонтални (фиг. 3.1 в). Първата схема е широко застъпена при тракторните и автомобилните двигатели. Втората схема често се среща при автомобилните двигатели, защото позволява да се намали височината им и по-добре да се разположат изпускателните тръбопроводи и другите механизми и уредби. На фиг. 3.1 г, д са показани КММ на двигатели



Фиг. 3.1. Схеми на КММ



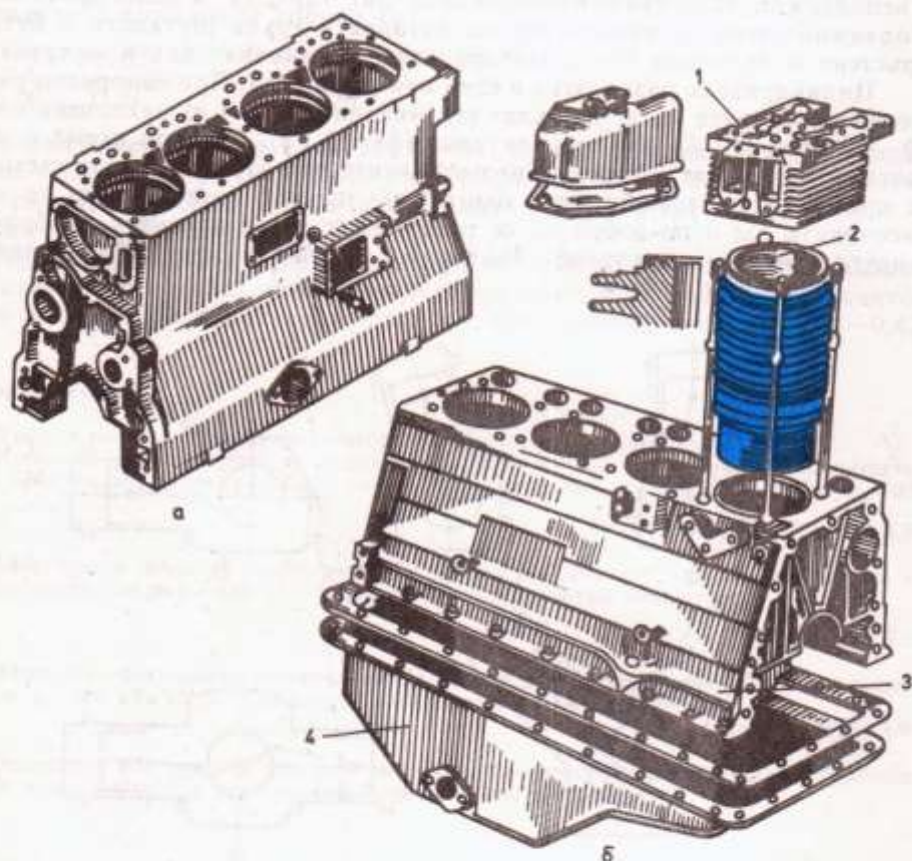
с двуредно разположение на цилиндрите. При повечето V-образни двигатели осите на цилиндрите са разположени под ъгъл 90 или 75°. Двигателите с цилиндри под ъгъл 180° са с противоположно движещи се бутала.

### 3.1. НЕПОДВИЖНИ ЧАСТИ

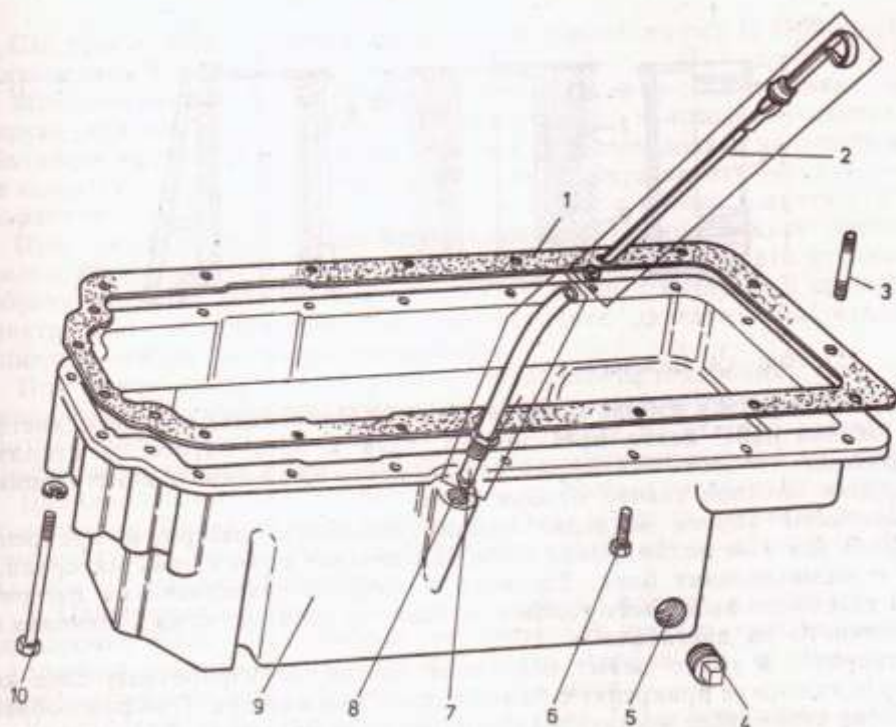
**1. Цилиндров блок.** Той е основна неподвижна съставна част на ДВГ. Вътре и отвън на него се монтират всички механизми и уредби на двигателя.

Цилиндровият блок е съединен отдолу с картер. В блока са поместени или отлети като едно цяло цилиндрите, в които се движат буталата. В горната част на картера е разположен колянният вал с основните лагери. При съвременните автотракторни двигатели долната част на картера е разглобяема, нарича се маслен картер.

При двигателите с течностно охлаждане цилиндрият блок и горната част на картера са отлети в едно тяло, наречено блок-картер (3.2 а). При двигателите с въздушно охлаждане (фиг. 3.2 б) цилиндрите 2 и главите 1 се изработват отделно и се съединяват към горната част на картера 3 с шпилки или болтове. Долната част на картера на четиритактовите двигатели



Фиг. 3.2. Блок-картер на четиритактови двигатели



Фиг. 3.3. Маслен картер

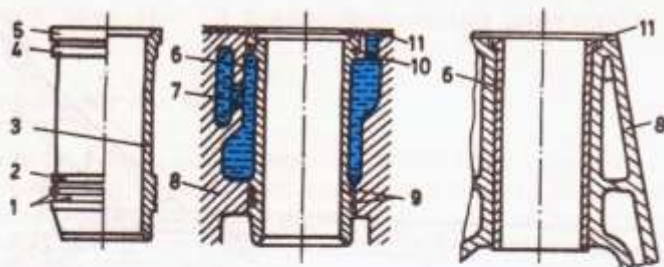
представлява корито 4, изработено от листов стомана или отлято от алуминиева сплав или чугун. Масленият картер 9 (фиг. 3.3) обикновено се изработва отделно от цилиндровия блок, но е част от него, защото го предпазва отдолу и затваря частите, намиращи се в блока от замърсяване. Той служи за резервоар на маслото, с което се мажат тези части. Масленият картер се прикрепва към блок-картера на двигателя чрез шпилките 3 или с болтовете 6 и 10, като върху тях се поставя уплътнителят (гарнитурата) 1, изработен от корк, напоен със специални смоли. В долната част на масления картер има отвор 5, който се затваря с пробка 4, и служи за източване на маслото от картера. Пръчката за измерване на нивото на маслото 2 се поставя в тръбичката 7, навита в отвора 8 на масления картер. При някои двигатели пръчката за измерване на нивото на маслото се поставя в отвор, пробит в картера на цилиндровия блок.

В горната част на блок-картера се намират резбови отвори за загиване на шпилките за закрепване на главата и отвори за преминаване на охлаждащата течност.

В пространството между стените на блок-картера и стените на цилиндри-те, наречено риза, циркулира охлаждаща течност. Ризата обхваща цялата дължина на двигателя и има подходяща форма, така че при работата на охлаждащата уредба да не се образуват въздушни и парни мехури, които да предизвикват местни топлинни напрежения.

За да се предпази цилиндровият блок от спукване при евентуално замръзване на водата в него, от външната страна на блока се оставят няколко отвора, които се затварят с ламаринени капачки. При замръзване ледът





Фиг. 3.4. Цилиндрови втулки

увеличава обема си и избива капачките навън. Напоследък за охлаждането на почти всички ДВГ както през зимата, така и през лятото се използва незамръзваща течност — антифриз, поради което в най-новите конструкции на цилиндрови блокове такива отвори няма.

Лагерните капаци затварят отдолу основните лагери и прикрепват колянния вал към цилиндровия блок. Изработват се от същия материал, от който е цилиндровият блок. Здравото и точното закрепване на лагерните капаци към блока има много голямо значение за трайността на колянния вал и износването на двигателя.

Отворите, в които лежат основните лагери, се изработват, след като лагерните капаци се прикрепят с болтовете им към картера. При разглобяване и повторно сглобяване местата им не трябва да се променят. Ето защо отдолу и встрани те се маркират с поредния номер на лагера, който носят.

При работа на двигателя блок-картерът е подложен на големи механични и топлинни натоварвания. За да бъде достатъчно здрав и надежден, стените му и преградите се оребрават. Блок-картерите се отливат от сив дребнозърнест чугун или от алуминиеви сплави и се подлагат на допълнителна термична обработка.

**2. Цилиндър.** Той направлява движението на буталото и в него протичат работните цикли. Вътрешната му работна повърхност е подложена на значителни натоварвания. Ето защо цилиндърът трябва: да издържа на големи натоварвания; да има гладка вътрешна повърхност за намаляване на триенето при движение на буталото; да има висока износостойчивост; да осигурява добра херметичност на работното пространство.

В зависимост от начина на охлаждане цилиндрите имат различна конструкция. При двигателите с течностно охлаждане те биват два вида — несменяеми и сменяеми. Първите се отливат заедно с блок-картера. Сменяемите цилиндри са много разпространени и се наричат цилиндрови втулки (фиг. 3.4 а). Отвън те имат два или три шлифовани пояса 2 и 4, с които се центроват към леглото. Уплътняват се с гумени уплътнители 9, поставени в каналите 1, за да не преминава охлаждаща течност. Под фланеца 5 се поставя меден уплътнителен пръстен 10, а към цилиндровата глава — уплътнителна гарнитура 11.

Цилиндровите втулки биват мокри (фиг. 3.4 б) и сухи (фиг. 3.4 в). При първите охлаждащата течност 7 умива непосредствено стените на втулките, с което се осигурява по-добро топлоотдаване. Сухите втулки се набиват в цилиндровите легла по цялата дължина на цилиндъра или само в горната му част. Ето защо охлаждащата течност не влиза в непосредствен контакт с външната им повърхност. При сухите втулки здравината на цилиндровия блок 8 е по-голяма, но топлоотдаването е по-лошо в сравнение с мокрите втулки.



Със сухи втулки са всички двигатели от фамилията ред Д-2900 до Д-5800, произвеждани у нас.

Мокрите втулки се изработват от чугун, легиран с хром, никел, манган и други елементи, повишаващи твърдостта и изнosoустойчивостта му. Дебелината на стените на мокрите втулки е 2–5 mm, докато на сухите втулки тя е само 1,5–2 mm. За повишаване на твърдостта на вътрешната работна повърхност 3 на втулките тя се закалява с ток с висока честота (ТВЧ).

При двигателите с въздушно охлаждане цилиндрите се изработват отделно един от друг и от картера (фиг. 3.2 б). От външната страна те са оребрени, за да се увеличи контактната им площ с въздуха. В средната и в долната част на цилиндрите на двутактовите двигатели са изработени специални отвори за газоразпределянето.

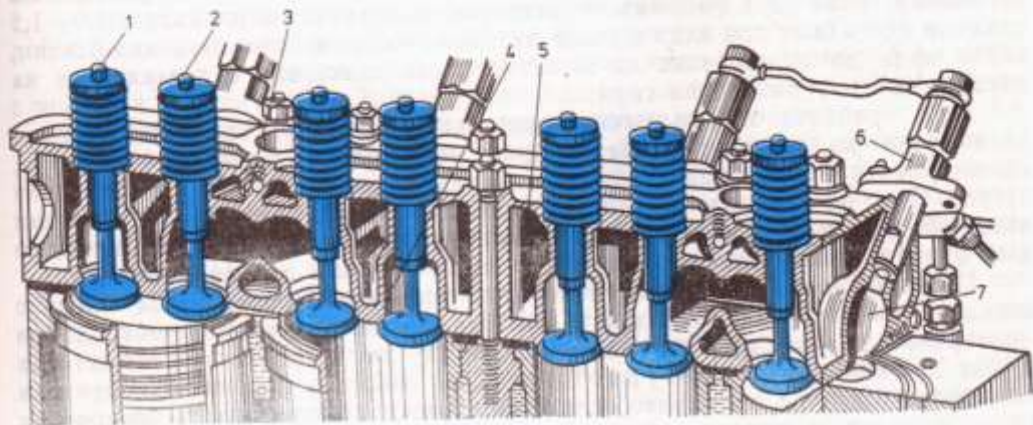
При някои двигатели за леки автомобили цилиндрият блок заедно с цилиндрите се отливат от алуминиева сплав, но вместо сухи чугунени втулки работната повърхност на цилиндрите се покрива по електрохимичен начин с графит и молибден, които предпазват алуминиевата сплав от износване.

Цилиндрите на ДВГ са подложени на големи механични и топлинни натоварвания. Налегането на горещите газове може да достигне до 10 МПа, а температурата им до 2530 °С. По повърхността им непрекъснато се трият буталата с буталните пръстени.

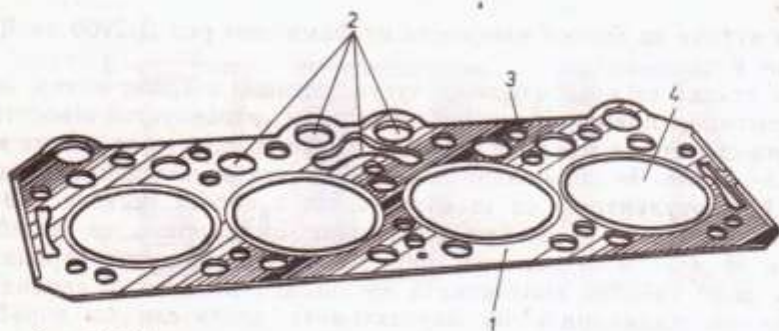
**3. Цилиндрова глава.** Тя има сложна форма и затваря отгоре цилиндрият блок. При работа на двигателя понася големи механични и топлинни натоварвания, поради което трябва да е много здрава и недеформируема при относително малка маса.

Конструкцията на цилиндрият блок (фиг. 3.5) се определя в зависимост от формата и разположението на горивната камера 7, броя и разположението на запалителните свещи или впръсквачи 6, всмукателните 1 и изпускателните 2 клапани, формата на външните всмукателни 3 и изпускателни 4 тръбопроводи и особеностите на кухините 5 за охлаждащата течност.

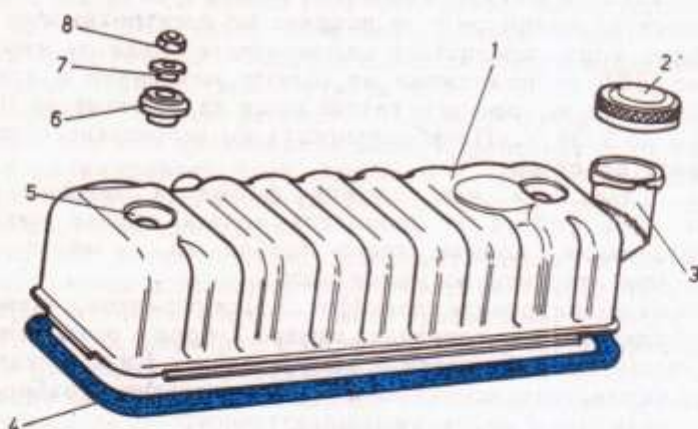
В главата срещу всеки цилиндър са изработени два отвора, краищата на които са скосени под ъгъл 45°. Те служат за опорни пояси на всмукателните и изпускателните тръбопроводи. Във вътрешната част на главата са разположени кухините за циркулиране на охлаждащата течност. Тези кухини се съединяват с водната риза на блок-картера с вертикални отвори.







Фиг. 3.6. Уплътнителна гарнитура на цилиндровата глава



Фиг. 3.7. Капак на цилиндровата глава

При автомобилните карбураторни и малките дизелови двигатели цилиндровата глава е обща за всички цилиндри и се отлива от алуминиева сплав (по изключение от чугун). Алуминиевите глави са 3–4 пъти по-леки от чугунените. Благодарение на много по-голямата топлопроводност на алуминия горивната камера много по-добре се охлажда и се намалява опасността от появата на детонация. Това дава възможност степента на сгъстяване да бъде с 1,0–1,5 единици по-голяма при едно и също октаново число на използвания бензин, което води до повишаване на мощността на двигателя и намаляване на специфичния му разход на гориво.

При средните по големина дизелови двигатели, предназначени за задвижване на мотокари, лекотоварни автомобили и малки трактори, цилиндровата глава също е обща за всички цилиндри, но се изработва от чугун. При по-големите дизелови двигатели, предназначени за товарни автомобили, автобуси, тежки трактори и строителни машини, всеки цилиндър има отделна глава или по една обща глава за всяка двойка цилиндри.

Цилиндровата глава (или отделните глави) се притяга към блока с шпилки, завинтени в блока, или с болтове. За да се уплътни много добре пространството между главата и блока, между тях се поставя уплътнителят 1 (фиг. 3.6), наречен гарнитура. В нея освен отворите 4 за цилиндрите има множество отвори 2, през които охлаждащата течност минава от цилиндровата глава в блока, и отворите 3 за шпилките или болтовете за притягане на

главата. Гарнитурите се изработват от пресован азбест, обхванат с медна ламарина или от мека стомана. Тя трябва да бъде топлоустойчива и пластична, за да може при притягането на главата да се деформира и да запълни неравностите в допирните плоскости между цилиндровия блок и главата.

Всички шпилки (или болтове), с които се прикрепва главата към цилиндровия блок, трябва да се притягат в определена последователност (обикновено се започва от средните шпилки) и със строго определен въртящ момент, като за целта се използва специален динамометричен ключ. Ако главата не е достатъчно добре притегната, горещите газове минават между нея и гарнитурата и тя прегаря или пък охлаждащата течност започва да прониква в цилиндрите, което създава опасност от воден удар и повреждане на двигателя. При притягане над определената стойност цилиндровата глава се деформира, а самите шпилки се разтеглят и могат да се скъсат.

Над цилиндровата глава се поставя *капакът 1* (фиг. 3.7), шампован от тънкостенна стоманена ламарина или отлят от алуминиева или магнезиева сплав. Той предпазва механизмите, намиращи се в главата — клапани, кобилицы, разпределителен вал и др., от замърсяване и не позволява на маслото, с което се мажат, да пръска извън двигателя.

Обикновено капакът е с гърловина 3, през която се налива прясно масло в двигателя. Тя се затваря с капачката 2. Капакът се прикрепва към главата или чрез болтчета, разположени по долната му периферия, или чрез две шпилки (както на фиг. 3.7), завинтени към главата. Притяга се с гайката 8, уплътнителната шайба 7 и подложката 6, които влизат в отвора 5, през който минава шпилката. Между капака и главата се поставя корков или гумен уплътнител 4.

### Въпроси и задачи

1. Начертайте схема на КММ! Посочете кои елементи са подвижни и кои неподвижни!
2. Как е устроен блок-картерът на двигателите с течностно и въздушно охлаждане?
3. Как е устроена главата на двигателите с течностно и въздушно охлаждане?

### 3.2. ПОДВИЖНИ ЧАСТИ

Подвижните части от КММ се делят на три групи (фиг. 3.8):

— бутална група, състояща се от буталото 2, буталните пръстени 1 и буталния болт 10;

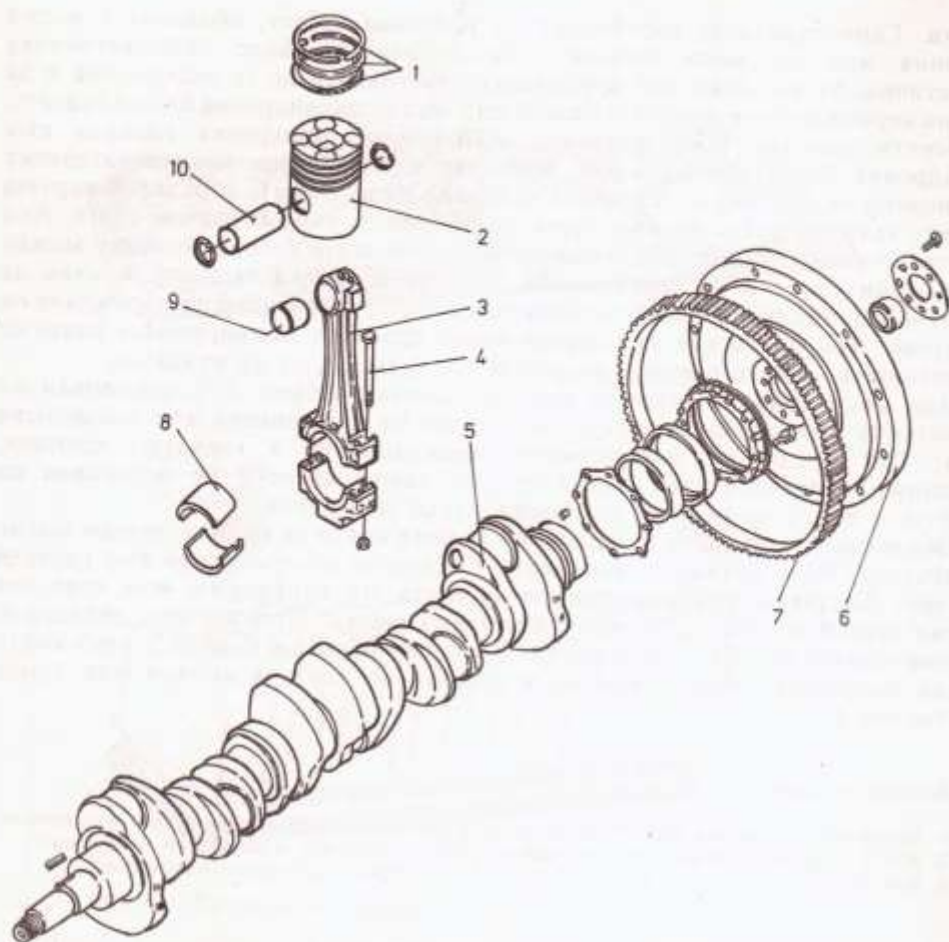
— мотовилкова група, състояща се от мотовилката 3 (стебло и капак на долната глава с болтове 4), лагерите 8 и лагерната втулка 9;

— колянкова група, състояща се от колянвия вал 5 с маховика 6, на който е поставен зъбният венец 7; към колянвия вал се прикрепват зъбни козела, ремъчни шайби и други въртящи се части, които не са показани на фиг. 3.8.

**Бутална група.** Тя изпълнява следните функции: поема налягането на газовете и го предава на мотовилката; оформя горивната камера; уплътнява цилиндъра; осигурява отвеждане на топлината към цилиндъра; изпълнява функциите на газоразпределителен механизъм при някои двутактови двигатели.

**Буталото** (фиг. 3.9) е една от най-натоварените части на двигателя. Върху челото му действа силата на газовете, която може да достигне до 60 kN при карбураторните двигатели и до 100 kN при дизеловите. Горната му част е в непосредствен контакт с нагорешените газове, чиято максимална температура достига до 2530 °C. Буталото трябва да бъде не само много здраво, но и колкото се може по-леко, за да се намали големината на инерционните сили. Буталата на всички двигатели — карбураторни и дизелови,

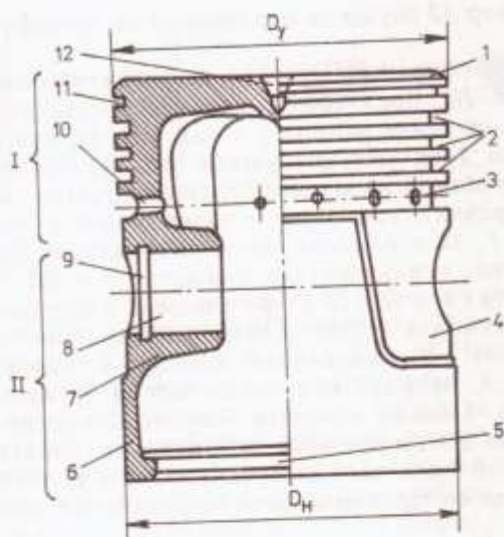




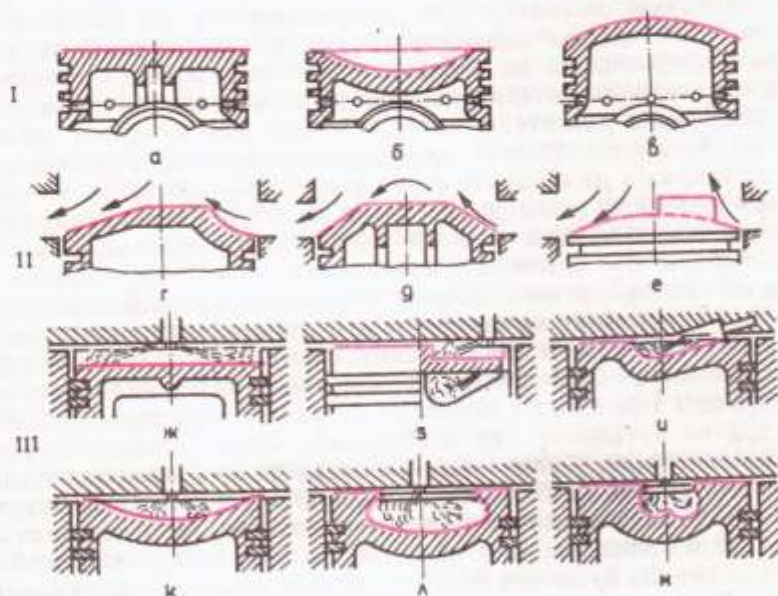
Фиг. 3.8. Подвижни части на КММ

се изработват от алуминиеви сплави с високо съдържание на силиций (8–19%), който придава необходимата твърдост на сплавта и намалява линейното ѝ разширение. В буталото могат да се разграничат следните основни елементи: чело; уплътняваща част I; направляваща част II.

Челото на буталото образува с цилиндровата глава горивната камера. Формата му може да бъде плоска (фиг. 3.10 а, ж), вдлъбната (фиг. 3.10 б) или изпъкнала (фиг. 3.10 в). Тя зависи от формата на горивната камера, тактността на двигателя, разположението на клапаните и системата за газоразпределение. Най-голямо разпространение имат буталата с плоски чела, тъй като са с най-проста конструкция, лесно се изработват и осигуряват подходяща горивна камера. При двутактовите двигатели челото на буталото има специална форма (фиг. 3.10 г, д), за да осигури насочване на отработилите газове, продухвания въздух или прясната горивна смес, а в някои случаи се поставят отражатели (фиг. 3.10 е). При дизеловите двигатели буталата имат чела със сложна вдлъбната форма (фиг. 3.10 з до м), която зависи от степента на сгъстяване, начина на смесообразуване и разположението на впръсвачите.



Фиг. 3.9. Бутало



Фиг. 3.10. Форма на челото на буталото

Уплътняващата част I е разположена непосредствено под челото. В нея са изрязани каналите 2 (фиг. 3.10) за уплътнителните пръстени и каналът 3 за маслообирация пръстен. На някои бутала се изработва и каналът II, чрез който топлинният поток се насочва от челото към втория уплътнителен пръстен, който се загрява по-малко отколкото най-горният първи уплътнителен



пръстен. Глухият отвор 12 служи за центроване на буталото при механичната му обработка.

В канала за маслообирация пръстен са пробити множество отвори или продълговати изрези 10, през които маслото, остъргано от пръстена от цилиндровата стена, се стича обратно в картера на двигателя.

Най-горната зона I на уплътняващата част на буталото се загрева до 250–350 °C, докато в зоната на маслообирация пръстен температурата е под 200 °C. За да се изравнят топлинните разширения в различните зони на уплътняващата част I, тя е конусна, като най-малкият диаметър на конуса е в най-загрятата зона, а разликата в диаметрите е 0,1–0,2 mm.

Направляващата част II е разположена под уплътняващата. В най-горната ѝ част са главините 7 (фиг. 3.9) с цилиндричните отвори 8, в които влиза буталният болт. В напречните канали 9 влизат осигурителните (зегеровите) пръстени. С направляващата си част II буталото се допира върху стената на цилиндъра. Понеже в зоната 4 около отворите за буталния болт буталото не се допира до цилиндъра, тя е леко вдлъбната навътре. Поясът 5 е разположен в най-долната част на буталото. При необходимост от него се изрязва материал, за да се изравни Масата на буталото с масата на останалите бутала от двигателя.

Диаметърът  $D_n$  на направляващата част 6 е с 0,08–0,12 mm по-малък от този на цилиндъра, но и той не е постоянен, защото сечението на тази част от буталото е овално с малък диаметър, разположен по надлъжната ос на двигателя, и голям диаметър – по напречната му ос. Разликата между най-големия и най-малкия диаметър е само 0,1–0,3 mm. С овалността се компенсира деформацията на буталото при страничния му натиск върху цилиндъра и когато двигателят работи, то има цилиндрична форма.

При дизеловите двигатели за АТК горивната камера е разположена в челото на буталото. Когато двигателят е и с принудително пълнене (въздухът се вкарва в цилиндри с налягане 0,15–0,25 МПа), налягането на газовете при горенето може да достигне до 15 МПа, а температурата на стените на горивната камера – до 330–480 °C. За предпазване на стените на горивната камера от прегаряне понякога в челото се поставя вложка, изработена от топлоустойчива стомана или от керамични материали. За да се избегне бързото разбиване на канала на най-горния бутален пръстен, каналът често се изработва в чугунена или стоманена вставка, която се залива в буталото.

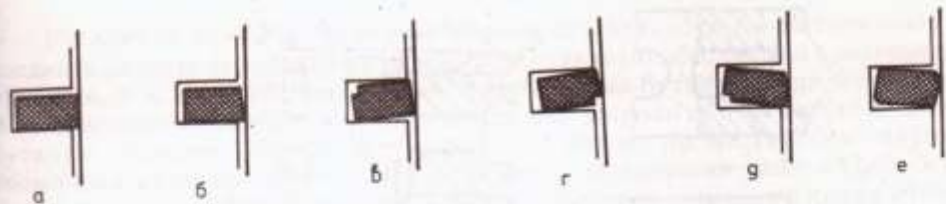
За осигуряване на свободно движение на буталото в цилиндъра се оставя хлабина, наречена топлинна, която за бутала от леки сплави е 0,002–0,003 от диаметъра на буталото. Ако хлабината е много голяма, затруднява се пускането на двигателя, увеличава се износването и се появяват чукания. Ето защо хлабината трябва да бъде минимална. Измерва се перпендикулярно на буталния болт. За да се предпази буталото от затягане, се използват следните методи: по направляващата част на буталото се изработват П- и Т-образни прорези; в гнездата за буталния болт се поставят инварни пластинки; гнездата на буталния болт се армират; използват се овални бутала и др.

При някои бутала челото и стените се охлаждат от вътрешната им страна с масло.

Буталните пръстени са два вида – уплътнителни и маслообиращи. Първите уплътняват надбуталното пространство и не позволяват на газовете от него да навлязат в картера на двигателя, а вторите остъргват излишното масло от стената на цилиндъра.

Уплътнителните бутални пръстени се изработват от чугун, легиран с хром, силиций, молибден и други метали, които осигуряват необходимата им пластичност, топлоустойчивост и изнosoустойчивост. Напречното сечение





Фиг. 3.11. Бутални пръстени

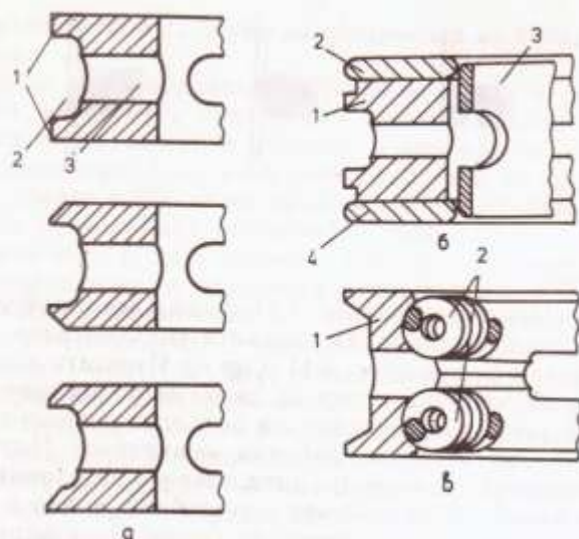
на най-горния пръстен е правоъгълно (фиг. 3.11 а) или е леко заоблено в частта, опираща се в стената на цилиндъра. По-долните уплътнителни пръстени са с по-сложна трапецовидна форма (фиг. 3.11 б до д). Изрезите и наклоните по работната повърхност на пръстена спомагат да заема положението, показано на фиг. 3.11 в, г, д, и така допълнително да остъргва излишното масло от цилиндъра. Пръстенът със заоблена работна повърхност (фиг. 3.11 е) се използва все по-често както в карбураторните, така и в дизеловите двигатели. Изпъкналата му повърхност се напластява с молибден, който е устойчив на високи температури и има малък коефициент на триене. Тази форма предпазва пръстена от прегаряне и осигурява много добро уплътняване.

Външният диаметър на буталния пръстен е малко по-голям от този на цилиндъра. Пръстенът се срязва, за да може да се свие и да влезе в цилиндъра. Срязването му придава еластичност и осигурява плътното му прилягане към стената на цилиндъра. Силата на притискане на буталните пръстени към стената на цилиндъра под действието на еластичността им осигурява необходимото уплътняване само през време на всмукателния и изпускателния такт, когато налягането на газовете в цилиндъра е малко. През време на тактовете сгъстяване и разширяване буталните пръстени уплътняват благодарение на налягането на самите газове.

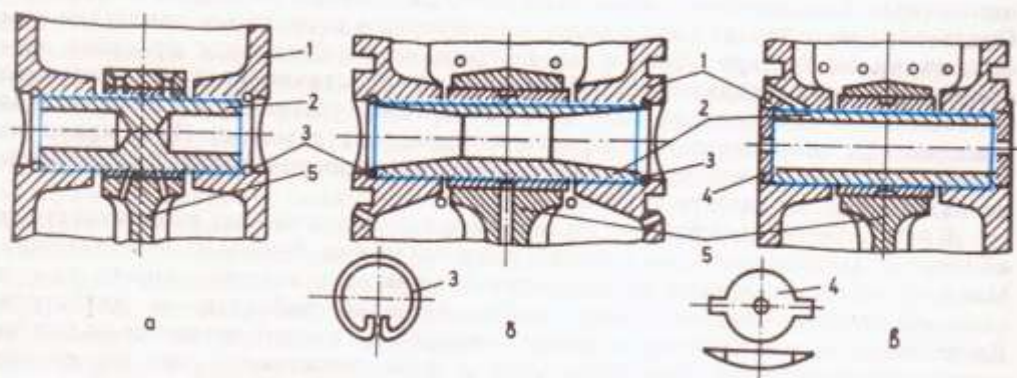
Когато двигателят работи, цилиндриите в долната си част непрекъснато се обливат с масло, което намалява триенето между буталото и цилиндъра. Маслото обаче не трябва да прониква в горивната камера, защото там се овъглява и се образува нагар, който влошава работата на двигателя. Движението на маслото към горивната камера до голяма степен се дължи на самите уплътнителни пръстени, които при движението си постепенно изтласкват маслото, проникнало над тях, към горивната камера. За да се намали това действие на буталните пръстени, те се изработват със сечения, показани на фиг. 3.11 б до д. Като застава под известен наклон в канала на буталото, острият ръб на пръстена събира маслото от цилиндъра и не му позволява да проникне в пространството зад него. Уплътнителните бутални пръстени независимо от формата им сами не могат да спрат притока на масло към горивната камера. Това налага под тях да се поставя и един (само при някои много големи двигатели и по два) маслоотбираш пръстен. Формата на маслоотбиращите пръстени е по-сложна от тази на уплътнителните. Условно тя може да се раздели на три части: маслоприбираща, образувана от острите ръбове 1 (фиг. 3.12 а); маслосъбираща, която се оформя от пръстеновидния канал 2, изработен по външната им периферия; маслоотвеждаща, състояща се от широките прорези 3, през които маслото се отвежда в канала на буталото, а оттам през многобройни отвори се стича в картера на двигателя.

В някои двигатели се използват маслоотбиращи пръстени с вътрешна пружина с по-сложна конструкция. Чугуненият маслоотбираш пръстен 1 (фиг. 3.12 б) е поставен между тънките стоманени пръстени 2 и 4. Зад пръстена





Фиг. 3.12. Маслообиращи пръстени



Фиг. 3.13. Бутални болтове и закрепване към мотовилката

1 е поставена пластинковата пружина 3, която изтласква стоманените пръстени 2 и 4 навън и осигурява голям специфичен натиск между тях и цилиндъра. Този вид пръстени имат четири ръба (два на чугунения пръстен и по един на стоманените пръстени), с които събира маслото. На фиг. 3.12 в е показана друга конструкция на маслообиращ пръстен 1, който се притиска към цилиндъра от двете спирални пружини 2, поставени зад него.

При двутактовите двигатели буталните пръстени не трябва да се завъртат, тъй като краищата им може да попаднат в отворите за пълнене и издухване. Тези бутални пръстени се фиксират с щифт, монтиран в канала на буталото и попадащ между краищата на буталния пръстен.

Буталният болт има цилиндрична форма (фиг. 3.13). За постигане на по-малка маса и по-голяма якост някои болтове се изработват с променливо напречно сечение. При двутактовите двигатели за предотвратяване на преминаването на газовете от картера в изпускателния тръбопровод буталният болт има вътрешна преграда (фиг. 3.13 а).

Буталният болт 2 се съединява шарнирно с буталото 1 и мотовилката 5 по следните начини: неподвижно в гнездата на буталото; неподвижно в мотовилката; плаващо, т. е. със свободно въртене в гнездата на буталото и на мотовилката. В съвременните автотракторни двигатели най-широко се използват плаващите бутални болтове. Те се осигуряват на осово преместване с пружинни стоманени пръстени 3 (фиг. 3.13 а, б) или с алуминиеви тапи 4 (фиг. 3.13 в).

Буталните болтове се изработват от въглеродна или легирана стомана. Първите се закаляват с ТВЧ, а вторите се подлагат на цементация. След термичната обработка буталните болтове се шлифуват и полират.

**Мотовилкова група.** Като част от КММ тя е предназначена да преобразува възвратно-праволинейното движение на буталото във въртеливо движение на колянния вал. Мотовилковата група е натоварена от променливи по посока и големина сили. При работния такт вследствие на рязкото повишаване на налягането мотовилковата група е подложена на ударно натоварване.

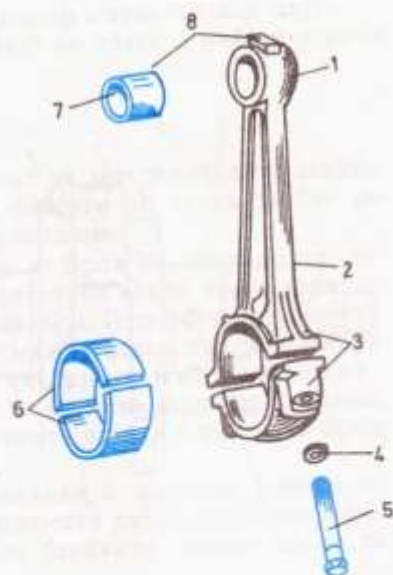
Мотовилката свързва буталото с колянния вал на двигателя, като извършва сложно движение: горната ѝ глава се движи възвратно-праволинейно, а долната се върти. Мотовилките се изковават от въглеродна или легирана стомана.

Мотовилката (фиг. 3.14) се състои от три обособени по форма части — горна глава 1, стебло 2 и долна глава 3. Горната глава има цилиндрична форма. В нея се запресова лагерната втулка 7, изработена от бронз или от много тънка стоманена лента, покрита отвътре с лагерна сплав. През отворите 8, пробити в горната глава на мотовилката и в лагерната втулка, минава масло, което маже буталния болт. Мотовилките, в които буталният болт се запресова, нямат такива отвори и втулки.

Стеблото свързва двете глави на мотовилката. За да бъде колкото се може по-леко и здраво, стеблото има напречно сечение с форма на двойно Т. Само при някои много малки двигатели сечението на стеблото е силно сплесната елипса.

Долната глава на мотовилката се състои от две половини, които се свързват чрез два болта 5, осигурени против саморазвиване с шайбата 4. В долната глава се поставя лагерът 6, състоящ се също от две половинки, изработени от тънки стоманени черупки, върху които е нанесен тънък слой (0,2–0,5 mm) лагерна сплав. При карбураторните и по-малките дизелови двигатели се използват алуминиево-каласни лагерни сплави, а при силно натоварените дизелови двигатели — медно-оловни сплави.

Точното закрепване на долната половина от главата към мотовилката има много голямо значение за работата на мотовилковия лагер. Долната и горната част от главата се маркират с един и същ знак или номер, показващ от кой цилиндър са те и точното им взаимно разположение. Не се допуска поставянето на долна половина от главата от една мотовилка на друга.



Фиг. 3.14. Мотовилка



При някои дизелови двигатели буталният болт се нуждае от по-обилно мазане. За тази цел в стеблото на мотовилката се пробива надлъжен канал, свързващ долната и горната глава на мотовилката. В лагерната втулка има пръстеновиден изрез, чрез който маслото се разпределя по цялата повърхност на втулката.

За по-добро уравновесяване на инерционните сили, действащи в двигателя, всички мотовилки трябва да са с еднаква маса. При карбураторните двигатели се допуска не повече от 3–5 g разлика в масите на отделните мотовилки, а при дизеловите, които са по-бавноходни – не повече от 8–10 g.

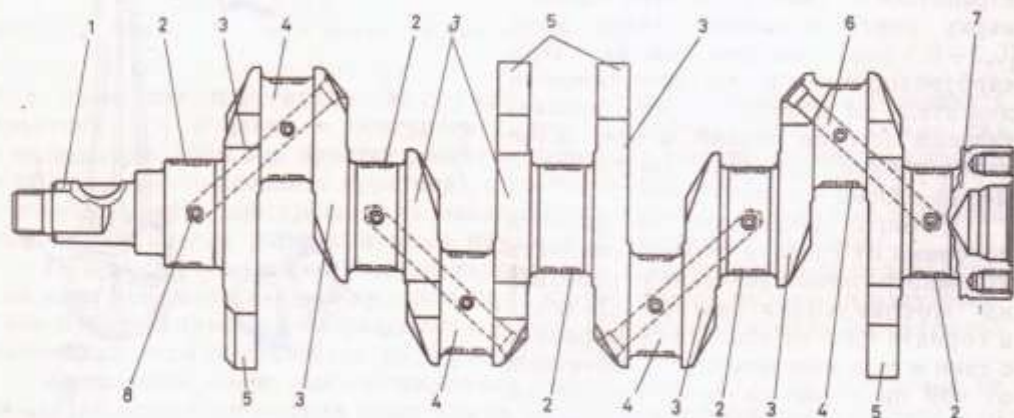
**Колянова група.** Като част от КММ тя предава полезния въртящ момент на трансмисията на АТК. Освен това служи като енергиен източник за задвижване на редица механизми на ДВГ (газоразпределителен механизъм, маслена, водна и горивна помпа, прекъсвач-разпределител и др.).

**Коляновият вал** извършва въртеливо движение. Върху него действуват силите от всички бутала на двигателя, които се стремят да го огънат и усучат. Той трябва да поеме тези натоварвания и да няма еластични деформации, защото те предизвикват нарушаване на съосността на всички части от КММ, а оттам – повишено триене и износване.

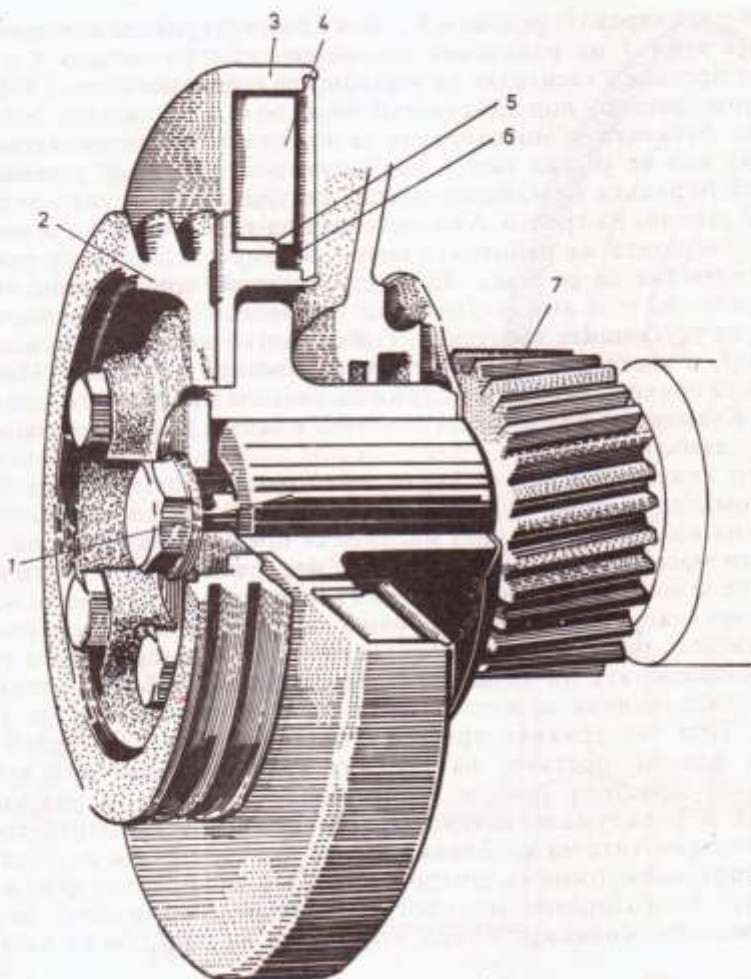
Коляновите валове се изковават от стомана или се отливат от сферографитен чугун.

Коляновият вал (фиг. 3.15) се състои условно от следните части: основни шийки 2, разположени по надлъжната му ос, с които той лежи в основните лагери; мотовилкови шийки 4, за които се захващат долните глави на мотовилките; рамена 3, които две по две свързват основните шийки с мотовилковите и с тях образуват колената на вала; противотежести 5, изковани или отлети заедно с рамената, а при някои двигатели – изработени отделно и закрепени с болтове към рамената; преден край 1 (нос), на който се поставя зъбно или верижно колело, задвижващо газоразпределителния механизъм и ремъчната шайба, която чрез трапецовиден ремък задвижва водната помпа, генератора, вентилатора и др.; заден край, завършващ с фланеца 7, за който се закрепва маховикът.

При двигателите с цилиндри, разположени в един ред, броят на мотовилковите шийки е равен на броя на цилиндрите. При V-образните двигатели и



Фиг. 3.15. Колянов вал



Фиг. 3.16. Гасител на усукващите трептения

при двигателите със срещулежащи цилиндри броят на мотовилковите шийки е два пъти по-малък от броя на цилиндрите, защото за всяка шийка се захващат мотовилките от два срещулежащи цилиндъра.

Броят на основните шийки също се определя от броя на цилиндрите, но е различен от тях. При малките карбураторни двигатели освен двете външни основни шийки има основна шийка през два цилиндъра. При по-натоварените карбураторни и при всички дизелови двигатели между всеки два цилиндъра има по една основна шийка и колянният вал се нарича пълноопорен. В този случай броят на основните шийки е равен на броя на цилиндрите плюс една. При V-образните двигатели броят на основните шийки е равен на броя на цилиндрите от единия ред плюс една.

Външната повърхност на шийките — мотовилкови и основни, трябва да бъде много твърда, за да не се износват бързо. Голямата твърдост се получава чрез закаляване, цементиране или азотиране на шийките, които после се шлифуват и полират.

От основните шийки (отворите 8) към мотовилковите са пробити каналите 6, през които минава масло, мажещо мотовилковите лагери.



При 6-цилиндровите редови и 8-, 10- и 12-цилиндровите дизелови двигатели на предния край 1 на колянвия вал освен зъбното колело 7 и ремъчната шайба 2 се поставя и гасителят на усукващите трептения (фиг. 3.16). Гасителят е необходим, защото под действието на силите от налягането на газовете, които чрез буталата и мотовилките се предават на мотовилковите шийки, колянвият вал се усуква около надлъжната си ос. Това усукване е много малко — от порядъка на няколко дъгови секунди, но тъй като валът е много твърд, той започва да трепти. Ако честотата на тези трептения стане равна или кратна на честотата на работните цикли, между тях настъпва резонанс, при който валът може да се скъса. За да се отстрани тази опасност, на предния край на вала, където амплитудата на усукването е най-голяма, се поставя гасителят на усукващите трептения. Той се състои от херметично затвореното кухо тяло 3, в което е поставен тежкия стоманен пръстен 4. Под пръстена е бронзовата гривна 5, която му служи за опора и върху която той може да се превърта. Кухината 6 под и около пръстена е запълнена със силиконово масло с много голям вискозитет.

Когато колянвият вал се върти, маслото, което се намира в кухината, увлича стоманения пръстен и той също започва да се върти. Усукващите трептения на колянвия вал чрез маслото се предават на пръстена, но поради голямата си маса той се стреми да запази постоянната си честота на въртене. Получава се ъглово отклонение спрямо тялото, което е захванато неподвижно за колянвия вал. Тези ъглови отклонения предизвикват силно вътрешно триене в маслото поради големия му вискозитет. Благодарение на това триене се поглъща енергията на усукващите трептения и те бързо затихват.

Освен хидравлични се използват и механични гасители на усукващите трептения. При тях тежкия пръстен е захванат чрез дебел слой гума към ламаринен фланец, поставен на предния край на колянвия вал. Поради инерцията на пръстена гумата непрекъснато се свива и разпуска и чрез вътрешното ѝ (междумолекулярно) триене тя гаси усукващите трептения.

Противотежестите на колянвия вал са предназначени да създадат сила, равна, но противоположна на центробежните и инерционните сили и така да ги уравновесят. Благодарение на противотежестите значително се намалява натоварването на основните лагери и работата на двигателя е много по-равномерна.

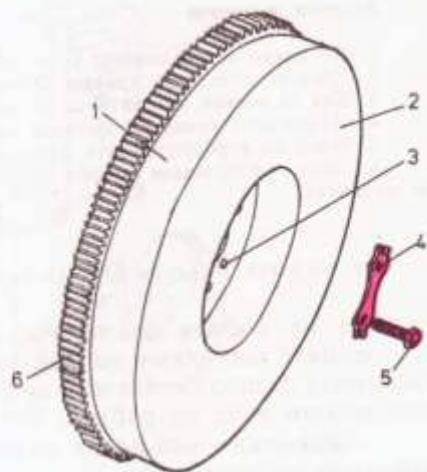
Задният край на колянвия вал, излизащ извън картера на двигателя, завършва с фланец, към който с болтове се захваща маховикът. Обикновено тези болтове се разполагат асиметрично, за да не се променя разположението на маховика спрямо колянвия вал при свалянето му и повторното му поставяне, защото валът и маховикът са балансирани заедно. За да не изтича масло от отвора, през който задният край на колянвия вал излиза от картера, на вала се изработва маслоотражател и резба с посока на навивките, обратна на посоката на въртене на вала, така че те непрекъснато да връщат маслото в картера. В други конструкции предният и задният край на колянвия вал се уплътняват с гумени пружинни пръстени, наричани семеринги.

Маховикът 1 (фиг. 3.17) е стоманен или чугунен диск. Основното му предназначение е да акумулира кинетична енергия и да осигурява по-равномерно въртене на колянвия вал. Размерите на маховика се определят преди всичко от броя на цилиндрите на двигателя. Той е най-голям при 1- и 2-цилиндровите двигатели и постепенно намалява с нарастването на броя на цилиндрите. Външната повърхност 2 на маховика е триещата повърхност на съединителя или е част от хидродинамичния предавател при мотокарните двигатели. На периферията на маховика е поставен зъбен венец 6, чрез който колянвият вал се превърта от пусковия електродвигател (стартера) при първоначалното

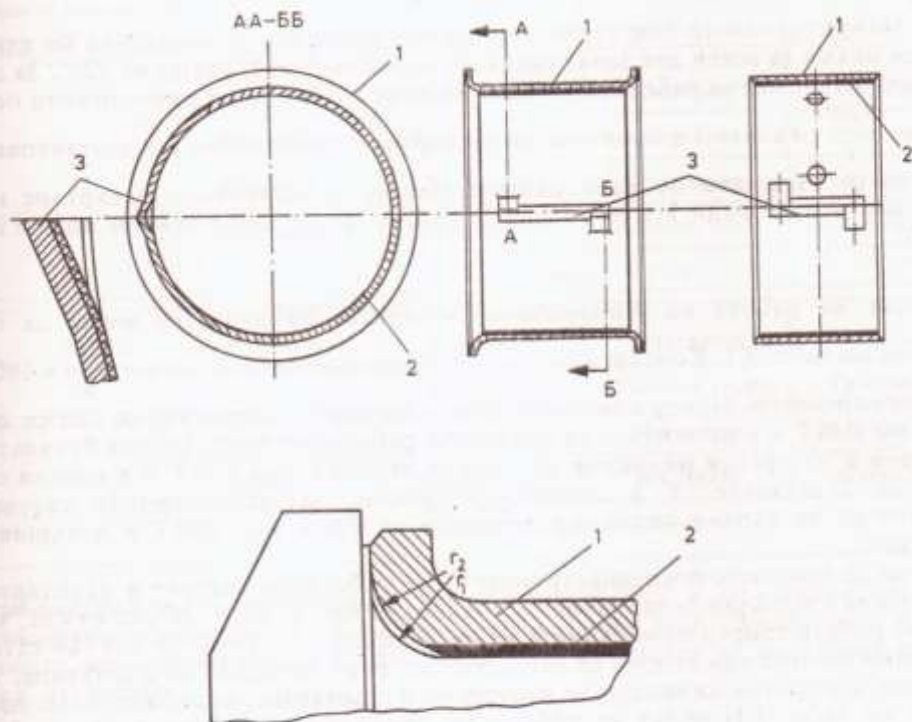
пускане на двигателя. Към фланеца на колянния вал маховикът се прикрепва с болтовете 5, минаващи през отворите 3. Всеки два болта се осигуряват против самоотвиване чрез пластините 4.

Основните лагери на колянния вал са опорите, в които той се върти. Те поемат всички сили, които действуват върху вала, и чрез лагерните капаци ги предават на цилиндричния блок.

Основните лагери обикновено са плъзгащи. Те са търкалящи (сачмени или ролкови) само при двутактовите двигатели, при някои четиритактови двигатели с тунелен картер и при съставен от няколко части колян вал. Плъзгащите лагери се състоят от тънкостенна стоманена черупка 1 (фиг. 3.18), върху която е залят слой от лагерната сплав 2. Черупките на лагерите се делят на



Фиг. 3.17. Маховик



Фиг. 3.18. Черупки на основен лагер

две половини, които се осигуряват срещу превъртане чрез специално шамповани в тях издатини 3. Единият от основните лагери – предният, средният или последният (до маховика), е радиалноопорен. При него извитите краища на черупките също са покрити с лагерна сплав, ограничават осовото преместване на вала и поемат осовите сили, когато двигателят се наклони напред или назад.



### Въпроси и задачи

1. По какво се различават буталата за карбураторните и дизеловите двигатели?
2. Кога се използва плаващ бутален болт?
3. Как се мажат лагерите на мотопилката?
4. Начертайте схема на колянния вал на двигатели с 1, 2 и 6 цилиндъра!
5. Защо на карбураторните двигатели не се поставя гасител на усукващите трептения?
6. Защо с увеличаване на броя на цилиндрите на двигателя се намаляват размерите и масата на маховика?

### 3.3. РЕД НА РАБОТА НА ЦИЛИНДРИТЕ НА ДВИГАТЕЛЯ

Ред на работа се нарича последователността на работните тактове в отделните цилиндри на двигателя. Въз основа на този ред се определя взаимното разположение на колената на колянния вал. Основните изисквания, определящи реда на работа, са:

- възможно най-равни интервали между работните цикли в отделните цилиндри на двигателя;
- най-добро уравновесяване на инерционните сили, породени от възвратно движещите се части от КММ;
- възможно най-равномерно натоварване на колянния вал и основните лагери.

В четиритактовите двигатели във всички цилиндри се извършва по един работен цикъл за всеки две завъртания на колянния вал, равни на  $720^\circ$ . За да се получи равномерна работа, колената на вала трябва да са разположени под

ъгъл  $\varphi = \frac{720^\circ}{i}$ , където  $i$  е броят на цилиндрите. В цилиндрите на двутактовия

двигател се извършва по един работен цикъл за всяко едно завъртане на колянния вал, поради което колената трябва да са разположени под ъгъл

$$\varphi = \frac{360^\circ}{i}.$$

Редът на работа на 4-цилиндров, четиритактов двигател може да се определи по табл. 3.1. Колената на вала са разположени на ъгъл  $\varphi = \frac{720^\circ}{4} = 180^\circ$

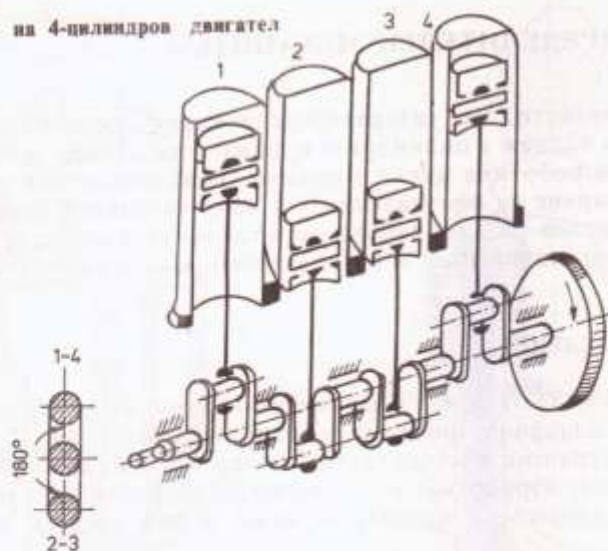
едно спрямо друго. Приема се, че буталото на първия цилиндър се движи от ГМТ към ДМТ и в цилиндъра се извършва работният такт. Тогава буталата на втория и на третия цилиндър се движат от ДМТ към ГМТ и в единия се извършва сгъстяване, а в другия — изпускане на отработилите газове. Буталото на четвъртия цилиндър се движи от ГМТ към ДМТ и извършва всмукване.

Като се проследи последователността на работните тактове в отделните цилиндри за две пълни завъртания на колянния вал, т. е. за  $720^\circ$ , се вижда, че редът на работа според номерацията на цилиндрите е 1—2—4—3. Но тъй като в началния момент във втория цилиндър може да се извършва не сгъстяване, а изпускане, а в третия цилиндър не изпускане, а сгъстяване, възможно е (долната част на табл. 3.1) редът на работа на цилиндрите да бъде 1—3—4—2.

Двата реда на работа са равностойни и се използват. За да не се допусне грешка при поставянето на кабелите на свещите или при регулирането на клапаните, при повечето двигатели редът на работа се маркира върху външната стена на цилиндърната глава.

При 6-цилиндровите двигатели колената са разположени на  $120^\circ$ . При тях съществуват осем възможности за ред на работа на цилиндрите, но с оглед на

Таблица 3.1  
Ред на работа на 4-цилиндров двигател



| Ъгъл на завъртане на колянния вал | Цилиндр                |              |              |              |
|-----------------------------------|------------------------|--------------|--------------|--------------|
|                                   | 1                      | 2            | 3            | 4            |
| 0°                                | Работен такт           | Сгъстяване   | Изпускане    | Всмукване    |
| 180°                              | Изпускане              | Работен такт | Всмукване    | Сгъстяване   |
| 360°                              | Всмукване              | Изпускане    | Сгъстяване   | Работен такт |
| 540°                              | Сгъстяване             | Всмукване    | Работен такт | Изпускане    |
| 720°                              | Ред на работа: 1-2-4-3 |              |              |              |
| 0°                                | Работен такт           | Изпускане    | Сгъстяване   | Всмукване    |
| 180°                              | Изпускане              | Всмукване    | Работен такт | Сгъстяване   |
| 360°                              | Всмукване              | Сгъстяване   | Изпускане    | Работен такт |
| 540°                              | Сгъстяване             | Работен такт | Всмукване    | Изпускане    |
| 720°                              | Ред на работа: 1-3-4-2 |              |              |              |

най-равномерното натоварване на колянния вал и основните лагери се използват само два (1-5-3-6-2-4 и 1-4-2-6-3-5), като в почти всички европейски и част от американските двигатели се използва първият ред на работа.

#### Въпроси и задачи

1. На какъв ъгъл трябва да бъдат колената на колянния вал при четири- и двутактовите двигатели и защо?
2. Каква е най-често срещаната последователност на работа при 6-цилиндровите двигатели и защо?



Предназначението на газоразпределителния механизъм (ГРМ) е да пропуска пресен пълнеж в цилиндриите и да изпуска отработилите газове в най-благоприятни за работния цикъл моменти. Това се постига чрез периодично отваряне и затваряне на всмукателните и изпускателните клапани. То е съобразено с възприетия ред на работа на отделните цилиндри и е свързано с въртенето на колянвия вал, а следователно и с движението на буталата.

#### 4.1. ОБЩИ СВЕДЕНИЯ

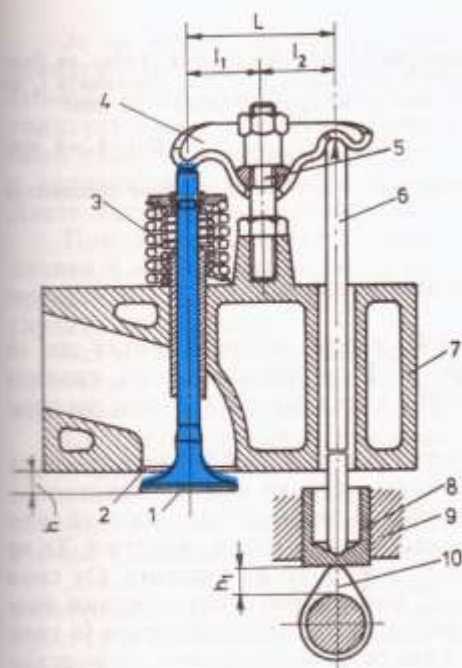
Според начина за отваряне и затваряне на всмукателните и изпускателните отвори ГРМ са клапанни, шибърни и комбинирани.

Най-разпространени в четиритактовите двигатели са клапанните механизми, защото по-лесно се изработват и поддържат и по-добре уплътняват отворите. Шибърните механизми се използват само в двигателите на състезателни автомобили.

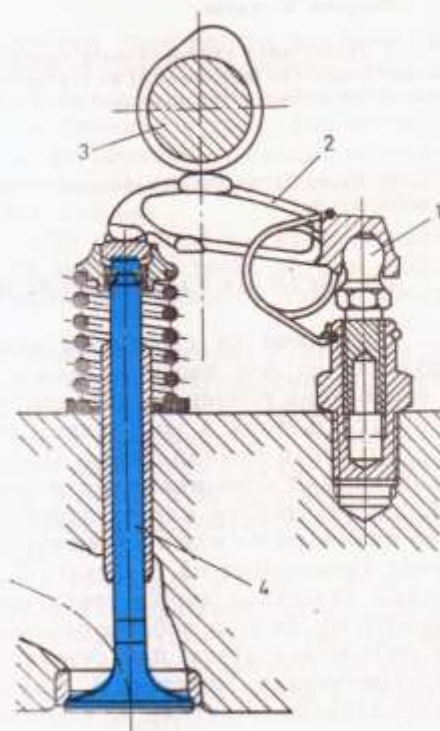
По разположението на клапаните в двигателя ГРМ са с *висящи клапани*, разположени в цилиндровата глава над всеки цилиндър, или със *стоящи клапани*, разположени встрани от цилиндриите в блока на двигателя. Масово използване в съвременните двигатели намират висящите клапани, защото с тази конструкция се намалява хидравличното съпротивление на газовете при всмукване и издухване, подобрява се пълненето на цилиндъра с 8–10 % и почистването на горивната камера от отработили газове. Освен това при разполагане на клапаните в цилиндровата глава (висящи клапани) горивната камера е по-компактна, намалява се нейната повърхност и загубата на топлина, създават се по-добри условия за повишаване на степента на сгъстяване и др. Ето защо в учебника се разглеждат само ГРМ с висящи клапани.

Двухтактовите двигатели в повечето случаи нямат отделни ГРМ. Газоразпределението се извършва чрез буталата, които при възвратно-праволинейното си движение отварят и затварят всмукателните, продухвателните и изпускателните отвори в цилиндриите.

Газоразпределителният механизъм може да бъде с долно (в цилиндровия блок) и горно (върху цилиндровата глава) разположение на разпределителния вал. Това определя и основните му съставни части. Показаният на фиг. 4.1 ГРМ с долно разположение на разпределителния вал се състои от клапан 1, който затваря всмукателния (или изпускателния) отвор 2, разположен в цилиндровата глава 7. Пружината 3 дърпа клапана нагоре и го притиска към леглото му. Отворът се отваря, когато гърбицата 10 на разпределителния вал започне да изтласква нагоре повдигача 8, разположен в цилиндровия блок 9. Чрез повдигателния прът 6 това движение се предава на кобилицата 4, люлееща се около оста 5. Дясното рамо на кобилицата се повдига нагоре, а лявото се спуска надолу и натиска стеблото на клапана. Пружината се свива, клапанът се премества надолу и отваря отвора. Ходът на клапана  $h$  зависи от височината на гърбицата  $h_1$  и от отношението  $\frac{l_1}{l_2}$  между дължините на двете рамена на кобилицата. Когато  $l_1 = l_2$ ,  $h = h_1$ . В повечето случаи  $l_1 > l_2$ , поради което ходът на клапана  $h$  е по-голям от височината на гърбицата  $h_1$ .

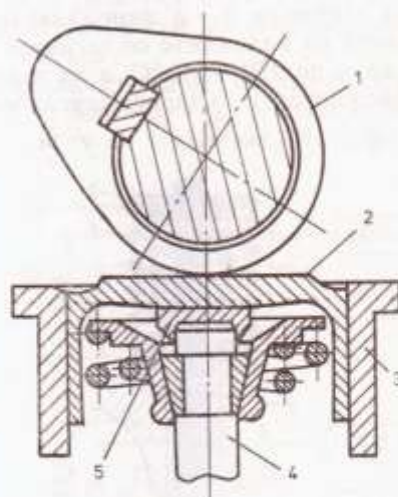


Фиг. 4.1. Газоразпределителен механизъм с долно разположение на разпределителния вал



Фиг. 4.2. Газоразпределителен механизъм с горно разположение на разпределителния вал

Показаният ГРМ се използва в по-бавноходните карбураторни и дизелови двигатели. За да се премахнат инерционните сили, които се пораждат от възвратно-праволъйното движение на повдигача и повдигателния прът, в бързоходните двигатели разпределителният вал се поставя в цилиндричната глава над клапаниния механизъм (фиг. 4.2). В този случай разпределителният вал 3 натиска с гърбицата си средната част на кобилицата 2, която с единия си край се поддържа на сферичната опора 1, а с другия си край натиска надолу стеблото на клапана 4. При някои двигатели ГРМ е още повече опростен, като се премахната и кобилицата. При тях разпределителният вал 1 (фиг. 4.3) натиска с гърбицата си повдигача 2, който се движи в направляващата втулка 3. Чрез опорната шайба 5 повдигачът натиска направо стеблото на клапана 4.



Фиг. 4.3. Газоразпределителен механизъм без кобилица



## Въпроси и задачи

1. Начертайте кинематичната схема на ГРМ, показан на фиг. 4.1. Какъв трябва да бъде ексцентрицитетът (височината) на гърбицата  $h_1$ , ако ходът на клапана е 10 mm, дължината  $l_1$  на рамото на кобилицата, опиращо се на клапана, е 40 mm, а на другото рамо — 32 mm?

Отг.  $h_1 = 8$  mm.

2. Какви са конструктивните особености на различните видове ГРМ, техните предимства и недостатъци?

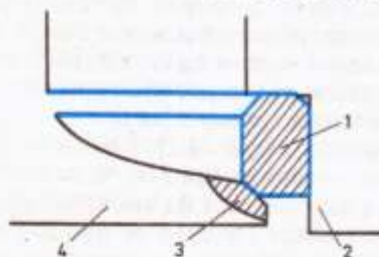
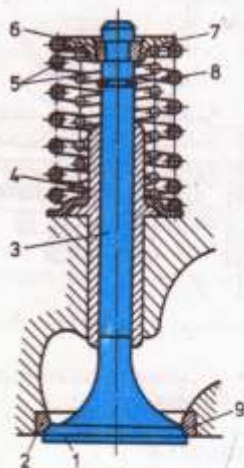
## 4.2. ЧАСТИ НА ГАЗОРАЗПРЕДЕЛИТЕЛНИЯ МЕХАНИЗЪМ

Клапаните са стоманени тела (фиг. 4.4), които условно могат да се разделят на две части — глава 1 и стебло 3. В долната част на главата е изработена конусната повърхност 9, с която клапанът ляга върху леглото 2 и така затваря и уплътнява отвора.

Стеблото е цилиндрично. Преходът между главата и стеблото е плавен, за да се намали аеродинамичното съпротивление от клапана при обтичането му от пресния пълнеж или от отработилите газове. В горната част на стеблото има цилиндричен или конусен изрез, в който се поставят полуконусите 6. Те не дават възможност на талерката 7 да излезе от стеблото на клапана. От своя страна талерката държи свити пружините 5, които притискат клапана към леглото му. За да се избегне опасността клапанът да падне в цилиндъра (и така да разбие двигателя) при счупване на пружините 5, на стеблото се поставя осигурителният пръстен 8, чийто диаметър е по-голям от отвора на направляващата втулка 4, в която се движи клапанът.

Условиата, при които работят клапаните, са много тежки. Долната повърхност на главите и на двата клапана е в непосредствен допир с горещите газове в цилиндъра, които са химично силно активни и атакуват външната повърхност на главите.

Клапаните не могат добре да се охлаждат. От тях топлината се отвежда само през конусната повърхност 9, с която те се допират до леглото 2, или през стеблото 3 — в направляващата втулка 4. Поради лошото охлаждане главите на клапаните се загряват до високи температури — на всмукателните клапани до 330—380 °C, а на изпускателните до 630—730 °C. На двигателите с принудително пълнене изпускателните клапани могат да се загреят до 1030 °C.



Фиг. 4.5. Легло на клапан

Фиг. 4.4. Клапанен механизъм

За да могат да работят продължително при тази висока температура, клапаните се изработват от висококачествени стомани: всмукателните – от стомана с голямо съдържание на хром и никел, а изпускателните – от топлоустойчива стомана с големи количества силиций и хром. Все по-често само главата и долната част на стеблото се изработват от такава стомана, а горната част на стеблото – от по-нисколегирана (и по-евтина) стомана. Двете части се заваряват челно и образуват клапана.

При някои двигатели (например ЗИЛ-130) стеблото на изпускателния клапан е кухо и около 40 % от кухината се запълва с течен натрий, който пренася топлината от главата към горния край на стеблото и така охлажда главата на клапана.

Все по-често конусната повърхност на главата на клапана и горният край на стеблото се покриват със слой от твърда сплав, благодарение на което износването и корозията на тези повърхности са много по-малки.

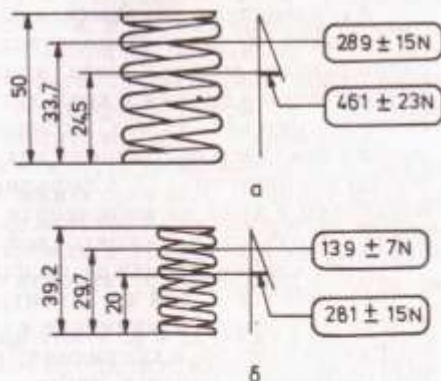
Скоростта, с която пресният пълнеж влиза в цилиндъра, е около 0,6–1,2 m/s, докато отработилите газове излизат от цилиндъра с почти десет пъти по-висока скорост. За да се компенсира тази разлика и да се осигури добро запълване на цилиндрите, диаметърът на главата на всмукателния клапан е винаги по-голям от този на изпускателния.

Леглата на клапаните почти винаги са сменяеми и много рядко се изработват непосредствено в цилиндровата глава. Те представляват цилиндричен пръстен 1 (фиг. 4.5), изработен от топлоустойчив чугун или стомана. Все по-често се използват легла на клапаните от металокерамика със същия състав, какъвто има твърдото покритие 3 върху главата на клапана 4. Леглата се запресоват в цилиндровата глава 2, като предварително се охлаждат до  $-200^{\circ}\text{C}$  чрез потапяне в течен азот.

Пружините осигуряват плътното лягане на клапана в леглото му и поемат инерционните сили от частите на ГРМ, които се движат възвратно-праволинейно. Тези сили са големи и при недостатъчно „твърди“ пружини допирът между отделните звена, разположени от гърбицата на разпределителния вал до стеблото на клапана, може да се наруши и да се разстрои работата на целия ГРМ. Ако главите на клапаните не се притискат добре към леглата им, между тях преминават горещи газове и те бързо прегарят.

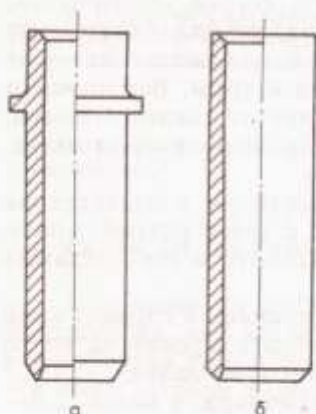
Клапанните пружини се изработват от специална стомана с високо съдържание на силиций с кръгло сечение и диаметър 2–6 mm. Пружините имат от 6 до 10 навивки (фиг. 4.6), като след навиването им те се закаляват. В долния и в горния им край пружините се шлифуват челно, за да бъдат двата края строго успоредни и същевременно перпендикулярни на оста си.

Пружините имат строго определена характеристика – те трябва да се свиват до точно определен размер под действието на даден товар. На фиг. 4.6 а е показана височината на външната пружина на двигателя ВАЗ-2101, а на фиг. 4.6 б – на вътрешната пружина на същия двигател. Ако при проверката се установи, че някоя пружина се свива повече или по-малко, отколкото е показано в тяхната характеристика, тя се бракува.



Фиг. 4.6. Клапанни пружини





Фиг. 4.7. Направляващи втулки

За да се намалят размерите на единичната пружина и за да се увеличи надеждността на закрепването на клапана, поставят се по две, а понякога и по три пружини на клапан. Само най-малките карбураторни двигатели са с по една пружина на клапан. Двете пружини се поставят концентрично една в друга, като навивките на двете пружини са в обратна посока. При счупване на една от пружините навивките ѝ не могат да попаднат между навивките на другата.

Талерката 7 (от фиг. 4.4) е конусна шайба обикновено плоска в горната си част, а в долната си има пръстеновидни изрези, в които лягат и се центроват краищата на пружините. В конусния отвор на талерката се поставят *полуконусите* 6, които с вътрешния си край влизат в изрези на стеблото на клапана. Така с вътрешния си край полуконусите се захващат с клапана, а с външния — с талерката и свързват тези две части една към друга. Талерката и полуконусите се изработват от стомана.

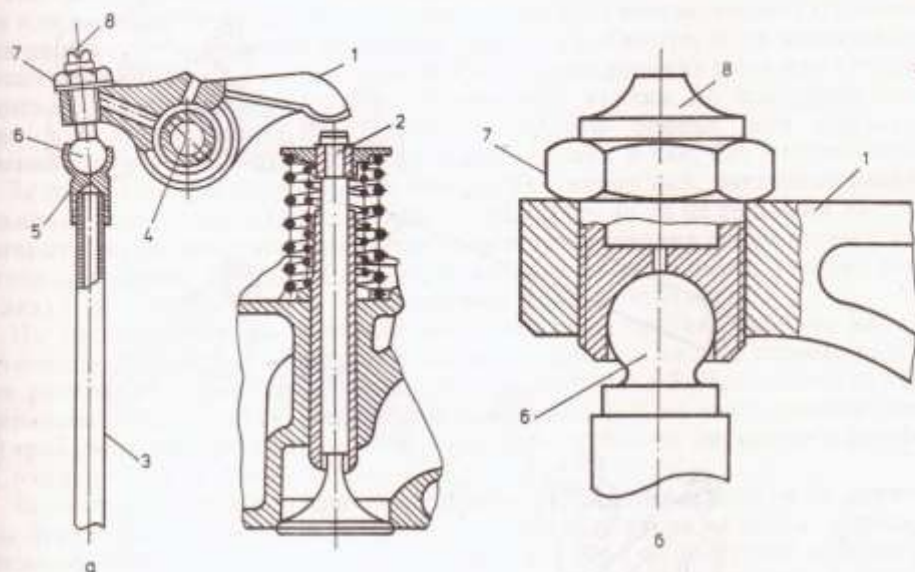
*Направляващите втулки* (фиг. 4.7), в които се движат клапаните, са кухи цилиндрични тела, запресовани в специални отвори в цилиндровата глава. Хлабината между втулката и клапана е много малка (0,04–0,06 mm), с което се осигурява добро водене на клапана и се премахва опасността от изкривяването му.

Горните краища на стеблата на клапаните и кобилиците се мажат обилно. За да се избегне проникването на масло в горивната камера през хлабината между клапана и направляващата втулка, в която той се движи, в горната част на втулките се поставят малки гумени уплътнителни пръстени, които задържат маслото.

За да бъде минимално триенето и износването на направляващите втулки и клапаните, втулките се изработват от специален ситнозърнест чугун или от бронз. Втулките са обикновено гладки отвън (фиг. 4.7 б) и се запресоват в цилиндровата глава. Само в отделни случаи на втулките се изработва външен пръстен (фиг. 4.7 а), с който те се опират върху цилиндровата глава. И в двата случая окончателното обработване на вътрешната повърхност на втулките се извършва, след като те са набити в главата.

*Кобилицата* е двураменен лост, единият край на който натиска стеблото на клапана надолу. Използват се два вида кобилицы — с ос на люлеене, разположена между двата края на кобилицата, и с опора на люлеене, разположена в единия ѝ край. От първия тип е кобилицата 1 (фиг. 4.8 а), която се люлее около оста 4. С десния си край кобилицата натиска клапана 2, а на левия е поставен сферичният накрайник 6, влизащ в сферичното легло 5 върху повдигателния прът 3. Сферичният накрайник е с резба и е навит в отвор, изработен в края на кобилицата. В горния край на сферичния накрайник има изрез за отвертка, с която той може да се навива в кобилицата. Така се регулира хлабината между десния край на кобилицата и стеблото на клапана, а чрез гайката 7 той се законтря в установеното положение. На фиг. 4.8 б е показано друго изпълнение на регулиращия винт 8, в който е изработено сферичното легло, а сферичният накрайник е поставен на повдигателния прът. Контрагайката притяга винта.

Кобилиците се изковават от стомана или се отливат от стомана или сферографитен чугун. Работните им повърхности, с които те се допират до



Фиг. 4.8. Кобилица

стеблото на клапана, гърбицата на разпределителния вал или горния край на повдигача, имат профил на дъга от окръжност или сферичен сегмент. За да се намали износването им, те се закаляват или се напластяват с твърди сплави.

Оста 6 (фиг. 4.9), около която се люлеят кобилиците 1 (когато опората им е между двата им края), е куха, поставена на стойките 3 върху цилиндровата глава. Страничното изместване на кобилиците по оста се ограничава от спиралните пружини 2, а излизането на най-крайните кобилицы от оста — от опорната шайба 4 и осигурителния пръстен 5. През кухата ос минава маслото, с което се маже отворът на кобилицата.

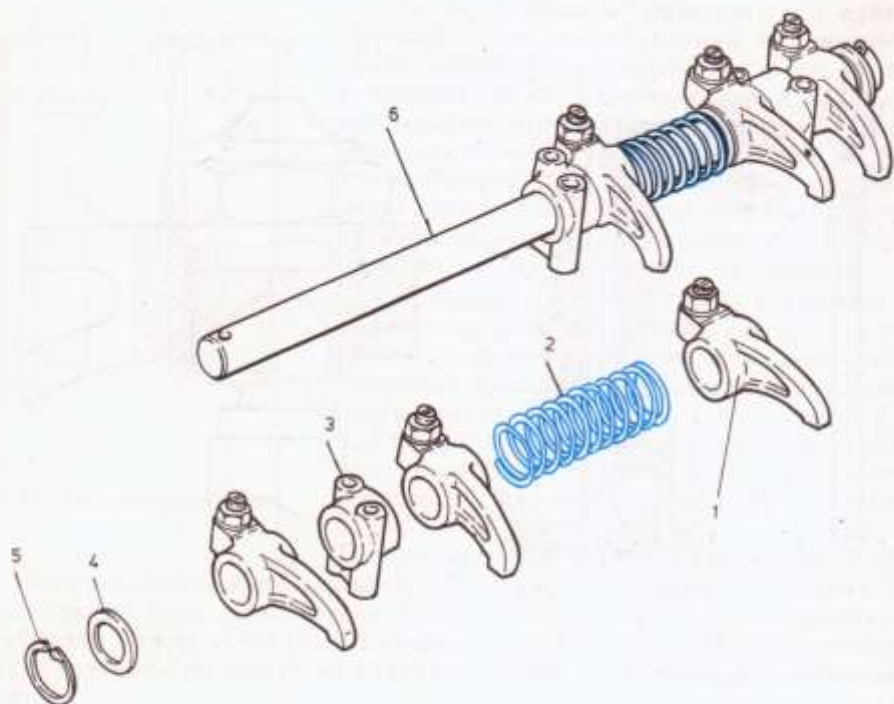
Повдигателните пръти се използват, когато разпределителният вал е разположен в цилиндровия блок на двигателя. Повдигателният прът (б от фиг. 4.1) е много лека стоманена тръба, която с горния си край се опира в кобилицата, а с долния си край влиза в повдигача. В горния край на повдигателния прът се навива втулка, завършваща със сферичен накрайник. В долната част на повдигателния прът също е поставен сферичен накрайник, който влиза в сферичното легло на повдигача. Чрез сферичните опори се осигурява самоцентриране на звеното повдигач — повдигателен прът — кобилица.

Повдигачът (8 от фиг. 4.1) поема хоризонталната сила, която се поражда при повдигането му от гърбицата на разпределителния вал. Долният край на повдигача най-често е плосък, но може да бъде изпъкнал с цилиндрична форма, за да бъде по-малко триенето между него и гърбицата. Има вече и хидравлични повдигачи, които се запълват с масло и осигуряват по-прецизна работа на механизма.

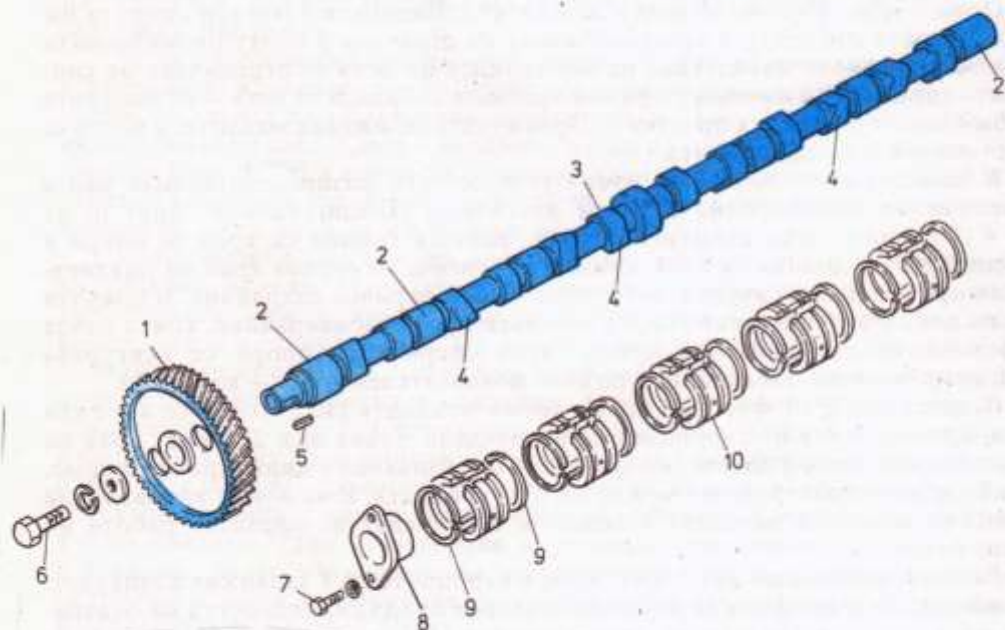
Разпределителният вал 3 (фиг. 4.10) с гърбиците си 4 задвижва клапаните. От височината и профила на гърбиците зависи продължителността на отварянето на клапаните (фазите на газоразпределение) и хода им.

Разпределителните валове се отливат от сферографитен чугун или се изковават от стомана. Профилът на гърбиците се изработва много точно, за да може клапанът бързо да се отваря и затваря, без да има удар между него и леглото му. Работната повърхност на гърбиците се закалява, за да се намали износването ѝ.





Фиг. 4.9. Ос с кобилици



Фиг. 4.10. Разпределителен вал

Лагерните шийки 2, на които лежи разпределителният вал в цилиндровия блок или в цилиндровата глава, са с диаметър 2—3 mm по-големи от диаметъра на окръжността, описана от горния край на гърбиците, за да може валът да се монтира надлъжно в лагерите си. Когато цилиндровият блок или главата са чугунени, за лагери се използват бронзовите втулки 10, осигурени против осово изместване чрез пръстените 9. Когато блокът или главата са алуминиеви, разпределителният вал лежи направо в тях, без лагерни втулки.

За да се осигури монтажът на разпределителния вал, лагерните шийки са с различен, последователно намаляващ диаметър. За да не се движи надлъжно в лагерите си, разпределителният вал се осигурява против осови премествания. За тази цел служи лагерната втулка 8, в която лежи първата лагерна шийка. Втулката се прикрепва към цилиндровия блок с болтовете 7.

На предната част на разпределителния вал се поставя зъбното колело 1, притегнато с болта 6. Точното положение на зъбното колело спрямо гърбиците на разпределителния вал се осигурява от шпонката 5. Чрез зъбното колело разпределителният вал се задвижва от колянвия вал, на чийто преден (или заден) край също има зъбно колело, но с два пъти по-малък диаметър и съответно два пъти по-малък брой на зъбите.

За да се отворят и затворят клапаните в определени моменти от движението на буталото, гърбиците на разпределителния вал трябва да заемат определено положение спрямо колената на колянвия вал. Това се осигурява чрез зъбните колела, които ги свързват. На един от зъбите на зъбното колело от разпределителния вал се поставя специален белег; такъв белег се поставя и между два зъба от колелото на колянвия вал (или обратно). Така се посочва кой зъб между кои два зъба да попадне и да се получи точно центроване на ГРМ.

Когато колянвият и разпределителният вал са по-отдалечени един от друг, между тях се поставя междинно зъбно колело (фиг. 4.11). Зъбното колело 6, поставено на колянвия вал, задвижва междинното зъбно колело 10, което от своя страна задвижва зъбното колело 7 на разпределителния вал и зъбното колело 11, задвижващо горивонагнетателната помпа. За да се спази точната центровка на зъбните колела 7 и 11 спрямо колелото от колянвия вал, на определен зъб на всяко едно от тях са поставени белези, означени с 9, 2 и 3. С по две точки са означени междузъбията на междинното зъбно колело, в които трябва да влизат маркираните зъби от трите колела.

Зъбното колело 7 на разпределителния вал от своя страна задвижва зъбното колело 8, поставено на вала на компресора за състен въздух, а зъбното колело 11 от горивонагнетателната помпа чрез зъбното колело 1 задвижва маслената помпа за усилващия механизъм на кормилното управление на автомобила. Чрез междинното зъбно колело 5 колянвият вал задвижва зъбното колело 4 на маслената помпа от мазилната уредба на двигателя.

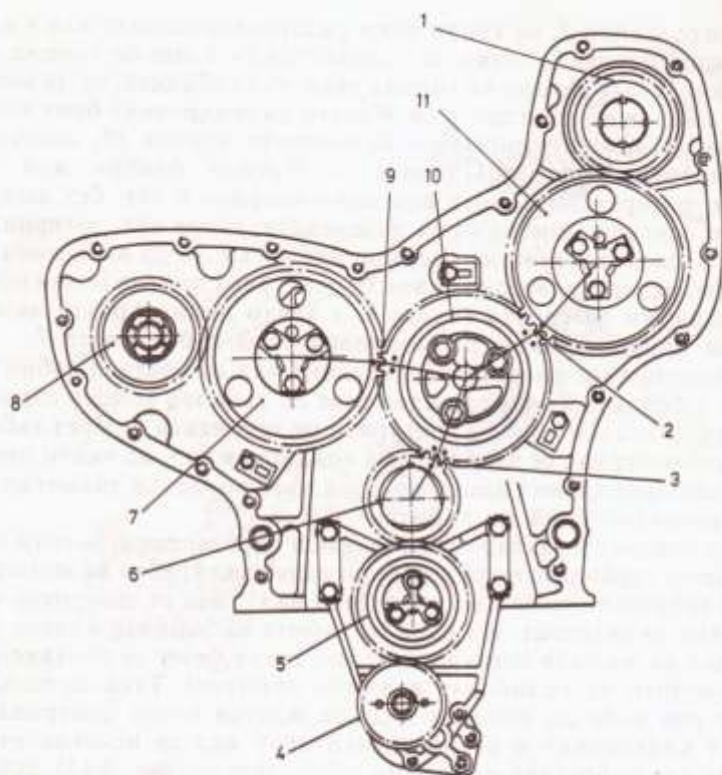
Системата от зъбни колела, чрез която се задвижват разпределителният вал и останалите спомагателни механизми на двигателя, се нарича зъбен разпределителен механизъм. За да не се замърсяват зъбните колела и за да не пръска масло от него, той се затваря със специален ламаринен, алуминиев или чугунен капак, наречен картер на разпределителния механизъм.

Когато разпределителният вал е разположен в цилиндровата глава, разстоянието между зъбното колело 1 (фиг. 4.12) и зъбното колело 4 на колянвия вал е много голямо. Тогава задвижването е чрез ролковата верига 7. На веригата не могат да се поставят белези, поради което разпределителният вал се центрова спрямо колянвия по белези, поставени на цилиндровия блок и лагерното тяло (или цилиндровата глава), в което лежи разпределителният вал.

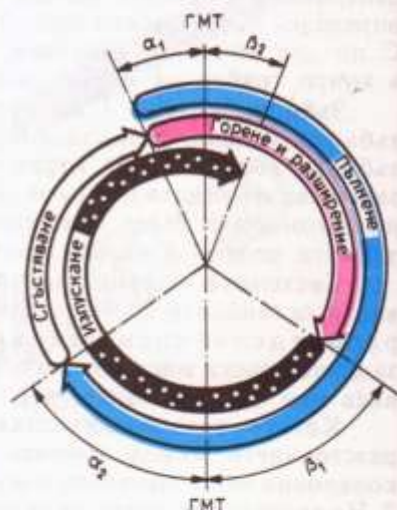
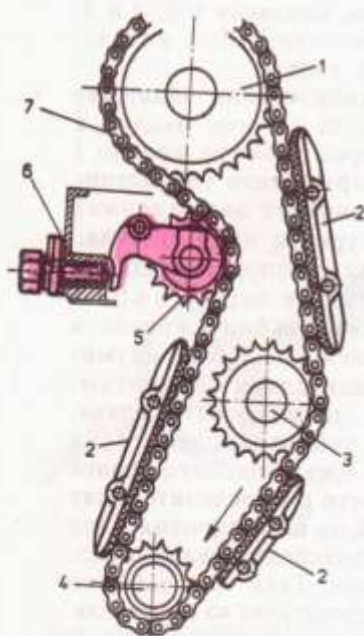
С ролковата верига се задвижват и други механизми. Така чрез зъбното колело 3 се задвижват маслената помпа и прекъсвач-разпределителят на двигателя.

За да не бъде изхвърлена от центробежната сила от зъбното колело 1,





Фиг. 4.11. Разпределителни зъбни коленя



Фиг. 4.13. Кръгова диаграма на четиритактов двигател

Фиг. 4.12. Разпределителна ролкова верига

ролковата верига се опъва от обтегача 6, който непрекъснато притиска към нея свободно въртящото се около оста си зъбно колело 5. Люлеенето на веригата и евентуалното ѝ удряне в стените на картера на разпределителния механизъм се ограничават от плоските успокоители 2.

Вместо ролкови вериги все по-често се използват назъбени пластмасови ремъци, чиято сърцевина надлъжно е армирана със стоманени нишки. Пластмасовите зъбни ремъци са по-леки и по-безшумни от ролковите вериги. Освен това те не се нуждаят от мазане.

Когато двигателят се загрее до нормалната си работна температура, частите от ГРМ се удължават — най-много клапаните, защото те се загреват до много високи температури. Ако предварително не се остави известна хлабина между края на стеблото на клапана и кобилицата, клапанът, след като се загрее, опира в кобилицата. Но тъй като кобилицата не може да се премести, клапанът започва да свива пружината и отваря, макар и малко, всмукателния или изпускателния отвор, през който започва да излиза пресен пълнеж или отработили газове.

Хлабината между стеблото на клапана и кобилицата (или между кобилицата и разпределителния вал) зависи от конструкцията на двигателя, но е от порядъка на 0,10–0,20 mm. За всеки конкретен двигател хлабината е точно указана. Тя се измерва със специална калибрована пластина, когато двигателят е студен. Когато клапанът се задвижва направо от гърбицата на разпределителния вал, температурната хлабина се измерва с калибровани по дебелина шайби, които се поставят между стеблото на клапана и повдигача.

#### Въпроси и задачи

1. Две клапанни пружини са с еднакъв диаметър, еднаква височина и са навити от кръгла тел с еднакво сечение. Едната пружина има 10 навивки, другата — 7 навивки. Коя от двете пружини е по-твърда?

2. Защо хлабината между клапаните и кобилиците трябва да се регулира, когато двигателят е студен? Какви резултати биха се получили, ако регулирането се извърши при загрети до 80 °C части от ГРМ?

3. Защо диаметърът на всмукателния отвор е по-голям от този на изпускателния отвор?

#### 4.3. ФАЗИ НА ГАЗОРАЗПРЕДЕЛЕНИЕТО

Ъглите, на които се завърта колянният вал от отварянето до затварянето на клапаните, се наричат фази на газоразпределението. При четири-тактовия двигател клапаните се отварят и затварят по един път на всеки две завъртвания на вала, т. е. за 720°.

Графичното изобразяване на фазите на газоразпределението чрез концентрични окръжности или чрез спирала се нарича диаграма на газоразпределението. Поради формата си тя се нарича още и кръгова диаграма (фиг. 4.13). Вертикалният диаметър на диаграмата представлява условно ходът на буталото, горната пресечна точка е ГМТ, а долната пресечна точка — ДМТ. Дъгите на окръжностите (спиралата) са фазите на газоразпределението.

Вижда се, че всмукателният клапан се отваря на определен ъгъл  $\alpha_1$  преди ГМТ и се затваря на ъгъл  $\alpha_2$  след ДМТ, така че продължителността на отварянето не е 180°, колкото трае всмукателният ход, а е значително по-голяма ( $\alpha_1 + 180^\circ + \alpha_2$ ). Той може да се определи, като се има предвид, че за различните двигатели  $\alpha_1 = 10^\circ + 30^\circ$  и  $\alpha_2 = 30^\circ + 70^\circ$ .

Изпускателният отвор се отваря на ъгъл  $\beta_1$  преди ДМТ и се затваря на ъгъл  $\beta_2$  след ГМТ, т. е. след като изпускателният ход е завършен ( $\beta_1 = 40^\circ + 70^\circ$ ,  $\beta_2 = 10^\circ + 30^\circ$ ).



Всмукателният клапан започва да се отваря няколко градуса преди ГМТ, за да може да се отвори напълно, когато налягането в цилиндъра започне да спада под атмосферното и пресният пълнеж с голяма скорост да започне да навлиза в цилиндъра.

В началото на състителния такт, въпреки че налягането в цилиндъра започва да се повишава и да надминава атмосферното, всмукателният клапан продължава да е отворен и цилиндърът продължава да се пълни вследствие на инерцията на пълнежа. В момента, когато кинетичната енергия на пълнежа вече не е достатъчна, за да преодолее непрекъснато повишаващото се налягане в цилиндъра, всмукателният клапан се затваря.

Подобни са и процесите, които протичат при отварянето на изпускателния клапан. Той се отваря значително, преди буталото да достигне ДМТ, за да могат отработилите газове да започнат да излизат от цилиндъра под действието на собственото си налягане. Така се губи известна част от полезната работа, но тази загуба е значително по-малка от отрицателната работа, която буталото трябва да извърши, за да ги изтласка от цилиндъра, ако изпускателният отвор не се е отворил по-рано. С по-късното затваряне на изпускателния отвор, след като буталото е преминало през ГМТ и е започнал всмукателният ход, се използва кинетичната енергия (инерцията) на отработилите газове — те продължават да изтичат от цилиндъра, въпреки че налягането им е спаднало под атмосферното.

Следователно за известен, макар и неголям ъгъл от въртенето на колянния вал и двата клапана са отворени. Този ъгъл се нарича припокриване на клапаните.

Фазите на газоразпределение предварително могат да се изчислят, но точните им стойности се определят опитно. За всяка честота на въртене на колянния вал има оптимални фази на газоразпределението. Фазите се определят за онази честота на въртене на колянния вал, при която той работи най-продължително.

#### Въпроси и задачи

1. Начертайте кръгова диаграма на двигател, на който всмукателният клапан се отваря  $29^\circ$  преди ГМТ и се затваря  $70^\circ$  след ДМТ, а изпускателният клапан се отваря  $65^\circ$  преди ДМТ и се затваря  $15^\circ$  след ГМТ. За колко градуса от завъртането на колянния вал е отворен всеки един от клапаните? Колко градуса трае припокриването на клапаните?

2. Поради недостатъчна твърдост или лошо мазане гърбиците на разпределителния вал могат да се износят с 2—3 mm. Как се отразява това износване на кръговата диаграма на двигателя и на мощността му?

## 5.1. ОБЩИ СВЕДЕНИЯ

Частите на двигателя, които се плъзгат или търкалят едни спрямо други, се нуждаят от мазане. Чрез мазането триещите се повърхности се разделят една от друга с маслен слой, който не позволява на металните повърхности да се допират. Благодарение на мазането триенето и износването на частите на двигателя многократно се намаляват. Маслото отвежда и част от топлината на буталото, лагерите на колянвия вал, горната част на стеблата на клапаните и от много други части. Като маже триещите се части, маслото отнася със себе си в масления картер много механични частици — пращинки, стружки, нагар и др., които могат да наранят работните повърхности на частите.

**Изисквания и свойства на маслата.** Маслата, които се използват за мазането на ДВГ, са подложени на големи механични и топлинни натоварвания, влизат в непосредствен допир със силно загретите газове, които ги окисляват и влошават мазилните им качества. За да могат да работят по-продължително време и за да се осигури добро мазане на всички триещи се части, тези масла трябва да имат следните основни свойства:

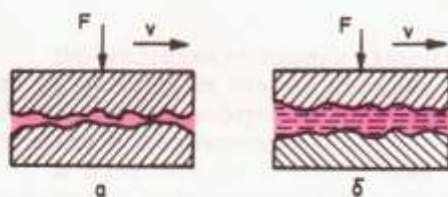
1. Да имат необходимия вискозитет при ниски, нормални и високи (до 150°C) температури.
2. Да се окисляват колкото се може по-бавно.
3. Да образуват безвредни продукти при неизбежното им прегряване и окисляване.
4. Да не влизат в химично взаимодействие с цветните метали и сплави, от които са изработени някои от частите на двигателя.
5. Да неутрализират органичните киселини, които се образуват при взаимодействието на продуктите от горенето и водните пари, намиращи се в картера на двигателя.
6. Да имат висока адхезия, т. е. да полепват добре върху металните повърхности.

Във всеки ДВГ трябва да се използва само такова масло (или негов заместител), каквото е предписано от завода производител. Използването на масла с друг вискозитет или друг експлоатационен клас води до много по-бързо износване на двигателя, било защото в маслото няма необходимите прибавки, било защото в него има прибавки, които са вредни за конкретния двигател.

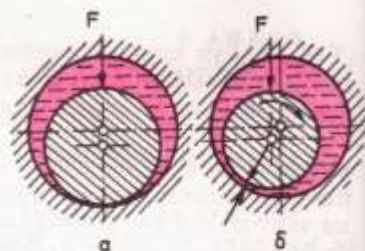
**Видове триене.** При движение на допиращите се повърхности една спрямо друга възниква сила на триене, която е насочена в посока, обратна на движението. Големината на силата на триенето зависи от състоянието на триещите се повърхности и от силата  $F$ , с която се притискат една към друга. В зависимост от състоянието на триещите се повърхности се различават следните видове триене:

**Сухо триене** (фиг. 5.1 а). При него триенето възниква вследствие на грапавините на триещите се повърхности и под действието на междумолекулните сили. Колкото по-добре са обработени триещите се повърхности, толкова по-малка е силата на триене, тъй като „зацепването“ на грапавините от едната и от другата повърхност е по-малко. Триенето, което възниква от зацепването, се нарича механично. То е свързано с голяма загуба на енергия, с бързо износване на триещите се повърхности и с отделяне на голямо количество топлина. Поради това при ДВГ не се допуска сухо триене.





Фиг. 5.1. Схема на триене



Фиг. 5.2. Схема на разположение на колянната шийка при покой и при движение на двигателя

**Течно триене** (фиг. 5.1 б). При това триене между двете триещи се повърхности има маслен слой, който не позволява на грапавините да се допират и така се избягва механичното им триене. Благодарение на лепкавостта на маслото то се задържа по двете повърхности и за да се придвижи едната повърхност спрямо другата, необходимо е да се преодолява само силата на вътрешното триене в маслото, чиято големина зависи най-много от вискозитета му. При течното триене загубата на енергия и нагряването и износването на частите са много по-малки.

При покой (фиг. 5.2 а) колянната шийка под действието на собственото си тегло се опира в долната част на лагера и масленият слой не е в състояние да раздели двете повърхности. При завъртане на шийката тя увеличава поляпналия маслен слой по посока на въртенето и благодарение на клиновидната форма на хлабината налягането на маслото в долната част на лагера се увеличава и шийката се отделя от лагера (фиг. 5.2 б). Дебелината на масления слой, който разделя двете повърхности (на шийката и на лагера), зависи от вискозитета на маслото, от честотата на въртенето и от първоначалната хлабина в лагера.

Към триещите се повърхности трябва да се подава непрекъснато масло, защото в противен случай масленият слой лесно се разкъсва и настъпва *полутечно триене*.

От казаното дотук се вижда, че течното триене е най-изгодният случай на работа на триещите се повърхности. В следните случаи обаче течното триене не може да се осъществи:

1. При първоначално пускане на двигателя.
2. При претоварване на двигателя.
3. При прегряване на двигателя.

Последните два случая на работа на двигателя трябва да се избягват, защото при продължителна работа може да настъпят сериозни повреди в двигателя.

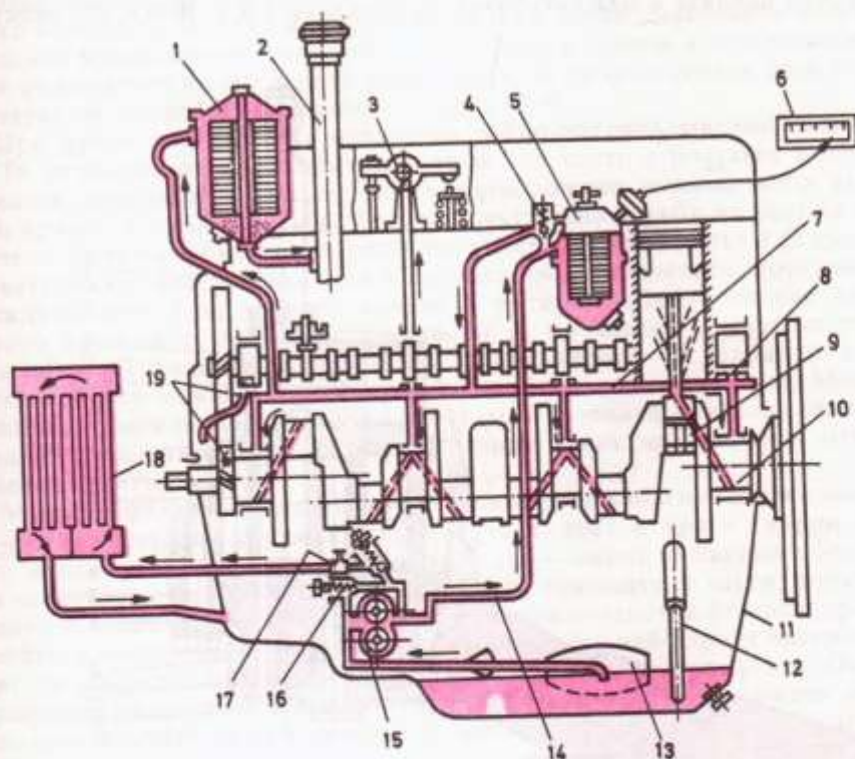
**Видове мазилни уредби.** В зависимост от начина, по който се подава маслото към триещите се части, се различават следните видове мазание:

1. Мазане чрез плискане – без и с циркулация на маслото.
2. Мазане под налягане.
3. Комбинирано мазане.

Мазането *чрез плискане* без циркулация на маслото не намира приложение при съвременните двигатели, тъй като подаването на маслото към триещите се части е неравномерно. Главната причина за това е, че при транспорт нивото на маслото в картера се изменя, поради което то не може да достига до въртящите се части.

Във всички ДВГ (без двутактовите карбураторни двигатели) мазането на повечето от триещите им се части е *принудително* — маслото се подава към тях под налягане по специални канали. Останалите части се мажат чрез пръскане на масло по повърхността им.

При комбинираната мазилна уредба (фиг. 5.3) при работа на двигателя от картера 11 чрез филтъра 13 и помпата 15 маслото се подава под налягане по тръбопровода 14 към филтъра за грубо пречистване 4 и 5 и главната маслена магистрала 7. Оттам маслото постъпва към основните лагери 10 и мотовилковите лагери 9. Излишното масло при мотовилковите лагери изтича и се разпръсква вследствие на въртенето на вала. Така се мажат стените на цилиндъра, буталният болт, разпределителният вал и др. Част от маслото от магистралата постъпва във филтъра за фино пречистване 1 и се връща обратно в картера. Най-натоварените части на цилиндъра и гърбиците на разпределителния вал се мажат през специален отвор в долната глава на мотовилката в момент на съвпадане на този отвор с канала в мотовилковата шийка. От главната магистрала маслото се подава и към лагерите 8 на разпределителния вал. През прорез в предния лагер на разпределителния вал маслото постъпва към зъбните колела 19. Оста на кобилиците 3 се маже с масло от един от лагерите на разпределителния вал. За охлаждане на маслото в мазилната уредба на двигателя се монтира маслен радиатор 18 с кран за включване и изключване 17. Нивото на маслото се контролира с маслоуказателната линийка 12, а налягането се контролира с манометъра 6. Максималното налягане



Фиг. 5.3. Схема на комбинирана мазилна уредба



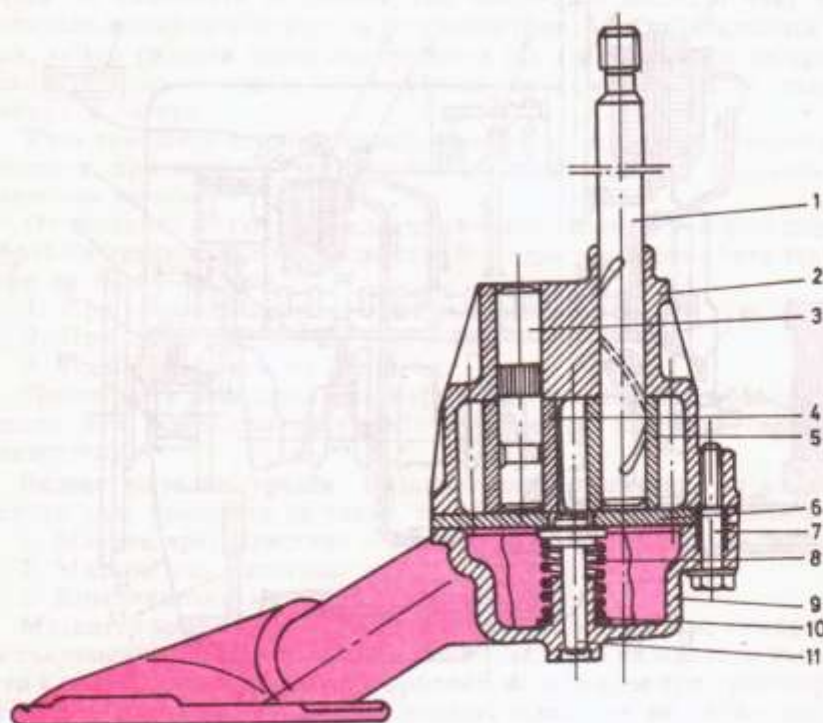
в системата се ограничава от редукионен (предпазен) клапан 16. Маслото се налива през тръбата 2.

#### Въпроси и задачи

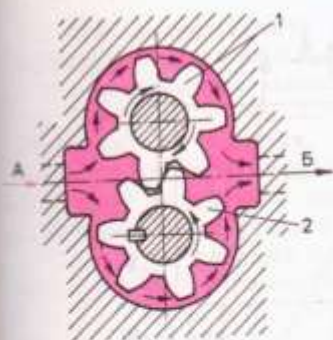
1. Обяснете по фиг. 5.3 как се мажат лагерите на мотовилката при връзката ѝ с колянвия вал и с буталния болт!
2. Помислете как автоматично може да се включва масленият радиатор (фиг. 5.3)!
3. Как са свързани филтрите за грубо и за фино пречистване (фиг. 5.3) и защо точно така?

#### 5.2. ЕЛЕМЕНТИ НА МАЗИЛНАТА УРЕДБА

**Маслена помпа** (фиг. 5.4). Състои се от тялото 2, изработено от алуминиева сплав или чугун, в което влиза стоманеният вал 1, на долния край на който е набито задвижващото зъбно колело 5. В тялото е поставена и оста 3 със задвижваното зъбно колело 4. С винтовете 7 към долната част на тялото са прикрепени капакът 6 и маслоприемникът 9. В тялото на маслоприемника е поставен предпазният клапан 11, притиснат отгоре от пружината 8, лежаща върху шайбата 10. Когато двигателят работи, валът 1, задвижван чрез зъбна предавка от колянвия вал, върти набитото на него зъбно колело 5, а то задвижва зацепеното с него зъбно колело 4, чийто вал 3 е лагериран в тялото на помпата. При въртенето на двете зъбни колела в зоната А (фиг. 5.5), свързана чрез канал с маслоприемника, се създава подналягане и се изсмуква масло, което навлиза в междузъбията на колелата 1 и 2. Всеки зъб действува



Фиг. 5.4. Маслена помпа



Фиг. 5.5. Схема на зъбна маслена помпа



Фиг. 5.6. Схема на зъбно-роторна маслена помпа

като бутало, което изтласква маслото, намиращо се в междузъбното пред него, към зона Б, откъдето то се отправя към масления филтър.

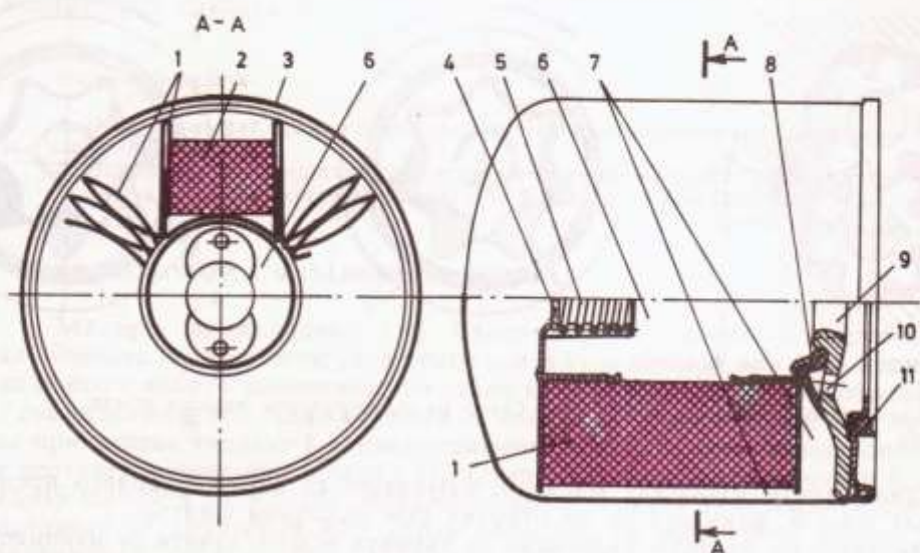
Налигането на маслото, създавано от зъбната помпа, зависи от няколко фактора — от радиалната и осовата хлабина между зъбните козела и тялото на помпата (обикновено тези хлабини са от порядъка на 0,10–0,15 mm), от съпротивлението на маслената магистрала и от вискозитета на маслото. Когато маслото е студено и вискозитетът му е голям, маслената помпа може да създаде много високо налягане — до 10 МПа и повече, което може да спуска някой от каналите на маслената магистрала. За да се отстрани тази опасност, използва се предпазният клапан 11 (фиг. 5.4).

При някои двигатели се използва зъбно-роторна маслена помпа (фиг. 5.6). Тя се състои от цилиндричното тяло 7, в което е поставен роторът 6 с вътрешно назъбване и ексцентрично разположено спрямо него вътрешно зъбно колело 1 с външни зъби. Броят на вътрешните зъби на ротора е с един повече от броя на зъбите на вътрешното колело. Когато валът 8 се върти, през всмукателния отвор, разположен в долната част на помпата, постъпва масло в междузъбното 3 на зъбното колело и ротора. Зъбното колело изтласква маслото пред себе си в пространството 2, но заедно с това се превърта и роторът. Поради ексцентричното разположение на зъбното колело 1 пространството между него и ротора 6 непрекъснато се стеснява. Маслото се нагнетява в междинната зона 5, а оттам — в зоната с високо налягане 4, откъдето през отвор, разположен в горния капак на помпата, отива към масления филтър.

**Маслени филтри.** Маслото в масления картер винаги съдържа замърсявания — ситни метални стружки, кварцов прах, кокс и други твърди частици, както и продукти от стареенето на маслото — смоли и лакови образувания. Тези нечистотии не трябва да попадат между триещите се части, поради което маслото непрекъснато се филтрира. Филтрирането започва от маслоприемника, на който е поставена метална мрежа, задържаща най-едрите частици, които могат да повредят зъбите на помпата, ако попаднат между тях. Основното пречистване на маслото е във филтъра или филтрите, разположени непосредствено след помпата, за да бъде маслото топло, когато минава през филтриращите елементи.

Прилагат се два начина за филтриране на маслото — пълнопоточен, когато цялото количество масло, подавано от помпата, минава през филтрите, и непълнопоточен, когато цялото количество масло минава през филтъра





Фиг. 5.7. Маслен филтър

за грубо пречистване и само част от него (15–20 %) – през филтъра за фино пречистване. Непълнопоточното филтриране създава по-малко съпротивление (и по-малък разход на енергия за задвижване на маслената помпа), но усложнява конструкцията на двигателя, поради което във всички съвременни автомобилни двигатели се прилага пълнопоточно филтриране на маслото с хартиени, неразглобяеми филтри.

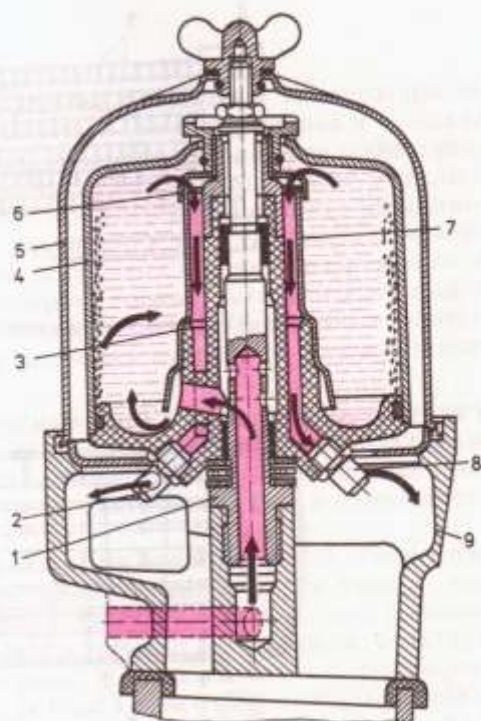
Пълнопоточният маслен филтър (фиг. 5.7) има тяло 3, изработено от тънка стоманена ламарина. В него е поставена филтърната хартия 1, нагъната на „хармоника“ и разположена радиално спрямо тялото. Поставен е и допълнителният филтриращ елемент 2 за задържане на по-едри частици. Чрез резбовия си отвор 9 филтърът се завива на тръбата, водеща към маслената магистрала на двигателя, и се уплътнява към нея чрез гумения пръстен 11. Маслото, подавано от маслената помпа, постъпва през отворите 10 в периферната кухина 7, в която е разположена филтърната хартия. Маслото минава през филтриращия елемент и филтърната хартия и постъпва в централната кухина 6, откъдето през отвора 9 отива в маслената магистрала.

Ако маслото е с повишен вискозитет (много студено) или порите на филтърната хартия са запушени от замърсявания, налягането на маслото във външната зона е значително по-голямо от налягането му в централната зона. От разликата на наляганята в двете зони се отваря клапанът 4, който свива пружината 5 и от зоната 7 маслото минава направо през зоната 6 в маслената магистрала, без да е филтрирано. Така се избягва опасността двигателят да остане без масло, когато съпротивлението на филтриращия елемент е много голямо. Противоводренажният клапан 8 е пръстеновидна гумена мембрана, която пропуска маслото през отворите 10 във филтъра, но не позволява на маслото от филтъра и от каналите на маслената магистрала да се стече в масления картер, когато двигателят спре да работи. Благодарение на него при пускането на двигателя в цялата мазилна уредба има масло и частите на двигателя започват незабавно обилно да се мажат.

Пълнопоточните хартиени филтри задържат механични частици с размери над 5  $\mu\text{m}$ . Тези филтри не могат да се промиват или почистват, затова след определен пробег те се свалят от двигателя и се заменят с нови.



При съвременните двигатели се използват центробежни филтри за пречистване на маслото (фиг. 5.8). Основните им части са тялото 9, оста (стойката) 1, роторът 3 и капациите 4 и 5. Пречистването (филтрирането) се извършва вследствие на завъртането на ротора и на действието на центробежните сили по следния начин. Маслото от маслената помпа постъпва в централната част на тялото, отправя се нагоре през кухината на стойката и през радиалните отвори на стойката и на ротора идва в пространството под капача 4. Оттук то се отправя нагоре, прецежда се през цедката 6, променя посоката си и като преминава през пространството между ротора и тръбата 7, изтича през калиброваните отвори 2 и 8. При изтичането се получават две реактивни сили, които завъртат ротора с много висока честота на въртене ( $5000 - 6000 \text{ min}^{-1}$ ). При въртенето по-тежките примеси в маслото се устремяват към периферията на ротора и се погледват там. Изтичащото масло от жигльорите се връща отново в картера.



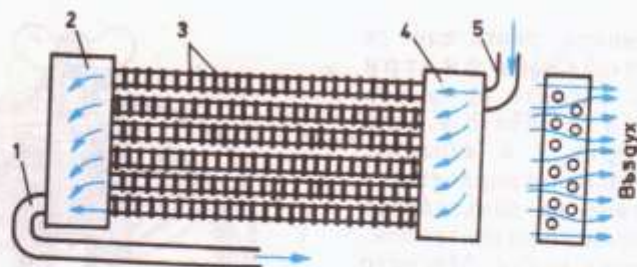
Фиг. 5.8. Центробежен филтър

**Маслени радиатори.** Маслото в двигателя не трябва да се загрева над  $100 - 110^\circ \text{C}$ , защото над тази температура то почва да се окислява и разлага. Образуват се смоли и лакове, които се отлагат в каналите на буталните пръстени, стеблата на клапаните и други по-загряти части на двигателя. Те могат да запушат някои от каналите на маслената магистрала и да задръстят маслените филтри. Образуват се и органични киселини, които разяждат частите на двигателя, изработени от цветни метали. Над  $110^\circ \text{C}$  вискозитетът на маслото намалява дотолкова, че триенето между частите от течна става полусуха. За да се избегне повишаването на температурата на маслото над допустимите граници, то трябва да се охлажда.

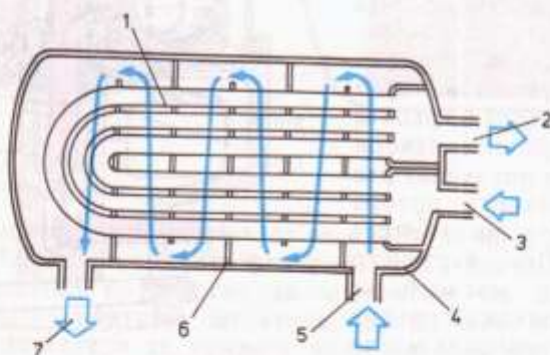
При по-малките автомобилни карбураторни и дизелови двигатели маслото се охлажда в масления картер, който се обдухва от насрещната въздушна струя, създаваща се при движението на автомобила и от въртенето на вентилатора. При някои двигатели дъното на картера отън се оребрява, с което значително се увеличава топлоотвеждането от него. При по-големите двигатели е необходим специален радиатор за охлаждането на маслото. Използват се два вида радиатори – въздушни и течностни.

Въздушните радиатори (фиг. 5.9) се поставят пред радиатора на автомобила. Те се състоят от колекторите 2 и 4, свързани помежду си с няколко реда гофрирани (оребрани) месингови или стоманени тръби 3. Горешото масло постъпва през отвора 5 на колектора 4, минава през тръбите 3, които се обдухват от въздуха, засмукван от вентилатора на двигателя, охлажда се и през тръбата 1 се отвежда в маслената магистрала на двигателя. Тези радиатори осигуряват добро, но неравномерно охлаждане на маслото. Входящият 5 и изходящият 7 отвор на течностния радиатор (фиг.





Фиг. 5.9. Схема на въздушен радиатор



Фиг. 5.10. Схема на течностен радиатор

5.10) се свързват направо в маслената магистрала на двигателя и не съществува опасност от изчитане на масло от тях. Радиаторът се състои от цилиндричното тяло 4, в което са поставени тръбите 1, през които тече охлаждащата течност, влизаща през отвора 3 и излизаща през отвора 2. Това е течността, която циркулира в охладителната уредба на двигателя. Горещото масло влиза през отвора 5, но поради напречните прегради 6, които образуват лабиринт в тялото, то трябва многократно да мине около водните тръби 1, които понякога са и оребрени. След като се охлади, маслото излиза през отвора 7 и навлиза в маслената магистрала. При някои двигатели само част от маслото минава през радиатора и след охлаждането му се връща в картера на двигателя.

#### Въпроси и задачи

1. Защо маслото трябва да е горещо, когато постъпва в маслените филтри?
2. За какво служи противодренажният клапан от масления филтър?
3. Маслената помпа подава от 10 до 20 пъти повече масло, отколкото е необходимо за доброто мазане на всички части на двигателя. Защо?

## ОХЛАДИТЕЛНА УРЕДБА

Охладителната уредба трябва да поддържа подходяща температурата на всички части на двигателя, като отвежда от тях излишната топлина и я отдава на околната атмосфера. Отвеждането на топлината трябва да бъде добре организирано и регулирано, защото преохлаждането на двигателя също е вредно.

При студен двигател част от горивото кондензира по стените на цилиндрите, стича се и измива поленалото по тях масло и така увеличава триенето и износването им. Кондензираното гориво се смесва с маслото, разрежда го и влошава качествата му. Капчиците кондензирано гориво, останали в горивната камера, не могат да изгорят или изгарят непълно, с което се увеличава количеството на отровни вещества в отработилите газове при едновременно увеличаване на разхода на гориво.

Когато двигателят е прегрял, маслото намалява вискозитета си, а с това и мазилните си качества и започва бързо да старее. При още по-силно прегряване мазането се нарушава и триенето може да премине към полутечно и даже сухо. Загубите от триене нарастват, мощността на двигателя спада, а износването му се увеличава.

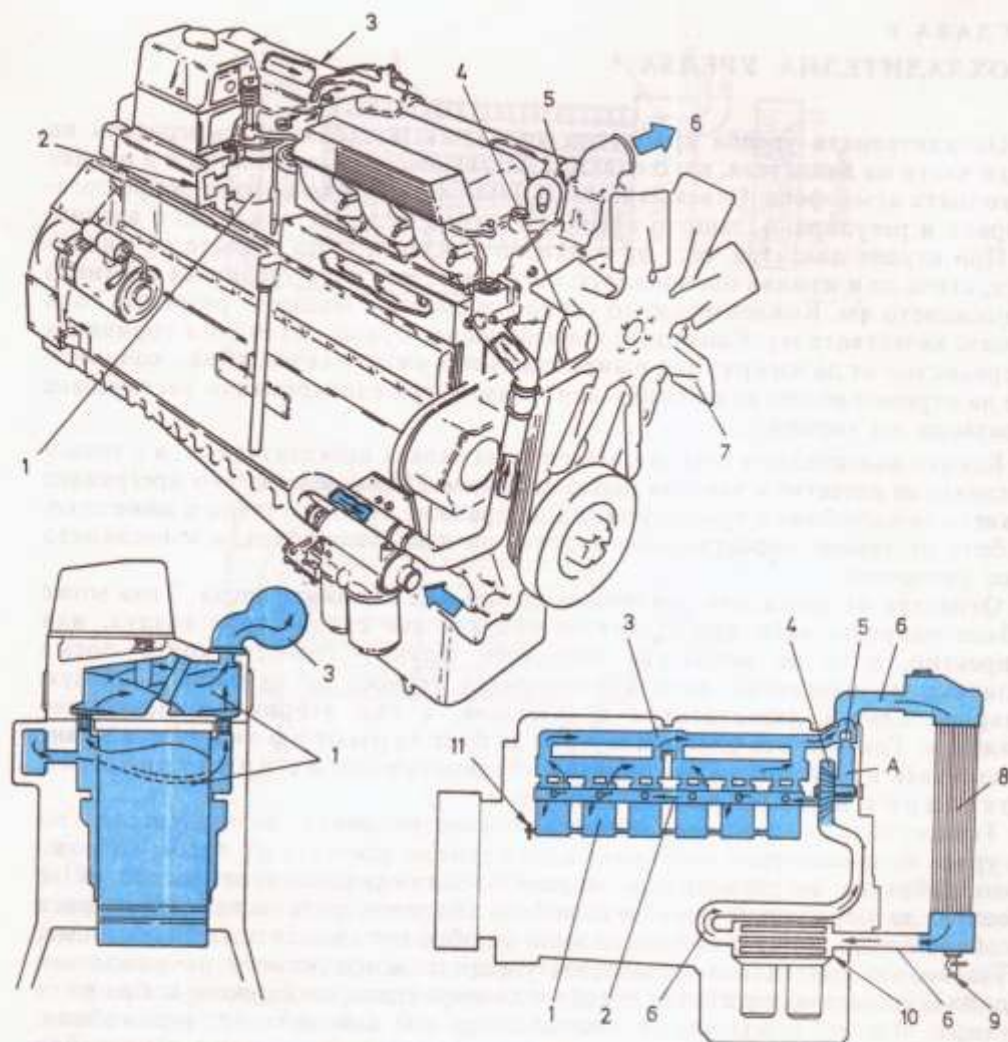
Отнетата от двигателя топлина се предава на околната среда. Това може да бъде направо, като двигателят се обдухва със силна струя въздух, или индиректно, като се използва междинен флуид — течност, която поема топлината на двигателя, след което самата течност се охлажда с въздух. В първия случай двигателят е с *въздушно*, а във втория — с *теchnостно* охлаждане. Течностното охлаждане може да бъде термосифонно (вследствие на разликата в плътността на топлата и студената вода) и с принудителна циркулация на охлаждащата течност.

Течностното охлаждане усложнява конструкцията на двигателя, но осигурява по-равномерно постоянно охлаждане на всичките му части. То може много добре да се регулира, а загрялата охлаждаща течност може да се използва за отопляването на автомобила. Водната риза около цилиндрите и особено около горивната камера много добре поглъща и заглушава шума, получаващ се при възпламеняването, горенето и изтичането на работната смес. Въздушната охладителна уредба е по-опростена, но не може добре да се регулира. Тя се използва в двигателите на най-малките автомобили, мотоциклетите и при дизеловите двигатели за райони с много студен или много горещ климат.

## 6.1. ТЕЧНОСТНА ОХЛАДИТЕЛНА УРЕДБА

Във всички съвременни автомобили и тракторни двигатели се използват течностни охладителни уредби с принудителна циркулация на охлаждащата течност. Уредбата (фиг. 6.1) се състои от: водната риза 1 в цилиндровия блок и главата, в която циркулира течността, непосредствено охлаждаща частите на двигателя; колекторите 2, прикрепени към цилиндровия блок, през които течността се подава и разпределя равномерно между цилиндрите; колектора 3, прикрепен към цилиндровата глава, в който се събира течността, загрята от цилиндрите и горивните камери; радиатора 8, в който течността се охлажда; системата от гъвкави тръбопроводи 6, свързващи радиатора с водната риза и маслоохладителя 10. Принудителната циркулация на течността във водната риза и радиатора се осигурява от водната помпа 4, а охлаждането на





Фиг. 6.1. Схема на течностна охладителна уредба

радиатора с въздух — от вентилатора 7. Термостатът 5 поддържа постоянна температура на течността във водната риза, а кранчетата 9 и 11 са за източване на течността. При по-малките двигатели не се използват колекторите 2 и 3.

**Охлаждащи течности.** Най-достъпната и евтина охлаждаща течност е водата. При отрицателни температури обаче тя замръзва, увеличава обема си с около 10 % и може да спуква цилиндровия блок и главата и да повреди други части от охладителната уредба. Във водата има разтворени минерални соли, които се отлагат по стените на водната риза и радиатора, образуват котлен камък и влошават охлаждането на двигателя. Тези опасности не съществуват, ако вместо вода за охлаждането на двигателя се използва специална незамръзваща течност — антифриз.

Антифризът, който се произвежда в химическия комбинат „Верил“ – гр. Елин Пелин, се състои от етиленгликол, вода и инхибитори – химични вещества, предпазващи частите на двигателя от корозия.

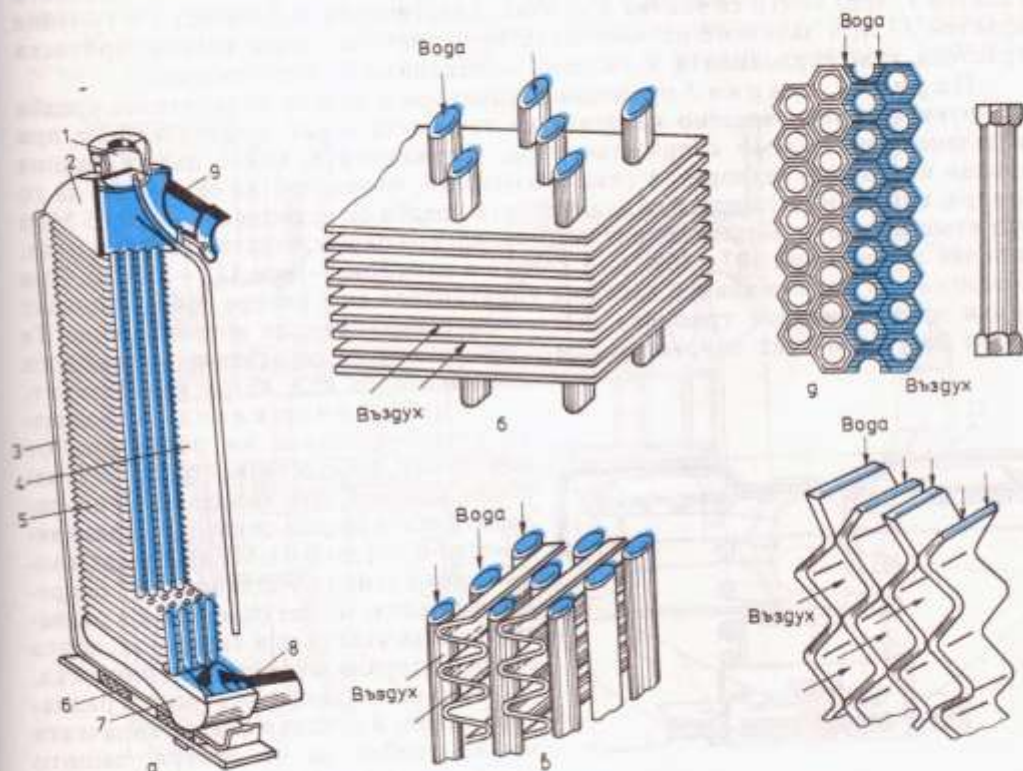
Понеже антифризът е смес от две течности с различни точки на кипене, водата от сместа се изпарява при по-ниски температури и концентрацията на етиленгликола в нея постепенно се увеличава. Това налага периодично в охладителната уредба да се долива вода, за да се компенсират загубите от изпарението (но не и от изтичането) на водата. Антифризът се затопля по-бързо през зимата, но са необходими малко по-големи размери на радиатора, за да се получи добро охлаждане при високи околни температури.

#### Елементи на течностната охладителна уредба:

Радиаторът служи като топлообменник в охладителната уредба. Постъпващата от водната риза нагрятая течност през стените на радиатора отдава топлината си на въздушния поток.

Радиаторът се състои от горно 2 (фиг. 6.2 а), долно 7 резервоарче, сърцевина 5 и рамка 3. Горното резервоарче има отвор 1 за наливане на течността и входящ отвор 9, свързващ радиатора с водната риза. Наливният отвор се затваря с капачка, в която обикновено е монтиран паро-въздушният клапан, съединяващ се с атмосферата чрез тръбата 4. Долното резервоарче има изходящ отвор 8, свързващ радиатора с водната помпа.

Необходимата топлообменна повърхност на радиатора се постига чрез подходяща конструкция на неговата сърцевина. Според устройството на сърцевините си радиаторите са водотръбни, пластинкови и въздухотръбни.



Фиг. 6.2. Радиатор и охлаждащи елементи



Водотръбните радиатори са най-разпространени. Те се подразделят на тръбно-пластинкови и тръбно-лентови. Тръбно-пластинковата сърцевина (фиг. 6.2 б) се състои от множество тънкостенни месингови тръбички с овално или кръгло напречно сечение, разположени шахматно и свързани с краищата си към двете резервоарчета. За увеличаване на охлаждащата площ върху тях са поставени голям брой тънки месингови пластини.

В тръбно-лентовите радиатори (фиг. 6.2 в) тръбичките са разположени една зад друга в редове. Между всеки два реда са поставени и споени вълнообразно нагънати ленти с широчина, колкото е дебелината на сърцевината на радиатора.

Пластинковите радиатори (фиг. 6.2 г) са със сърцевини, изработени от пластини, споени по двойки така, че да образуват плоски вълнообразни нагънати тръби с широчина, равна на дебелината на радиатора.

Въздухотръбните радиатори (фиг. 6.2 д) се състоят от множество хоризонтално разположени тръби, допиращите се уширени краища с шестоъгълно напречно сечение на които са споени помежду си. При тази конструкция водата минава от външната страна на тръбичките, а въздушната струя — през самите тръбички.

Към рамата на машината радиаторът се закрепва чрез рамката 3, поставена на гумените подложки 6.

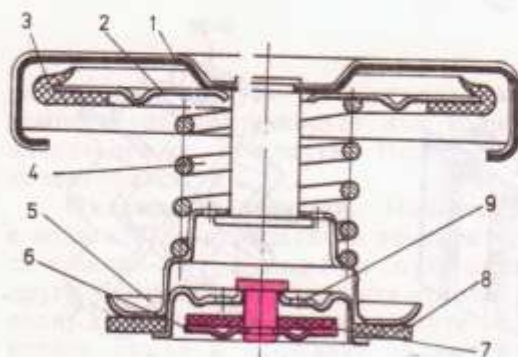
Напоследък вместо от месинг радиаторите се изработват от алуминиеви сплави, които са по-леки и евтини.

**Паро-въздушният клапан** (фиг. 6.3), монтиран в капачката на радиатора, затваря херметично охладителната уредба. Той се състои от ламаринената капачка 1, чрез която се завива и отвива, пластинковата пружина 2 и гумения пръстен 3. При завиване на капачката пружината се огъва нагоре, притиска пръстена към гърловината и създава необходимата херметичност.

Парният клапан 5 предпазва радиатора и цялата охладителна уредба от спукване при повишено налягане на течността в нея, получаващо се при отделянето на голямо количество пара. Пружината 4, която държи парния клапан постоянно затворен, е така оразмерена, че започва да се свива и да го отваря, когато налягането в охладителната уредба се повиши с 0,04 — 0,05 МПа над атмосферното. Благодарение на това, когато охлаждащата течност е вода, започва да кипи при 107 — 109 °С, а когато е антифриз — при 117 — 122 °С. При повдигане на парния клапан заедно с уплътнителя си 8 нагоре парите излизат навън през специална тръбичка, поставена в гърловината на радиатора. Те могат да се изпуснат направо в атмосферата или да се отведат в специален разширителен съд, за да кондензират.

Въздушният клапан 6 предпазва резервоарчетата на радиатора от смачкване, когато течността в него изстине, водните пари кондензират и в охладителната уредба се създаде подналягане (от 0,001 до 0,01 МПа). Тогава въздушният клапан с уплътнителя 7 се премества надолу и през отворите 9 в радиатора влиза въздух или течността, която е кондензирала в разширителния съд.

Ако охлаждащата течност в радиатора заври, в никакъв случай капачката му не трябва да се отваря, защото налягането в охладителната уредба внезапно спада, което предизвиква



Фиг. 6.3. Паро-въздушен клапан

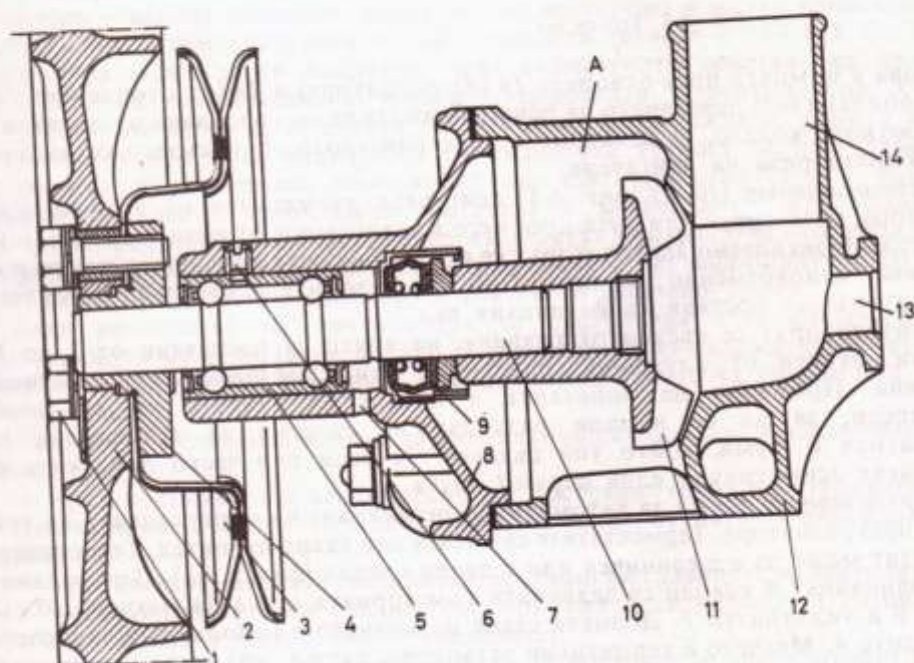


бурно кипене на течността, намираща се в нея. При отваряне на капачката от гърловината започва да блика пара и врящ антифриз, които могат да причинят тежки и трудноизлечими изгаряния.

Разширителният съд компенсира измененията на обема на охлаждащата течност при работата на двигателя. Състои се от цилиндрично или призматично тяло, изработено от полупрозрачна пластмаса, с обем 1,5–3 l. Специален белег показва минималното количество течност, което трябва да има в него. Парата или течността, пропуснати от парния клапан на радиаторната капачка, през гъвкава тръба постъпват в съда, където парите кондензират и повишават нивото на течността в него. Когато двигателят изстине и обемът на течността в цялата охладителна уредба се намали, течността от разширителния съд през въздушния клапан се връща обратно в радиатора. Гърловината на разширителния съд се затваря отгоре с капачка, през която може да излиза и да влиза въздух.

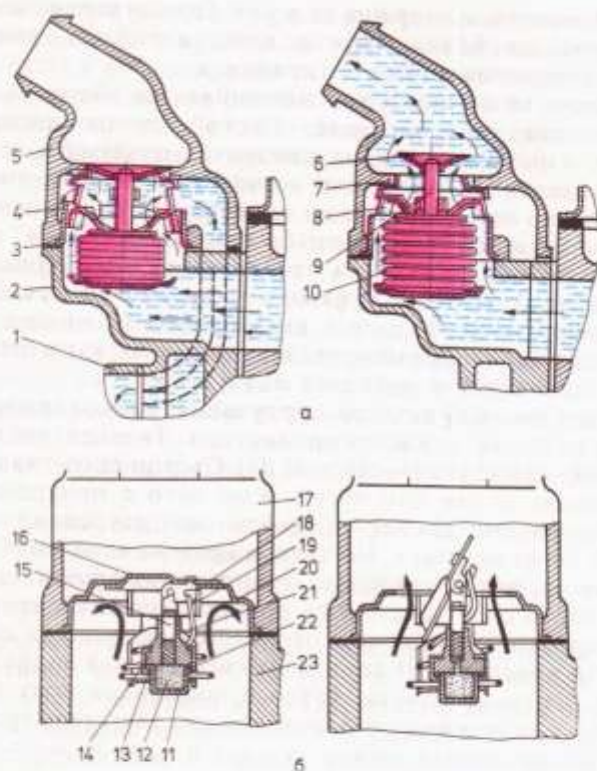
Водната помпа (фиг. 6.4) създава циркулацията на охлаждащата течност през водната риза на двигателя и през радиатора. Тя е центробежна и създава налягане около 0,04–0,10 МПа (4–10 m H<sub>2</sub>O). Състои се от тялото 12, което се отлива от алуминиева сплав или чугун. Към него е прикрепен фланецът 8 (изработен от същия материал), в който на двуредния сачмен лагер 5 е поставен валът 10 на помпата. На задния край на вала е набито работното колело 11 на помпата, отлято от чугун, а на предния край на вала е поставен фланецът 4, към който с винтовете 1 са прикрепени вентилаторът 2 и ремъчната шайба 3. Винтчето 6 ограничава осовото изместване на сачмения лагер, а уплътнението 9 го предпазва от водата, движеща се във водната помпа. През дренажния отвор 7 изтича водата, която е преминала през уплътнението.

Водната помпа се задвижва от колянния вал на двигателя чрез трапецовиден ремък, който върти ремъчната шайба, а с нея и вала на помпата. Течността



Фиг. 6.4. Водна помпа





Фиг. 6.5. Термостат

постъпва в помпата през отворите 14 (от радиатора) и 13 (от отоплението на автомобила) и под действието на центробежната сила, създавана от лопатките на работното колело, се изхвърля в пространството А, откъдето се насочва към водната риза на двигателя.

Вентилаторът (10 от фиг. 6.1) осигурява движението на въздуха през радиатора, като смуче или духа през него в зависимост от разположението на двигателя. Обикновено вентилаторът се поставя на оста на водната помпа и се задвижва едновременно с нея. При по-големите дизелови двигатели вентилаторът се поставя на колянния вал.

Вентилаторът се състои от главина, на която са поставени от 2 до 12 лопатки, отлети от алуминий, пластмаса или шамповани от стоманена ламарина. Профилът на лопатките и ъгълът на атаката им са точно оразмерени, за да се намали разходът на енергия за задвижване на вентилатора и шума, който той създава. За тази цел често лопатките се разполагат асиметрично една спрямо друга.

Термостатът служи за автоматично регулиране на циркулацията на течността през радиатора. Термостатите са с течен или твърд пълнител. Течностният термостат може да е с единичен или с двоен клапан (фиг. 6.5 а). Централният б и страничният 8 клапан са захванати към горната стена на мехчето 10 със стебло 9 и уплътнител 7. Долната стена на мехчето е неподвижно закрепена към тялото 4. Мехчето е херметично затворено, като е запълнено с предварително нагрят до точката на кипене смес от  $\frac{1}{3}$  етилов спирт и  $\frac{2}{3}$  дестилирана

вода. Термостатът е монтиран в мястото на съединяване на тръбите 2 и 5, водещи от водната риза към горната част на радиатора. Между тях е уплътнителят 3. Когато двигателят е студен, мехчето е свито, тъй като налягането в него е по-ниско от атмосферното, при което централният клапан е затворен, а страничният — отворен. При това положение притока на вода към радиатора е прекъснат и водата през отвора, открит от страничния клапан, и по тръбата 1 се връща обратно към водната помпа. Така циркулация се извършва само във водната риза.

При затопляне на двигателя течността в термостата се изпарява и мехчето се разпъва, като отваря централния клапан, а затваря страничния, с което течността се направлява през радиатора.

Напоследък се използват термостати с твърд пълнител (ЗИЛ-130). Термостатът с твърд пълнител се състои от меден балон 11 (фиг. 6.5 б), запълнен с активно вещество 12 и закрит с гумената мембрана 13, в която опира щифтът 15.

Щифтът се движи във водача 14 и е свързан чрез кобилицата 18 с клапана 16. Водачът е закрепен към балона чрез скобата 22. Като твърд пълнител (активно вещество) обикновено се използва смес от нефтен восък и меден прах. При студен двигател активното вещество е в твърдо състояние и клапана 16 под действието на пружината 19 затваря отвора на тялото 20 на термостата, с което прегражда пътя на течността към радиатора.

При затопляне на водата до 70–80 °С активното вещество се разтопява, увеличава обема си и налягането върху мембраната нараства. Мембраната чрез щифта и кобилицата отваря клапана и водата по тръбите 23 и 17 преминава в радиатора.

**Регулиране на топлинния режим на двигателя.** Двигателят има най-добри показатели — висока мощност, нисък разход на гориво и малко износване на частите, когато температурата на охлаждащата течност е 95–105 °С. Тази температура може да се поддържа чрез съвместното действие на два от елементите на охладителната уредба — термостата и вентилатора. Само термостатът не може да предпази двигателя от преохлаждане, защото дори без да циркулира през радиатора, охлаждащата течност се изстудява от обдухването на външната повърхност на двигателя със студен въздух. Вентилаторът често преохлажда двигателя и за неговото задвижване се изразходва значително количество енергия. Опитът е показал, че автомобилите, на които радиаторът е поставен отпред и се обдухват от насрещната въздушна струя, имат нужда от вентилатор за съвсем ограничено време.

Този недостатък на вентилатора се отстранява чрез системите за автоматичното му включване, когато температурата на охлаждащата течност достигне до определена стойност, и изключване, когато тя спадне под тази температура.

Прилагат се следните начини за автоматично включване и изключване на вентилатора:

- чрез поставяне на вентилатора на постояннотоков електродвигател, който се включва и изключва в зависимост от температурата на охлаждащата течност;
- чрез електромагнитен съединител, поставен на главината на вентилатора;
- чрез хидростатичен съединител, при който се използва специално синтетично масло с много голям вискозитет.

Двигателите, снабдени с автоматично включващи се вентилатори, имат с 4–6 % по-малък разход на гориво, а износването на частите от КММ се намалява до 25 %.

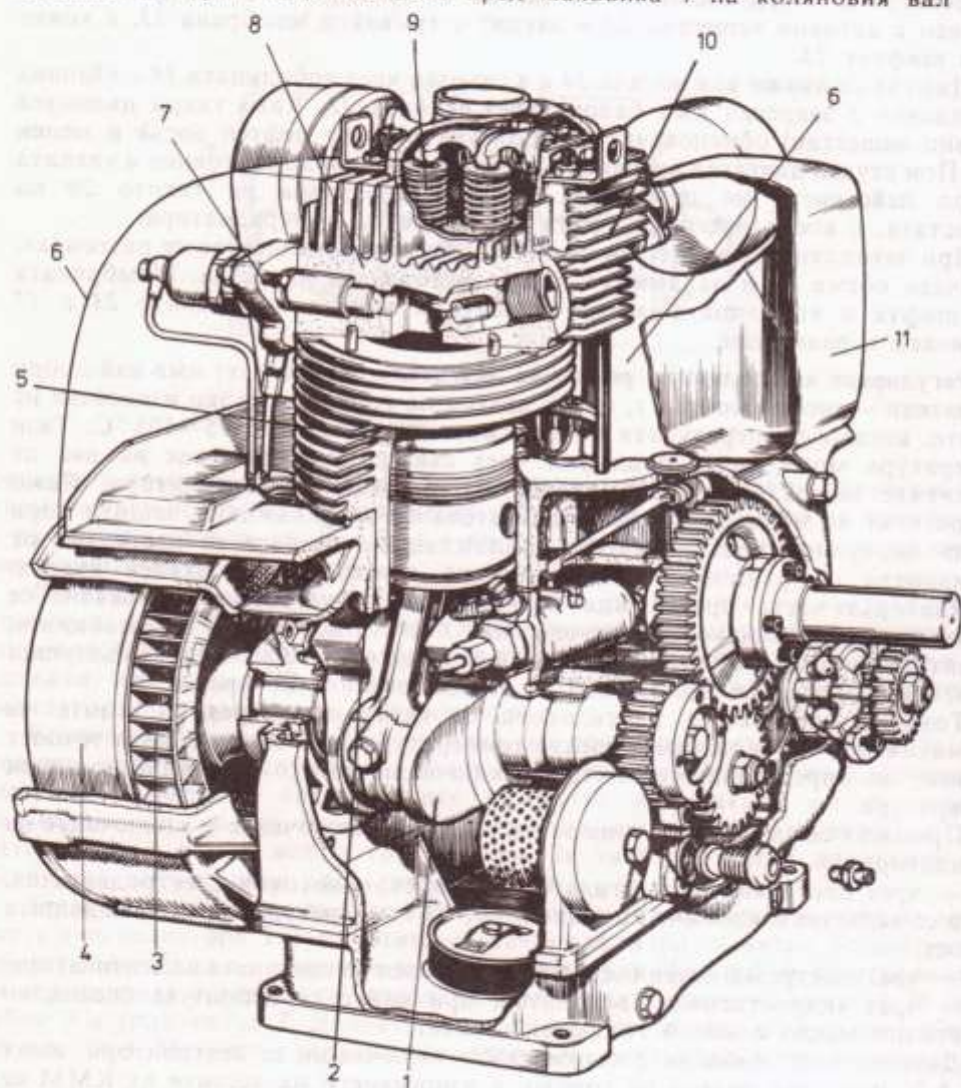


### Въпроси и задачи

1. Защо е необходимо двигателят да се охлажда? Избройте причините!
2. Обяснете как при термосифонната охладителна уредба се създава циркулация на водата!
3. Коя е причината да се „сплескват“ тръбичките на радиатора при създаване на разреждане в него?
4. Какви са последствията при работа на охладителната уредба с повреден термостат?
5. Кои са признаците, ако е повреден паро-въздушният клапан?

### 6.2. ВЪЗДУШНА ОХЛАДИТЕЛНА УРЕДБА

Охладителната уредба на двигателите с въздушно охлаждане е значително по-опростена от уредбата с течностно охлаждане. Тя се състои от радиалния вентилатор 3 (фиг. 6.6), поставен пред маховика 4 на коляновия вал 1 на



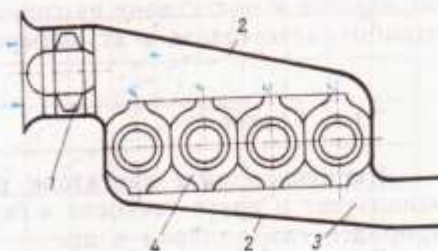
Фиг. 6.6. Въздушна охладителна уредба

двигателя. Въздухът, подаван от вентилатора, минава под ламаринен кожух с прегради 6 и обтича външната оребрена повърхност на цилиндъра 5 и на цилиндровата глава 8. Предназначението на преградите е да насочват въздушната струя първоначално към най-загритите зони на двигателя — гориворазпръсквача 7 и изпускателния клапан 9, а след това през зоната 10, където е разположен всмукателният канал. Резервоарът за гориво 11 е поставен извън кожуха. Отлетят от чугун картер 2 не се охлажда.

При многоцилиндровите двигатели (фиг. 6.7) вентилаторът 1 (радиален или осов) се задвижва чрез ремъчна предавка от колянвия вал. Въздухът, подаван от вентилатора, постъпва в пространството, ограничено от кожуха 2, обтича цилиндрите 4 и през канала 3 излиза в атмосферата.

Въпреки по-опростената им охлажда-телна уредба двигателите с въздушно охлаждане се срещат все по-рядко поради следните недостатъци:

- температурата на охлажданите части трудно се регулира дори и при наличието на термостат, поставен в кожуха; двигателят често се преохлажда или прегрява, което води до повишен разход на гориво;
- охлаждането на цилиндрите и главите е много неравномерно; винаги има зони, които лошо се обдухват от въздуха и охлаждането им е незадоволително;
- много по-шумни са, а за задвижването на вентилатора им се изразходва повече енергия; топлият въздух не може да се използва за отоплението на купето на автомобила.



Фиг. 6.7. Въздушно охлаждане на многоцилиндров двигател

#### Въпроси и задачи

1. При кои двигатели се използва въздушна охлаждателна уредба?
2. Какви са предимствата и недостатъците на въздушните охлаждателни уредби спрямо течностните?



## 7.1. ГОРИВНА УРЕДБА НА КАРБУРАТОРЕН ДВИГАТЕЛ

Горивната уредба служи за съхраняване и почистване на горивото, образуване и постъпване на горивната смес в цилиндрите и за отвеждане на отработилите газове в атмосферата.

## 7.1.1. Гориво

Карбураторните двигатели работят главно с бензин, но могат да се използват и други течности и газообразни горива — алкохол, пропан-бутан, природен газ, водород и др.

**Бензин.** Получава се при дестилацията и при дълбочинната структурна преработка на нефта. Той е смес от въглеводороди с ниско молекулно тегло. Чистият бензин е безцветна прозрачна течност с характерен остър мирис. Парите му са силно отровни. Характерните му експлоатационни свойства са:

*Топлината на изгаряне* показва какво количество енергия може да се получи при изгарянето на 1 kg бензин. При пълното изгаряне на 1 kg бензин се получават 42—44 хил. kJ.

*Плътноста* зависи от състава му и е от 0,69 до 0,77 kg/l. При пресмятанятия се приема 0,75 kg/l.

*Изпаряемостта* зависи от фрикционния му състав. Понеже бензинът е смес от различни въглеводороди, всеки от който има различна точка на кипене, кривата на изпаряемостта му не е хоризонтална линия, каквато е за чистите вещества (например водата и алкохола), а е крива (фиг. 7.1). Температурата, до която се изпаряват 50 % от бензина, характеризира пригодността му да образува хомогенна горивна смес при всички работни режими на двигателя. Тя не трябва да бъде по-висока от 120 °C.

*Специфичната топлина на изпарение* е количеството топлина, което трябва да се внесе в течния бензин, за да се изпари. Обикновено тази топлина се взема от въздуха, в който се изпарява бензинът. В зависимост от фрикционния състав на бензина топлината на изпарение е 270—310 kJ/kg, докато за водата тя е 2500 kJ/kg.

*Детонационната устойчивост* е способността на горивната смес, съставена от бензин и въздух, да изгори напълно в цилиндъра без поява на взривно горене — детонация. Мярката за детонационната устойчивост на бензина е октановото му число (ОЧ). Тази мярка е условна, но достатъчна, за да характеризира това свойство на бензина. Определя се на специален еталонен двигател с променлива степен на сгъстяване. Двигателят работи с изпитвания бензин при повишаваща се степен на сгъстяване, докато се появи детонационно горене. След това при същата степен на сгъстяване се работи с гориво, съдържащо изооктан ( $C_8H_{18}$ ) с ОЧ, условно прието за 100, и нормален хептан ( $C_7H_{16}$ ), чието ОЧ е прието за нула. Процентното съотношение на изооктан в сместа, която почва да гори детонационно при същата степен на сгъстяване, показва какво е ОЧ на изпитваното гориво.

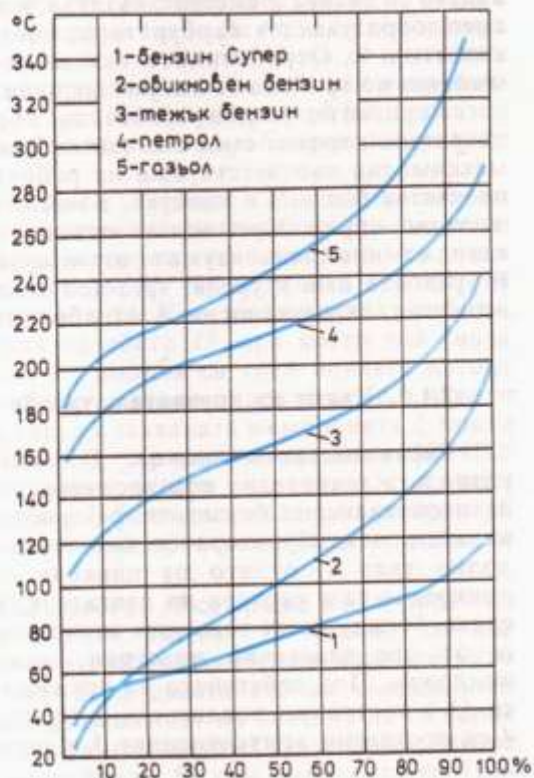
Октановото число на бензина се повишава, като в него се поставят в малки количества различни прибавки, наречени антидетонатори. Най-разпространен е оловият тетраетил, към който се прибавят хлорни

и бромни съединения, за да могат оловните окиси да преминат в газообразно състояние през време на горенето и да се изхвърлят извън двигателя с отработилите газове. Оловният тетраетил е изключително отровен, поради което и етилизиранят бензин е силно отровен. След работа с етилизиран бензин ръцете и лицето трябва много добре да се измият със сапун и хладка вода, а дрехите да се оставят на открито място, за да се проветрят от бензиновите пари, които са проникнали в тях.

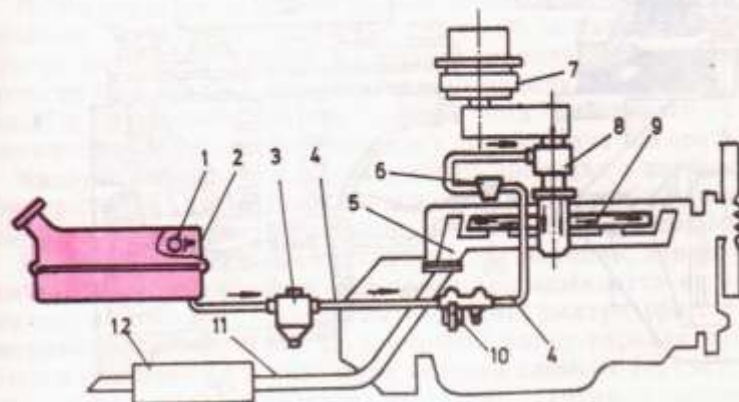
През последните години се използват нови, почти нетоксични антидетонатори като метил-третичен бутилов естер.

Пламната точка показва най-ниската температура на течния бензин, при която той се запалва от открит пламък. Тази температура е много ниска (под  $10^{\circ}\text{C}$ ) и на нея се дължи голямата пожароопасност на бензина, който се възпламенява и от най-малката искра.

**Общо устройство на горивната уредба (фиг. 7.2).** Бензинът се съхранява в резервоар 2 с бензиномер 1, който показва количеството на горивото. В горната част на резервоара е поставен клапан, който пропуска въздух в него в зависимост от спадането на нивото на бензина. Бензинът се изсмуква от резервоара от бензиновата помпа 10 и се движи по тръбата 4. Първоначално минава през филтъра за грубо пречистване 3 (някои двигатели не са снабдени с такъв филтър), който се състои от тънки месингови (алуминиеви) дискове с  $0,05\text{ mm}$  хлабина между тях. След това през филтъра за фино пречистване 6, където чрез микропореста керамика се задържат най-дребни частици и влакна, горивото постъпва в карбуратора 8,



Фиг. 7.1. Диаграма на изпаряемост на горивата



Фиг. 7.2. Схема на горивната уредба на карбураторен двигател

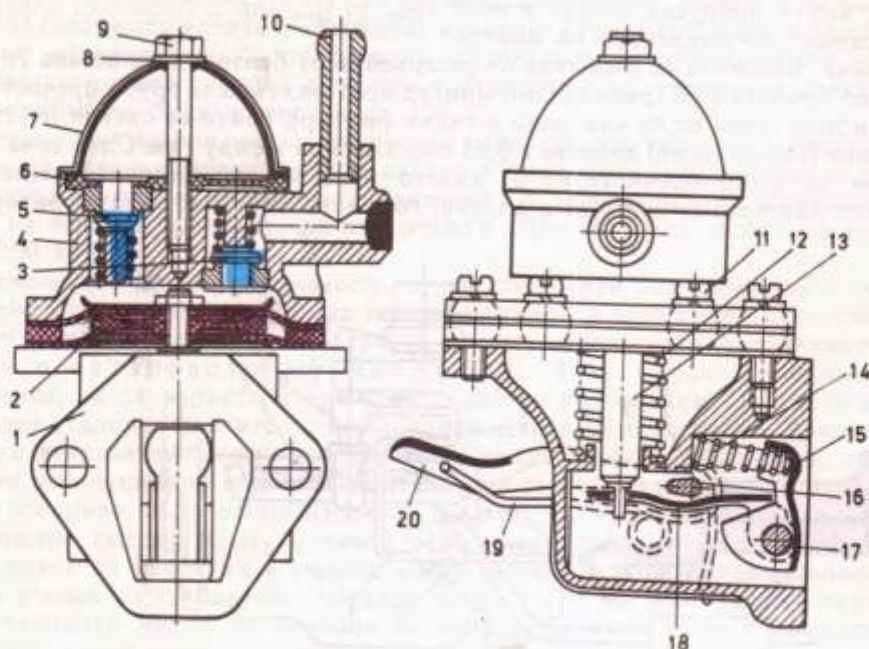


където се дозира и смесва с въздуха, идващ от въздушния филтър 7. Горивната смес, образувана в карбуратора, постъпва в цилиндриите през всмукателния колектор 9. Отработилите газове постъпват в изпускателния колектор 5, минават по тръбата 11 в шумозаглушителя 12 и оттам излизат в атмосферата.

Горивната уредба трябва да образува и да подава в цилиндриите на двигателя горивна смес със състав (съотношение между горивото и въздуха), максимално съответстващ на работния режим на двигателя. Тя трябва да пречиства бензина и въздуха, в който винаги има голямо количество твърди частици — прах. Чрез нея се отвеждат отработилите газове в атмосферата, като се намалява шумът от изпускането им до допустими стойности. В уредбата има и уреди, чрез които се намалява количеството на отровните вещества, съдържащи се в отработилите газове.

### 7.1.2. Части на горивната уредба

**Горивоподаваща помпа.** В автомобилите резервоарът за гориво се разполага значително под височината, на която е разположен карбураторът. За изсмукване на бензин от резервоара и за изпращането му с определено налягане в карбуратора се използва мембранна помпа (фиг. 7.3.). Тя има долно тяло 1, отлято от цинкова или алуминиева сплав, чрез което се прикрепва към картера на двигателя, и горно тяло 4, изработено от същата сплав. Между двете тела чрез винтовете 11 е стегната мембраната 2, състояща се от две еластични пластини, между които е поставена дистанционна подложка. Под действието на пружината 12 мембраната заедно със стеблото си 13 е постоянно повдигната в горно положение. В горната част на тялото 4 са поставени всмукателният 5 и нагнетателният 3 клапан, които могат да



Фиг. 7.3. Горивоподаваща помпа



пропускат бензин само в една посока. Горната част на помпата е затворена от капачката 7, която се притяга с болта 9. Между капачката и тялото 4 е поставен мрежестият филтър 6 за грубо пречистване. За да не се деформира и наранява капачката при навиването на болта 9, под него е поставена шайбата 8. В горната част на помпата са запресовани два месингови накрайника — един хоризонтален, през който идва горивото от резервоара (не е показан на фиг. 7.3), и един вертикален 10, през който по гъвкав тръбопровод горивото постъпва в карбуратора.

Помпата се задвижва от специалната гърбица 16, поставена на разпределителния вал (когато той е в картера на двигателя) или на вала, задвижващ маслената помпа. Тази гърбица непосредствено или чрез междинен лост натиска лоста 15, люлеещ се около оста 17. Постоянният контакт на лоста с гърбицата се осигурява от пружината 14. Когато двигателят работи, гърбицата натиска горния изпъкнал край на лоста 15, при което той свива пружината 14, завърта се около оста 17 и с долния си край повдига нагоре дясното рамо на лоста 18. Лостът 18 се завърта около опората си 16 и лявото му рамо изтегля надолу стеблото 13, за което е захваната мембраната 2, която при това движение се огъва надолу и свива тарираната пружина 12. Над мембраната се създава подналягане, което отваря клапана 5, и през пространството, намиращо се под капачката 7, бензинът, идващ от резервоара през хоризонталния накрайник, запълва цялото пространство, намиращо се над мембраната.

Когато гърбицата се превърти на  $180^\circ$ , лостът 15 се връща в изходното си положение под действието на пружината 14. Лостът 18 отново застава в хоризонтално положение и пружината 12 изтласква мембраната нагоре, като нагнетява бензина, намиращ се над нея. Под действието на създаденото налягане клапанът 5 се затваря и не дава възможност на бензина да се върне обратно в пространството под капачката, а клапанът 3 се повдига нагоре и пропуска нагнетеното гориво през накрайника 10 към карбуратора. При следващото завъртане на гърбицата се повтаря всмукателният ход на помпата.

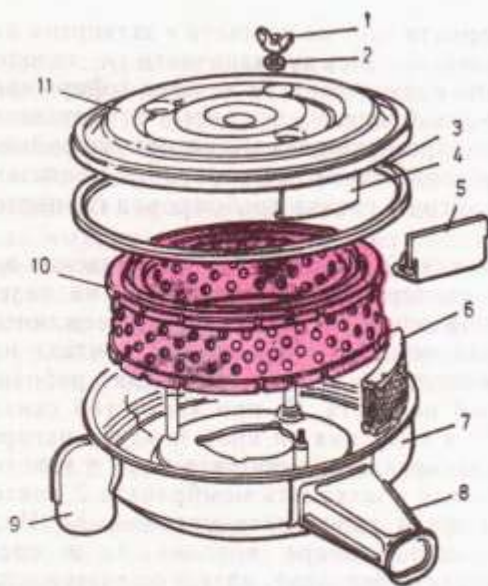
Важно качество на бензиновата помпа е, че горивото се нагнетява само под действието на тарираната пружина 12 и тя не може да създава налягане над определена стойност. Когато поплавковата камера на карбуратора се напълни с бензин до определеното ниво, игленият клапан на карбуратора прекратява притока на бензин към нея; помпата не засмуква и не нагнетява бензин, въпреки че лостът 15 повдига края на лоста 18 при всяко завъртане на гърбицата. Щом игленият клапан отвори поплавковата камера, помпата започва да действа отново.

Понякога се налага да се подаде бензин в карбуратора, когато двигателят не работи. Това се извършва чрез лоста 20 за ръчно задвижване на помпата. Като се натисне с палеца на ръката надолу, лостът свива пружината 12 и изтегля стеблото 13 с мембраната 2 надолу. Когато се отпусне, лостът се връща в изходното си положение под действието на пружината 19, а пружината 12 изтласква стеблото с мембраната нагоре и нагнетява гориво.

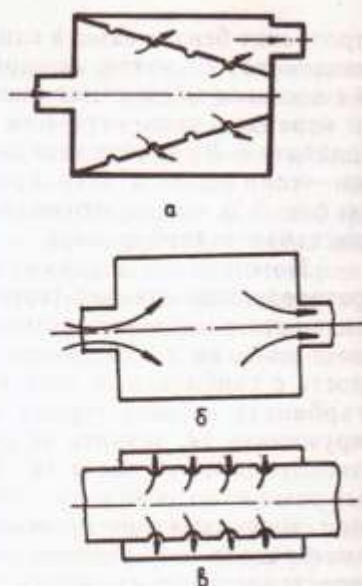
**Въздушен филтър.** Въздухът, който постъпва в карбуратора, а оттам — в цилиндрите на двигателя, винаги съдържа прах. Двигател, работещ без въздушен филтър в силно запрашена атмосфера, се износва 10—20 пъти по-бързо.

На двигателите за леки и товарни автомобили, използвани предимно по пътища с твърда настилка, над които запрашеността на въздуха обикновено е малка, се поставят контактни хартиени филтри (фиг. 7.4). Филтърът има ламаринено тяло 7, което се прикрепва върху горната част на карбуратора. В него е поставен филтриращият хартиен елемент 10, състоящ се от нагъната като „хармоника“ специална филтърна хартия с едрина на порите, не





Фиг. 7.4. Хартнен въздушен филтър



Фиг. 7.5. Шумозаглушители

по-голяма от 5  $\mu\text{m}$ . За да се предпазва филтърната хартия от водни капки, около нея е поставен тънък лист от перфориран на едри отвори картон. Отгоре филтърът се затваря с капака 11, който се притиска към тялото чрез крилчатите гайки 1 с подложни шайби 2. Гайките се навиват на три болта, минаващи през филтъра. Гуменият пръстен 3 уплътнява капака към тялото.

Когато времето е топло, въздухът се засмуква през гърловината 8, минава през филтриращия елемент и през централния отвор, разположен в долната част на тялото, постъпва в карбуратора. Когато времето е студено, капакът на филтъра се завърта така, че закрепената за него пластина 4 с уплътнителна пластмасова плочка 5 да застане срещу гърловината 8 и да я затвори. Тогава през гърловината 9 се засмуква топъл въздух от пространството около изпускателната тръба на двигателя. Малкият пластмасов филтър 6 пречиства въздуха, постъпващ в картера на двигателя. След определен пробег замърсеният филтриращ елемент се заменя с нов.

При двигателите, които работят в по-запрашена атмосфера, се използват комбинирани въздушни маслено-контактни филтри, които имат цилиндричното тяло, на дъното на което е налято моторно масло. Над него е контактният филтриращ елемент, състоящ се от няколко пакета навита на спирали тънка желязна тел, също напоена с масло. Отгоре филтърът затваря с капак, около който е залепена звукоизолираща облицовка.

Тялото на филтъра е поставено в друго тяло, за да се получат двойни стени. Пръстеновидното пространство е запълнено с шумоизолационна материя за поглъщане на шума от всмукването на въздуха.

За разлика от сухите хартиени филтри комбинираните въздушни филтри се нуждаят от периодично промиване на филтриращия елемент с бензин и намасяването му с чисто масло, изхвърляне на замърсеното масло от ваната и заменянето му с ново.

**Шумозаглушител.** Когато двигателят работи, той е източник на силен шум, който се дължи преди всичко на високата скорост, с която отработилите газове излизат от цилиндриите на двигателя. Този шум е не само неприятен, но и вреден за здравето на хората, поради което силата му трябва да се намали до определена допустима стойност. За тази цел на всички ДВГ по пътя на отработилите газове се поставят шумозаглушители.

Звуковата енергия (шумът) на отработилите газове може да се намали, като се превърне в топлина. За целта по пътя на газовете се поставят съпротивления — мрежи или перфорирана ламарина (фиг. 7.5 а). Този тип заглушители се наричат активни.

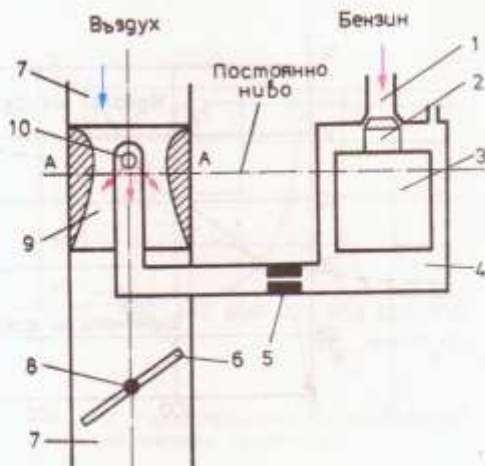
Силата на шума, т. е. амплитудата на звуковите трептения, може да се намали, като по пътя на отработилите газове се поставят камери, където те внезапно се разширяват (фиг. 7.5 б) или пък излизат от изпускателната тръба през отвори в серия резонансни камери (фиг. 7.5 в). Този тип шумозаглушители се наричат реактивни.

Активните шумозаглушители заглушават добре звуковете с висока честота, а реактивните — тези с по-ниска честота. Поради това шумозаглушителите на двигателите обикновено са комбинирани — активни и реактивни, като се разполагат един след друг или един в друг.

**Карбуратор.** Той е уред, в който се дозира количеството гориво, необходимо за поддържане на зададения работен режим на двигателя, и се смесва в определено съотношение с въздуха. Карбураторът се състои от няколко основни и спомогателни устройства.

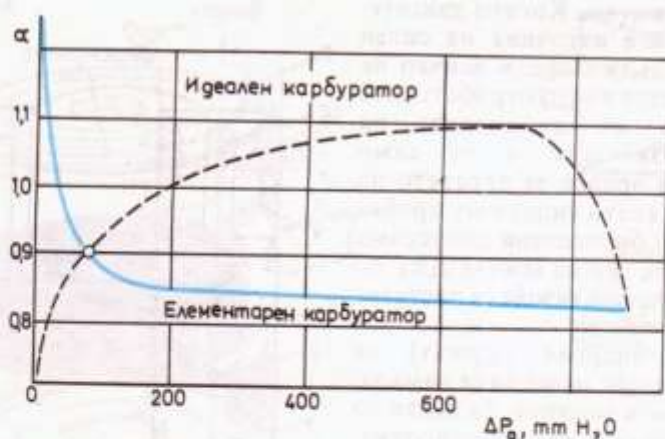
Основните устройства на карбуратора са (фиг. 7.6): поплавковата камера 4, в която винаги се поддържа постоянно ниво на бензина чрез поплавъка 3 — кух, лек цилиндър, на горния край на който е поставен игленият клапан 2, с който се затваря отворът 1. През него бензинът, подаван от бензиновата помпа, постъпва в поплавковата камера. От нея бензинът минава през жигльора 5 — тръбичка с много точно калибровано напречно сечение, през което се дозира количеството гориво, постъпващо в разпръсквача 10. Разпръсквачът представлява тясна тръбичка, чийто отворен край е поставен в най-тясното място на дифузора 9, на няколко милиметра над нивото на бензина в поплавковата камера, за да не изтича от него бензин, когато двигателят не работи. Дифузорт е стеснението на тръбата 7, през която въздухът постъпва в двигателя. Той има специално напречно сечение, водещо до увеличаване на скоростта на въздуха, когато минава през него. Дроселната клапа 6 е кръгла пластина, поставена след дифузора. Чрез завъртането ѝ около оста 8 се отваря или затваря въздушната тръба 7, с което се увеличава или намалява скоростта на горивната смес, минаваща през нея.

Карбураторът, който има само тези устройства, се нарича елементарен. Когато въздухът минава през най-тясното сечение А—А на дифузора, скоростта му се увеличава, но налягането му спада. Разликата между налягането на въздуха  $p_*$  пред дифузора и налягането му  $p_d$  в най-тясното сечение на дифузора е  $\Delta p_d = p_* - p_d$ . Под действието на подналягането  $\Delta p_d$  в



Фиг. 7.6. Схема на елементарен карбуратор





Фиг. 7.7. Характеристики на елементарен и на идеален карбуратор.

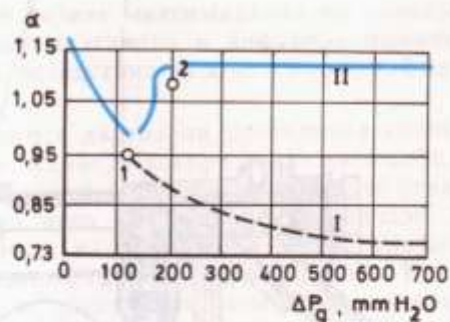
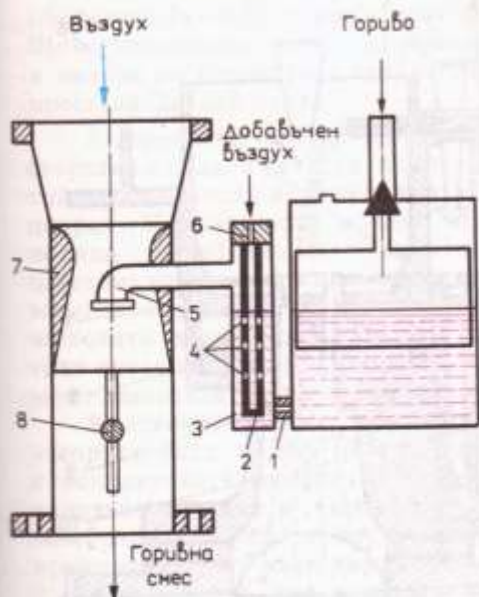
дифузора горивото, намиращо се в поплавковата камера (върху него действа налягане  $p_0$ ), минава през жигльора и започва да изтича през отвора на разпръсквача.

Количеството въздух, което минава през дифузора, може да бъде по-голямо или по-малко от необходимото за пълното изгаряне на горивото. Закономерността, по която се изменя въздушното отношение  $\alpha$  в зависимост от подналягането в дифузора  $\Delta p_2$ , се нарича характеристика на елементарния карбуратор (фиг. 7.7). От фигурата се вижда, че при елементарния карбуратор с увеличаването на  $\Delta p_2$ , което се получава, когато се отвори дроселната клапа, въздушното отношение намалява, т. е. сместа се обогатява, водещо до ненужен преразход на гориво. При притворена дроселна клапа честотата на въртене и натоварването на двигателя са малки и двигателят се нуждае от по-богата смес, за да може да работи. От характеристиката се вижда, че точно тогава елементарният карбуратор приготвя по-бедна смес, която не може да осигури устойчива работа на двигателя.

Характеристиката, която трябва да има идеалният карбуратор, е показана с прекъснатата линия на фиг. 7.7. При работа на двигателя на празен ход или с малко натоварване дроселната клапа е почти затворена и  $\Delta p_2$  е много малко. Тогава горивната смес трябва да бъде много богата ( $\alpha = 0,6 \div 0,8$ ), за да може да изгори достатъчно бързо в цилиндрите. С нарастване на честота на въртене и натоварването на двигателя дроселната клапа се отваря и  $\Delta p_2$  се увеличава. На този режим сместа трябва да се обедни, за да може специфичният разход на гориво да бъде колкото се може по-малък. В този случай въздушното отношение трябва да бъде  $\alpha = 1,05 \div 1,10$ . Когато двигателят трябва да развие пълната си мощност или рязко да се увеличи честотата му, горивната смес трябва да се обогати до  $\alpha = 0,85 \div 0,9$ , защото при този състав на сместа горенето е най-бързо. На този режим дроселната клапа е отворена напълно и  $\Delta p_2$  е най-голямо.

За да се приспособи характеристиката на карбуратора към работата на двигателя така, че на отделните работни режими на двигателя карбураторът да приготвява оптимална по състав горивна смес, към елементарния карбуратор се вграждат няколко допълнителни устройства.

*Главно дозиращо устройство* (компенсационно устройство — фиг. 7.8). Предназначението му е да обединява горивната смес с нарастване на подналягането в дифузора. То действа при основния работен режим на двигателя.



Фиг. 7.9. Характеристика на карбуратор с компенсационно устройство

Фиг. 7.8. Схема на карбуратор с компенсационно устройство

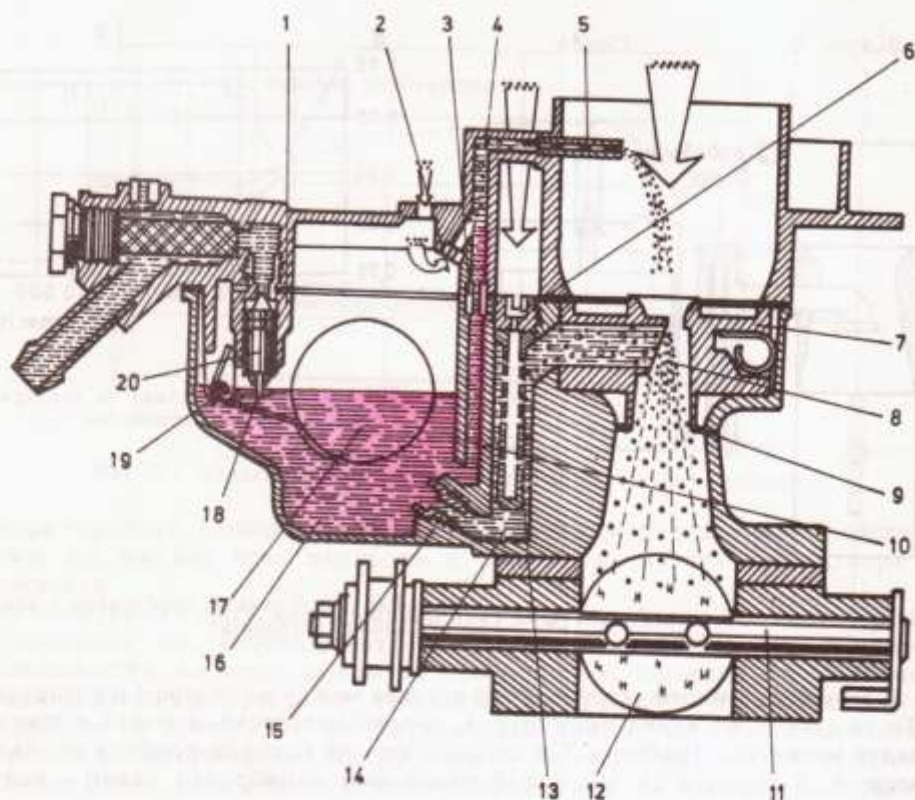
Компенсационното устройство се поставя между жигльора 1 и разпръсквача 5. То се състои от кухия цилиндър 3, наречен кладенче, в който е поставена тънката месингова тръбичка 2, в долната част на която са пробити радиалните отвори 4. В горната си част тръбичката има калиброван отвор — въздушен жигльор, който я свързва с атмосферата.

Когато дроселната клапа 8 се отвори на около  $\frac{1}{3}$  от пълния си ход, скоростта, а с нея и подналягането на въздуха в дифузора 7 нарастват и през жигльора се изсмуква голямо количество бензин от поплавковата камера, с което сместа се обогатява. Едновременно с това обаче през жигльора 6 на компенсационното устройство се засмуква въздух, който се размесва с бензина в кладенчето и образува малки мехурчета — гориво-въздушна смулсия. Количеството въздух, постъпило в кладенчето, намалява обема (количеството) на бензина, изтичащ през разпръсквача в дифузора. На фиг. 7.9 с пълтна линия II е показана характеристиката на карбуратор с компенсационно устройство, а с прекъсната линия I — на елементарния карбуратор. Ясно е, че карбураторът работи като елементарен до определено разреждане в дифузора (т. I), след което се включва компенсационното устройство (от т. I до т. 2) и продължава да действа, като обеднява сместа до пълното отваряне на дроселната клапа. Благодарение на него гориво-въздушната смес е обеднена ( $\alpha = 1,05 \div 1,10$ ) и двигателят работи икономично.

Компенсационното устройство доближава характеристиката на карбуратора до тази на идеалния карбуратор. То обаче не дава възможност на двигателя да развие пълната си мощност, защото горивната смес при напълно отворена дроселна клапа е бедна. За да може двигателят да развие пълната си мощност при напълно отворена дроселна клапа, към карбуратора се вгражда икономайзер, който при този режим обогатява горивната смес.

**Икономайзер.** Може да бъде с механично или пневматично задвижване. Тук е разгледано устройството на икономайзер с пневматично задвижване на карбураторите тип Вебер, които се поставят на двигателите на леките





Фиг. 7.10. Карбуратор с иконамайзер

автомобили ВАЗ 2101–2107 и на по-голямата част от двигателите ФИАТ (фиг. 7.10).

Карбураторът се състои от поплавковата камера 16 с поплавъка 17, който чрез лостовия механизъм 18, поставен на оста 19, повдига нагоре игления клапан 20, докато той опре в леглото си 1. За да се увеличи скоростта на въздушната струя, карбураторът е с два, поставени един в друг дифузора – малък 7 и голям 9. Дроселната клапа 12 се завърта от оста 11, към която е закрепена неподвижно. От поплавковата камера горивото минава през главния жигльор 15 и влиза в кладенчето 14, където се намира тръбичката 13 на компенсационното устройство, в което влиза въздух през въздушния жигльор 6.

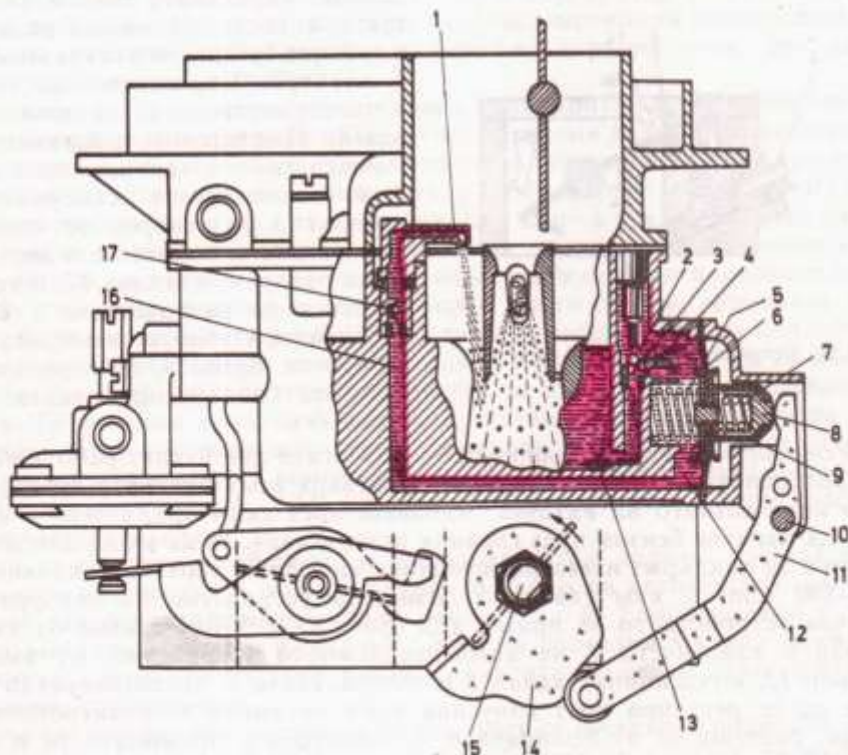
Иконамайзерът е разположен във вертикалния канал 10, свързан направо с поплавковата камера. В канала е поставен жигльорът 2 за дозиране на горивото, подавано от иконамайзера. Над този жигльор има наклонен канал, в който е поставен въздушният жигльор 3.

Когато дроселната клапа се отвори напълно, от разпръсквача 8 продължава да изтича обеднена горивна смес. Подналягането в малкия дифузор е толкова голямо, че то се предава и на пространството над него. Под действието на това подналягане горивото, намиращо се в канала 10 на иконамайзера, започва да се изсмуква през разпръсквача 5 и се изкачва нагоре над нивото на бензина в поплавковата камера. През жигльора 3 се изсмуква въздух от атмосферата през поплавковата камера и в канала 4 се образува гориво-въздушна емулсия, която изтича през разпръсквача 5. По този начин горивната смес се

обогаत्याва ( $\alpha=0,9$ ) и двигателят може да развие максималната си мощност. Щом дроселната клапа се притвори, подналягането в дифузора намалява и нивото на горивото в канала 10 спада, вследствие на което икономайзерът престава да действа.

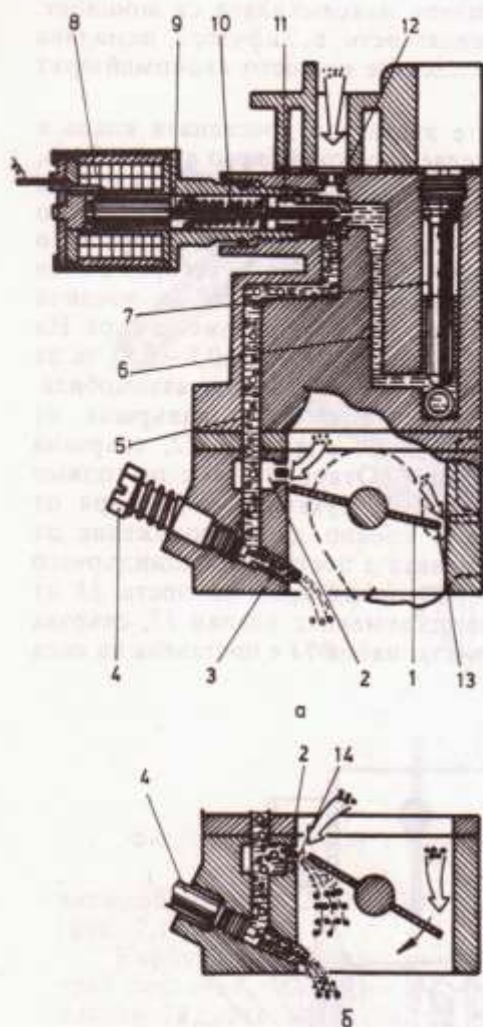
**Ускорителна помпа.** При автомобилните двигатели дроселната клапа е свързана с педала за газта. Когато водачът желае да ускори бързо автомобила, той рязко натиска педала за газта, с което веднага дроселната клапа се отваря докрай. Количеството въздух, минаващо през дифузора, се увеличава, но поради значително по-голямата плътност на бензина и дроселиращото действие на главния жигльор бензинът не може така бързо да се ускори. В този момент горивната смес се обединява и двигателят, вместо да увеличи честотата си на въртене, а с това и мощността си, заглъхва и може да спре. На този преходен режим горивната смес трябва да е по-богата ( $\alpha=0,8 \div 0,9$ ), за да може двигателят да развие мощността, необходима за ускоряване на автомобила.

Кратковременното обогаत्याване на горивната смес се извършва от ускорителната помпа (фиг. 7.11). Тя се състои от кухината 12, свързана с поплавковата камера 13 чрез отворите 3 и 4. Отворът 3 е с по-голямо напречно сечение и върху него лежи сачмата 2. Кухината се затваря от мембраната 6, която постоянно е огъната в крайно дясно положение от пружината 5. От външната страна на мембраната е поставено цилиндърчето 9 с буталцето 8, което винаги е допряно до горния край на лоста 11 от пружината 7. Каналът 16, в който е поставен сачменият клапан 17, свързва пространството 12 с разпръсквача 1. Гърбичната шайба 14 е поставена на оста 15 на дроселната клапа.



Фиг. 7.11. Карбуратор с ускорителна помпа





Фиг. 7.12. Устройство за празен ход

Когато педалът за газта се натисне рязко, дроселната клапа се завърта наляво (показано е със стрелка). Гърбицната шайба 14 също се завърта и с гърбицата си завърта лоста 11 около оста му 10. Горният край на лоста натиска буталцето, то свива докрай пружината 7 и огъва навътре мембраната, която от своя страна свива пружината 5. В пространството 12 се създава налягане, което притиска сачмения клапан 2 към отвора 3 и не позволява на горивото да се върне обратно в поплавковата камера. Поради много малкото напречно сечение на отвора 4 количеството гориво, което се връща през него в поплавковата камера, е незначително. Под действието на това налягане горивото от пространството 12 минава по канала 16, повдига сачмения клапан 17 и се разпръсква над дифузора от разпръсквача 1.

Когато педалът за газта се натисне плавно и дроселната клапа се отвори докрай, гърбицната шайба 14 отново завърта лоста 11 около оста му 10 и той чрез буталцето 8 огъва мембраната 6 навътре. Налягането на горивото в пространството 12 се повишава, но плавно. Под неговото действие горивото започва да се връща през отвора 4 в поплавковата камера, защото отворът 3 е затворен от клапана 2. Налягането му обаче не е достатъчно, за да повдигне клапана 17, и горивото не стига до разпръсквача 1. В някои карбуратори вместо мембраната 6 се използва буталце, но принципът на действие на ускорителната помпа е същият.

**Устройство за работа на празен ход.** Когато двигателят работи на празен ход, дроселната клапа почти напълно затваря всмукателната тръба, поради което количеството на въздуха, минаващ през дифузора, е много и той не може да изсмуче бензин през главния разпръсквач. За да може двигателят да работи и да поддържа известна устойчива честота на въртене на колянвия вал ( $500-800 \text{ min}^{-1}$ ), към главното дозиращо устройство на карбуратора се включва устройството за празен ход (фиг. 7.12). То се състои от канала 6, свързан с кладенчето 7 на компенсационното устройство, от въздушния жигльор 12, емулсионния канал 5 и разпръсквача 3, чието напречно сечение може да се регулира чрез конусния край на винта 4. Електромагнитният клапан, състоящ се от бобината 8, буталцето 9 с пружината 10 и игления клапан 11, държи отворен канал 6 само когато е включена запалителната уредба на двигателя. Когато тя се изключи, пружината изтласква игления



клапан надясно и той затваря канала. Така се отстранява опасността от изтичане на гориво през разпръсквача 3, който е разположен под нивото на поплавковата камера, а също и опасността от замърсяване на въздуха с бензинови пари.

Когато двигателят работи на празен ход, дроселната клапа е затворена (фиг. 7.12 а). Подналягането, което се създава в цилиндриите през време на всмукателните ходове, се предава през всмукателния колектор на пространството под дроселната клапа. През отвора на разпръсквача 3 и канала 5 подналягането се предава на канала 6, в който постъпва бензин от компенсационното кладенче 7. Този бензин се смесва с въздуха, постъпващ през въздушния жигльор 12, образува гориво-въздушна емулсия, която се движи надолу в канала 5 и през разпръсквача 3 изтича във всмукателната тръба на двигателя. През отвора 2 постъпва допълнително количество въздух и емулсия. През тясното пространство 13, разположено между десния край на дроселната клапа и всмукателната тръба, също минава известно количество въздух, така че общото количество въздух образува с горивото богата смес с  $\alpha = 0,6 \div 0,7$ . Толкова богата смес е необходима, защото при този работен режим в цилиндриите на двигателя постъпва много малко пресен пълнеж.

С конусния винт 4 се регулира качеството на сместа при работа на празен ход. Със завиването на винта сместа се обеднява, а с отвиването му — се обогатява.

Когато дроселната клапа започне леко да се отваря (фиг. 7.12 б), през дифузора минава повече въздух, но все пак количеството му е малко и скоростта му е недостатъчна да предизвика изтичане на гориво от главното дозиращо устройство. Поради голямата скорост на въздуха, минаващ през тясната хлабина 14 между дроселната клапа и карбуратора, от отворите 2 започва да изтича гориво-въздушна емулсия, благодарение на което в двигателя може да постъпи необходимото количество горивна смес, без да се нарушава устойчивата му работа.

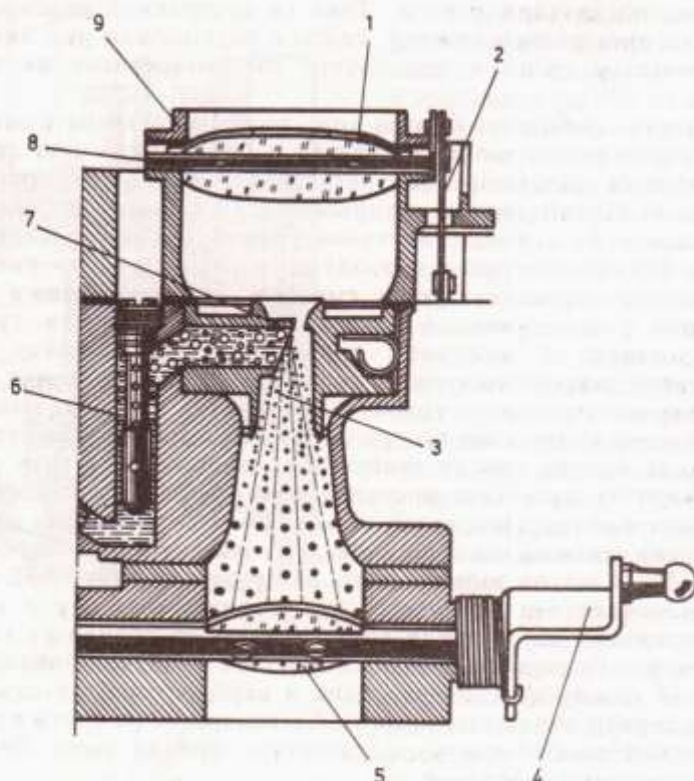
Изгарянето на богатата смес, подавана в цилиндриите на двигателя при работата му на празен ход, е непълно. Образуват се големи количества въглероден окис и недоизгорели въглеводороди, които са силно отровни. При по-висока концентрация на тези отровни вещества в атмосферата хората могат да получат сериозни заболявания и отравяния. Ето защо в никакъв случай двигателят не трябва да работи в закрити помещения — гаражи, работилници и др.

*Устройство за първоначално пускане на двигателя.* При първоначалното пускане на двигателя и особено когато той е много студен, горивната смес трябва да бъде много богата ( $\alpha = 0,4 \div 0,6$ ), защото част от бензина кондензира по стените на всмукателните тръбопроводи и цилиндриите. За да се получи толкова богата смес, се използва устройство за първоначалното пускане на двигателя. То включва клапата 1 (фиг. 7.13), разположена над дифузора 3 на карбуратора. Чрез лостовия механизъм 2 клапата може ръчно да се завърта около оста си 8 и да застане в почти хоризонтално положение. Чрез система от лостове (непоказани на фиг. 7.13) клапата е свързана с лоста 4, поставен на оста на дроселната клапа 5.

Преди да се пусне в действие студеният двигател, водачът изтегля лост, наречен смукач, поставен под арматурното табло на автомобила, като по този начин завърта въздушната клапа около оста ѝ. Едновременно с това лостовият механизъм, който я свързва с оста на дроселната клапа, превърта и дроселната клапа. Тя застана почти хоризонтално, като леко притваря всмукателния тръбопровод.

Когато коляновият вал на двигателя се завърти от пусковия електродвигател, във всмукателния колектор, а оттам и в дифузора се създава значително подналягане, защото клапата е затворила достъпа на въздух към тях. Само





Фиг. 7.13. Устройство за първоначално пускане на двигателя

през тясната хлабина между периферията на клапата и гърловината 9 на карбуратора минава въздух, който с много голяма скорост протича през дифузора. Подналягането в дифузора нараства толкова много, че предизвиква изтичане на гориво-въздушна емулсия от главния разпръсквач 7. Едновременно с това от емулсионното кладенче 6 постъпва гориво и в устройството за празен ход.

След като двигателят заработи, цилиндрите му бързо се загряват и въздушната клапа трябва да се завърти ръчно в изходното ѝ положение, за да не се дроселира въздушният поток, влизаш в карбуратора. За да се избегнат последствията от забравяне на връщане на смукача, се използват специални устройства — биметални пластини, мембрани и др., които при повишаване на температурата на охлаждащата течност или честотата на въртене на колянния вал сами връщат клапата в изходното ѝ положение.

При всички съвременни карбураторни двигатели честотата на въртене на колянния вал се самоограничава от два естествени фактора, които започват да действуват при високите работни честоти:

- все по-лошото пълнене на цилиндрите с прясна горивна смес поради аеродинамичните загуби от триенето на въздуха в порите на филтъра, стените на смесителната камера на карбуратора и всмукателния колектор; тези загуби нарастват на трета степен с увеличаването на скоростта на въздуха;

- повишените загуби от триене във всички механизми на двигателя; тези загуби нарастват на втора или на трета степен с увеличаването на честотата на колянния вал.

Под действието на тези два фактора максималната честота, която може да достигне колянният вал, е не повече от  $1000-1500 \text{ min}^{-1}$  над максималната работна честота, определена от завода производител.

В двигателите с ходов обем над  $1 \text{ l}$  се използват двукамерни карбуратори, като втората камера, която има същото устройство като първата основна камера, се включва, след като дроселната клапа на първата камера се е отворила до известен ъгъл. При двукамерните карбуратори се осигурява по-прецизно дозиране на горивото и по-доброто му разместване с въздуха поради по-голямата скорост, с която той минава през двата по-тесни дифузора на двете камери, отколкото през един дифузор. Двукамерните карбуратори имат една ускорителна помпа, впръскваща гориво в първичната камера.

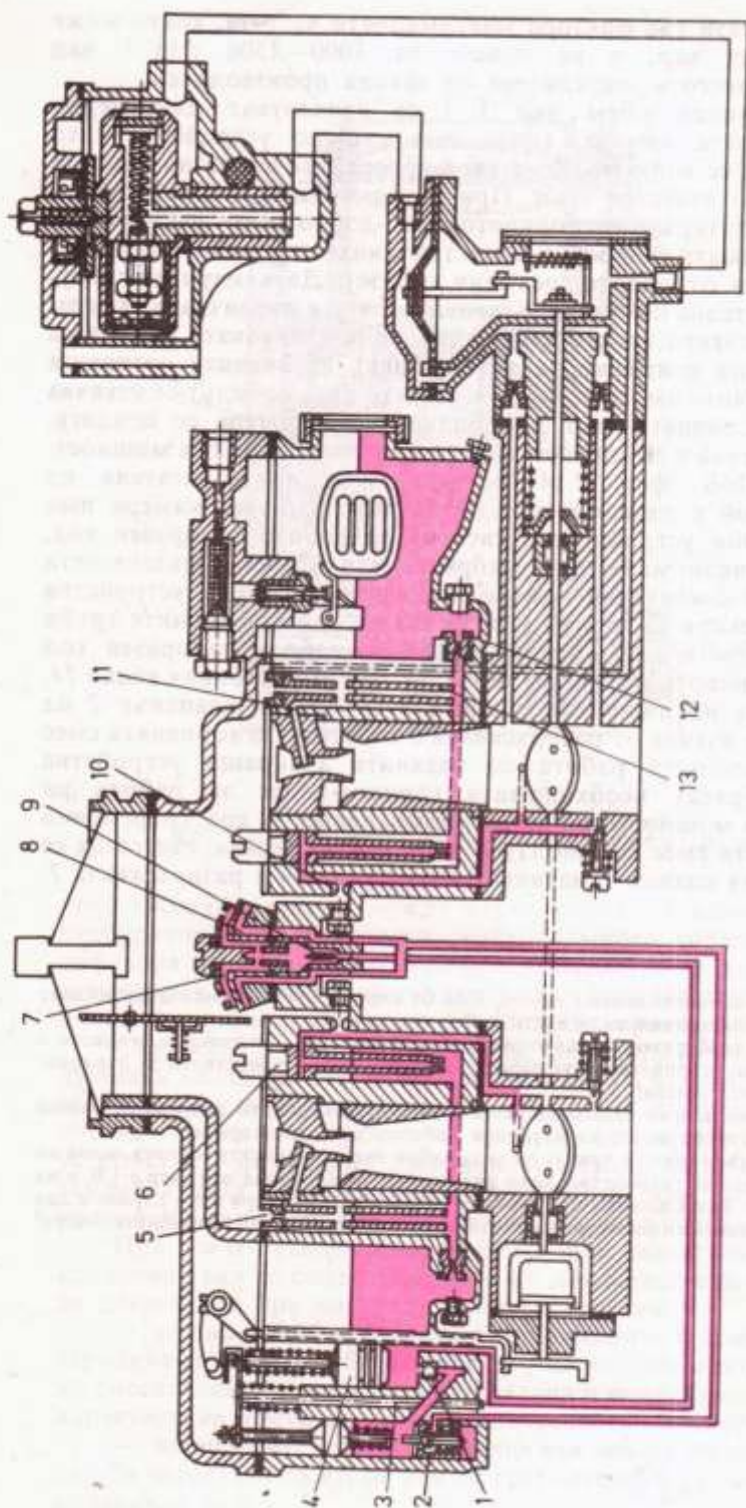
Карбураторът се монтира на двигателя така, че поплавковата камера да е отпред (по посоката на движение на автомобила), а главните дозиращи устройства и разпръсквачите им да са зад нея. Когато автомобилът се изкачва по наклон, горивото в задната част на поплавковата камера се повдига, горивната смес се обогатява и двигателят може да развие по-голяма мощност.

Карбураторът К-126Б (фиг. 7.14) се използва при двигателя на автомобил ГАЗ-53А. Той е двукамерен с падащ поток. Всяка камера има отделни главни дозиращи устройства и система за работа на празен ход. Поплавковата камера, икономайзерът, ускорителната помпа и въздушната клапа са общи за двете смесителни камери. Главните дозиращи устройства включват главните жигльори за гориво 12 и за въздух 5, емулсионните тръби 13, поместени в кладенчетата 11. Устройството за работа на празен ход включва жигльора за гориво 6, жигльора за въздух 10 и емулсионния канал 14. При пълно натоварване на двигателя с лоста 3 се отваря клапанът 2 на икономайзера, горивото изтича от разпръсквача 8 и обогатява горивната смес в двете камери. Съвместната работа на главните дозиращи устройства и икономайзера осигуряват необходимата горивна смес за работа на двигателя с максимална мощност при пълно натоварване. За кратковременно обогатяване на горивната смес се използва ускорителна помпа, състояща се от буталцето 4, обратния клапан 1, нагнетателния клапан 9 и разпръсквача 7.

#### Въпроси и задачи

1. Начертайте схема на горивоподаваща помпа. Кои от елементите на помпата нагнетяват горивото? Как се поддържа постоянно налягането му?
2. Начертайте схема на карбуратор с главно дозиращо устройство. Постепенно свържете с него схемите на икономайзера, устройството за работа на празен ход, устройството за първоначално пускане и ускорителната помпа!
3. Водачът натиска рязко докрай педала за газта и го задържа, докато двигателят развие пълната си мощност. Кои устройства от карбуратора работят през това време?
4. Двигателят преразходва гориво и трябва да се подобри икономичността му чрез смяна на жигльорите от главноното дозиращо устройство, като диаметърът на горивния жигльор е  $1,0$ , а на въздушния жигльор —  $1,6 \text{ mm}$ . Разполагате с два горивни жигльора с диаметри  $0,9$  и  $1,1 \text{ mm}$  и два въздушни с диаметри  $1,4$  и  $1,8 \text{ mm}$ . Кои жигльори ще поставите вместо старите, за да обедините сместа?





Фиг. 7.14. Карбуратор К-126Б

## 7.2. ГОРИВНА УРЕДБА НА ДИЗЕЛОВ ДВИГАТЕЛ

### 7.2.1. Гориво и образуване на горивна смес

**Дизелово гориво.** То също е продукт на нефта. По химичен състав не се различава от бензина, по-сложна е само структурата на молекулите му. Основните свойства, които характеризират дизеловото гориво, са температура на самовъзпламеняване, вискозитет и температура на замръзване.

*Температура на самовъзпламеняване* е тази, при която горивото се запалва без допир с открит пламък. Това свойство на дизеловото гориво се оценява с т. нар. цетаново число (ЦЧ). То се определя от процентното съдържание на цетан ( $C_{16}H_{34}$ ) в смес с алфаметилнафталин ( $C_{11}H_{10}$ ), която има същата възпламеняемост както дизеловото гориво. Колкото по-голямо е ЦЧ на дадено дизелово гориво, толкова по-бързо се възпламенява и двигателят работи по-плавно и безшумно. Съвременните дизелови горива се характеризират с  $ЦЧ = 45 \div 60$ .

*Вискозитетът* на дизеловото гориво трябва да е такъв, че да може да се разпръсква на малки капчици от горивната уредба, да оказва малко съпротивление при преминаването през тесните отвори на горивната уредба и същевременно да има и мажеща способност.

*Температурата на замръзване* трябва да е по-висока, за да може горивото при работа в зимни условия лесно да преминава по тръбите, каналите и отворите на горивната уредба. Указател за замръзване на горивото е потъмняването и стъстяването му. Съгласно с БДС температурата на замръзването на летните горива е  $10^\circ C$ , а на зимните —  $-35^\circ C$ .

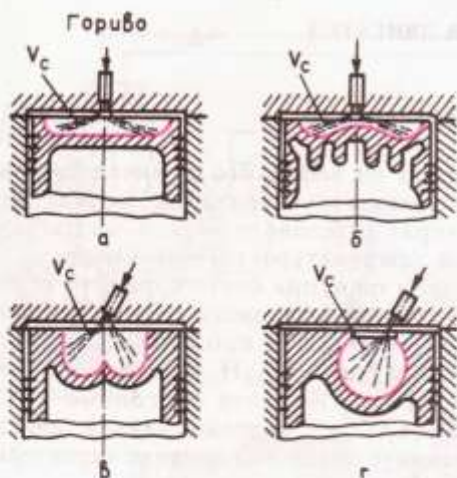
Дизеловото гориво не трябва да съдържа механични примеси, вода, киселини и основи. Това затруднява работата на двигателя и причинява бързо износване на горивната уредба.

Топлината, получена за един цикъл от дадено гориво, а следователно и индикаторният к.п.д. на двигателя зависят главно от количеството напълно изгоряло гориво за цикъла. Едно от условията за по-пълно изгаряне на гориво е горивната смес да бъде качествена, което зависи преди всичко от продължителността на образуване на горивната смес. По-голямата продължителност спомага за по-добро размесване на горивото с въздуха, дава възможност за частично изпаряване и за загряване на горивната смес, т. е. благоприятствува за образуване на качествена горивна смес. При бързоходните дизелови двигатели в сравнение с карбураторните продължителността на образуване на горивната смес е много по-малка и няма възможност да се увеличава. Това е наложило да се търсят други пътища за получаване на качествена горивна смес, които са насочени към следното: увеличаване на въздушното отношение  $\alpha$ ; подаване на горивото в горивната камера с високо налягане; оформяне на специални камери на горене. Тези мерки, от една страна, спомагат за получаване на качествена горивна смес, но от друга, се отразяват неблагоприятно на някои показатели на дизеловия двигател, които трябва да се имат предвид.

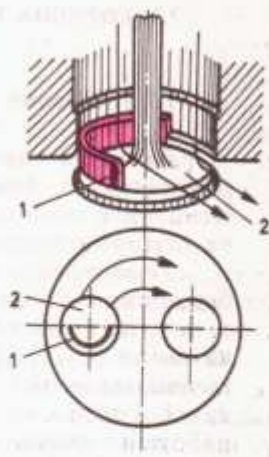
Увеличаването на въздушното съотношение води до намаляване на литровата мощност на двигателя и до увеличаване на масата му.

Налягането, с което се подава горивото в горивната камера, обикновено е до  $25 \text{ MPa}$ , а при някои двигатели то е и по-голямо. С увеличаване на налягането и чрез поставяне на специални впръсквачи се цели горивото да получи голяма скорост при впръскването и да се раздробява на малки капчици. За целта обаче се изисква много сложна апаратура, която осъществява двигателя и затруднява обслужването му.





Фиг. 7.15. Неразделни горивни камери с обемно смесообразуване



Фиг. 7.16. Всмукателен клапан с екран

Специалните горивни камери са неразделни и разделни.

**Неразделни горивни камери** (фиг. 7.15). Те се образуват между главата на двигателя и буталото, в което се оформят специални пространства. Горивото се впръсква непосредствено в горивната камера. За да се получи добро смесообразуване, необходимо е да се спазват следните по-важни изисквания:

1. Формата на горивната камера да е съобразена с формата на струята на впръскваното гориво, като не се допуска достигане на струята до стените на горивната камера. В противен случай полепналите по стените капки гориво не изгарят и се влошава мазането на двигателя.

2. Горивото да се подава на няколко струи. За целта впръсквачът има няколко впръскващи отвора.

3. Въздухът в горивното пространство да се движи вихрово. Това може да се постигне, като на всмукателните клапани 1 се поставят специални екрани 2 (фиг. 7.16). При горивните камери, показани на фиг. 7.15 б, в, г, въздухът се завихря при съгъстяването благодарение на изтласкването на въздуха между челото на буталото и главата на двигателя по посока на удълбаването на буталото. При някои двутактови двигатели с допълнително продухване въздухът се завихря чрез изработване на тангенциални канали за постъпващия в цилиндъра въздух.

**Разделени горивни камери.** Сега много двигатели се конструират с разделни камери. При тях горивната камера се състои от две отделни пространства, свързани помежду си с канал. Едното пространство е между буталото, страните на цилиндъра и главата на двигателя, а другото е изцяло в главата на двигателя или в блока. Тези двигатели се разделят на две групи – двигатели с предкамери и двигатели с вихрови камери.

Горивното пространство на *предкамерата* 2 (фиг. 7.17) е 25–30 % от общия обем на горивната камера 4. Каналът 3, който свързва основната камера с предкамерата, има напречно сечение 0,3–0,6 % от площта на буталото, което е сравнително малко. Процесът на смесообразуването и горенето може да се раздели на два етапа:

Първи етап – от момента на съгъстяването на въздуха в цилиндъра на двигателя до момента на запалването и започване на видимото горене в предкамерата.

Втори етап — от момента на започването на видимото горене в предкамерата до момента на изгарянето на подаваното гориво.

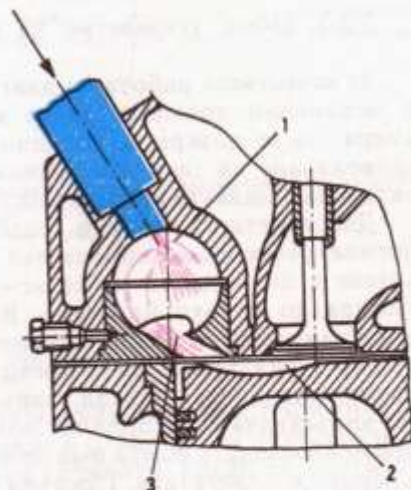
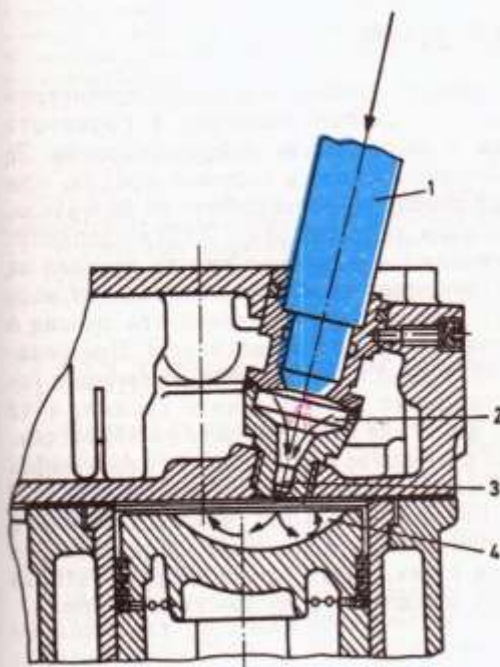
През първия етап от цилиндъра в предкамерата навлиза въздух с голяма скорост и се създават условия за интензивното му завихряне. Макар че завихрянето не е организирано, вихрите спомагат много за бързо и добро смесообразуване. Близо до ГМТ на буталото чрез впръсвача 1 в предкамерата се подава гориво, като част от него се подхваща от въздуха, пренася се в горната част на камерата и се запалва.

През втория етап благодарение на горенето налягането в предкамерата се повишава и започва изтичане на газове и гориво към основната камера. В нея изтичащата от предкамерата смес се смесва с неизгорялото гориво и пресния въздух и изгаря.

**Вихровата камера** (фиг. 7.18) представлява пак предкамера, но устройството ѝ е такова, че позволява организирано завихряне на въздуха. За тази цел каналът 3, който съединява вихровата камера 1 с камерата 2 в цилиндъра, е разположен тангенциално на сферичната повърхност на вихровата камера. Стрелките показват движението на въздуха при такта съгъстяване. Друга конструктивна особеност при тази камера е, че обемът ѝ е 55–70 % от пълния обем на горивната камера и съединителният канал е с много по-голямо напречно сечение в сравнение с този на предкамерата.

При двигателите с вихрова камера се получава по-добро смесообразуване, което им позволява да работят с по-малко въздушно отношение. Те работят „по-мек“ благодарение на скъсяването на първия период на горенето. Освен това не е необходимо горивото да се впръсква с такова високо налягане, каквото е при двигателите с неразделни камери.

**Горивна камера със слойно смесообразуване.** В стремежа да се съчетаят предимствата на съществуващите двигатели, като се избегнат недостатъците им, е създаден двигателят със слойно смесообразуване (М-процес) — фиг. 7.15 г.



Фиг. 7.18. Вихрова камера

Фиг. 7.17. Предкамера



Същността на процеса на смесообразуването е следната. Въздухът, намиращ се в камерата, се завихря чрез екраниране на клапаните или чрез специално оформяне на всмукателния канал. В края на съгъстяването впръсквачът впръсква гориво в завихрения и нагорешен въздух, при което основната част от него се подава под малък ъгъл към стената на камерата и се разстила по нея на тънък слой (0,12–0,14 mm). В същото време малка част от горивото (около 5 %) попада в силно нагретия въздух и се запалва от подаваното гориво във вид на слой. С това се цели по възможност по-малка част от него да се изпари и да се смеси с въздуха по време на първия период на горенето. Пак със същата цел е необходимо да се скъси и пътят на горивото от впръсквача до стената на камерата. По този начин се постига „по-мека“ работа на двигателя. По-нататък процесът протича по следния начин. Горивото от слоя се изпарява предимно от топлината на буталото и се запалва от вече създадените малки огнища извън слоя, като горенето протича при постепенно увеличаване на налягането.

Голямо предимство на този двигател е, че работи добре с различни горива, включително и с високооктанов бензин.

#### Въпроси и задачи

1. Защо при дизеловите двигатели се налага увеличаване на коефициента на излишък на въздух?
2. Изчислете времето в секунди за образуване на горивна смес при карбураторен и дизелов двигател при  $n = 2000 \text{ min}^{-1}$ ! Смесообразуването се извършва съответно:
  - а) за карбураторния двигател за  $360^\circ$ ;
  - б) за дизеловия двигател за  $45^\circ$ .

Отг.: а = 0,03 s; б ≈ 0,004 s.

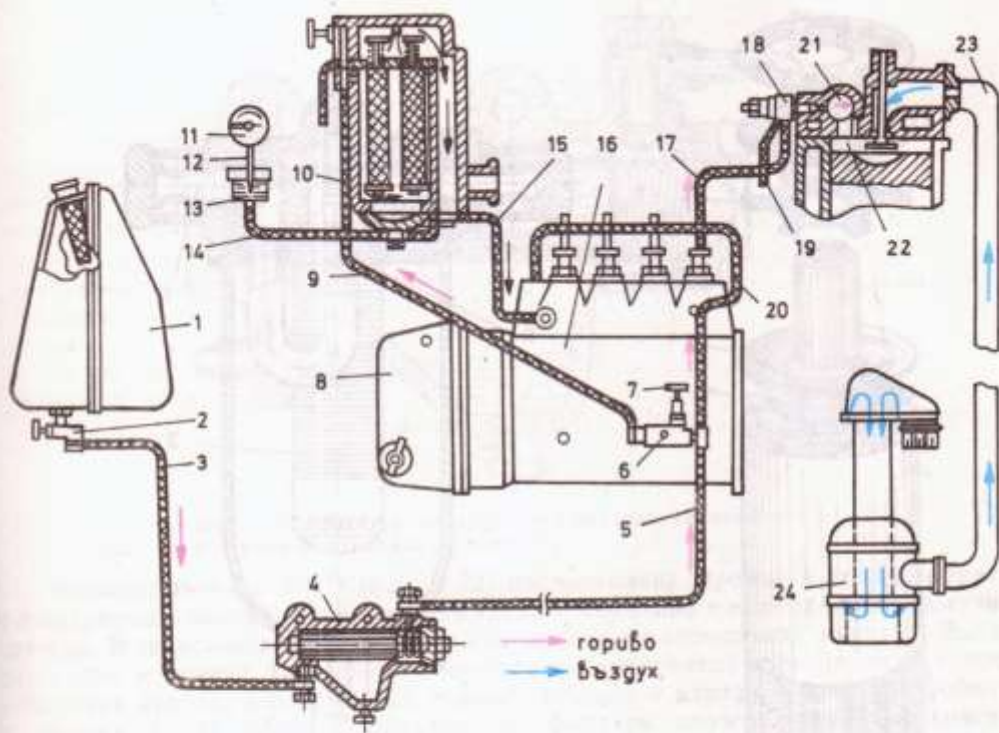
3. Докажете, че дизеловите двигатели са с по-малка литрова мощност от карбураторните, като използвате формулите

$$P_i = \frac{P_e}{V_i} \quad \text{и} \quad \alpha = \frac{L_d}{L_e}!$$

#### 7.2.2. Общо устройство на горивната уредба

За качествена работа на двигателя горивото трябва да е добре пречистено от механични примеси, да се впръсква под високо налягане в горивната камера, да се дозираща за отделните цикли и да се смеси добре с въздуха. За задоволяване на тези изисквания е необходима сложна горивна уредба, при която и най-малката неизправност може да доведе до лоша работа на двигателя.

Действието на горивна уредба на дизелов двигател (фиг. 7.19) е следното. При завъртане на колянвия вал на двигателя с достатъчно висока честота на въртене в цилиндри му се всмуква въздух през въздухоочистителя 24 и се съгъства до високо налягане. В същото време горивоподаващата помпа 6 засмуква гориво от резервоара през филтъра за грубо пречистване 4. Преминалото през филтъра за фино пречистване 10 гориво постъпва под налягане в горивонагнетателната помпа, запълва цилиндри на помпените секции, а те чрез впръсквача 18 го подават под високо налягане в цилиндри на двигателя. Горивоподаващата помпа има дебит, който превишава максималната консумация на гориво от двигателя. Постъпилото излишно гориво през горивопровода 20 се връща в горивоподаващата помпа. Важно изискване спрямо горивната уредба е елементите, в които има или през които преминава гориво, да са добре уплътнени, за да не навлиза въздух в тях, който пречи на работата на двигателя или въобще не позволява към цилиндри да постъпва гориво.



Фиг. 7.19. Схема на горивна уредба на дизелов двигател

1 - резервоар за гориво; 2 - кран; 3, 5, 9, 12, 14, 15 и 20 - горивопроводи за ниско налягане; 4 - филтър за грубо пречистване на горивото; 6 - горивоподаваща помпа; 7 - ръчна помпа за подаване на гориво; 8 - регулатор; 10 - филтър за фино пречистване на горивото; 11 - манометър; 13 - компенсатор; 16 - горивонагнетателна помпа; 17 - горивопровод за високо налягане; 18 - впрысквач (дюза); 19 - тръбичка за пропускане на гориво; 21 - вихрова камера; 22 - цилиндър; 23 - въздухопровод; 24 - въздухоочистител

### Въпроси и задачи

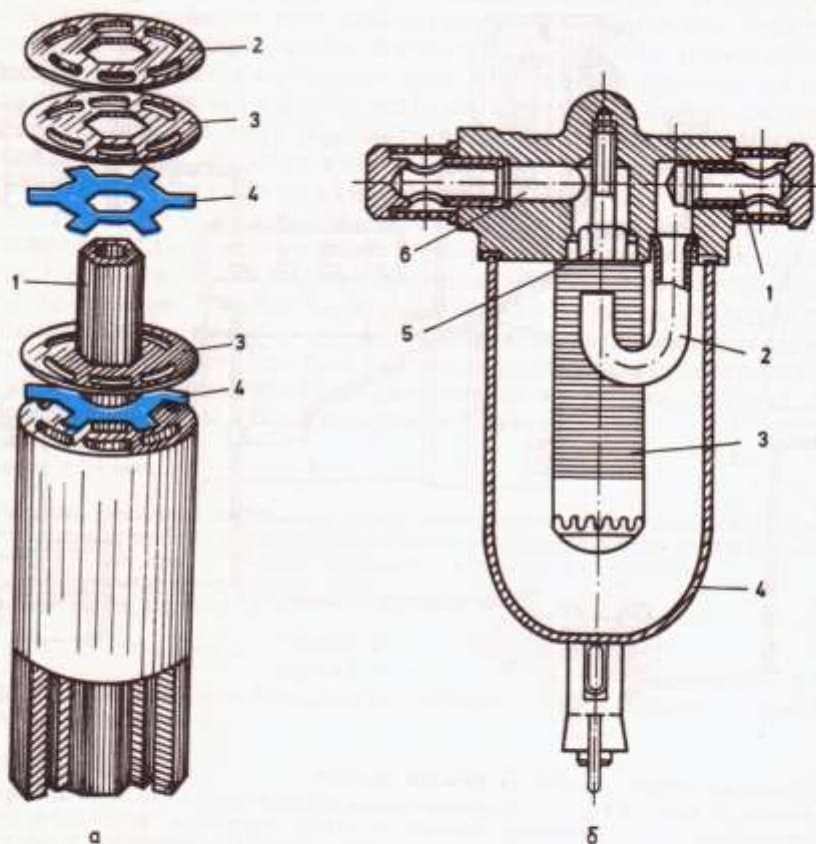
1. Защо наличието на въздух в елементите на горивната уредба (с изключение на въздухоочистителя и въздухопровода 23) нарушава работата на двигателя?
2. Кога при изправни уплътнения попада въздух в уредбата?
3. Каква роля изпълнява компенсаторът (13 - фиг. 7.19). Имайте предвид, че чрез течността в него налягането се предава на манометъра.

### 7.2.3. Съставни части на горивната уредба

**Филтри за пречистване на горивото при дизеловия двигател.** Горивонагнетателната помпа е с прецизно изработени части, а отворите на впрысквача са с много малко напречно сечение. Поради това горивото, преди да постъпи в тях, трябва много добре да се пречисти. Това се извършва обикновено с два филтъра - за грубо и за фино пречистване. Двата филтъра са включени последователно.

**Филтри за грубо пречистване на горивото (ФГП).** Те могат да бъдат с метални филтриращи елементи или с елементи от друга материя. Филтриращият елемент (фиг. 7.20 а) е пластинков. Външните изрези на пластинките 4 се разполагат под отворите на пластинките 2 и 3 и се нареждат последователно





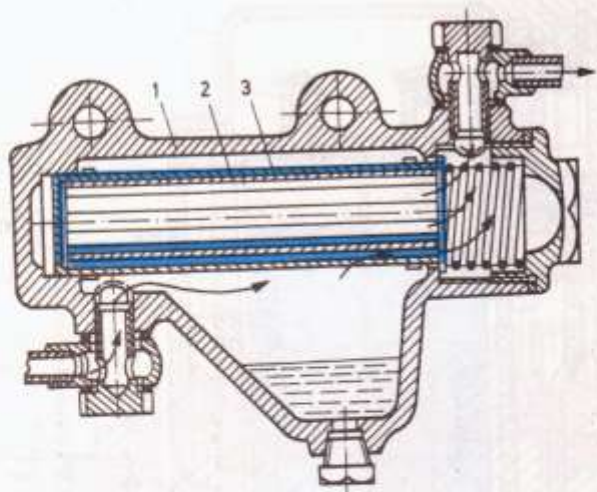
Фиг. 7.20. Филтър за грубо пречистване на горивото с пластинков филтриращ елемент

на централното стебло 1, като се притискат една към друга чрез гайките 5 (фиг. 7.20 б). Така по повърхността на получения от пластинките цилиндър се образуват цепнатини с височина 0,07 mm, през които горивото се прецежда. Пътят на горивото през филтъра е следният. Горивото постъпва през отвора на специален винт 1 и тръбата 2 в пространството между металната чаша 4, утаява се, преминава през цепнатините на филтриращия елемент 3 и постъпва в канала 6, откъдето се отправя по-нататък.

Филтърът от фиг. 7.21 е с лентов филтриращ елемент, представляващ вълнообразен цилиндър 3, разположен в тялото 1. Върху него е навита в един ред профилирана лента 2, така че между вдлъбнатите места на лентата се получават тесни пространства, през които се прецежда горивото (пътят на горивото е означен със стрелки).

При някои автомобили филтриращият елемент на ФГП представлява цилиндър с отвори, върху които е навита мъхеста памучна прежда, задържаща едрите примеси на горивото.

Филтри за *фино* пречистване на горивото (ФФП). Предназначени са да задържат механични примеси с размери над 0,002 mm. Филтриращите им елементи при тракторите се изработват от мъхеста прежда, а при автомобилите най-често от минерална вълна.



Фиг. 7.21. Филтър за грубо пречистване на горивото с лентов филтриращ елемент

Елементът 6 на ФФП (фиг. 7.22) представлява мрежеста тръба, обвита с филтрираща хартия, върху която плътно е намотана в няколко реда памучна прежда. В зависимост от мощността на двигателя елементите могат да бъдат един, два и повече. Отделните елементи са прикрепени към плочата 4 чрез еластична връзка, а от долната страна стеблата 9 влизат в отвори, пробити в капака 8. За обезвъздушаване на филтъра служи приспособлението 1 и тръбата 10.

При работа на двигателя горивото постъпва в пространството между филтриращите елементи и вътрешните стени на тялото 5. Тук се утаяват по-едрият примеси и благодарение на налягането горивото постъпва в междината между стеблото и мрежестата тръба. По-нататък горивото се отправя покрай пружините 3 и пространството под капака 2 и оттам по канала 7 и горивопровода към горивонагнетателната помпа.

При някои автомобили се използват ФФП с минерална вълна, напоена със свързващо вещество, така че се образува твърда пореста маса, през която се прецежда горивото.

Филтриращите елементи на ФФП на горивото се сменят през определен период на работа на двигателя.

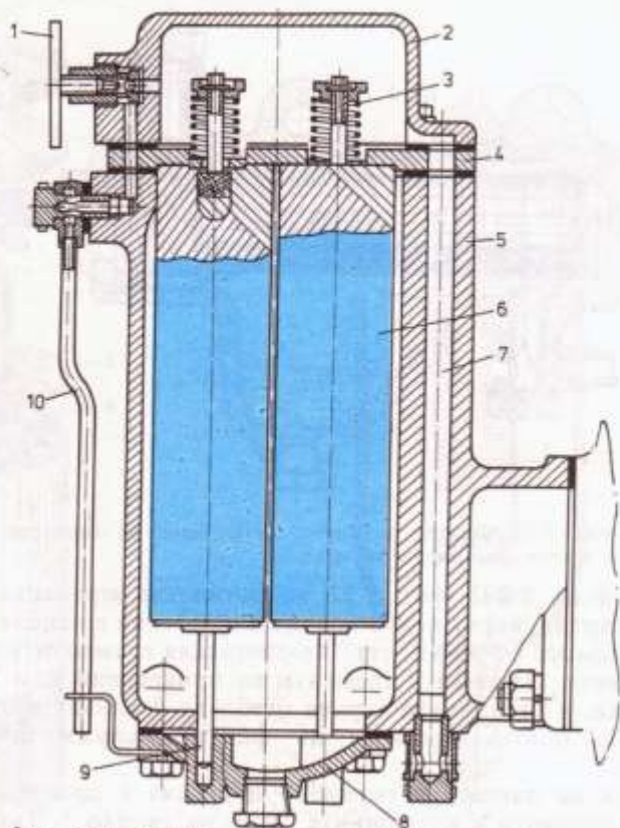
**Горивоподаваща помпа (ГПП).** При дизеловия двигател тя е предназначена да подава гориво към горивонагнетателната помпа под известно налягане (0,25–3 МПа). Сравнително високото налягане е необходимо, за да се преодолее съпротивлението на горивопроводите и филтрите и да се осигури бързо запълване на цилиндрите на помпените секции.

При съвременните дизелови двигатели се използват бутални, зъбни и пластинчати помпи.

**Бутална ГПП (фиг. 7.23).** Тя обикновено се закрепва към тялото на горивонагнетателната помпа и се задвижва чрез гърбица от вала ѝ. Съставена е от следните по-важни възли: тяло 3, изработено обикновено от чугун или алуминиева сплав; ролков тласкач 12, състоящ се от ос, ролка и цилиндрична направляваща част; бутало 5; клапани 6 и 11; ръчна помпа 9.

Когато гърбицата 1 е изтласкала буталото 5 в крайно горно положение и продължава движението си, но вече не действа на ролката 2 и тласкача 12, буталото под действието на пружината 8 започва да се движи надолу.





Фиг. 7.22. Филтър за фино пречистване на горивото с филтриращ елемент от памучна материя

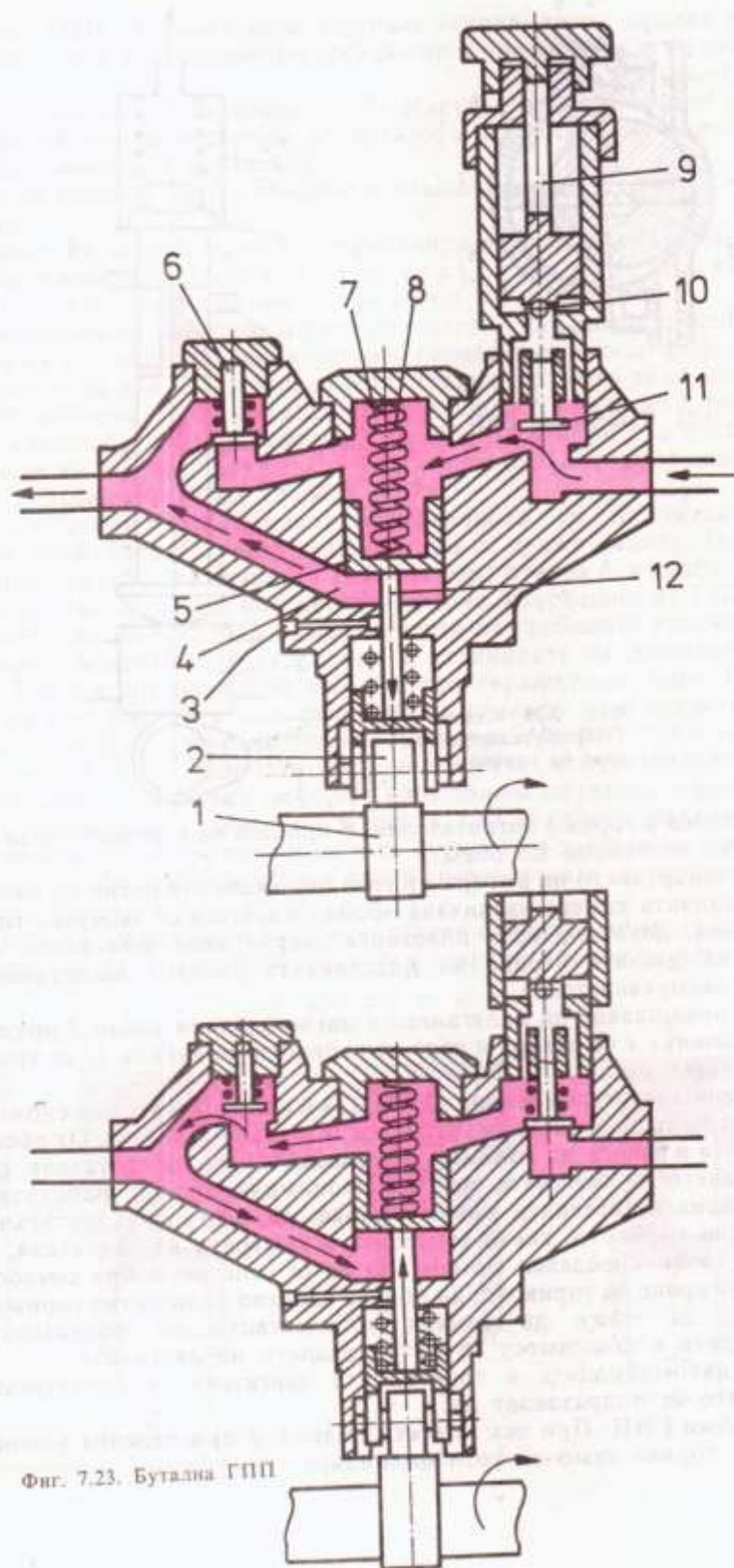
В надбуталното пространство 7 се създава разреждане, отваря се всмукателният клапан 11 и в пространството навлиза гориво. В същото време горивото, което се намира зад буталото, се изтласква с необходимото налягане към филтрите. При този етап на действие нагнетателният клапан 6 е затворен. При обратния ход на буталото в надбуталното пространство се създава налягане, под действието на което всмукателният клапан се затваря, а нагнетателният се отваря. Започва изтласкване на гориво от надбуталното в подбуталното пространство 4. По-нататък действието е аналогично.

Пружината 8 е изчислена така, че в нагнетателния горивопровод се получават определено налягане и дебит. Ако дебитът превиши консумираното от двигателя количество гориво, налягането в пространството 4 се повишава, пружината се свива и буталото застава в някакво междинно положение. При него буталото не може да извършва пълен ход и дебитът на помпата намалява.

Ръчната помпа 9 се използва главно за първоначалното запълване на уредбата с гориво и за обезвъздушаване.

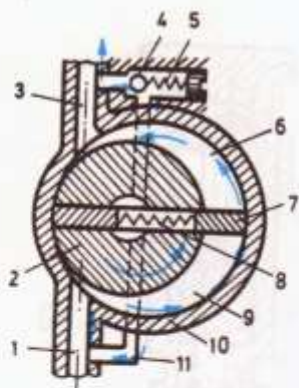
**Зъбна ГПП.** По устройство и принцип на действие тази помпа не се различава от зъбните маслени помпи, които са разгледани при мазилната уредба на двигателите.

**Пластинкова ГПП (фиг. 7.24).** Състои се от тяло 10, в което ексцентрично е разположен роторът 2 с радиален прорез. В прореза са поместени две пластинки 7, които се притискат в стените на тялото от спиралната пружина 8. Така, както е застанал роторът на фигурата, се образуват две камери — долна

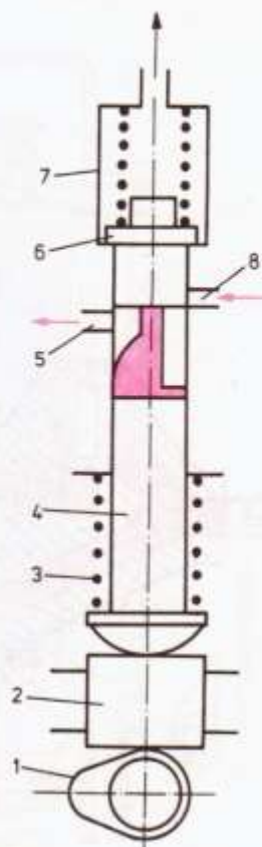


Фиг. 7.23. Бутална ГПП





Фиг. 7.24. Пластинкова ГПП



Фиг. 7.25. Схема на ГПП с бутално регулиране на горивото

9 всмукателна и горна 6 нагнетателна. В процеса на въртенето тези две камери с изменят постоянно по обем.

При завъртането на ротора от това положение обратно на часовниковата стрелка долната камера увеличава обема си и в нея се засмуква гориво. Това продължава, докато лявата пластинка закрие входящия канал 1. От този момент от дясната страна на пластинката започва нагнетяването, а от лявата – засмукването.

При повишаване на налягането в нагнетателния канал 3 пружината 5 се свива, клапанът 4 се отваря и част от горивото по канала 11 се връща отново във входящия канал.

**Горивонагнетателна помпа (ГНП).** Тя е най-важният, най-сложният и най-скъпият агрегат от горивната уредба на дизеловия двигател. От ефективността на работата ѝ зависи до голяма степен износването на двигателя, степента на замърсяването на околната среда и икономичността на работата.

Горивонагнетателната помпа трябва: да осигурява достатъчно високо налягане на горивото, което се подава в камерата на двигателя; да подава гориво в точно определен момент, за да се осигури добро смесообразуване и пълно изгаряне на горивото; да подава еднакво количество гориво на всички цилиндри; да може да изменя количеството на подаваното гориво в цилиндри в зависимост от натоварването на двигателя.

При автомобилните и тракторните двигатели се използват бутални ГНП, които се подразделят на:

1. *Редови ГНП.* При тях за всеки цилиндър има отделна помпена секция и тя дава гориво само за този цилиндър.

2. *Роторни ГНП.* Те имат една помпена секция, която подава гориво последователно към всички цилиндри чрез ротор и противоположно движещи се бутала.

3. *Разпределителни еднобутални ГНП.* Както и при роторните помпи, секцията е една за всички цилиндри, но буталото изпълнява две движения — възвратно-праволинейно и въртливо.

4. *Помпи-впръсквачи.* Това е обединена помпа с впръсквач в едно тяло за един цилиндър.

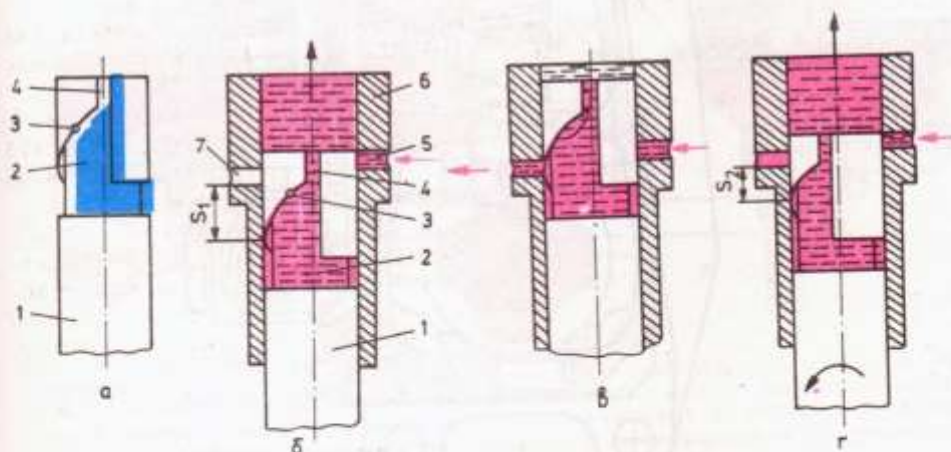
В зависимост от начина, по който се регулира количеството гориво, ГНП се разделят на помпи с пропускателна игла, с променлив ход на буталото и с регулиране на горивото чрез буталото.

При съвременните автотракторни двигатели най-разпространени са редовите помпи с регулиране на количеството гориво чрез буталото (фиг. 7.25). За всеки цилиндър на двигателя има отделна секция, но често те се монтират в едно тяло. Помпената секция е съставена от гърбица 1, повдигач 2, бутало 4, нагнетателен клапан 6 и тяло. В тялото са изработени отвори 8 за постъпване и 5 за преливане на гориво. Пружината 3 притиска буталото към повдигача, а пружината 7 държи затворен клапана 6.

Когато гърбицата е преминала вертикалното си положение, под действието на пружината 3 буталото започва да се движи надолу. При това движение, когато буталото с челната си част открие отвора 8, в надбуталното пространство постъпва гориво под ниско налягане, изпращано от ГПП. При обратното движение на буталото под действието на гърбицата клапанът 4 се отваря и започва изпращането на гориво в цилиндрите на двигателя.

На фиг. 7.26 а е показано буталото 1 и регулиращата му част. Изрезът 2 и каналът на регулиращата част са свързани помежду си и представляват една вдлъбната площ по повърхността на цилиндъра. На фиг. 7.26 б буталото 1 и цилиндърът 6 са в сглобено състояние, като всмукателният отвор 5 е напълно затворен, т. е. това е началото на подаване на гориво в цилиндъра на двигателя. Освен това гориво има в изреза 2 на буталото, навлязло през канала 4. С външната си цилиндрична част буталото е затворило преливния отвор 7. Гориво изтича през преливния отвор тогава, когато се съедини с него, т. е. след като буталото измине път  $s_1$ .

От момента на закриването на всмукателния отвор до момента на съвпадането на изреза с преливния отвор буталото изпраща гориво в цилиндъра на



Фиг. 7.26. Регулиране на количеството на горивото на помпа с бутало



двигателя. След това буталото продължава да се движи към ГМТ, но горивото постъпва в преливния отвор (фиг. 7.26 в).

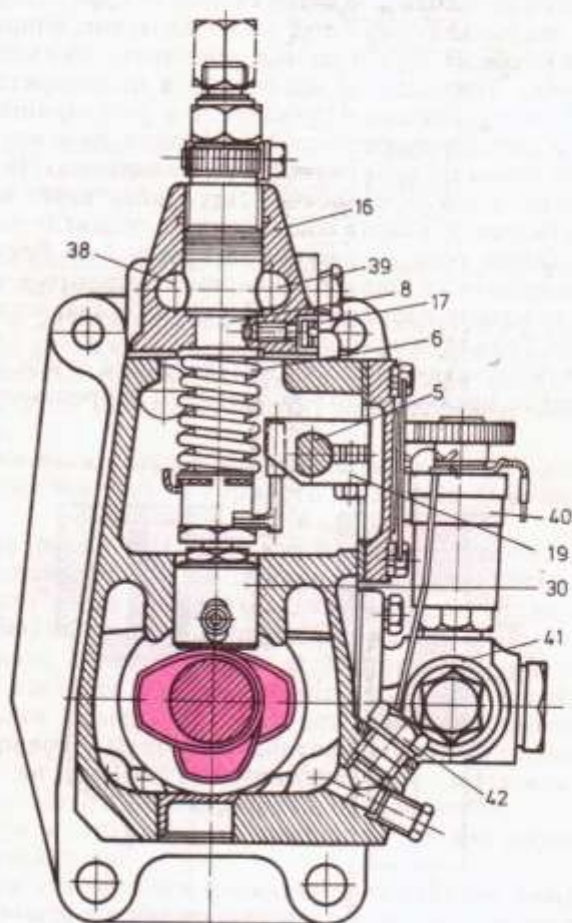
Когато на двигателя е необходимо по-малко гориво, буталото трябва да се завърти наляво (фиг. 7.26 г). Разстоянието  $s_2$  е по-малко от  $s_1$ , т. е. в случая буталото отваря по-рано преливния отвор.

Чрез изменение на положението на спиралния ръб 3 на буталото спрямо отвора 7 се регулира количеството гориво, като се изменя краят на подаването. При някои помпи от този тип количеството гориво се регулира чрез изменение на началото на подаване на горивото или чрез изменение на началото и края на подаването. Това се постига чрез различно разположение на спиралния ръб по буталото.

За да се измени количеството на подаваното гориво, буталото се завърта ръчно или крачно от водача или автоматично от регулатор, който е разгледан по-нататък.

#### Въпроси и задачи

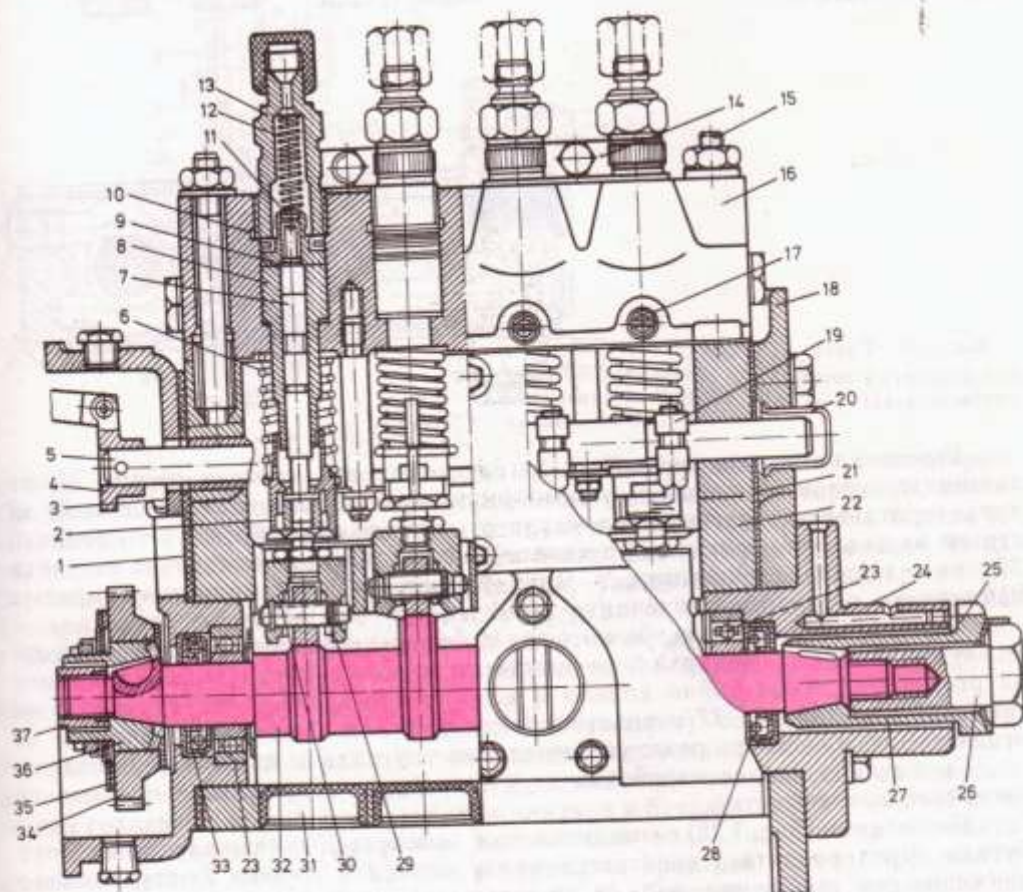
1. На път установявате, че филтриращият елемент на финия филтър е много замърсен. Каква временна мярка може да вземете, за да продължите пътя?



2. Защо филтриращите елементи на филтъра от фиг. 7.22 са свързани еластично с междинната плоча?
3. Какво трябва да се извърши, за да се задейства ръчната помпа 12 от фиг. 7.23?
4. Каква роля изпълнява сачмата 13 от фиг. 7.23?
5. Какви могат да бъдат последствията при счупване на пружината 8 от фиг. 7.23?
6. Съпада ли моментът на подаването на гориво (фиг. 7.26) с момента на затваряне на отвора 5? По какви причини тези моменти могат да не съвпадат?

#### 7.2.4. Конструкции на горивонагнетателни помпи

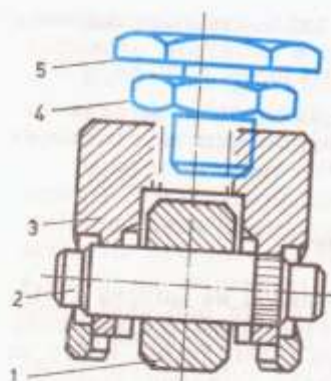
**Редова ГНП.** Като пример е разгледана конструкцията на модела 4ТН8, 5Х10, който се използва при съветските трактори и има плунжер с диаметър 8 и ход 10 mm. Помпата (фиг. 7.27) е комплектувана с регулатор, който се монтира от задната ѝ страна, но на фигурата не е показан. Горивоподаващата помпа 41 също се прикрепва към нея и се задвижва чрез гърбичния ѝ вал 32.



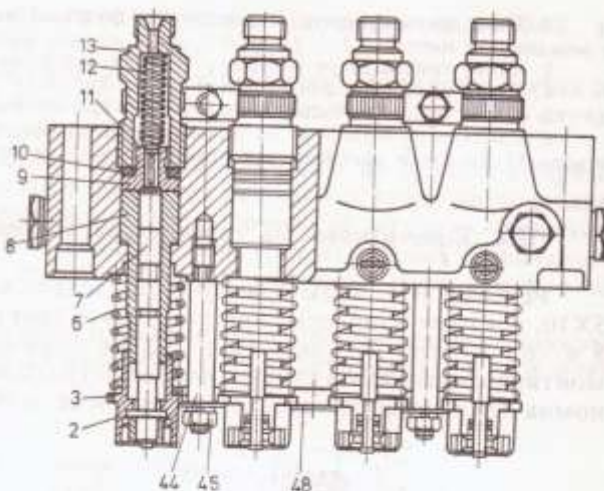
Фиг. 7.27. Горивонагнетателна помпа тип 4ТН8, 5Х10

1 – уплътнение; 2, 3 и 6 до 13 – части на помпната секция (вж. фиг. 7.30); 4 – накрайник на рейката; 5 – рейка; 14 – осигурителна планка; 15 и 17 – винтове; 16 – глава на помпата; 18 – плоча; 19 – хомут; 20 – капак; 21 – подложка; 22 – тяло; 23 – сачмени латери; 24 – фланец; 25 – шлиц; 26 – специална гайка; 27 и 36 – втулки; 28 и 33 – уплътнители; 29 – регулиращ винт; 30 – повдигач; 31 – запущалка; 32 – гърбичен вал; 34 – тъбно колело; 33 – пластинкови пружини; 37 – гайка; 38 и 39 – горивни канали в главата; 40 – ръчна помпа; 41 – ГНП; 42 – пробка

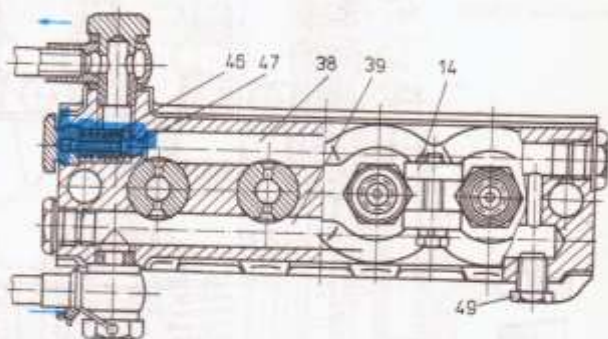




Фиг. 7.28. Повдигач



Фиг. 7.29. Глава на ГНП  
(ненасвоените в текста позиции  
съответствуват на фиг. 7.27)



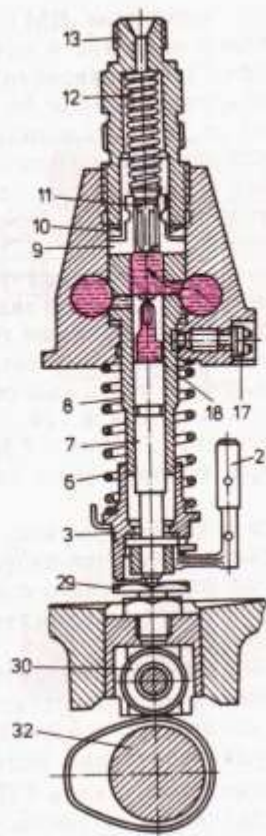
Гърбичният вал на помпата е лагериран на два сачмени лагера 23, от външните страни на които има самопритискащи се уплътнители 28 и 33 за предотвратяване на изтичане на масло от картера на помпата. От предната страна на вала чрез гайката 26 и клиновидно съединение се закрепва втулката 27, която завършва с шлиците 25. Чрез тази втулка валът на помпата приема движението от разпределителните зъбни колела на двигателя.

В задната страна на гърбичния вал е закрепена неподвижно втулката 36. Върху нея на гладка повърхност е поставено зъбното колело 34 за задвижване на регулатора. Това зъбно колело и неподвижно закрепената втулка 36 се свързват чрез гайката 37 и пластинковите пружини 35. Така регулаторът се предпазва от повреди при рязко увеличаване на честотата на въртене на двигателя.

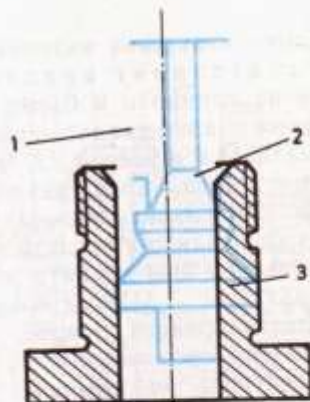
Гърбичният вал се изработва от стомана, като триещите му части се закаляват повърхностно.

Повдигачът (фиг. 7.28) е междинна част между гърбичния вал и помпеното бутало. Чрез ролката 1, поставена върху оста 2 в тялото 3, въртеливото движение на гърбичния вал се превръща в праволинейно движение за буталото. Винтът 5 и гайката 4 служат за регулиране на момента на подаване на горивото.

Главата на помпата заедно с помпените секции е показана на фиг. 7.29. На долната проекция се виждат двете страни на П-образния канал, в който постъпва горивото от ФФП и от което поемат гориво помпените секции.



Фиг. 7.31. Нагнетателен клапан



Фиг. 7.30. Помпена секция на ГПП  
(означенията съответствуват  
на фиг. 7.27)

В него се връща и излишното гориво. Към П-образния канал е монтиран пропускателният клапан 47 за регулиране на налягането на горивото, което постъпва от ГПП. Пружината 46 на клапана е така изчислена, че в канала се поддържа свръхналягане 0,06—0,09 МПа и излишното гориво се връща. За да не изпаднат частите от помпените секции, талерките им се задържат от ламаринената пластина 48. Тя от своя страна се закрепва към тялото на главата чрез шпилките 44 и гайките 45. Винтът 49 служи за обезвъздушаване. Помпената секция се състои от елементи, обединени в следните групи (фиг. 7.30):

Прецизната двойка (помпният елемент) се състои от бутало 7 и цилиндър 8. Те се изработват от висококачествена стомана и се подлагат на термична и механична обработка. Допирните им повърхности са с много малка грапавост, а хлабината между цилиндъра и буталото е 0,001—0,0015 mm.

Цилиндърът се закрепва неподвижно към главата на помпата с осигурителния винт 17. Той има в горния си край два канала, чрез които надбуталното пространство се съединява с П-образния канал. В долния си край буталото завършва с пресован Г-образен лост 2, който се свързва с рейката и служи за завъртане на буталото, когато е необходимо изменение на количеството гориво.

Към частите за възвратно движение на буталото спадат талерката 3 и възвратната пружина 6. Под действието на пружината и талер-



ката буталото извършва възвратно движение от горна към ДМТ.

Нагнетателният клапан осигурява високо налягане в началото на впръскване на горивото и бързо прекъсва („отсича“) впръскването му. Към нагнетателния клапан спадат леглото 9, меднофибровата шайба 10, клапанът 11, пружината 12 и шуцерът 13. Челната плоскост на леглото и цилиндъра са обработени с много малка грапавост, за да се осигури добро уплътнение. От горната си страна леглото завършва с резба. Чрез нея със специален инструмент се изваждат леглата при разглобяване на помпата. Чрез шуцера леглото се затяга към главата на помпата.

Клапанът (фиг. 7.31) има конусна затваряща част 1, цилиндрична част 2, наречена разтоварващо поясче, и направляваща част 3. Разтоварващото поясче е елемент, чрез който се осъществява бързото прекъсване на горивото.

Чрез рейката на помпата (фиг. 7.32) се изменя количеството на подаваното гориво едновременно на всички цилиндри. За целта към основната част на рейката 3 с винтове се прикрепват хомутчетата 19, в които влизат вертикалните части на Г-образните лостчета 2 (фиг. 7.30). Чрез изместване на хомутчетата може да се регулира количеството гориво за отделните секции.

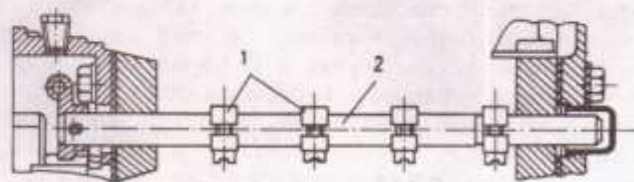
При движение на буталото нагоре, когато то с челната си част затвори всмукателния отвор, нагнетателният клапан се отваря и започва изпращането на гориво с високо налягане към впръсквача. Това продължава, докато спиралният ръб съвпадне с преливния отвор. В този момент налягането в цилиндъра спада и нагнетателният клапан под действието на пружината 12 (фиг. 7.30) се устремява към леглото. Преди конусната част да допре до леглото, разтоварващото поясче е започнало да навлиза в цилиндричната част на леглото (фиг. 7.31). При по-нататъшното движение на клапана налягането в нагнетателния горивопровод рязко спада и с това се избягва подкапването на впръсквача.

При някои автомобилни двигатели се използва еднобутална ГНП. При нея горивото се изпраща към цилиндрите на двигателя от един помпен елемент, като буталото извършва освен праволинейно и въртливо движение.

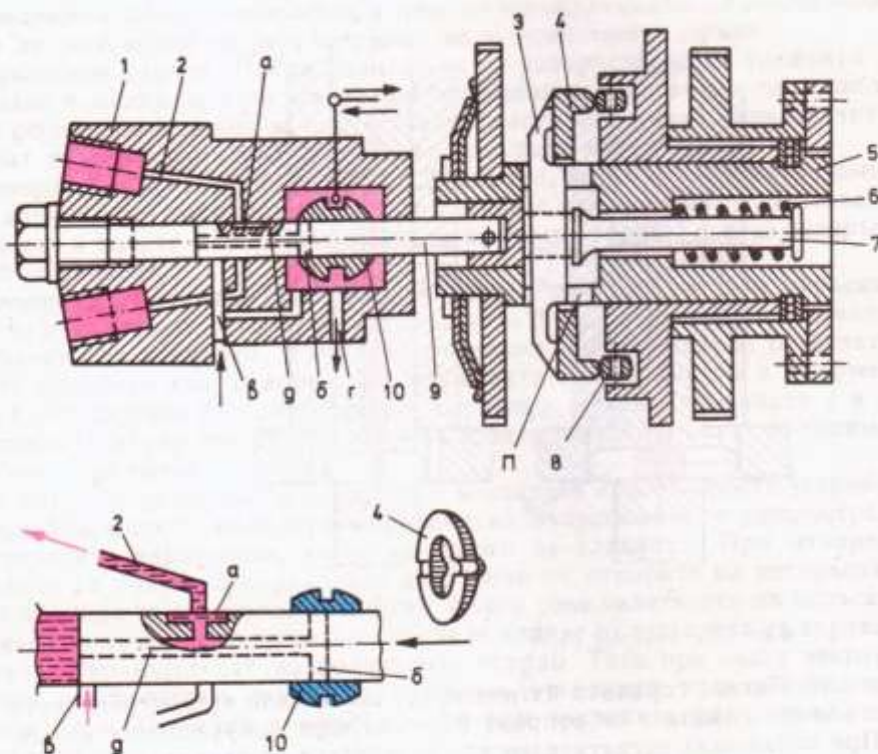
Освен разгледаните редови многосекционни ГНП при някои двигатели се използват разпределителни и роторни помпи. Роторна помпа се поставя на голяма част от лицензните двигатели Перкинс, произведени в КДД „В. Коларов“ – Варна.

**Разпределителна ГНП** (фиг. 7.33). Тя има само едно бутало, чрез което се изпраща горивото към отделните цилиндри. Буталото 9 и цилиндърът 1 са различни от тези на многосекционните помпи. В буталото има един осов канал  $d$ , два радиални канала  $b$ , един изрез  $a$  и още един радиален канал, който съединява изреза с осовия канал. Понеже буталото на тези помпи освен праволинейно извършва и въртливо движение, изрезът при въртенето се съединява последователно с каналите 2, които водят към впръсквачите.

Задвижващият механизъм е предназначен да предаде на буталото праволинейно-възвратно и въртливо движение. За тази цел на задвижващия вал



Фиг. 7.32. Рейка на ГНП



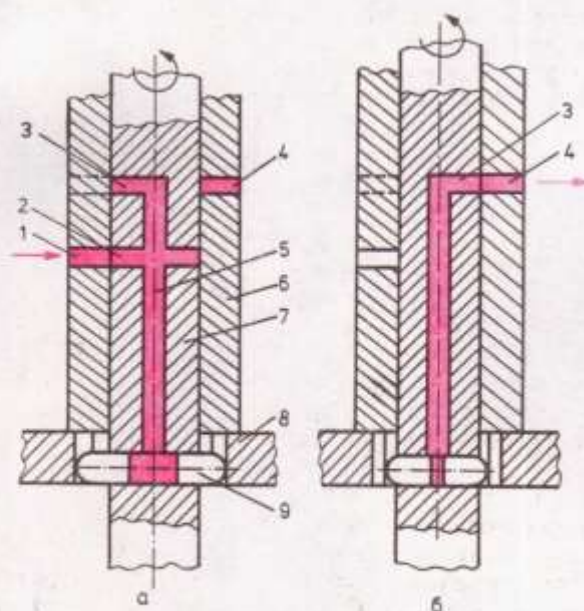
Фиг. 7.33. Разпределителна ГНП

и повдигач 7 са изработени радиални продълговати прорези *n*, през които преминава опората 3. Така при въртенето на кутия вал 5 заедно с него се въртят опората и повдигачът. Върти се също така и буталото, защото е свързано с шифт с повдигача.

Възвратно-праволинейното движение на буталото се получава по следния начин. Прорезът *n* във вала 5 е по-дълъг отколкото широчината на онази част от опората, която влиза в него. Така опората може да се движи свободно по дължината на прореза, като в същото време движи буталото, защото опората влиза в прореза на повдигача без хлабина. Опората се движи по време на въртенето на вала 5 чрез гърбичната шайба 4 и неподвижно закрепените ролки 8. Когато гърбичките са стъпили с най-високите си места върху ролките, буталото се е придвижило напълно напред. При по-нататъшното въртене на вала гърбичките задминават ролките и под действието на пружината 6 буталото се връща назад. В това време ролките опират в педините на гърбичната шайба.

Когато при връщане на буталото назад се открие каналът *a*, в надбуталното пространство постъпва гориво. Това продължава, докато гърбичките допрат до ролките. От този момент буталото започва да се движи напред. При затварянето на канала *a* от челото на буталото прорезът *a* съвпада с канала 2 и горивото от надбуталното пространство се отправя по осовия *d* и радиалния канал в канала 2 и по-нататък покрай отворения вече нагнетателен клапан към впръсквача и съответния цилиндър. Изпращането на гориво продължава, докато радиалните канали *b* на буталото излязат извън





Фиг. 7.34. Роторна ГНП

муфата 10. Тогава горивото изтича през тези канали в пространството около муфата и по канала 2 се отправя обратно към всмукателния канал.

При следващия нагнетателен ход вследствие на завъртането на буталото изрезът *a* съвпада с друг нагнетателен канал и гориво се подава към следващия впръсквач.

Количеството гориво се регулира чрез изместване на муфата в различни положения по буталото.

**Роторна ГНП** (фиг. 7.34 *a*). Съставена е от ротора 7, цилиндъра 6, гърбицната шайба 8 и буталата 9.

Роторът има един осов канал 5 и два реда радиални канали 2 и 3. През каналите 2 горивото от входящия канал 1 постъпва в осовия и пространствата между буталата. Каналите 3 служат за изпращане на горивото към впръсквачите през канала 4. Каналите 2 и 3 са по толкова на брой, колкото са цилиндриите на двигателя.

При въртене на ротора, когато запълващият канал 2 съвпадне с канала 1, горивото се отправя към осовия канал и пространството между буталата. Тъй като горивото идва в канала 1 под налягане, буталата се разтварят и пространството между тях се напълва с гориво. При по-нататъшното въртене на ротора каналите 1 и 2 се разминават, а след това един от нагнетателните канали 3 съвпада с нагнетателния канал 4 (фиг. 7.34 *b*). В този момент буталата стъпват върху гърбиците на шайбата 8, придвижват се навътре и нагнетават гориво към съответния впръсквач. Горивото се подава, докато буталата преминат гърбиците. След това друг канал от ротора съвпада с канала 1 и действието се повтаря за впръсквач на друг цилиндър на двигателя.

За да се разтоварват тръбопроводите за високо налягане и да се предотврати подкапването на впръсквачите, гърбиците имат такъв профил, че след нагнетяването да се получи бързо спадане на налягането в тръбопроводите.

Количеството гориво се регулира чрез дозатор преди постъпването му в канала 8.

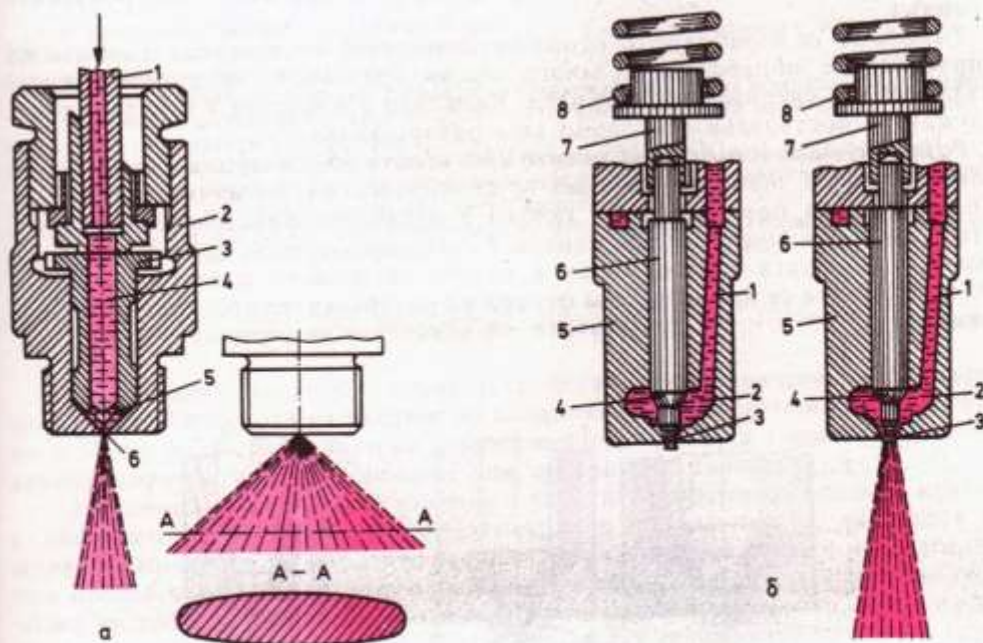
Роторната помпа е компактна и лека, но конструкцията ѝ е доста сложна особено по отношение на регулирането на количеството гориво.

**Впръсквачи (дюзи).** Предназначени са за разпръскване на горивото при постъпване в цилиндъра на много дребни капчици, при което да се получи струя с форма, подходяща за съответната камера на горене. Впръсквачите се монтират към всеки цилиндър и биват отворени и затворени.

**Отворени впръсквачи (фиг. 7.35 а).** Горивото, което съответната помпена секция изпраща по горивопровода 1, постъпва в канала 4 на разпръсквача 3, разположен в тялото 2, и излизайки от тесните му отвори 5 и 6, се разпръсква на дребни капчици.

**Затворени впръсквачи (фиг. 7.35 б).** Характерното при тези впръсквачи е това, че изходящият отвор 3 на разпръсквача 5 се отваря само в момента на впръскването на горивото. В останалото време той е затворен от иглата 6, която се притиска към отвора 3 от пружината 8. Отварянето е в момента, когато благодарение на налягането на горивото, идващо по канала 1 в пространството 2, върху конусната част 4 на иглата се получи сила, по-голяма от силата на пружината.

От фиг. 7.35 се вижда, че отвореният впръсквач има по-просто устройство от затворения, което е важно негово предимство. Въпреки това по-разпространени са затворените впръсквачи, което се дължи на следното. При отворените впръсквачи се получава подкапване на гориво от отворите на разпръсквача, което е причина за образуване на нагар. Освен това налягането на впръскване на горивото и качеството на разпръскване се влияят от честотата на въртене на двигателя и количеството на подаваното гориво. Така при ниска честота се получава чувствително по-малко налягане отколкото при висока, което е нежелателно. Подобно влияние има и при закритите впръсквачи, но не в такава степен.



Фиг. 7.35. Впръсквачи



Работата на затворения впръсквач зависи в много голяма степен от устройството на разпръсквача.

**Щифтовият разпръсквач** (фиг. 7.36 а) има един изходящ отвор и иглата му 1 завършва с щифта 5, който преминава през отвора. Самият щифт се образува от цилиндрична повърхност и два конуса, обърнати с малките си диаметри един към друг. При неработно положение на разпръсквача уплътнителният конус 4 е притиснат в леглото си, а щифтът 5 се показва частично навън от тялото 2. При работно положение уплътнителният конус се повдига нагоре от налягането на горивото и то преминава последователно покрай повдигателния конус 3 и конусите на щифта, които оформят струята. Предимството на този разпръсквач е, че той се самоочиства и с това се предотвратява натрупването на нагар. Такива разпръсквачи обикновено се използват при двигателите с предкамери и вихрови камери.

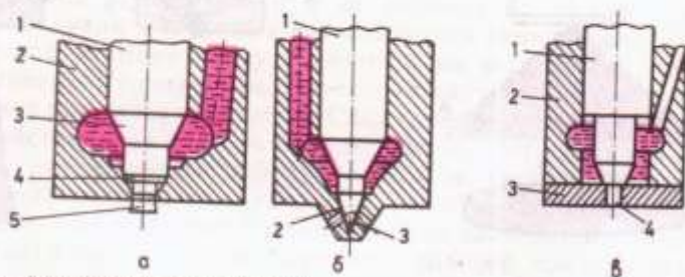
Иглата 1 на **безщифтовия разпръсквач** (фиг. 7.36 б) завършва с уплътнителния конус 2 и затваря изходящите отвори 3. Действието на този разпръсквач е както на щифтовия с изключение на това, че горивото излиза от повече отвори и се постига по-добро разпределение на струята. Такива разпръсквачи се използват при двигателите с неразделни камери.

При **разпръсквача с челно затваряне** на изходящия отвор (фиг. 7.36 в) иглата 1 завършва с плоско чело с диаметър, по-голям от отвора 4, което много добре приляга към сменяемата плочка 3, опряна на тялото 2.

**Впръсквач ФШ2 × 25** (фиг. 7.37). Използува се при двигателите на повечето трактори. Означението ФШ2 × 25 показва, че впръсквачът (на руски форсунка) — оттук буквата Ф е щифтов с диаметър на изходящия отвор 2 mm и конус на разпръскването 25°. Работното налягане е 12,5 МПа. Частите на този впръсквач могат да се обединят в тяло, разпръсквач, приспособление за регулиране на силата на пружината и устройство за отвеждане на пропуските от гориво.

**Тялото 13** се изработва от стомана. Допирната му плоскост с тялото на разпръсквача е обработена с много малка грапавост, за да се осигури уплътнение без специален уплътнител. Каналите 2 в чашата 4 с уплътнителя 5 служат за постъпване на гориво към разпръсквача.

**Разпръсквачът** се състои от тялото 19 и иглата 16. Тялото се изработва от висококачествена легирана стомана и се подлага на термична обработка. В горната челна повърхност на тялото е изработен пръстеновиден канал, който е съединен с другите три канала 1 с околоръстното пространство 18. Иглата и водещата ѝ повърхност в тялото са пасвани с хлабина 0,002 — 0,003 mm. Иглата се притиска към отвора на разпръсквача чрез стеблото 14 и пружината 12.

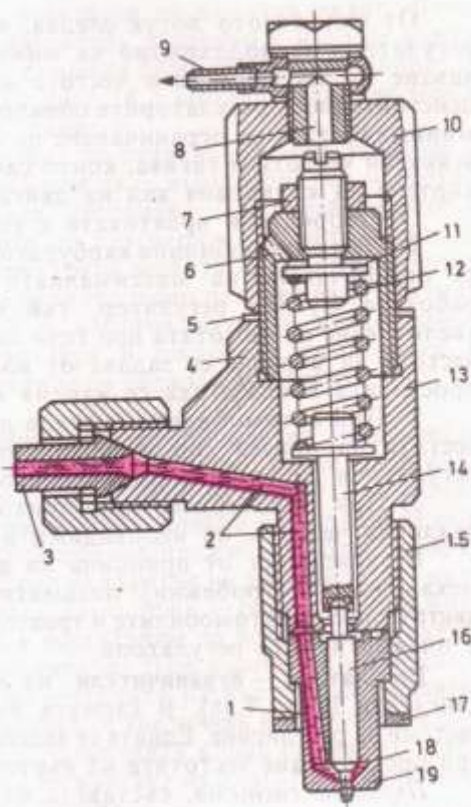


Фиг. 7.36. Видове разпръсквачи

Регулиращото приспособление е предназначено да изменя силата на пружината. Съставните му части са талерката 11, винтът и гайката 7.

В горната част на впръсвача е приспособлението за *отвеждане на пропуските* от гориво към ФФП. Това е горивото, което преминава през хлабините към горната част на впръсвача.

Горивото през тръбата за високо налягане 3 постъпва по каналите 2 и 1 в пространството 18 под повдигателния конус на иглата. При налягане на горивото, съответстващо на силата на пружината, иглата се повдига и горивото се впръсква в горивната камера. Повдигането на иглата е 0,35–0,40 mm и се ограничава от тялото на впръсвача. През каналите 6 и 8 и горивопровода 9 за ниско налягане излишното гориво се връща. В конструкцията на впръсвача влизат още гайките 10 и 15 и уплътнителната шайба 17.



Фиг. 7.37. Впръсвач ФШ2 × 25

#### Въпроси и задачи

1. Разгледайте внимателно фланеца 24 (фиг. 7.27) и обяснете каква роля изпълняват вертикалният и хоризонталният канал в него!
2. Какво е предавателното число между колянния вал и вала на помпата и защо е такова?
3. Сравнете регулиращата част на буталото от фиг. 7.26 и тази на буталото на фиг. 7.30 и открийте разликата в конструкцията!
4. Какви могат да бъдат причините за образуване на нагар по разпръсвачите?
5. Посочете недостатъците на отворения разпръсвач и обяснете защо налягането на впръскването при него спада много при ниска честота на въртене!
6. Как може да се увеличи налягането на впръскването на горивото при шифтовите разпръсвачи? А как — при безшифтовите?

### 7.2.5. Регулатори на честотата на въртене

Регулаторите са автоматични устройства, предназначени да поддържат необходимата честота на въртене на колянния вал при изменящо се натоварване. Това се постига, като се изменя количеството на горивната смес при карбураторните или на горивото при дизеловите двигатели.

Максимална честота на въртене е честотата, превишаването на която не е допустимо поради голямото натоварване на частите на двигателя или поради влошаване на работата му, а минималната честота е най-изгодната при празен ход на двигателя. В границите между тези две честоти двигателят може да работи безопасно, но обикновено се избира честота, при която се получава най-голяма мощност ( $P_{e\max}$ ), най-малък специфичен разход на гориво  $g_{e\min}$  или най-голям въртящ момент ( $M_{s\max}$ ).



От изложеното дотук следва, че при посочените случаи са необходими регулатори за поддържане на минималната честота на въртене, за ограничаване на максималната честота и за поддържане на всякакви честоти. В действителност регулаторите обикновено са комбинирани — за поддържане на минималната и за ограничаване на максималната честота, за поддържане на всякакви честоти и такива, които само ограничават максималната честота на въртене на колянвия вал на двигателя.

От теорията и практиката е установено, че:

1. При автомобилния карбураторен двигател е необходим само регулатор за ограничаване на максималната честота на въртене. Даже се допуска работата му без регулатор, тъй като опитът е показал, че временното увеличаване на честотата при този двигател с 30—60 % е допустимо. Исканата честота на въртене се задава от водача чрез изменение на положението на дроселната клапа. Така се изменя и скоростта на автомобила.

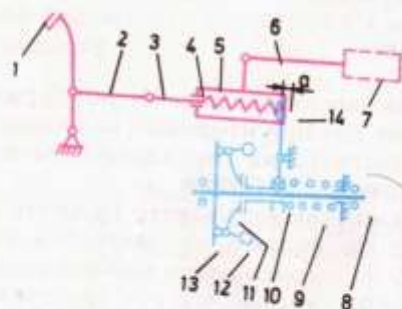
2. При автомобилния дизелов двигател е необходим регулатор за малка честота на празен ход и за ограничаване на максималната честота. Тези регулатори са познати под наименованието двурежимни регулатори.

3. При тракторите, при които се налага продължителна работа на различни честоти, са необходими всережимни регулатори.

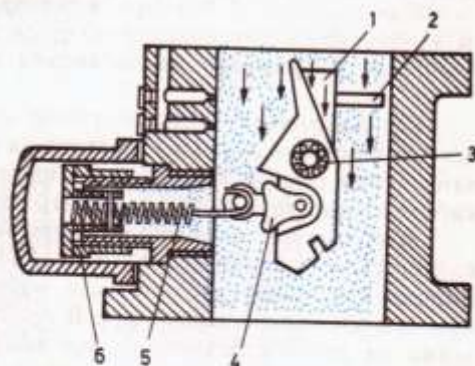
В зависимост от принципа на действие регулаторите се подразделят на механични (центробежни), пневматични, хидравлични и комбинирани. При двигателите на автомобилите и тракторите най-разпространени са центробежните и пневматичните регулатори.

**Регулатори — ограничители на максималната честота на карбураторни двигатели (фиг. 7.38).** В схемата на фигурата са обособени две различни системи за регулиране. Едната се задействува от водача, а другата — автоматично при превишаване честотата на въртене на двигателя над определена граница.

*Първата система,* съставена от частите 1 до 7, служи да отваря или затваря дроселната клапа в зависимост от натоварването на двигателя по преценка на водача. Като пример е разгледан автомобил, който се движи на трета предавка по наклон нагоре. Водачът е натиснал педала на газа в някакво средно положение, което осигурява нормална работа на двигателя. След изминаването на определено разстояние автомобилът започва да се движи по равен път, при което двигателят се разтоварва и честотата на въртенето му започва да се увеличава. Тъй като водачът иска да запази същата скорост на движение на автомобила, той намалява газа, т. е. притваря дроселната клапа и автомобилът тръгва пак със същата скорост. *Втората*



Фиг. 7.38. Схема на регулатор ограничител на максималната честота на въртене на двигателя



Фиг. 7.39. Пневматичен ограничител на максималната честота на въртене на двигателя



система, съставена от частите 8 до 14, действа по следния начин. Валът 8 получава движение чрез предавка от двигателя и заедно с него се въртят кръстачката 13 и тежестите 12. Вътрешните рамена 11 на тежестите допират до муфата 10 и пружината 9 и двураменният лост 14 е застанал така, че между горното му рамо и кутията 5 има разстояние  $a$ .

Ако водачът на разглеждания автомобил по някаква причина закъснее да намали газта или педалът е блокирал и не може да се върне обратно, честотата на въртене на двигателя започва да се увеличава. Под действието на увеличените центробежни сили тежестите се разтварят и с вътрешните си рамена избутват муфата надясно. От своя страна муфата придвижва долното рамо на лоста 14 също вдясно, при което горното рамо натиска върху кутията 5, преодолява силата на пружината 4 и избутва кутията вляво заедно с щангата 6. Дроселната клапа се притваря и честотата на въртене на двигателя намалява при неизменно положение на педала 1 и щангите 2 и 3. Със 7 е означен карбураторът.

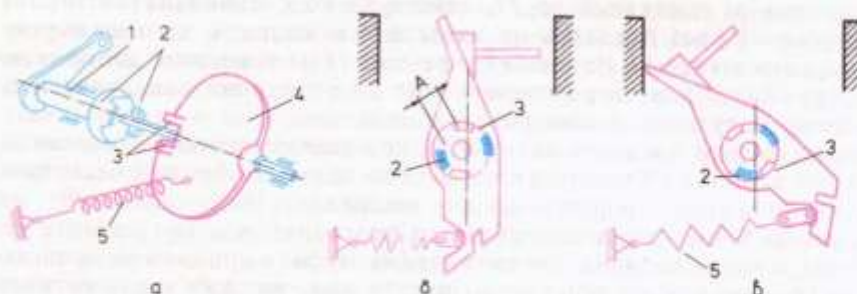
При някои от карбураторните двигатели се използва *пневматичен ограничител на честотата на въртене* (фиг. 7.39). При него дроселната клапа 1 има специално устройство. В горния си край клапата има шифт 2 и е скосена така, че да се образува плоскост, наклонена спрямо потока на горивната смес, а в долния си край се захваща към регулаторната пружина 5. При отворено положение на дроселната клапа и при честота на въртене на двигателя, по-малка от максималната, потокът на горивната смес (вж. стрелките) упражнява налягане върху скосената част, но то не е достатъчно да преодолее силата на пружината и клапата остава в това положение. При същото положение на дроселната клапа, но при увеличаване на честотата на въртене на двигателя (при разтоварването му) налягането на потока се увеличава и се получава сила, която преодолява силата на пружината и дроселната клапа се завърта около оста си 3. Следва намаляване на честотата на въртене на двигателя, налягането на потока също намалява и клапата се отваря.

При притварянето на дроселната клапа благодарение на намаляване на наклона на скосената част силата на потока се увеличава и има опасност клапата да се затвори напълно, което би нарушило работата на двигателя. За избягване на това пружината не се захваща направо към клапата, а чрез ограничителя 4. При притварянето клапата опира върху рогчето на ограничителя и го изкривява спрямо оста на пружината. Така се създава рамо за действие на пружината и това пречи на пълното затваряне на клапата. Силата на пружината се регулира чрез гайката 6.

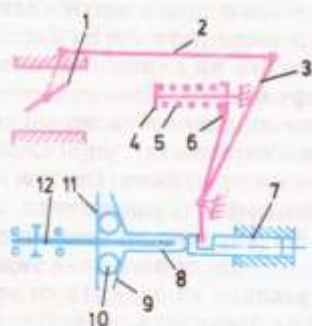
При този регулатор, както и при центробежния (фиг. 7.38), връзката между клапата и органите, задействувани от водача, е такава, че при разтоварване на двигателя и увеличаване на честотата на въртенето му над максимално допустимата клапата се притваря независимо от положението на педала на газта. Това може да се види от фиг. 7.40 а. Клапата 4 е поставена свободно на ос. От едната си страна тя има издътци 3, които се обхващат от издътците на муфата 2 на задействувания се от водача вал 1. Между издътците на муфата и тези на клапата има хлабина (фиг. 7.40 б).

Системата действа по следния начин. При отпуснат педал на газта пружината 5 на регулатора се стреми да отвори дроселната клапа, но друга пружина, поставена към лостовата система за отваряне и затваряне на клапата от водача, се противопоставя и държи клапата затворена (фиг. 7.40 в). При това положение муфата се е завъртяла обратно на посоката на часовниковата стрелка. Но при натискане на педала муфата се завърта по посока на часовниковата стрелка, издътците 2 също и под действието на пружината на регулатора дроселната клапа се отваря. Автоматичното затваряне на клапата е възможно благодарение на разстоянието А (фиг. 7.40 б) между издътците 2 и 3.





Фиг. 7.40. Схема на задействуване на дроселната клапа



Фиг. 7.41. Схема на еднорежимен центробежен регулатор

**Еднорежимни центробежни регулатори** (фиг. 7.41). Те имат за задача не толкова да ограничат максималната честота на въртене, а да поддържат най-изгодната, обикновено най-икономичната честота на двигателя. Най-често това е при пълно натоварване на двигателя.

Тези регулатори се използват в стационарните двигатели за задвижване на генератори и в двигателите, предназначени за задвижване на машини, от които се изисква постоянна честота на въртене. При тракторите еднорежимен регулатор се поставя на пусковия двигател ПД-10.

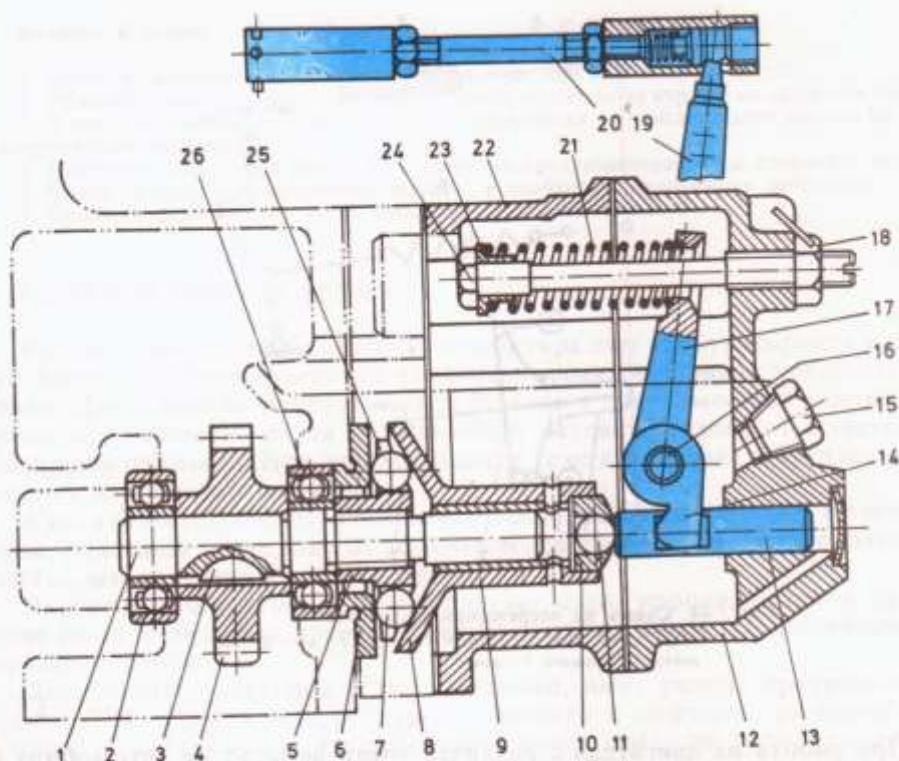
Когато двигателят не работи, под действието на регулаторната пружина 5, поставена на болта 4, горното рамо на двураменния лост 6 и лостът 3 се намират в крайно дясно положение. Долното рамо на лоста 6 чрез палеца 7 избутва втулката 8 наляво, тежестите се доближават до вала 12 и дроселната клапа 1 се отваря.

При работа на двигателя тежестите 10 се изместват към периферията на дисковете 9 и 11 и благодарение на наклонената повърхност на диска 9 изместват диска и втулката надясно. При това лостът 6 преодолява силата на пружината и заедно с лоста 3 и щангата 2 се измества наляво. Дроселната клапа застава в положение, съответстващо на натоварването на двигателя. При увеличаване на натоварването честотата на въртене на двигателя намалява, дроселната клапа се отваря и честотата на въртене отново се увеличава.

На фиг. 7.42 е показана конструкция на еднорежимен центробежен регулатор на пусковия двигател ПД-10.

**Двурежимни центробежни регулатори** (фиг. 7.43). Те се използват при автомобилните дизелови двигатели и са предимно центробежни.

Регулаторът има две пружини, допиращи до опората 6. Едната 5 е по-слаба и служи за поддържане на ниската честота на въртене, а другата 13 е по-силна и поддържа високите честоти. При неработещ двигател вътрешните рамена 14 на тежестите са се отделили от диска 15. Под действието на външна-

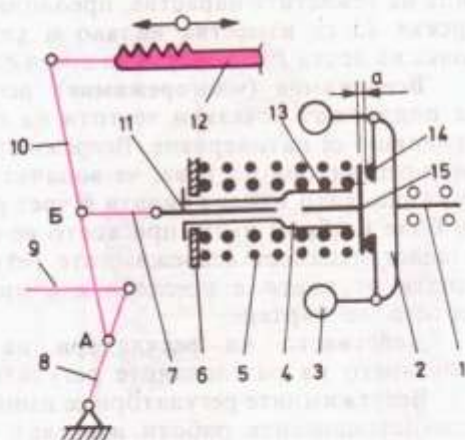


Фиг. 42. Еднорежимен центробежен регулатор на пусковия двигател ПД-10  
1 – вал; 2 и 26 – лагери; 3 – шпонки; 4 – зъбно колело; 5 и 23 – втулки; 6 – диск; 7 – тежест; 8 – диск с наклонена повърхност; 9 – удължение на диска; 10 – гнездо; 11 – сачма; 12 – клапа; 13 – палец; 14 и 17 – рамена; 15 – пробка; 16 – ос; 18 – гайка; 19 – външен лост; 20 – шанта; 21 – пружина; 22 – ткло; 24 – регулиращ болт; 25 – направляващи на тежестите

та пружина 5 дискът се намира в крайно дясно положение. В същото положение се намира и втулката 4, при което между ограничителната ѝ периферия и диска има разстояние  $a$ .

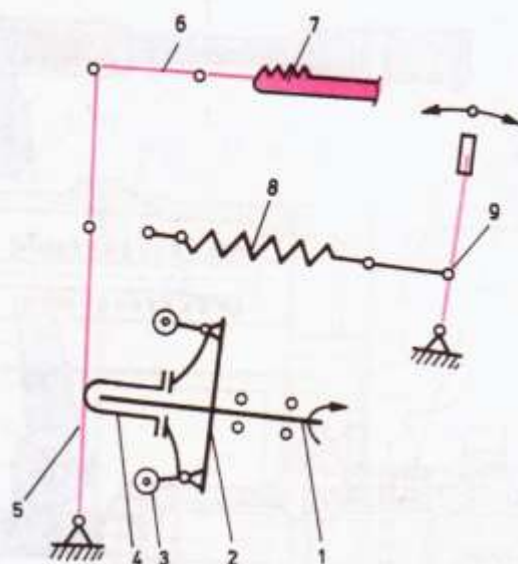
При работа на двигателя на празен ход педалът за газта е отпуснат и на двигателя се подава толкова гориво, колкото е необходимо за преодоляване на различните съпротивления от триенето на частите, т. е. честотата на въртене е ниска.

Ако по някаква причина честотата се увеличи, тежестите 3, разположени на кръстачката 2 на вала 1, се разтварят, вътрешните рамена преодоляват силата на слабата пружина 5, при което чрез пръта 11, шангата 7 и лоста 10 придвижват рейката 12 наляво; количеството гориво намалява и честотата на въртене на двигателя също намалява.



Фиг. 7.43. Схема на двурежимен центробежен регулатор





Фиг. 7.44. Схема на всережимен регулатор

1 – вал; 2 – хръстачка; 3 – тежест; 4 – муфа; 5 – лост; 6 – шанга;  
7 – рейка; 8 – пружина; 9 – ръчка

При работа на двигателя с различен товар водачът на автомобила чрез педала изменя количеството гориво и по желание поддържа различни честоти на въртене на двигателя от  $n_{\min}$  до  $n_{\max}$ . В тези граници тежестите са разтворени, слабата пружина е свита и дискът 15 опира в челната част на втулката 4. По-нататъшното придвижване на диска се възпрепятствува от съпротивлението на двете пружини. Опорната точка на лоста 10 е точката Б. При увеличаване на честотата на въртене над допустимата центробежната сила на тежестите нараства, преодолява се силата на двете пружини, при което дискът 15 се измества наляво и количеството гориво намалява. Опорната точка на лоста 10 е точка А на лоста 8, а педалът остава в неизменно положение.

**Всережимни (многорежимни) регулатори** (фиг. 7.44). Те са предназначени да поддържат всякакви честоти на въртене на двигателя от  $n_{\min}$  до  $n_{\max}$  при изменящо се натоварване. Всережимният регулатор се различава от разгледаните регулатори по това, че водачът действа направо върху регулаторната пружина, като изменя силата ѝ чрез ръчката 9. Изменението теоретично може да бъде безброй пъти, при което се получават и безброй скоростни режими. В действителност всережимните регулатори имат обикновено две пружини, едната от които е по-слаба и е предназначена за поддържане на ниската честота на въртене.

Действието на регулатора на различни режими е аналогично на действието на разгледаните регулатори.

Всережимните регулатори се използват предимно при тракторите, защото селскостопанските работи изискват най-различни скорости на движение на трактора, които само с предавателната кутия не могат да се постигнат.

### Въпроси и задачи

1. Какво е значението на регулаторите за автомобилите и тракторите?
2. Обяснете с кои части и как може да се намали честотата на въртене на двигателя (фиг. 7.39).
3. В какво се изразява разликата между ограничителя на максималната честота на въртене и еднорежимния регулатор?
4. Прочетете текста под фиг. 7.42 и обяснете предназначението на отделните части.
5. Обяснете защо при дизеловия двигател е необходим двурежимен регулатор!
6. Сравнете фиг. 7.41 и 7.43! В какво се изразява подобие то?

### 7.3. ГАЗОВА ГОРИВНА УРЕДБА

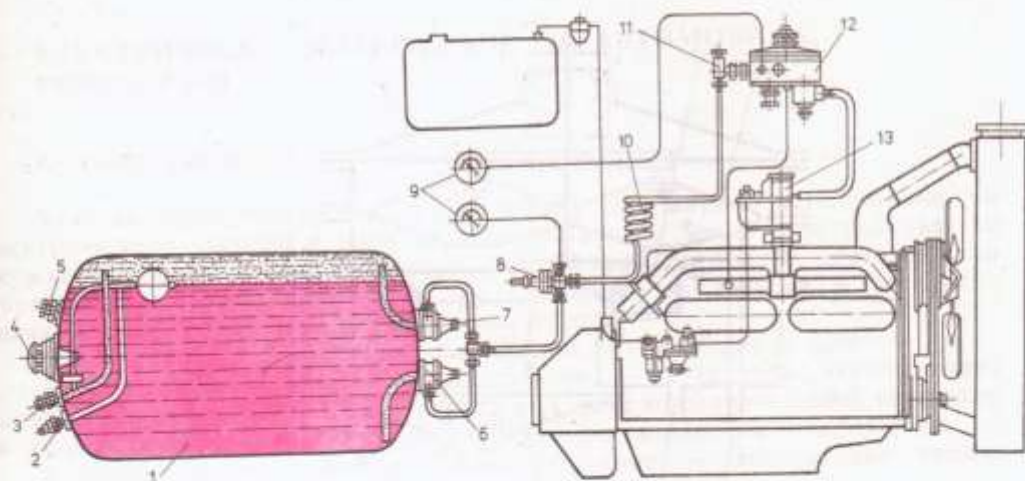
Газова горивна уредба може да се монтира към карбураторните и дизеловите двигатели. Тези двигатели обикновено имат и горивна уредба за течно гориво. Двете уредби работят самостоятелно в зависимост от условията. За гориво при газовата уредба се използват различни газове от естествен или промишлен произход. При експлоатацията те се съхраняват в бутилки в силно сгъстено или течно състояние.

Към газовете, използвани в сгъстено състояние, спадат естествените газове, отделящи се направо от земните недра, газове, отделящи се заедно със земното масло, светилен газ и др.

Във втечнено състояние се използват стан, пропан, бутан и др. Тези газове се получават при преработване на земното масло. Понастоящем те са по-разпространени.

Двигателите, работещи с газово гориво, имат редица предимства пред другите ДВГ. По-важните от тях са: горенето е по-пълно, от което следва по-малко замърсяване на въздуха; двигателите могат да работят с по-бедни горивни смеси и с по-висока степен на компресия; по-малко е износването на цилиндрите поради по-пълното изгаряне и липсата на кондензация на гориво по стените на цилиндрите.

Основен недостатък на газовата уредба е, че масата ѝ в заредено състояние е много по-голяма от бензиновата и дизеловата уредба, тъй като



Фиг. 7.45. Схема на газовата уредба за втечнен газ



газът се съхранява в бутилки под налягане до 20 МПа, които трябва да са много здрави и сигурни. Освен това топлината, получена от единица обем сгъстен или втечен газ, е по-малка от тази на течното гориво. Като други недостатъци могат да се посочат по-малката литрова мощност и това, че се изискват повече грижи от гледна точка на безопасността при експлоатацията.

На фиг. 7.45 е показано общото устройство на газова горивна уредба, която работи с втечен газ. Главни части на уредбата са бутилката 1, изпарителят 10, филтърът 11, двустепенният редуктор 12, карбуратор-смесителят 13 и газопроводи. Уредбата има контролен 2, за зареждане 5 и разходни 6 и 7 кранове, предпазен клапан 3, механизъм за нивото на втечнения газ 4 и манометри 9.

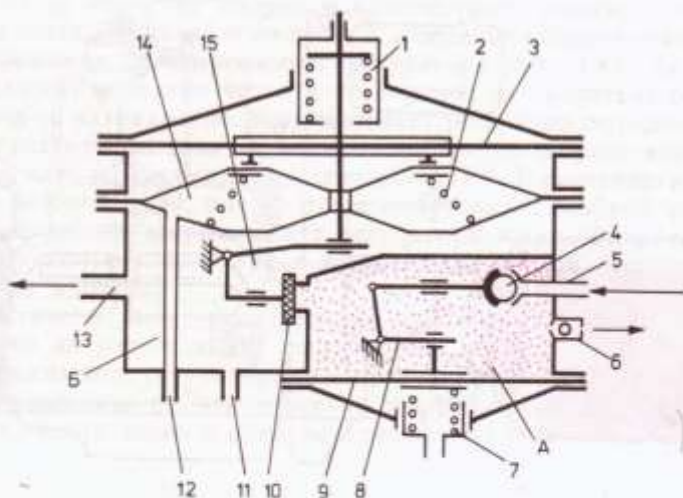
При отворен магистрален кран 8 втечненият газ идва в изпарителя, изпарява се и през филтъра постъпва в редуктора, където налягането му се намалява до искания размер. Когато двигателят се пуска в ход благодарение на разреждането, създадено в смесителя, газ с ниско налягане се засмуква от редуктора, постъпва в смесителя и смесен с въздух, навлиза в цилиндрите на двигателя.

#### Основни уреди на уредбата:

**Изпарител.** Служи за превръщане на втечнения газ в газообразно състояние. Представлява тяло, през което преминава змиевидна тръба. Тръбата се загрява от отработилите газове или от топлата вода на охладителната уредба, за да се избегне кондензирането на водни капки по газопроводите и замръзването им при студено време.

**Редуктор.** Служи за намаляване на налягането на газа до близко на атмосферното, преди да постъпи в смесителя. Освен това чрез редуктора се регулира и количеството на подавания газ при изменение на натоварването и честотата на въртене на двигателя. Редукторът (фиг. 7.46) се състои от тяло, в което са оформени две камери А и Б — за високо (около 0,2–0,3 МПа) и ниско (около 0,1 МПа) налягане, две главни мембрани 3 и 9 за регулиране налягането на газа и лостови устройства за отваряне и затваряне на клапаните 4 и 10.

При неработещ двигател и отворен магистрален кран в камерата А през входящия канал 5 и клапана 4 навлиза газ. Мембраната 9, поддържана



Фиг. 7.46. Схема на двустепенен редуктор

от пружината 7, се огъва надолу и при известно налягане чрез двураменния лост 8 затваря клапана 4. В камерата Б още няма газ, тъй като клапанът 10 е затворен. При пускане на двигателя разреждането от смесителя по канала 13 се предава в камерата Б, мембраната 3 се огъва надолу и чрез двураменния лост 15 отваря клапана 10. Тук налягането на газа се понижава още повече и така постъпва към смесителя. С изменение на налягането в смесителя в зависимост от натоварването и честотата на въртене на двигателя към него отива по-голямо или по-малко количество газ.

При празен ход, когато дроселната клапа е затворена, газът преминава през канала 11 към смесителя.

Към редуктора има разтоварващо устройство за по-голяма чувствителност към изменящите се условия на работа на двигателя. То действа по следния начин. При неработещ двигател мембраната 3 се огъва нагоре под действието на пружините 1 и 2. При това положение издатъците на мембраната 14 опират в мембраната 3. При работа на двигателя разреждането във всмукателния тръбопровод се предава по канала 12 в пространството под мембраната 14, тя се огъва надолу и престава да противодействува на мембраната 3, която командува клапана 10. Редукторът има и предпазен клапан 6.

**Смесител.** Той се изработва обикновено на основата на обикновения карбуратор с някои изменения. Използват се също и смесители, конструирани специално за газ. Образуването на горивната смес е подобно на образуването на горивна смес при точно гориво.

#### Въпроси и задачи

1. Посочете още предимства и недостатъци на газовата горивна уредба освен пояснените.
2. Защо двигателите с газова горивна уредба имат по-малка литрова мощност?

## ГЛАВА 8

### ЕЛЕКТРИЧЕСКО ОБЗАВЕЖДАНЕ НА АВТОМОБИЛА, ТРАКТОРА И КАРА

#### 8.1. ОБЩИ СВЕДЕНИЯ

Усъвършенствуването на АТК доведе до широко използване на електрическата енергия и нови усъвършенствувани уреди и устройства. Те служат за запазване на горивната смес в карбураторните двигатели, за първоначално пускане на ДВГ, за осветление, за звукова и светлинна сигнализация, за вентилация, отопление и др.

Електрическото обзавеждане на АТК включва следните звена:

1. Източници за електрическа енергия — стартерна акумулаторна батерия, генератор за постоянен ток (в по-старите модели машини), генератор за променлив ток и уреди за автоматично регулиране на генераторите.
2. Уреди за запалване на горивната смес — запалителни свещи, индукционна бобина, разпределител, магнет и др.
3. Потребители на електрическа енергия — пускови електродвигатели (стартери), осветителна уредба, уредба за звукова и светлинна сигнализация,



електродвигатели за задвижване на чистачките и на вентилатора от отоплителната уредба, радиоапарат и др.

4. Разпределителна апаратура и контролно-измервателни уреди — проводници, амперметри и волтметри, термометри, нивомери, честотомери, скоростометри и др.

Източниците за електрическа енергия се съединяват с потребителите по електропроводна схема, като ролята на втория проводник се изпълнява от рамата на машината (т. нар. маса). На използваните у нас машини с маса е съединен най-често отрицателният полюс на източниците за електрическа енергия.

Съгласно действащите стандарти за електрическите инсталации се използва номинално напрежение 6, 12 и 24 V. При леките и средните трактори и автомобилите с карбураторни двигатели е прието напрежение 12 V, а при тежките колесни трактори и товарните автомобили с дизелови двигатели — 24 V.

Уредите на електрическото обзавеждане трябва да отговарят на следните изисквания: продължителна и надеждна експлоатация; запазване за продължително време първоначалните регулирания; минимален разход на труд за техническо обслужване и ремонт и др.

## 8.2. ИЗТОЧНИЦИ ЗА ЕЛЕКТРИЧЕСКА ЕНЕРГИЯ

### 8.2.1. Акумулаторни батерии

Акумулаторната батерия е обратим електрохимичен източник на постоянен ток. При зареждане тя акумулира определено количество електрическа енергия, която може да бъде съхранена за по-дълго време и при разреждане да бъде отдадена на потребителите.

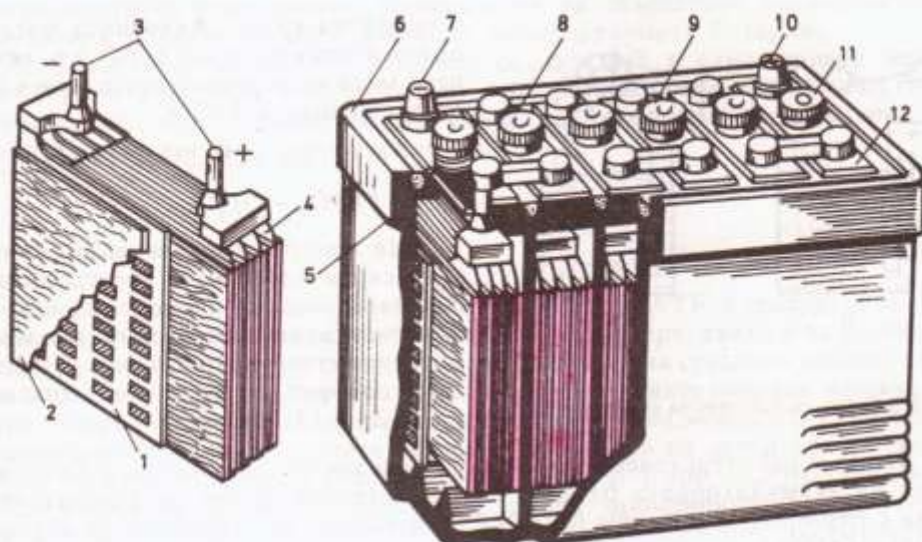
В тракторите и автомобилите се използват стартерни акумулаторни батерии, които за кратко време могат да отдават силен ток и да захранват потребителите, когато двигателят не работи или работи при ниски честоти. Разпространени са главно оловни стартерни акумулаторни батерии и по-рядко кадмий-никелови, желязно-никелови и др.

Оловните акумулаторни батерии имат редица положителни свойства, като: способност да издържат на кратковременни разреждания, като отдават ток 200—700 A за 5—10 s; незначително вътрешно съпротивление и малко намаляване на напрежението при разреждане; умерена маса на единица акумулаторна енергия (до 40 kg/kW.h). Основен техен недостатък е, че имат малък експлоатационен срок.

Всяка акумулаторна батерия се състои от няколко акумулатора с номинално напрежение 2 V. Произвеждат се стартерни акумулаторни батерии с номинално напрежение 6 и 12 V. При номинално напрежение 6 V батерията се състои от три последователно свързани акумулатора, а при номинално напрежение 12 V — от шест акумулатора.

Кутията 6 (фиг. 8.1) се изработва от ебонит или пластмаса. Тя е разделена с прегради на отделни клетки за акумулаторите. Всяка клетка се затваря отгоре с капак 12 също от ебонит или пластмаса. Капаците се заливат с киселиноустойчива смола 5 (75 % нефтен битум и 25 % машинно масло). На дъното на клетките има ребра, върху които опират положителните плочи 1 и отрицателните 4. Отворите за наливане на електролита се затварят с пластмасови пробки 9 с вентилационен отвор 11 за отвеждане на газовете, отделящи се при зареждането. Всеки акумулатор се състои от няколко положителни и отрицателни плочи. Те са сглобени в полублокове 3 чрез заваряване. Блоковете са съединени последователно с мостове 8 и са изведени





Фиг. 8.1. Акумулаторна батерия

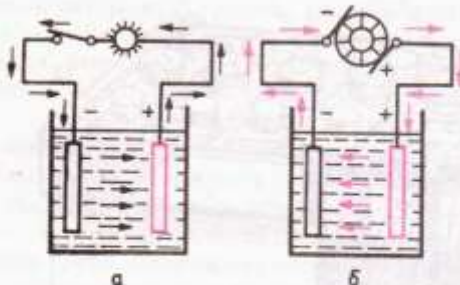
на отрицателен 7 и положителен 10 полюс. Отрицателните плочи са с една повече от положителните. По такъв начин всяка положителна плоча е разположена между две отрицателни. Скелетът на плочата е решетка, отлята от олово с прибавка на 7 % антимон. Активната маса, която се нанася от двете страни на скелета, се приготвя от оловни окиси и сярна киселина. След това плочите се изсушават и формират чрез неколкостепенно зареждане и разреждане, при което активната маса на положителните плочи се превръща в  $PbO_2$  с тъмнокафяв цвят, а на отрицателните — в гъбесто олово  $Pb$ . Изработените по такъв начин плочи са порести, поради което електролитът прониква в активната им маса.

Сепараторите 2 се поставят между положителните и отрицателните плочи. Те са тънки пластинки от порест материал с голямо електрическо съпротивление. Изработват се от дървесина, микропорест ебонит (мипор), микропореста пластмаса (мипласт), стъклена вата и др. Използват се и комбинирани сепаратори. Най-добри са сепараторите, изработени от мипор и мипласт, тъй като са по-устойчиви на електролита, понасят добре високите температури и са по-порести.

Електролитът се приготвя от чиста акумулаторна сярна киселина и дестилирана вода. Сярната киселина има плътност  $\rho = 1,83 \text{ kg/dm}^3$ . Плътността (гъстотата) на електролита при заредена батерия за нашите климатични условия трябва да бъде  $\rho = 1,28 \text{ kg/dm}^3$ . При приготвяне на електролита сяряната киселина се налива на тънка струя в дестилираната вода, като се разбърква със стъклена пръчка и се измерва с аерометър. Наливането на дестилирана вода в концентрирана сярна киселина се забранява, тъй като киселината се разпръсква и може да предизвика тежки обгаряния.

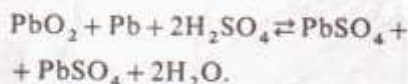
Плочите 1 и 4, потопени в електролит, се поляризират, като оловната плоча ( $Pb$ ) става отрицателна, а плочата от оловен окис ( $PbO_2$ ) — положителна. Ако към полюсите се свърже потребител на електрическа енергия, например електрическа лампа (фиг. 8.2 а), между плочите и електролита се извършва химична реакция, в резултат на която в проводниците на затворената верига протича ток и лампата свети. Този процес в акумулаторната батерия се нарича **разреждане**. При разреждането част от молекулите се разлагат на водород





Фиг. 8.2. Схема на действие на акумулатора

и сулфатна група. Активната маса на положителните плочи ( $\text{PbO}_2$ ) и активната маса на отрицателните плочи ( $\text{Pb}$ ) се превръщат в  $\text{PbSO}_4$



На мястото на реагиралите молекули сярна киселина в електролита се получават молекули вода, поради което плътността на електролита намалява. Електролитът на напълно разреждана акумулаторна батерия има плътност  $\rho = 1,12 \div 1,13 \text{ kg/dm}^3$ .

Ако към работещ генератор за постоянен ток се съединят положителните плочи на акумулаторната батерия с положителния полюс, а отрицателните плочи с отрицателния полюс (фиг. 8.2 а), извършва се зареждане на акумулаторната батерия.

При зареждането реакциите протичат в обратна посока.  $\text{PbSO}_4$  се превръща в  $\text{Pb}$  на отрицателните плочи и в  $\text{PbO}_2$  на положителните плочи. На мястото на молекулите вода, които са участвували в реакцията, се получават молекули  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , поради което плътността на електролита нараства до  $\rho = 1,28 \text{ kg/dm}^3$  в края на зареждането. По плътността на електролита по време на експлоатацията на акумулаторната батерия се определя степента на зареждането и разреждането ѝ.

Основните параметри, характеризиращи акумулаторната батерия, са електродвижещо напрежение, вътрешно съпротивление, капацитет и к.п.д.

*Електродвижещото напрежение* (е.д.н.) зависи от състава на активната акумулаторна маса и плътността на електролита. За оловните акумулаторни батерии е.д.н.  $E_0$  на една клетка от батерията може с достатъчна за практиката точност да се определи по формулата

$$E_0 = 0,84 + \rho, \text{ V},$$

където  $\rho$  е плътността на електролита,  $\text{kg/dm}^3$ .

При изменението на  $\rho$  в границите  $1,10 - 1,34$  е.д.н. се изменя от  $1,95$  до  $2,18 \text{ V}$ .

*Вътрешното съпротивление* на акумулаторната батерия зависи от броя и размера на плочите, разстоянието между тях, вида на сепараторите, температурата и плътността на електролита и др. Съпротивлението на заредена акумулаторна батерия е  $0,01 - 0,02 \Omega$ . С понижаване на температурата и намаляване на плътността на електролита вътрешното съпротивление нараства.

*Капацитет* се нарича количеството електричество, което може да отдаде напълно заредена акумулаторна батерия с температура на електролита  $30 \pm 2^\circ\text{C}$  при непрекъснато 20-часово разреждане до напрежение  $1,75 \text{ V}$ . Капацитетът  $C$  се определя по формулата

$$C = I_p t_p, \text{ A.h},$$

където  $I_p$  е разрежданият ток,  $\text{A}$ ;

$t_p$  — времето за разреждане,  $\text{h}$ .

Капацитетът зависи от режима на разреждане на батерията, температурата на електролита и крайното напрежение, до което се разрежда батерията. Той се намалява с увеличаване на силата на получавания ток и с понижаване на

температурата на електролита. Капацитетът на свързаните последователно акумулатори е равен на капацитета на акумулаторната батерия.

*Коефициентът на полезно действие* се изразява в отношението между количеството електричество, отдадено при разреждането, и количеството електричество, изразходвано за зареждане на акумулаторната батерия. За оловните акумулаторни батерии к.п.д. е 0,85.

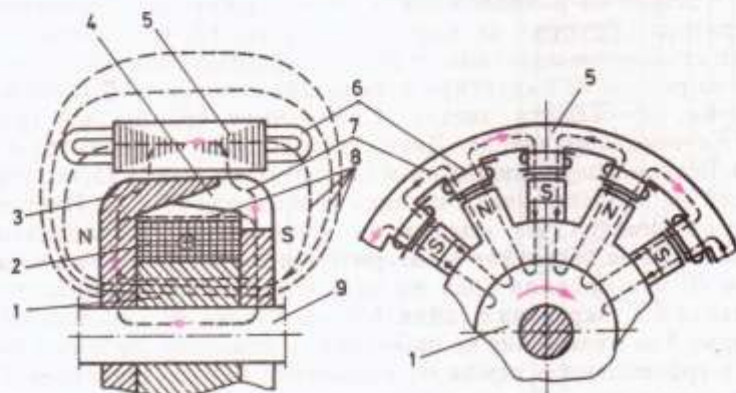
### 8.2.2. Генератори

Основният източник за електрическа енергия за АТК е генераторът. Той служи за захранване на всички потребители без стартера, както и за зареждане на акумулаторната батерия при работа на двигателя на средни и високи честоти на въртене. Генераторът трябва да отговаря на следните основни изисквания: малки габарити, маса и стойности; голяма относителна мощност; възможност за зареждане на акумулаторните батерии при работа на двигателя на средни честоти на въртене; проста конструкция; надеждност при експлоатация и др. На тези изисквания в най-голяма степен отговарят променливотоковите генератори с вграден токоизправител, а в по-малка степен — постояннотоковите генератори.

Съвременните АТК са снабдени с генератори за променлив ток. Обикновено това са синхронни трифазни или петфазни генератори с електромагнитно възбуждане. Използват се генератори с въртяща се възбудителна намотка, захранвана с ток чрез контактни пръстени, и с неподвижна възбудителна намотка, без контактни пръстени.

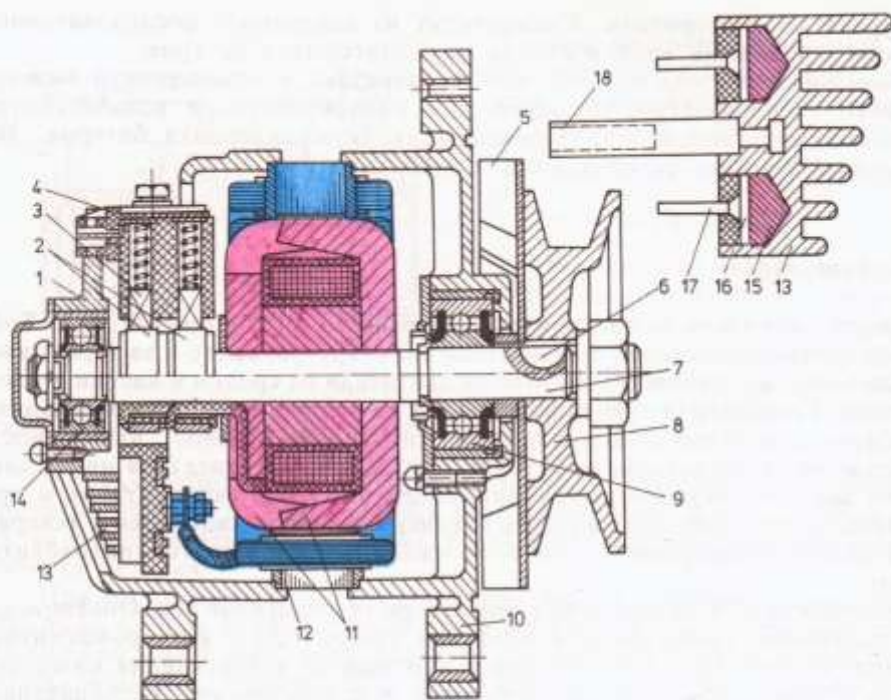
**Генератор за променлив ток.** Действието му се основава на принципа на електромагнитната индукция. Полюсните накрайници 3 и 4 (фиг. 8.3) от магнитната система и втулката 1 на ротора имат малък остатъчен магнетизъм, осигуряващ индуктиране на номинално е.д.н. в намотката 6 на статора 5 при висока честота на въртене на вала на ротора 9. При работа на генератора от акумулаторната батерия или токоизправителя през възбудителната намотка 2 протича постоянен ток и създава около ротора силен магнитен поток 8.

При въртенето на ротора под всеки зъб на статора преминава ту южен S, ту северен N полюс, в резултат на което магнитният поток, преминаващ през зъбите на статора, се променя по посока и големина. Вследствие на това бобините на статора се пресичат от магнитни силови линии и в тях се



Фиг. 8.3. Принцип на действие на генератор за променлив ток





Фиг. 8.4. Генератор Г-250

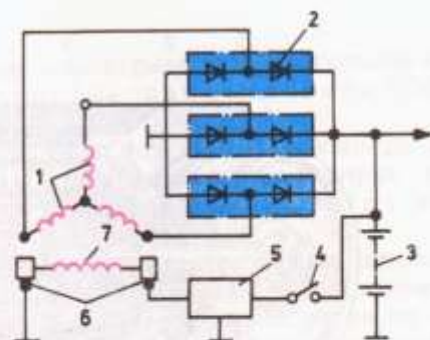
индуктира променливо е.д.н. То създава трифазен променлив ток 7, който чрез силициеви или селенови изправители се превръща в постоянен ток.

Генератори за променлив ток с въртяща се възбудителна намотка (фиг. 8.4) се използват главно в автомобилите и мотоциклите. Подвижното магнитно поле се създава от ротора с дванадесетполюсен електромагнит. Роторът се състои от вал 7, върху който са монтирани чашообразните тела 11, имащи полюси. Между телата 11 е разположена възбудителната намотка. Към нея се подава напрежение чрез меднографитните четки 3 и изолираните контактни пръстени 2. Краищата на възбудителната намотка са съединени с контактите пръстени. Четките са разположени в четкодържателя 4, изработен в капака 1 на генератора. Роторът се върти в статора 12, изработен от изолирани помежду си стоманени пластини. В статора са поместени намотки, в които при въртенето на ротора се индуктира електродвижеща сила. Фазите на намотките са съединени по схемата звезда. Свободните краища на трите фази се съединяват с токоизправителя. Двуполупериодният изправител е съставен от три секции. Всяка секция включва тяло 13, контактна шайба 15, полупроводникови изправители 16, изолационната заливка 19 и изводи 17 и 18. Изводите на трите секции са съединени към маса и за изолирания положителен полюс на генератора. Валът е лагериран в лагерите 9 и 14, разположени в алуминиевите капаци 1 и 10. На предния край на вала е поставена шайбата 8, задвижвана чрез шпонката 6 и закрепена с гайка. Между капака 10 и шайбата 8 е монтиран вентилаторът 5 за охлаждане на намотките и токоизправителя. Генераторът се задвижва с трапецовиден ремък от колянния вал на двигателя. Генераторът е закрепен шарнирно с болтове и конзола към двигателя. Със завъртане на тялото на генератора може да се регулира опъването на ремъците. На фиг. 8.5

е показана електричката схема на генератор за променлив ток с полупроводников токоизправител.

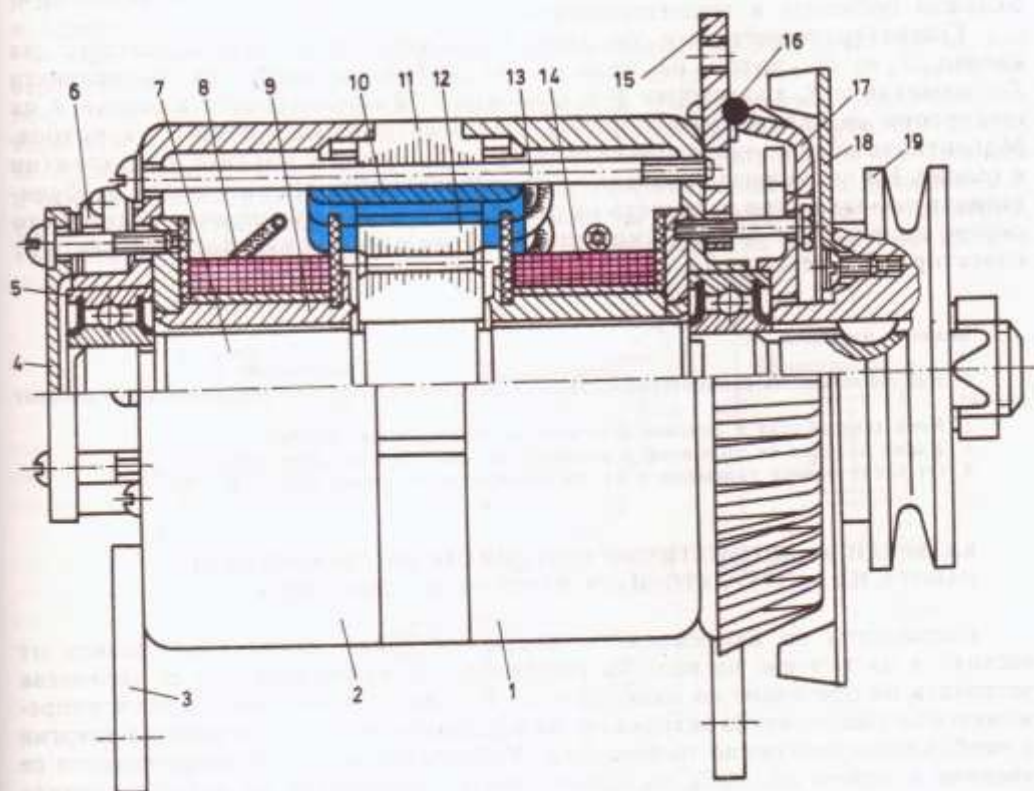
Генератори за променлив ток с неподвижна възбудителна намотка (фиг. 8.6) се използват в тракторите и комбайните. Те се състоят от ротор 12, статор 11, възбудителни намотки 8 и 14, капацити 1 и 2, свързани с винтовете 13, изправител със силициев диоди 17, шайба 19 и вентилатор 18. Роторът е изработен от отделни пластини електротехническа стомана като шестлъчева звезда и е закрепен неподвижно за вала 7. Валът се върти в лагерите 5, монтирани в капациите на генератора. Статорът е изработен от отделни пластини електротехническа стомана с девет зъба, на които са разположени бобините на трифазната статорна намотка 10. Всяка фаза се състои от три бобини, включени последователно. Трите фази са съединени в звезда. В капациите на генератора върху втулките 9 са разположени възбудителните намотки 8 и 14.

Трифазният токоизправител 17 се състои от шест силициев диода. Диодите с отрицателна полярност са запресовани в алуминиевото тяло.



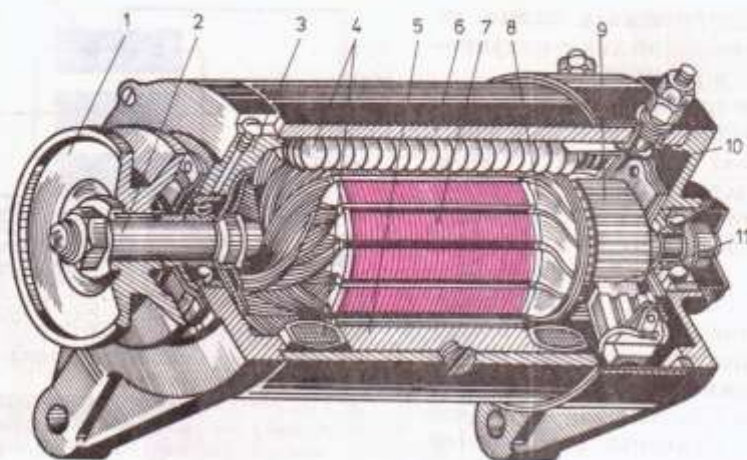
Фиг. 8.5. Електрическа схема на генератор за променлив ток с полупроводников токоизправител

1 – статорна намотка; 2 – диод; 3 – акумулаторна батерия; 4 – контактен ключ; 5 – регулатор на напрежението; 6 – четка; 7 – възбудителна намотка



Фиг. 8.6. Генератор за променлив ток Г 804-Б1





Фиг. 8.7. Генератор за постоянен ток

с охлаждащи ребра на изправителя. Тялото на токоизправителя се закрепва с винтове към предния капак на генератора и се уплътнява с гумен пръстен 16. Генераторът се закрепва чрез конзолите 3 и 15, а клемите 6 са откъм капака 4. Генераторът се задвижва с трапецовиден ремък с шайбата 19. Вентилаторът охлажда бобините и токоизправителя.

**Генератор за постоянен ток (фиг. 8.7).** Състои се от тяло 6, статор с два капака 3 и 10, ротор на вала 2, на който са закрепени сърцевината 7 с намотките 8, колекторът 9 и шайбата 1. Възбудителните намотки 4 на генератора са съединени успоредно към електрическата верига на ротора. Магнитното поле в генератора се създава от два електромагнита, разположени в тялото. На полюсните сърцевини 5 на електромагнитите е намотана възбудителната намотка. При въртенето на ротора намотките му пресичат магнитното силов поле и в тях се индукира ток. Токът се отвежда към потребителите от колектора 9 с четките 11.

#### Въпроси и задачи

1. Как ще се измени капацитетът на акумулаторната батерия, ако допълнително се добавят плочи?
2. Кога генераторът е основен източник на електрическа енергия?
3. Какви явления са положени в основата на работата на генератора?
4. От какво зависи големината на произвеждания от генератора ток?

#### 8.3. УРЕДИ ЗА АВТОМАТИЧНО РЕГУЛИРАНЕ НА СЪВМЕСТНАТА РАБОТА НА АКУМУЛАТОРНАТА БАТЕРИЯ И ГЕНЕРАТОРА

Стойността на напрежението, което осигурява генераторът, зависи от честотата на въртене на вала на генератора. С нарастването ѝ се увеличава честотата на пресичане на намотките на ротора от магнитното поле и напрежението се увеличава. За захранване на консуматорите на електрическа енергия е необходимо постоянно напрежение. Установено е, че ако напрежението се увеличи с повече от 10 % от номиналното, трайността на акумулаторната батерия, лампите и полупроводниковите уреди намалява неколкостранно.

За поддържане на постоянно напрежение в електрическата инсталация на АТК се използва уред, наречен регулатор на напрежението (РН), който действа автоматично.

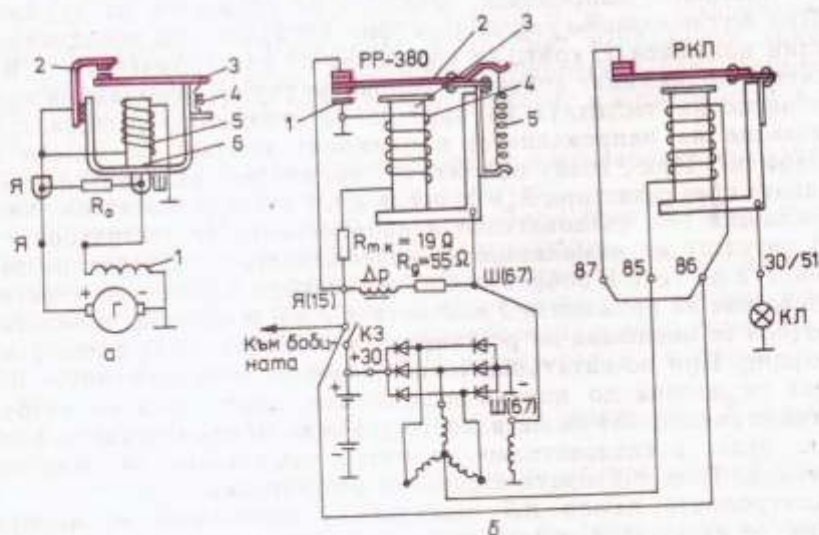
При използване на генератор за постоянен ток е необходимо да се ограничи и големината на тока, за да се предпази генераторът от претоварване. За тази цел се използва уред, наречен ограничител на тока (ОТ).

В постояннотоковите електрически инсталации от генератора се зарежда и акумулаторната батерия. Когато напрежението на генератора се понижи, връзката му с акумулаторната батерия трябва да се прекъсне, за да не се повреди генераторът. При генераторите с променлив ток с полупроводникови токоизправители тази роля се изпълнява от полупроводниковите уреди. При генераторите за постоянен ток връзката с акумулаторната батерия се осъществява (свързва или разединява) чрез реле за обратен ток (РОТ). Обикновено посочените уреди са обединени в един общ уред, изпълняващ всички функции. Той се нарича реле регулатор (РР).

### 8.3.1. Регулатори на напрежението

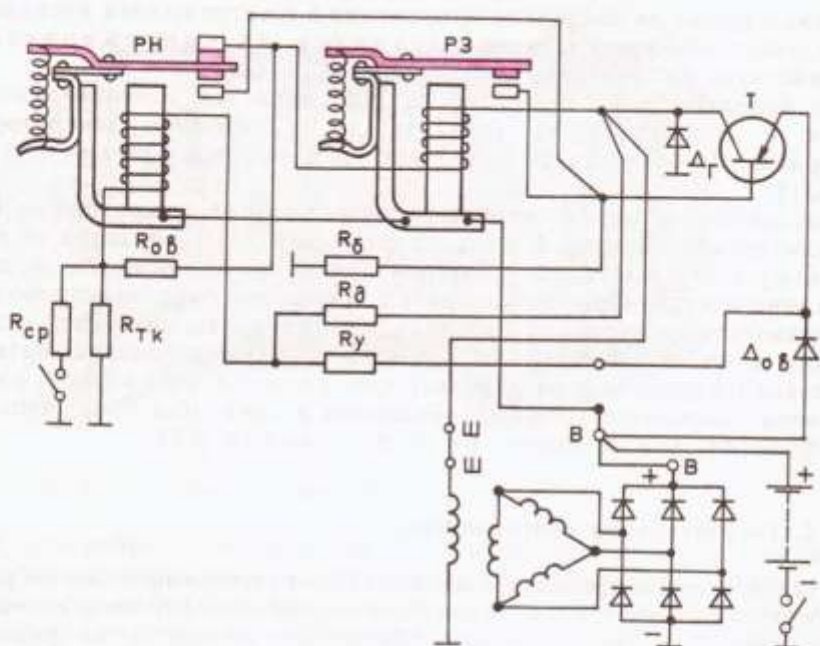
Регулаторите на напрежението могат да бъдат електромагнитни вибрационни или полупроводникови. Електромагнитните вибрационни РН биват едностъпални и двустъпални. Полупроводниковите РН се делят на контактно-транзисторни и безконтактни.

При едностъпалния електромагнитен вибрационен РН (фиг. 8.8 а) във веригата Я—Ш за захранване на възбудителната намотка 1 е включен последователно резисторът  $R_0$ . Той може да бъде включен успоредно на веригата Я чрез подвижния контакт 3 и връзката Ш. Контактите 2 и 3 са затворени дотогава, докато напрежението на генератора не се повиши и силата на електромагнита 6 не преодолее съпротивлението на пружината 4. Силата на електромагнита е пропорционална на напрежението от генератора, тъй като бобината му 5 е включена успоредно на ротора на генератора. Когато



Фиг. 8.8. Схема на РН





Фиг. 8.9. Схема на контактно-транзисторен РН

напрежението нарасне, електромагнитът разединява контактите и включва във възбудителната намотка резистора  $R_0$ . Пониженото напрежение намалява силата на електромагнита и пружината затваря контактите. По такъв начин подвижният контакт 3 включва и изключва резистора  $R_0$  и регулира автоматично напрежението на генератора. Това се извършва с голяма честота (до  $100 \text{ s}^{-1}$ ), поради което регулаторът се нарича вибрационен. Регулаторът поддържа средно постоянно напрежение, зависещо от опъването на пружината 4.

При двустъпалните регулатори (фиг. 8.8 б) има два неподвижни контакта 1 и един подвижен 2, който се управлява от електромагнита 3. В нормално положение подвижният контакт е допрян до горния неподвижен контакт. При увеличаване на честотата на въртене на генератора (следователно и при увеличаване на напрежението) подвижният контакт се отделя от горния неподвижен. При това положение токът на възбудителната намотка преминава през резистора  $R_d$  и дросела  $Dr$ , с което се намалява големината на възбуждащия ток, следователно и напрежението на генератора.

В резултат на намаляване на напрежението на генератора се намалява големината на тока в бобината 4 на регулатора и силата на електромагнита. Под действие на пружината 5 контактите 1 и 2 се допират и напрежението на генератора се повишава до регулираната стойност. Това е първата степен на регулиране. При по-нататъшното повишаване на напрежението подвижният контакт се допира до долния неподвижен, двата края на възбудителната намотка се съединяват на маса, което довежда до намаляване на възбуждащия ток до нула, а следователно до рязко намаляване на напрежението на генератора. Това е втората степен на регулиране.

Контролната лампа  $KL$ , показваща зареждането на акумулаторната батерия, се включва и изключва от отделно реле с означение  $PKL$ .

Двустепенните РН се използват при генераторите за променлив ток.



Разгледаните електромагнитни вибрационни РН имат редица недостатъци. Те имат вибриращи контакти, което ограничава големината на възбуждащия ток. Между контактите се появяват искри, вследствие на което те бързо се износват и се намалява сигурната работа на генератора. С течение на времето се променя еластичността на пружините, поради което се изменя и поддържаното от регулатора напрежение.

В контактно-транзисторните регулатори споменатите недостатъци са отстранени поради използването на транзистори за регулиране на големината на възбуждащия ток на генератора. Тъй като през контактите на електромагнитното реле на регулатора протича ток с малка големина за управление на транзистора, контактите не се повреждат и служат дълго време.

Контактно-транзисторният РР се състои от РН и реле за защита РЗ на транзистора (фиг. 8.9). Регулаторът на напрежението има два неподвижни и един подвижен контакти. Емитерът на транзистора Т чрез диода  $D_{00}$  за обратна връзка е свързан с положителната клемма на генератора. Колекторът на транзистора е свързан с клемата Ш. Базата на транзистора е свързана с долния контакт на релето за защита, с долния неподвижен контакт на РН и с маса чрез резистора.

Напрежението на генератора се регулира по следния начин. При ниска честота на въртене на ротора на генератора в бобината на РН протича ток с малка големина. Горният неподвижен и подвижният контакт са съединени. Транзисторът Т е отпушен. Токът протича от клемата В през диода  $D_{00}$ , емитера и базата на транзистора и чрез резистора  $R_0$  към минусовия полюс на акумулаторната батерия. Съпротивлението на прехода емитер — колектор е малко и протича ток от емитера към колектора, бобината на релето РЗ, след това през клемите Ш и възбудителната намотка на генератора към маса. Съпротивлението на възбудителната намотка е малко, вследствие на което генераторът се възбужда. В този случай електрическата уредба се захранва от акумулаторната батерия.

При увеличаване честотата на въртене на ротора на генератора големината на тока в бобината на РН се увеличава, подвижният контакт се съединява с долния неподвижен контакт, напрежението в диода  $D_{00}$  се понижава и транзисторът се запушва. След това се индуцира е.д.н., което се гаси от диода  $D_{00}$  и се включват резисторите  $R_7$  и  $R_8$ . Напрежението на генератора се намалява. Подвижният и долният неподвижен контакт се отделят, транзисторът отново се отпушва. Непрекъснатото разединяване и съединяване на контактите поддържа напрежение в електрическата уредба в границите 13—14 V.

Релето за защита предпазва транзистора от претоварване при възникване на късо съединение във възбудителната намотка.

Безконтактният РН за товарни автомобили (фиг. 8.10) се състои от измервателно, ускоряващо и регулиращо устройство.

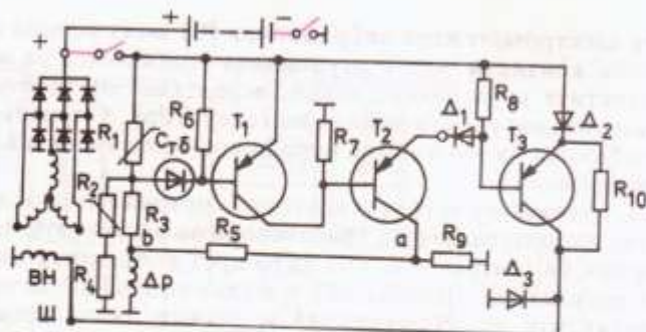
Измервателното устройство обхваща транзистора  $T_1$ , стабилитрона Стб, резисторите  $R_7$  и  $R_8$  и делителя на напрежение с две рамена. Едното се състои от резистора  $R_1$ , а другото от два успоредни клона; терморезисторът  $R_2$  и резисторът  $R_4$  са в единия клон, а резисторът  $R_3$  и дроселът  $Dr$  — в другия клон.

Ускоряващото устройство се състои от транзистора  $T_2$ , резисторите  $R_5$ ,  $R_6$  и  $R_9$  и диода  $D_1$ .

Регулиращото устройство е съставено от германиевия транзистор  $T_3$ , диодите  $D_2$  и  $D_3$  и резистора  $R_{10}$ .

При ниска честота на въртене на ротора на генератора напрежението е по-ниско от поддържаното и през стабилитрона (поради голямото му





Фиг. 8.10. Схема на безконтактен РН

съпротивление) не протича ток. Транзисторът  $T_1$  е запущен, тъй като базата му чрез резистора  $R_6$  е съединена с положителната клемма на генератора. Транзисторът  $T_2$  е отпушен, понеже базата му чрез резистора  $R_9$  и маса е съединена с отрицателния полюс на акумулаторната батерия. Транзисторът  $T_3$  е също отпушен, тъй като по веригата положителна клемма на генератора — резистор  $R_8$  — диод  $D_1$  — транзистор  $T_3$  — резистор  $R_9$  — маса протича ток, който понижава потенциала на базата на транзистора  $T_3$ . През транзистора  $T_3$  и диода  $D_2$  се съединява веригата на възбудителната намотка на генератора с маса, протича ток и генераторът се възбужда.

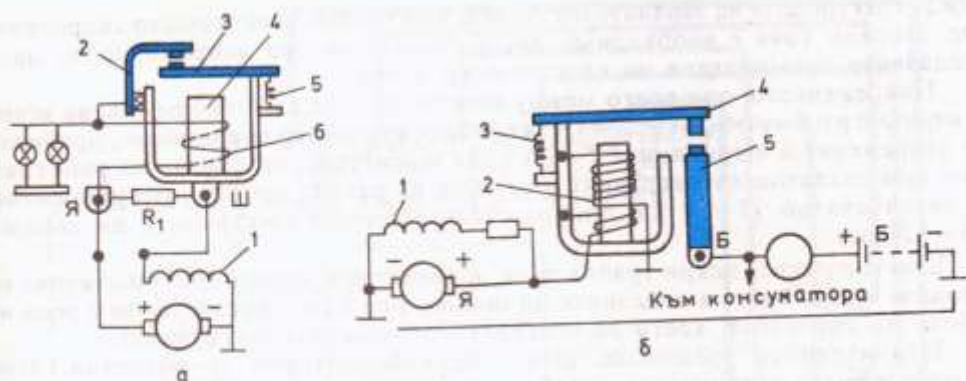
При увеличаване честотата на въртене на ротора на генератора напрежението се повишава. Транзисторът  $T_1$  се отпушва, тъй като потенциалът на базата е по-малък от потенциала на емитера. Едновременно с това потенциалът на базата на транзисторите  $T_2$  и  $T_3$  става потенциал на емитера и транзисторите  $T_2$  и  $T_3$  се запущват. Веригата на възбудителната намотка на генератора се затваря пред резистора  $R_{10}$ , вследствие на което възбудящият ток намалява и напрежението се понижава. Пробиването на стабилитрона се прекратява, транзисторът  $T_1$  се запущва, а транзисторите  $T_2$  и  $T_3$  се отпушват. Процесът се повтаря периодично, като напрежението на генератора се поддържа около една средна стойност.

Безконтактните транзистори РН нямат подвижни бързоизносващи се механични части, поради което тяхната работа е много сигурна. По време на експлоатацията им не се нуждаят от регулиране и поддържане.

### 8.3.2. Ограничител на тока, реле за обратен ток

Автотракторните генератори за постоянен ток освен от РН се нуждаят и от ОТ и РОТ. Генераторите за променлив ток имат нужда само от РН.

Ограничителят на тока (фиг. 8.11 а) има устройство, подобно на устройството на едностепенния РН с тази разлика, че намотката на електромагнита 4 е включена последователно с генератора и потребителите и проводникът ѝ е с по-голям диаметър. Ако консумираният ток е нормален, контактите 2 и 3 са затворени. Когато големината на тока надмине допустимия максимум, електромагнитът привлича подвижния контакт 3, преодолявайки силата на пружината 5, и контактите се отделят. Във веригата на възбудителната намотка 1 се включва резисторът  $R_1$  и напрежението на генератора намалява, което води до намаляване на големината на тока. Тъй като през бобината 6 на електромагнита преминава целият ток от генератора, силата на електромагнита отслабва, контактите се затварят и процесите се повтарят.



Фиг. 8.11. Схема на ОТ и РОТ

Основните елементи на РОТ (фиг. 8.11 б) са подобни на разгледаните РН и ОТ, но неговите контакти са постоянно отворени под действието на пружината 3 и се затварят от силата на електромагнита. Сърцевината на електромагнита има две намотки – тънка Ш (шунтова), съединена успоредно на генератора, и дебела С (серийна), съединена последователно във веригата от контакта Я на генератора към потребителите. В навивките посоката на тока, идващ от генератора, е една и съща. При увеличаване честотата на въртене на ротора на генератора напрежението от генератора нараства, поради което нараства и големината на тока в бобината на РОТ и силата на електромагнита 2. Той притегля подвижния контакт 4 и го допира до контакта 5, преодолявайки силата на пружината 3. При това положение потребителите и акумулаторната батерия получават ток от генератора. С намаляване честотата на въртене на ротора на генератора напрежението на генератора и силата на електромагнита намаляват. Под действие на пружината контактите се отделят и веригата между генератора и акумулаторната батерия се прекъсва.

В електрическите вериги, където източници на ток са акумулаторна батерия и генератор за постоянен ток, РН, ОТ и РОТ са обединени в един уред – РР. Реле-регулаторът има четири контакта Б, Я, Ш и М. Контактът Б свързва РР с външната верига (акумулаторната батерия), контактът Я – с ротора на генератора, контактът Ш – с възбудителната намотка, и контактът М – с тялото на двигателя – маса. Работата на отделните релета не се различава от разгледаната работа на РН, ОТ и РОТ.

#### Въпроси и задачи

1. В какво положение се намират контактите на РН при работа на двигателя на максимална честота на въртене?
2. В какво положение се намират контактите на РР при работа на двигателя на малка честота на въртене?

#### 8.4. ЗАПАЛИТЕЛНА УРЕДБА

Работната смес в цилиндрите на карбураторните и газовите двигатели се възпламенява от електрически заряд на ток с високо напрежение. Между електродите на запалителната свещ в горивната камера периодично се създава електрически заряд (искра) с температура до 930°C. Въздушната хлабина



между електродите на запалителната свещ има голямо електрическо съпротивление. Поради това е необходимо да се създаде високо напрежение, за да се предизвика преминаване на електрическа искра.

Напрежението, при което между електродите на свещта преминава искра, се нарича пробивно. Ако двигателят работи при малко натоварване, пробивното напрежение е в границите 7–8 kV. За по-сигурно запалване на работната смес при различни натоварвания и режими на работа пробивното напрежение се увеличава до 15–20 kV при разстояние между електродите на свещите 0,5–1,0 mm.

Електрическите искри трябва да се появяват при определено положение на буталата и клапаните в отделните цилиндри и да бъдат съгласувани с реда на работа на двигателя, което се осигурява от запалителната уредба.

Запалителните уредби се делят на акумулаторни и магнетни. При акумулаторната запалителна уредба източниците на електрическа енергия са акумулаторната батерия и генераторът, а при магнетната — магнетът.

#### 8.4.1. Акумулаторна запалителна уредба

Акумулаторната запалителна уредба (фиг. 8.12) има две вериги — първична, в която протича ток с ниско напрежение, и вторична — с високо напрежение.

*Първичната верига* включва акумулаторната батерия 1, индукционната бобина 2, първичната дебела намотка 8, прекъсвача 11, кондензатора 12, контактния ключ 6 и проводниците за ниско напрежение.

*Вторичната верига* включва вторичната тънка намотка 7, токоразпределителя 10, проводниците за високо напрежение и запалителните свещи 9.

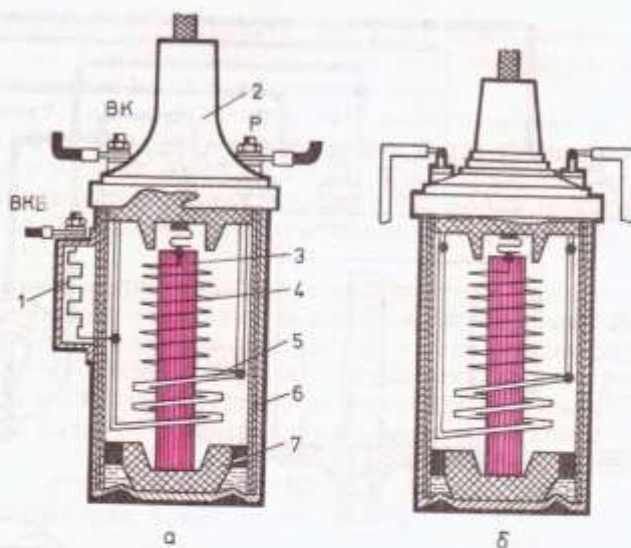
Акумулаторната запалителна уредба работи по следния начин. От акумулаторната батерия 1 напрежението (12 или 24 V) през контактния ключ 6 постъпва в първичната намотка на индукционната бобина 2 и по-нататък към маса. Контактите на прекъсвача 11 се разтварят, когато буталото се намира малко преди ГМТ, за да се подаде искра и се запали работната смес. Контактите К (подвижен, наречен чукче, и неподвижен — наковалня) се разтварят от вала с гърбица, който се задвижва от коляновия вал. При прекъсване на първичната верига рязко се изменя съществуващото до този момент магнитно поле. В резултат на това магнитното поле пресича вторичната намотка 7 на индукционната бобина и се индукира ток с високо напрежение. Първичната намотка има 200–350 навивки от дебел проводник с диаметър до 0,7 mm, а вторичната намотка има 15 000–20 000 навивки от тънък проводник с диаметър до 0,07 mm.

Индуктираният ток с високо напрежение от вторичната намотка се подава към токоразпределителя 10 и оттам по проводниците за високо напрежение протича към централния електрод на запалителните свещи 9. Между централния и страничния електрод на свещта преминава електрическа искра, която запалва работната смес. Индукционната бобина има вариатор В с контакти 3, 4 и 5.

Успоредно на контактите на прекъсвача е включен кондензаторът 12 с капацитет 0,15–0,25  $\mu\text{F}$  за съхраняване на тока на самоиндукцията, получаващ се в първичната намотка в момента на отделянето на контактите на прекъсвача. По този начин контактите се предпазват от обгаряне и се усилва първичният ток в намотката 8 след затваряне на контактите. Ако кондензаторът е неизправен, е.д.н. от самоиндукцията предизвиква силно искрене между контактите на прекъсвача. Това води до окисляване и повреждане на контактите. Освен това искрите забавят прекъсването на тока







Фиг. 8.13. Индукционна бобина

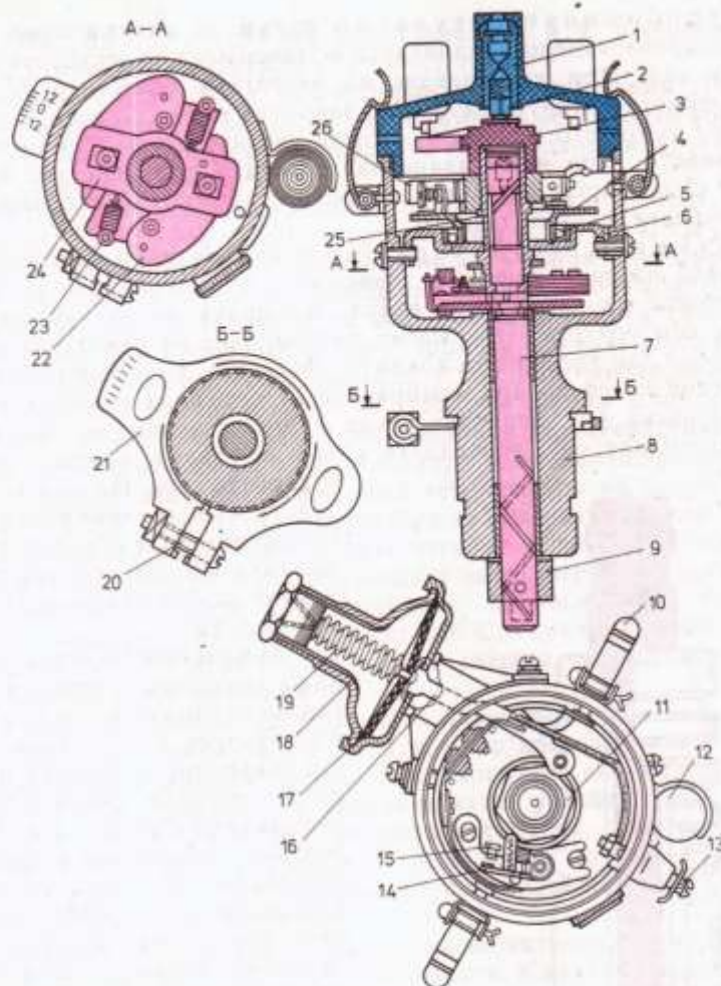
кутия, разположена в цилиндър от трансформаторна ламарина 6. Той служи за затваряне на магнитния поток в сърцевината на бобината. Между основата на бобината и намотките е поставен изолаторът 7, а от противоположната страна бобината се затваря с капачката 2. Централната клема върху капачката е изводът на вторичната намотка, а страничните клемите *ВК* и *Р* са изводите на първичната намотка. Кожухът на бобината се запълва с масло за охлаждане. За регулиране на силата на тока в първичната намотка при някои бобини е поставен допълнително резисторът 1, наречен вариатор. Когато бобината е с вариатор, тя има три извода за първичната намотка *ВК*, *Р* и *ВКБ*, а когато е без вариатор (фиг. 8.13 б) – два извода.

Вариаторът работи по следния начин. При ниска честота на въртене на колянвия вал на двигателя контактите на прекъсвача остават затворени по-продължително време. Токът, протичащ през първичната намотка, протича и през вариатора, загрява го и увеличава съпротивлението му. Вследствие на това токът в първичната намотка намалява. При увеличаване на честотата на въртене веригата се прекъсва и токът в първичната намотка е по-малък. Вариаторът се загрява по-малко и съпротивлението му намалява, вследствие на което токът в първичната намотка се увеличава, а с това се увеличава и силата на искрата.

При първоначално пускане на двигателя с контактният ключ вариаторът се изключва. През първичната намотка протича по-силен ток, с което се гарантира по-силна искра и по-сигурно пускане на двигателя.

**Прекъсвач-разпределител.** Прекъсвачът прекъсва първичната верига, а разпределителят подава тока с високо напрежение към запалителните свещи на отделните цилиндри. В акумулаторната запалителна система те са обединени в един уред, наречен прекъсвач-разпределител (фиг. 8.14). Той се състои от тяло, в което са поместени прекъсвачът, разпределителят, центробежният и вакуумният регулатор на ъгъла на изпресварване на запалването, кондензаторът и др.

В тялото 8 е разположен валът 7 със задвижващата муфа 9, с която се свързва с разпределителния вал на двигателя. Край горния край на вала са



Фиг. 8.14. Прекъсвач-разпределител

присъединени центробежният регулатор 24 за ъгъла на изпреварване на запалването и гърбиците 11 на прекъсвача. Валът 7 е лагуван в лагера 5, поместен в тялото 6. Подвижният контакт 14 е върху ос с изолирана втулка. Пружината 26 го притиска към гърбиците. Подвижният контакт е съединен с клемата 13, а тя е съединена с първичната верига на индукционната бобина. Неподвижният контакт 15 е закрепен за диска 4 и по този начин е съединен с маса. Успоредно на контактите 14 и 15 е включен кондензаторът 12. Върху горния край на вала е поставен разпределителният палец 3. В пластмасовата капачка 1 е поставена четката 2. С пружина тя се притиска към металната основа на разпределителния палец. Капачката се закрепва към тялото 8 с пружините 10. В нея са запресовани клемите за присъединяване на проводниците за високо напрежение.

В долната част на прекъсвач-разпределител е разположен центробежният регулатор на ъгъла на изпреварване на запалването (разрез А-А). Към подвижния диск 4 е присъединена щангата 16 от мембраната на вакуумния регулатор 18.



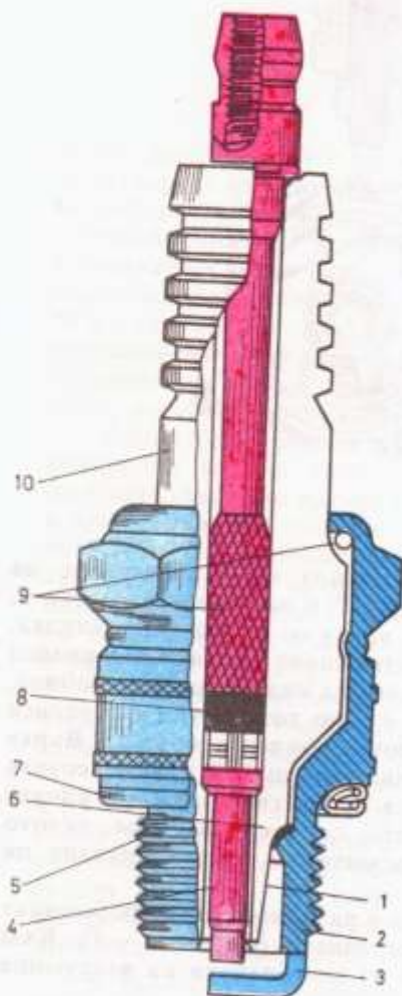
Центробежният регулатор служи за автоматично изменение на ъгъла на изпреварване на запалването в зависимост от честотата на въртене на колянния вал. При увеличаване на честотата тежестите 22 преодоляват съпротивлението на пружината 23 и завъртат чрез втулката 25 гърбиците 11 в посока на въртенето на вала 7, с което увеличават ъгъла на изпреварването на запалването. При намаляване на честотата под действие на пружината тежестите се прибират и завъртат обратно гърбиците, като намаляват ъгъла на изпреварване на запалването.

Вакуумният регулатор служи за автоматично изменение на ъгъла на изпреварване на запалването в зависимост от натоварването на двигателя и положението на дроселната клапа. Камерата на вакуумния регулатор е свързана с карбуратора. При малко натоварване на двигателя разреждането в карбуратора зад дроселната клапа се увеличава. Под действие на атмосферното налягане се деформира мембраната 17 и се свива пружината 19. Щангата 16 завърта диска 4 и увеличава ъгъла на изпреварване на запалването. Ако натоварването нарасне, дроселната клапа се отваря повече и разреждането

в карбуратора зад нея намалява. Под действието на пружината мембраната се деформира в обратна посока и чрез щангата завърта обратно диска, с което ъгълът на изпреварване на запалването се намалява.

За изменение на ъгъла на изпреварване на запалването при различни видове бензин се използва октан-коректорът (разрез Б-Б). Това се извършва със завъртане на тялото на прекъсвач-разпределителя. Скалата 21 е съединена неподвижно с тялото 8 и върху нея има деления, показващи изпреварване или закъснение. С винта 20 се осигурява фиксирането на подбрия ъгъл. При използване на бензин с по-високо октаново число октан-коректорът се премества към (+), а при по-малко октаново число към (-).

**Запалителни свещи** (фиг. 8.15). Основните части на свещта са тялото 5, изолаторът 10 (1), централният електрод 4, страничният електрод 3 и топлоотвеждащият пръстен 6. Долната част на тялото е с резба, с която запалителната свещ се завива към главата на двигателя. Медната подложна шайба 7 уплътнява отвора на главата, за да не излизат горивна смес или отработили газове. Резбата е най-често M18 × 1,5 и M14 × 1,25. Централният електрод се изработва от устойчиви на топлинно, химично и електрическо въздействие сплави. Изолаторът се изработва от керамични материали с добавки на алуминиеви окиси. Той се уплътнява към тялото и



Фиг. 8.15. Запалителна свещ



централния електрод със специални уплътнители 8 и 9. Хлабината между централния и страничния електрод е 0,5–0,7 mm.

Запалителните свещи биват разглобяеми и неразглобяеми. Те се делят също на топли и студени в зависимост от дължината на долната конусна част 2 на изолатора. Колкото е по-дълга конусната част, толкова повече се нагрива. Такава свещ се нарича топла.

Топлинната характеристика на свещите се определя по т. нар. топлинно число (БДС 12932–75), което е в следния ред – 8, 11, 14, 17, 20, 23 и 26. Студените свещи имат по-голямо топлинно число, а топлие по-малко. Редица фирми – производители на свещи, определят топлинното число с времето в стотни от минута, след изтичането на което свещта, завита към специален двигател, работещ при определен режим, започва да дава преждевременно запалване на горивната смес. Тези свещи са с топлинно число от 100 до 500. Колкото е по-голямо топлинното число, толкова свещта е по-студена.

Ако избраната свещ е с неподходяща топлинна характеристика, получава се прегряване или преохлаждане на изолатора и се нарушава работата на двигателя. Правилно избраната свещ има температура на долната част на изолатора 500–600°C. При тази температура отложените частици от продуктите на горене (нагар) върху електродите изгарят и свещта се самоочиства. При температура, по-ниска от 500°C, отложеният нагар затруднява преминаването на искри между електродите и се получават прекъсвания в работата на двигателя. При температура, по-висока от 600°C, горивната смес се запалва преждевременно от нагретия изолатор на свещта, вследствие на което мощността на двигателя се понижава.

За даден двигател свещите се избират по диаметъра на резбата на тялото, топлинното число и дължината на резбата, като при завиването на свещта в главата в горивната камера трябва да се показват само електродите.

**Регулиране и центроване на запалителната уредба.** При ремонт на двигателя, след демонтиране на токоразпределителя, при неизправности в уредите на запалителната уредба и при други случаи е необходимо запалителната уредба да се центрова. За правилното ѝ центроване и регулиране се извършва следното:

1. Проверява се състоянието на чукчето и наковалнята и при необходимост с пилчка се почистват работните им повърхности. Коляновият вал се завърта, докато чукчето се отдалечи максимално от наковалнята. С хлабиномерна пластинка се измерва хлабината между чукчето и наковалнята и ако е различна от предписаната от завода производител, регулира се чрез изместване на контакта на наковалнята.

2. Буталото на първия цилиндър се докарва в ГМТ в края на такта съгъстяване.

3. Присъединява се контролна лампа към клемата за ниско напрежение на разпределителя и на маса.

4. Отвива се гайката, с която разпределителят е закрепен неподвижно към двигателя, и се включва запалителната уредба. Разпределителят се завърта в обратна посока на въртене на ротора му, докато лампата светне. Това положение съответствува на началното отваряне на контактите на разпределителя.

5. Изключва се запалителната уредба и се затяга гайката за закрепване на разпределителя към двигателя. Капакът на разпределителя се затваря. Започвайки от първия цилиндър по реда на паленето се присъединяват проводниците за високо напрежение със свещите.

Правилността на центроването на запалването се проверява при движение на автомобила. За целта при нормално загрят двигател на равен участък при движение на директна предавка със скорост 50 km/h се увеличава подаването на гориво чрез рязко натискане на педала. Ако запалителната уредба е добре



центрована, чуват се слаби непродължителни метални чукания (появява се слаба детонация). Липсата на чукания показва, че запалването на горивната смес е със закъснение, а при непрекъснати чукания — с голямо изпреварване. Най-подходящият ъгъл на изпреварване на запалването се регулира с октан-коректора.

#### Въпроси и задачи

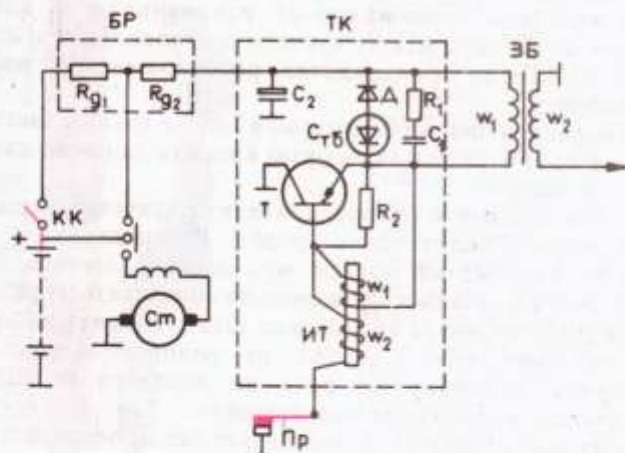
1. В коя верига на запалителната уредба са включени прекъсвачът, първичната намотка с индукционната бобина, разпределителят, вторичната намотка на индукционната бобина?
2. Начертайте схема за свързване на контролната лампа при центроване на запалителната уредба!
3. Как действуват центробежният и вакуумният регулатор при отваряне на дроселната клапа и постоянно натоварване на двигателя?

#### 8.4.2. Полупроводникови запалителни уредби

При усъвършенствуване на ДВГ степента на съгъстяване и честотата на въртене на колянвия вал непрекъснато се повишават. Това изисква повишено вторично напрежение в индукционната бобина и по-високо пробивно напрежение на свещта. Възможностите на акумулаторната запалителна уредба за повишаване на вторичното напрежение са почти изчерпани. Поради това напоследък все по-често се използват полупроводникови запалителни уредби. Полупроводниковите уреди служат като усилвател на тока в първичната намотка на бобината, с което се намалява преминаващият ток през контактите на прекъсвача. На този принцип е устроена контактно-транзисторната запалителна уредба. В безконтактните полупроводникови запалителни уредби няма механични контакти. При тях подаването на искрата се управлява от специален безконтактен преобразувател.

Контактните и безконтактните запалителни уредби се делят на уредби с натрупване на енергията в индуктивността и с натрупване на енергията в капацитета на първичната верига.

**Контактно-транзисторна запалителна уредба** (фиг. 8.16). Тя е с натрупване на енергия в индуктивността на първичната намотка на бобината. Състои се от



Фиг. 8.16. Схема на контактно-транзисторна уредба с един транзистор



индукционна запалителна бобина *ЗБ*, транзисторен комутатор *ТК* и блок от резистори *БР*.

При затворени контакти на прекъсвача *Пр* и при включване на уредбата с контактният ключ базата на транзистора *Т* чрез първичната намотка на импулсния трансформатор *ИТ* и чрез маса е съединена с отрицателния полюс на акумулаторната батерия. Емитерът на същия транзистор *Т* чрез първичната намотка на бобината е съединен с положителния полюс на акумулаторната батерия. Към прехода емитер — база е приложено напрежение в права посока, вследствие на което транзисторът е отпушен. През първичната намотка на бобината протича ток с големина 7 А. През контактите на прекъсвача преминава слаб ток с големина 0,3—0,6 А, който управлява транзистора.

При отваряне на контактите на прекъсвача управляващата верига се прекъсва, съпротивлението на прехода колектор — емитер нараства и транзисторът се запушва. За ускоряване на този процес съдейства и импулсният трансформатор *ИТ*. Бързото прекъсване на тока в първичната намотка на бобината индуцира във вторичната намотка с.д.н. до 35 kV. След това пътят на тока с високо напрежение е такъв, какъвто е в обикновената запалителна уредба.

В контактно-транзисторната запалителна уредба се използва бобина с малко съпротивление на първичната намотка от 180 навивки, без вариатор, с увеличен брой навивки на вторичната намотка 41 500. Намотките в бобината са електрически разделени. Разпределителят няма кондензатор, тъй като в първичната верига протича много слаб ток.

В сравнение с обикновената запалителна уредба в контактно-транзисторната вторичното напрежение е по-високо с 25 %. Благодарение на това запалването на работната смес е по-сигурно, подобрява се пускането на двигателя и се намалява разходът на гориво.

Хлабината между електродите на свещите се увеличава до 1,1—1,3 mm, с което се постига още по-голямо пробивно напрежение на свещите.

Електронно устройство за управление на ъгъла на изпреварване на запалване и подаване на гориво при принудителен празен ход. У нас е разработена и се произвежда специализирана интегрална схема СМ 801 за карбураторни двигатели, с която може да се изменя ъгълът на изпреварване на запалването и подаването на гориво при принудителен празен ход в зависимост от честотата на въртене на колянния вал, натоварването на двигателя, температурата на охлаждащата течност и положението на дроселната клапа.

Със специални чувствителни елементи възприематели се отчита, преобразува и обработва непрекъснато информацията за честотата на въртене на колянния вал и разреждането във всмукателния тръбопровод. Получената информация автоматично се коригира в зависимост от температурата на охлаждащата течност и показанията на октан-коректора. Отчетената, преобразувана и обработена информация служи за управление на времето за натрупване на енергия в индукционната бобина и момента на подаване на искра.

При понижаване на честотата на въртене на колянния вал под  $25 \text{ min}^{-1}$  автоматично се прекъсва протичането на ток през първичната намотка на бобината и двигателят спира да работи. Принудителният празен ход е режим, при който двигателят се ползува като спирачка. Дроселната клапа е напълно затворена и принудително за сметка на кинетичната енергия на автомобила се поддържа висока честота на въртене на колянния вал.

Интегралната схема СМ 801 се състои от 12 блока, които имат следното предназначение:

Блок 1 — тактов генератор. Служи за изработване на производни честоти на входната или вътрешната, които се използват за синхронизиране на работата на схемата във времето.

Блок 2 — съдържа логика, чрез която се ускорява времето за измерване на интегралната схема.



Блок 3 — за установяване на схемата. Извършва се чрез специален чувствителен елемент, закрепен на място, отговарящо на ГМТ на буталото или на установъчен ъгъл.

Блок 4 — за изработване на променлива обратнoзависима честота. Генерира се от зъбен диск и чувствителен елемент. Честотата служи за синхронизиране на работата на схемата с ъгъла на завъртане на коляновия вал.

Блок 5 — за изработване на управляващи сигнали. Те управляват работата на отделните блокове на СМ 801 синхронно с ъгъла на завъртане на коляновия вал.

Блок 6 — за измерване на честотата на въртене на коляновия вал в границите  $25-8000 \text{ min}^{-1}$ . При честота по-малка от  $25 \text{ min}^{-1}$  се подава сигнал СТОП и се прекъсва напрежението към първичната намотка на индукционната бобина.

Блок 7 — за определяне на момента и продължителността на подаване на ток чрез първичната намотка на бобината в зависимост от честотата на въртене на коляновия вал.

Блок 8 — за определяне на момента за подаване на искра. Схемата позволява да се измерва ъгълът на изпреварване на запалването с точност  $0,8^\circ$  от завъртането на коляновия вал. Измерената стойност се коригира в зависимост от температурата на охлаждащата течност и положението на октан-коректора и се определя моментът на подаване на искра.

Блок 9 — за определяне на условията, при които принудителен празен ход се спира подаването на горивна смес, като се отчита честотата на въртене на коляновия вал на двигателя и температурата на охлаждащата течност. Блокът управлява специален електромагнитен клапан.

Блок 10 — за измерване на температурата на охлаждащата течност.

Блок 11 — изходна логика. Служи за управляване момента на подаване на искра на двигателя с разпределител и без разпределител. Подава резервен сигнал за искра при достигане установъчния (началния) ъгъл на изпреварване на запалването.

Блок 12 — за връзка с аналого-цифровия преобразовател. При определен ъгъл от завъртането на коляновия вал се подава сигнал за старт, след което се изчаква да се преобразуват аналоговите сигнали в цифрови.

Чрез специализираната интегрална схема се подобрява работата на карбураторните двигатели, намалява се разходът на гориво и количеството на изхвърляните в атмосферата вредни вещества.

#### 8.4.3. Магнетна запалителна уредба

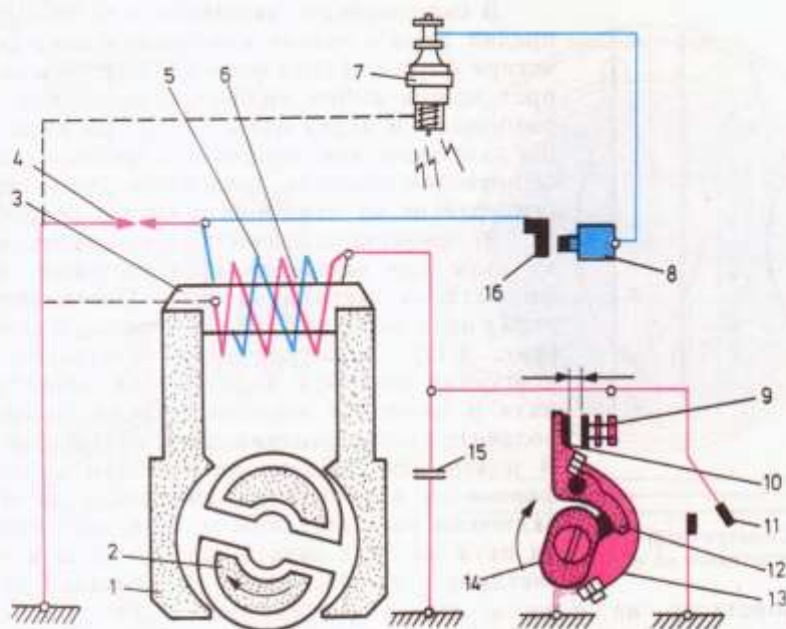
Магнетната запалителна уредба се използва при двигателите на мотоциклетите, на моторните верижни триони, пусковите двигатели на трактори и др. За разлика от акумулаторната запалителна уредба тук източникът на електрическа енергия и преобразователят на напрежението от ниско във високо са обединени в един уред, наречен магнет. Според устройството си магнетите биват с въртящ се магнит и с въртяща се бобина. По-разпространени са магнетите с въртящ се постоянен магнит и неподвижна индукционна бобина.

Магнетът (фиг. 8.17) се състои от ротор — постоянен магнит 2, магнитопроводи 1, сърцевина 3, първична 6 и вторична 5 намотка на индукционната бобина, прекъсвач с контакти 9 и 10, кондензатор 15, токоразпределител 8 и контакти за изключване на запалването 11.

Първичната намотка е свързана с единия си край към сърцевината, а с другия към неподвижния контакт на прекъсвача 9. Вторичната намотка с единия си край е съединена с първичната, а с другия — през контакта 16 с токоразпределителя. Токоразпределителят е съединен със свещта 7 с проводник за високо напрежение. Гърбичният вал 14 се върти заедно с ротора. Подвижният контакт 10 чрез доста 12 и пружината 13 е свързан към маса. Искровият разрядник 4 служи за предпазване на изолацията на вторичната намотка от повреждане.

Стойността на високото (вторичното) напрежение е пропорционална на честотата на въртене на постоянния магнит. Поради това магнетната запалителна уредба е по-подходяща за двигатели, които работят продължително време при високи честоти на въртене на коляновия вал.

При първоначално пускане на двигателите, за да се увеличи честотата на въртене, се използват специални пускови ускорители. За изменение на ъгъла на изпреварване на запалването се използва центробежен регулатор.



Фиг. 8.17. Схема на магнетна запалителна уредба

При магнетите се извършват две центровки. Първата е свързана с центроване на магнета към себе си, а втората – с центроване на магнета към двигателя. За да се центрова магнетът към себе си, роторът се завърта на ъгъл  $\alpha = 8 \div 12^\circ$  от неутралното положение, при което се получава максимална големина на тока. При това положение прекъсвачът се нагажда така, че контактите му да започнат да се отделят. Центроването на магнета към двигателя се заключава в правилното му присъединяване към двигателя, за да може моментът на подаване на искра да съответствува на ъгъла на изпреварване на запалването.

#### Въпроси и задачи

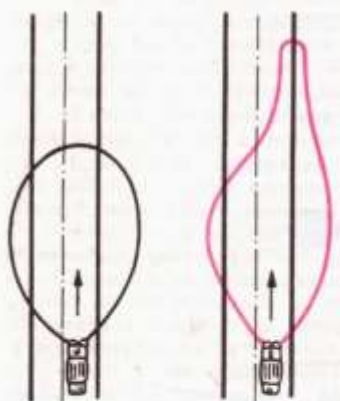
1. За какво служи импулсният трансформатор ИТ?
2. Кои от блоковете на СМ 801 и кои елементи от акумулаторната запалителна уредба имат аналогично предназначение?
3. За двигатели с какви честоти на въртене е по-подходяща магнетната запалителна уредба и защо?

### 8.5. ОСВЕТИТЕЛНА И СИГНАЛНА УРЕДБА

#### 8.5.1. Осветителна уредба и светлинна сигнализация

Уредите за осветление и светлинна сигнализация се делят на две групи – за външно осветление и сигнализация и за спомагателно осветление. Към първите се отнасят предните и задните фарове, габаритните осветителни тела, мигачите, осветителните тела за номерния знак, стоп-сигнализатора и др. Спомагателните уреди включват осветяването на кабината, на пространството около двигателя, на контролно-измервателните уреди и др.





Фиг. 8.18. Симетрично и асиметрично осветяване на пътя

В съвременните автомобили се използват два предни фара с кръгла или правоъгълна форма или четири фара с кръгла форма. Те трябва да осигурят през нощта добра видимост на пътя и обектите, разположени върху пътя, както при къси светлини, без да се заслепяват водачите на насрещно движещите се превозни средства, така и при дълги светлини за осигуряване на движение с висока скорост.

Видимостта на пътя и обектите, разположени върху пътя при включени къси светлини, зависи от формата на светлинния сноп. Светлинното петно върху пътя може да бъде симетрично и асиметрично (фиг. 8.18). Асиметричното осветяване на пътя осигурява по-добра видимост на дясната част от пътя и намалява вероятността за заслепяване на водачите в насрещнодвижещите се превозни средства. В почти всички нови автомобили се използват фарове за асиметрично осветяване на пътя. При включени къси светлини те осветяват дясната част на пътя до 70, а лявата част до 30 m и при дълги светлини — на разстояние, не по-малко от 100—150 m

Устройството на *фара с кръгла форма* (фиг. 8.19 а) е следното. В шамповано метално тяло 7 е поместен пръстенът 8, притискан към тялото от пружината 10. Към пръстена с винтове е закрепен оптичният елемент, състоящ се от отражател 3, разсейвател 1, лампа 2 и патрон 9. На вътрешната част на отражателя по електролитен начин е наслоен алуминий, полиран до огледален блясък. Между отражателя и разсейвателя е поставен уплътнителен пръстен 4, херметизиращ оптичния елемент. С винтовете 6 и 13 може да се регулира светлинният сноп на фара. Към цокъла 12 на лампата е споен фланецът 11, служещ за по-добро центроване жичките на лампата във фокуса на отражателя (фиг. 8.19 б). Лампата 2 се намира в патрон и се поставя в отражателя пред задния отвор. На лампата има две волфрамови спирали — А за дълги светлини и Б за къси светлини. Отвън на фара се закрепва декоративната гривна 5.

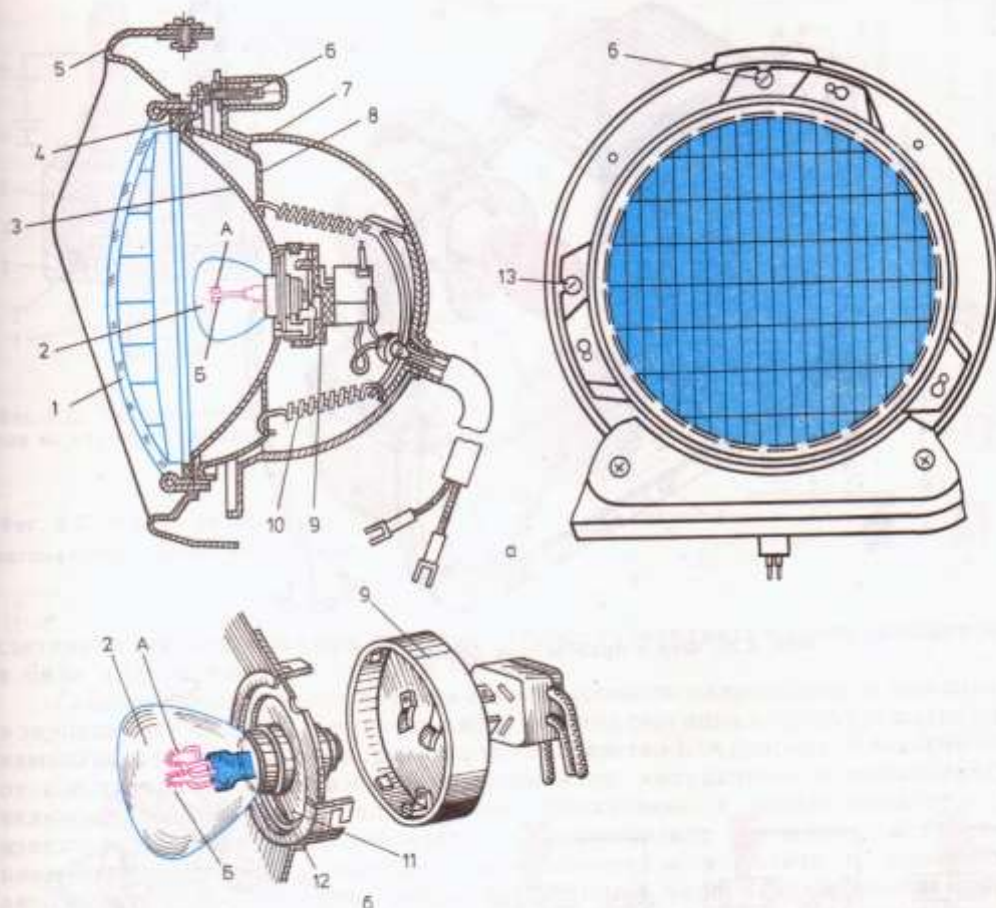
На фиг. 8.20 е показано устройство на *фар с правоъгълна форма* с асиметрично осветяване на пътя при включени къси светлини. Към тялото 6 с винтовете 1 и гривната 2 е закрепен оптичният елемент, който се състои от разсейвател 5, отражател 7, лампа 4 за къси и дълги светлини и лампа 3 за габаритни светлини. С винтовете 1 може да се регулира светлинният сноп на фара.

За подобряване на силата на светлинния сноп се използват *фарове с халогенни лампи*. За разлика от обикновените лампи, колбите на които са напълнени с крептон или аргон и азот, колбите на халогенни лампи са напълнени с халоген (бром, йод). Температурата на волфрамовите спирали е повишена до 3000—3300°C, поради което лампата свети по-ярко. По време на експлоатацията върху колбите не се отлага волфрам, с което се осигурява постоянен светлинен поток. Колбите на този вид лампи се изработват от топлоустойчиво кварцово стъкло.

На тракторите освен предните главни фарове се монтират и допълнителни фарове отстрани и отзад за осветяване на технологични участъци при работа с агрегатите и устройствата от допълнителното технологично обзавеждане.

На леките и товарните автомобили се използват и допълнителни *фарове за мъгла*. Разсейвателят на тези фарове е с жълт цвят и осигурява голям ъгъл на разсейване на светлинния сноп в хоризонталната равнина и голям ъгъл на накланяне надолу. Фаровете за мъгла се разполагат под главните фарове на разстояние 250—300 mm от пътното платно.





Фиг. 8.19. Фар с кръгла форма

В автомобилите и тракторите освен главните фарове има и осветителни тела за осветяване на кабината, салона с пътниците, задния регистрационен номер, двигателя, багажника, контролно-измервателните уреди и др. Към всеки автомобил и трактор при нужда в специална щепселна розетка може да се включи и подвижна лампа.

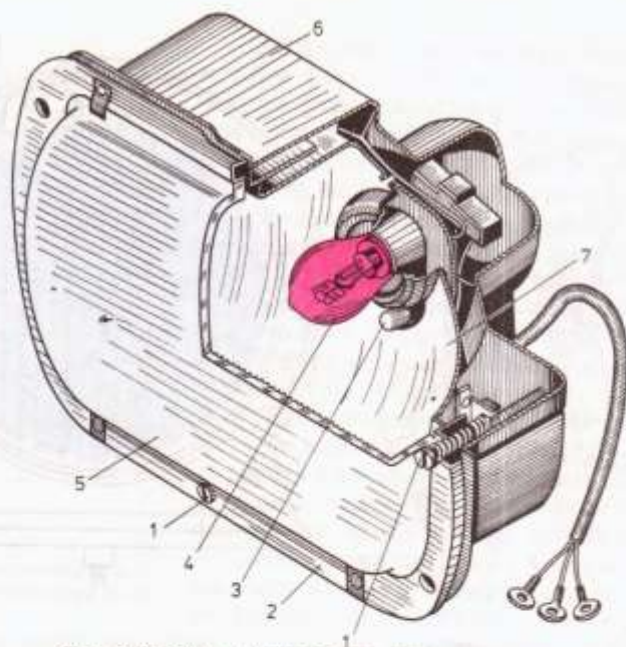
Фаровете и осветителните тела се включват и изключват с централен превключвател. Той може да бъде плъзгач (фиг. 8.21) или клавишен тип. С изместване на пластинката 3 чрез ръкохватката 6 се получават три положения: *a* — всички осветителни тела са изключени; *б* — включени са предните и задните габаритни светлини и осветяването на задния номер; *в* — освен светлините при положение *б* са включени и предните главни фарове.

С отделен превключвател, последователно свързан с главния, се превключват късите и дългите светлини. Управлението на този превключвател може да бъде с крак или ръчно.

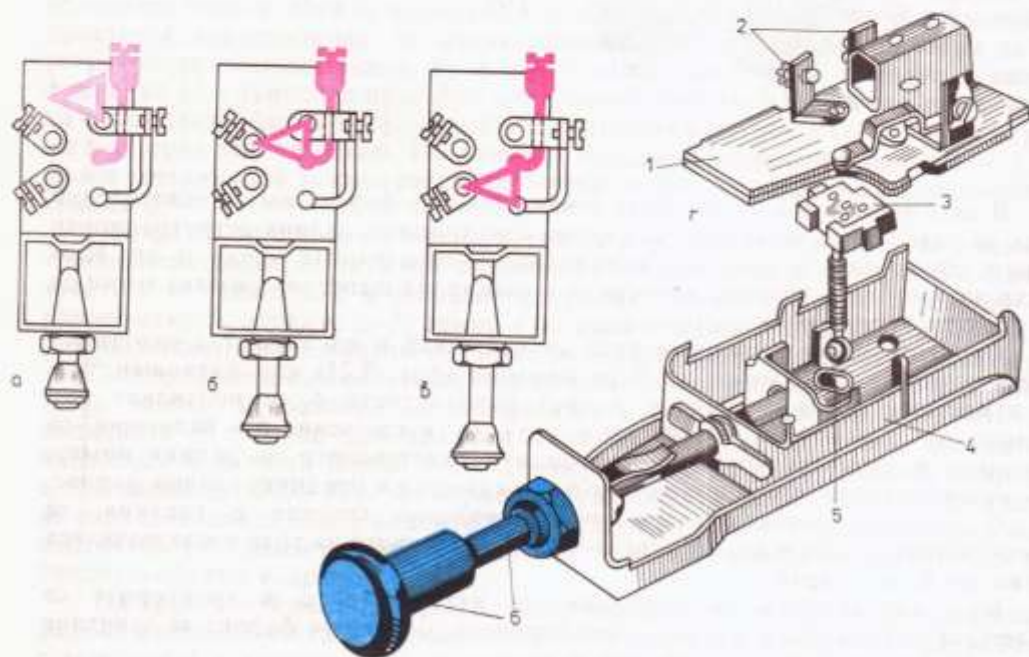
Към светлинната сигнализация на автомобилите и тракторите се включват габаритните фарове, стоп-фаровете, мигащите фарове за завиване (мигачите), фаровете за заден ход и др.

Габаритните фарове са разположени отпред и отзад и служат да очертаят габаритите на МПС. Понякога габаритните фарове се използват и за



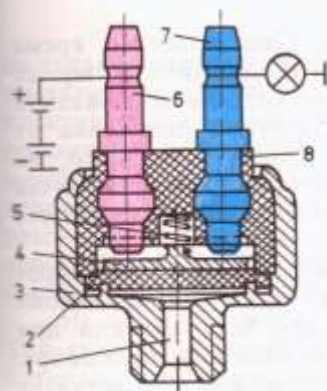


Фиг. 8.20. Фар с правоъгълна форма

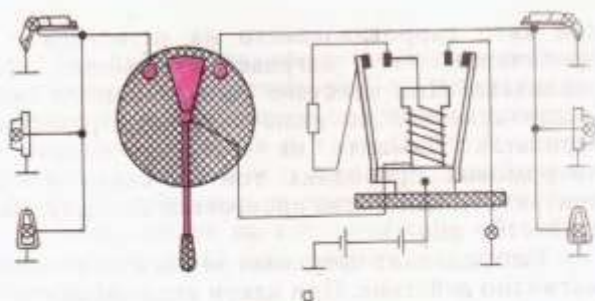


Фиг. 8.21. Превключвател на осветлението

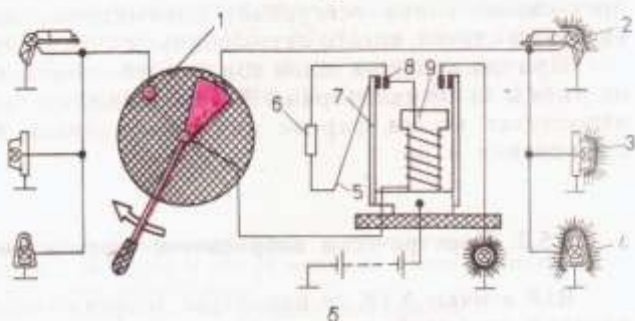
1 - корпус; 2 - клема; 3 - контактна пластинка; 4 - пружина; 5 - фиксатор; 6 - ръкохватка със стъбло



Фиг. 8.22. Хидравличен включвател на стоп-сигнализаторите



Фиг. 8.23. Схема на прекъсвач за автоматично мигане на светлините



светлинна сигнализация при завиване. Отпред габаритните фарове са оцветени в бяло или оранжево, а отзад в червено.

Светлинните сигнализатори за спиране (стоп-сигнализатори) се монтират в задната част на МПС. Те светят с ярка червена светлина и предупреждават за намаляване на скоростта на транспортното средство или спиране. В зависимост от конструкцията си се използват механични, хидравлични и пневматични включватели за стоп-сигнализаторите. Обикновено в леките трактори се използват механични включватели, в автомобилите и тежките трактори с пневматична спирачна система – пневматични, а в леките и товарните автомобили с хидравлична спирачна система – хидравлични включватели (фиг. 8.22). В тялото 3 е разположена гумената мембрана 2 с контактната пластина 4. В тялото 8 са запресовани клемите 6 и 7 за присъединяване на проводниците от стоп-фаровете. Когато спирачките не са включени, пружината 5 държи в изключено положение контактната пластина 4 и фаровете не светят. При задействане на спирачките хидравличната течност навлиза през отвора 1, огъва мембраната, доближава контактната пластина до клемите 6 и 7 и стоп-фаровете светват. При прекратяване на спирането налягането в спирачната уредба се намалява, пружината връща в изходно положение контактната пластина и мембраната и стоп-фаровете угасват.

По подобен начин работят и пневматичните включватели.

За изменение на посоката на движение е необходимо да се подаде светлинен сигнал с мигаща светлина от светлинни сигнализатори за завиване (мигачи), разположени в предната и задната част на МПС. Мигачите се включват с лост, обикновено разположен на колоната на кормилното колело, а се изключват автоматично от специален механизъм при връщане на кормилното колело в неутрално положение (фиг. 8.23 а). При включени мигачи (фиг. 8.23 б) токът от акумулаторната батерия (или генератора) през централния контактен ключ постъпва на клемите на прекъсвача 1, след това в сърцевината 9, котвата 7, опънати нихромов проводник 5, резистора 6, намотката, клемата на прекъсвача, стоп-фаровете, маса и към отрицателния полюс на акумулаторната батерия. Лампите 2, 3 и 4 на мигачите светят слабо,



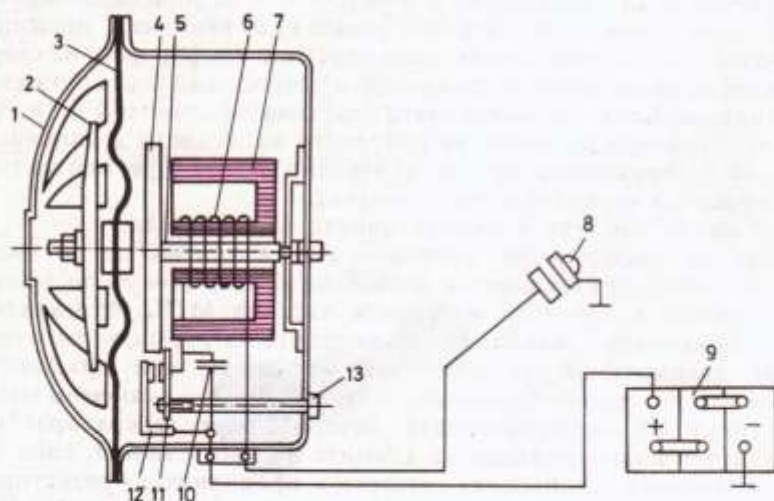
тъй като съпротивлението на резистора е голямо. След известно време протичащият ток нагрива нихромовия проводник и дължината му се увеличава. Под действие на магнитното силово поле котвата се привлича и контактите 8 се включват, като резисторът се шунтира (изключва от веригата). Лампите на мигачите светят силно. След изстиването на нихромовия проводник той се свива и отделя котвата, като изключва контактите. След това процесът се повтаря. Честотата на мигането на лампите е  $80-100 \text{ min}^{-1}$ .

Разгледаният прекъсвач за мигачите е с комбинирано топлинно и електромагнитно действие. При някои автомобили се използват и полупроводникови прекъсвачи, които осигуряват автоматично мигане при завиване или при аварийни случаи, когато автомобилът е спрял и трябва да бъде забелязан добре.

При движение на заден ход на автомобилите се включва фар за осветяване на пътя и за сигнализиране. За осветяване на задния регистрационен номер се използват малки фарове или комбинирани фарове за мигачи, габарити, стоп-сигнал и др.

### 8.5.2. Електрически вибрационен звуков сигнализатор

Във всички АТК се използва звуков сигнализатор (клаксон), чрез който водачът при необходимост може да подаде звуков сигнал. Електрическият вибрационен звуков сигнализатор (фиг. 8.24) се състои от метално тяло, в което са разположени електромагнит, прекъсвач, подвижна част с мембрана и устройство за регулиране. Уредът действа на електровибрационен принцип. Мембраната 3, котвата 4 и резонаторният диск 2 са захванати към стеблото 5, разположено в сърцевината 7 на електромагнита. Мембраната е закрепена периферно към тялото с капака 1. За подаване на звуков сигнал се натиска бутонът 8, разположен на кормилното колело. От акумулаторната батерия 9 протича ток през намотките 6 на електромагнита и около сърцевината се създава магнитно поле, вследствие на което котвата със стеблото се привличат и огъват мембраната. При движението



Фиг. 8.24. Звуков сигнализатор

си котвата отделя контактите 11 и 12 на прекъсвача, електрическата верига се прекъсва, вследствие на което магнитното поле изчезва. Под действие на пластинковата пружина и мембраната стеблото и котвата се връщат в изходно положение, а контактите отново затварят веригата и т. н. По този начин мембраната, свързаните с нея елементи и подвижният контакт 11 вибрират непрекъснато с честота 200–400 Hz. Мембраната и закрепеният към нея резонаторен диск създават звук. За предпазване на контактите от обгаряне успоредно на тях се включва кондензаторът 10 или искрогасящ резистор. Силата на звука се регулира с винта 13.

На автомобилите се монтират два, понякога и три звукови сигнализатора. Тъй като сигнализаторите отнемат голям ток (15–25 А), за да се предпази бутонът 8, разположен на кормилното колело, от чести повреди, въвежда се специално реле за включване на сигнализаторите. В този случай бутонът служи за включване на релето.

#### Въпроси и задачи

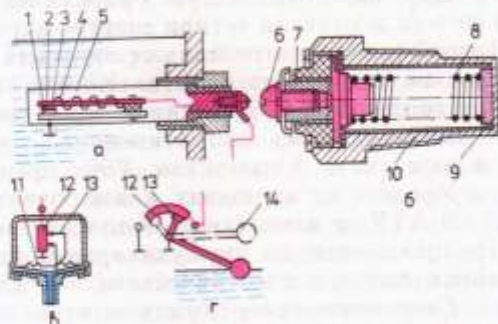
1. Какви са предимствата на фаровете с халогенни лампи?
2. Какви са особеностите на фаровете за мъгла и как се монтират върху автомобила?
3. Как се включват уредите за светлинна сигнализация?
4. Под влияние на какво се затварят контактите на звуковия сигнализатор?

### 8.6. КОНТРОЛНО-ИЗМЕРВАТЕЛНИ УРЕДИ

Контролно-измервателните уреди служат за следене на работата на мазилната и охлаждащата уредба на двигателя, зареждането на акумулаторната батерия, количеството на горивото в резервоара и др. В АТК се използват главно електрически контролно-измервателни уреди. Те обикновено се състоят от преобразувател (елемент, който реагира на изменението на контролираната величина) и показващ уред.

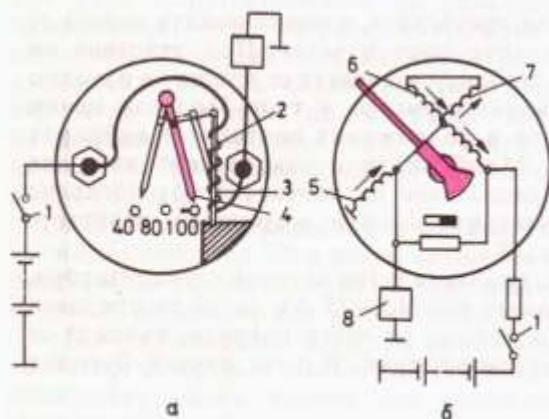
При *термовибрационния преобразувател* (фиг. 8.25 а) в зависимост от промяната на температурата на охлаждащата течност се изменя съотношението на времената за последователно отваряне и затваряне на контактите. В резултат на това се променя средната големина на тока, протичащ през преобразувателя и показващия уред. Контактите 1 и 2 се отварят вследствие на нагряването и деформацията на биметалната пластинка 3 при протичане на ток през намотката 4. При повишаване на температурата на охлаждащата течност тялото 5 се нагрява, биметалната пластинка бързо се деформира и бавно се изправя, като по този начин се увеличава времето за отвореното положение на контактите.

За измерване на температурата на охлаждащата течност се използва и преобразувателят от фиг. 8.25 б. При изменение на температурата на охлаждащата течност се променя температурата на тялото 10 и съпротивлението на терморезистора 9. С нарастване на температурата съпротивлението на терморезистора намалява и големината на тока, преминаващ през преобразувателя и показващия уред, се увеличава. Токът

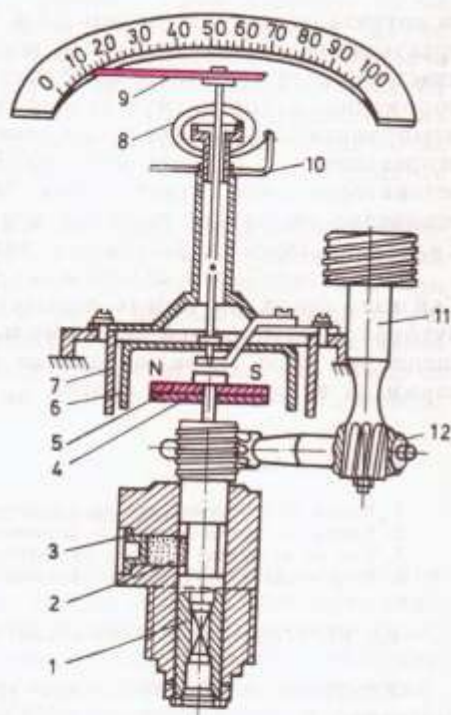


Фиг. 8.25. Преобразуватели за контролно-измервателни уреди





Фиг. 8.26. Схеми на показващи уреди



Фиг. 8.27. Скоростомер

протича от винта 6 към тялото през клапата 7, пружината 8 и терморезистора.

В преобразувателите за налягането на маслото и за нивото на горивото в резервоара (фиг. 8.25 в, г) при изменение на измерваната величина се измества плъзгачът 13 на реостата 12, с което се увеличава или намалява големината на тока. В преобразувателя за налягането на маслото плъзгачът е свързан с мембраната 11, а в този за показване на нивото на горивото — с поплавъка 14.

Показващият уред, работещ заедно с термовибрационния преобразувател, трябва да има голяма инертност, за да не се колебае стрелката му при често затваряне и отваряне на контактите (фиг. 8.26 а). При увеличаване на големината на тока, протичащ през преобразувателя и намотката 2 на уреда, биметалната пластинка 3 се деформира и премества стрелката 4.

Друг вид показващ уред работи на електромагнитен принцип (фиг. 8.26 б). В него са поставени четири електромагнита с противоположно магнитно поле. Положението на стрелката се определя от сумарното действие на магнитното поле на електромагнитите. Когато съпротивлението на преобразувателя 8 е голямо, ток преминава през намотките на всички електромагнити. С намаляване на съпротивлението в намотките 6 и 7 токът нараства, а в намотката 5 намалява. Това предизвиква преместване на стрелката.

Уредите се включват и изключват с контакта 1.

В АТК се използват също амперметри за контролиране на зареждането и разреждането на акумулаторната батерия и волтметри за измерване на напрежението в електрическата инсталация.

Скоростомерите служат за отчитане на скоростта на движение. Към тях се вгражда механичен брояч за измерване на изминатия път. Най-широко разпространени са магнитоиндукционните скоростомери (фиг. 8.27) и честотомери, задвижвани от гъвкав вал. В автомобилите се срещат

нелектронни скоростомери. Валът 1 на скоростомера се задвижва чрез гъвкав вал и зъбни колела, разположени в предавателната кутия. На вала е закрепен постоянен магнит 5. Към оста на стрелката 9 е закрепен алуминиевият магнитен екран 6. Спиралната пружина 8 с единия си край е закрепена към втулката, а с другия към лоста 10. При неподвижен вал пружината установява стрелката на нулево деление от скалата.

При въртенето на вала 1 магнитният поток от постоянния магнит прониква през екрана 6 и създава в него вихрови токове. Магнитното поле на вихровите токове взаимодейства с въртящия се магнит и завърта екрана 6 със стрелката 9 на ъгъл, пропорционален на честотата на въртене на постоянния магнит.

Магнитният шунт 4 служи за намаляване на грешката на уреда, предизвикана от промените в температурата. Екранът 7 е изработен от мека стомана и служи за намаляване на разсейването на магнитното поле.

От вала 1 чрез червячните предавки 12 и 11 се задвижва механичният брояч, измерващ изминатия път. Задвижващият вал на скоростомера се маже с технически вазелин, с който се напоява кечето 2, разположено в отвор на тялото. Отворът се затваря с тапата 3.

Честотомерите (оборотомерите) служат за измерване честотата на въртене на колянвия вал на двигателите. Те имат същото устройство като скоростомерите, но без механичен брояч.

#### 8.7. ДОПЪЛНИТЕЛНИ УРЕДИ В ЕЛЕКТРООБЗАВЕЖДАНЕТО

**Уреди за отстраняване на радиосмущения.** Източниците и потребителите на електрическа енергия в АТК по време на своята работа излъчват електромагнитни трептения и смущават радио- и телевизионните приемници, работещи наблизо. Най-големи смущения създават вторичната намотка на индукционната бобина, запалителните свещи, генераторът, РР и преобразувателите на електродоплинните импулси за контролно-измервателните уреди.

За намаляване на радиосмущенията се прилагат три начина:

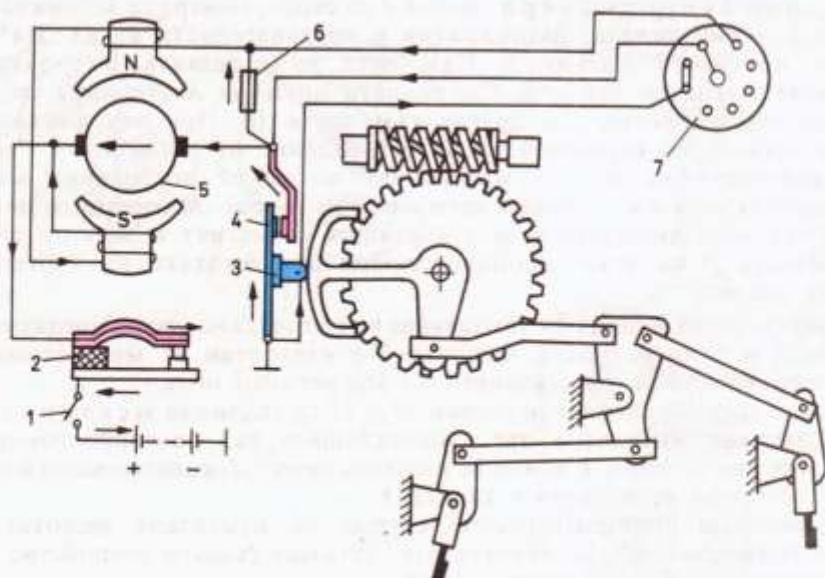
1. Включване във вторичната намотка на индукционната бобина на резистор с голямо съпротивление. Обикновено резисторът се монтира в съединителните накрайници за закрепване на проводниците за високо напрежение към свещите и в централната клемма на разпределителя.

2. Включване на блокиращ кондензатор, успоредно на изкрящи контакти на уреди за ниско напрежение. Обикновено се използват кондензатори с капацитет 0,1–1  $\mu\text{F}$ .

3. Екраниране на източниците за радиосмущения с метална обвивка, свързано към маса. Част от енергията на излъчваните електромагнитни вълни при преминаване през екрана се превръща в топлина и радиосмущенията отслабват. Прилага се най-често за проводниците за високо напрежение.

**Предпазители.** За предпазване от претоварване и повреди на уредите и агрегатите на електрообзавеждането служат стопяеми и биметални предпазители. Стопяемият представлява леснотопима жичка, разположена в стъклена тръбичка или отсрани в специален канал на порцеланова пръчка. Биметалният предпазител се състои от биметална пластина, подвижен и неподвижен контакт. При протичане на по-силен ток биметалната пластина се деформира, отделя закрепения към нея подвижен контакт от неподвижния и прекъсва електрическата верига. След отстраняване на повредата биметалният предпазител се включва със специален бутон. Биметалните предпазители се





Фиг. 8.28. Схема на стъклочистачка

1 – контактен ключ; 2 – биметален предпазител; 3 – тласкач; 4 – изключвател; 5 – електродвигател; 6 – резистор; 7 – включвател

използват във вериги, в които протича по-силен ток (осветителна уредба, звуков сигнализатор и др.).

**Стъклочистачки.** Служат за почистване на предното, а понякога и на задното стъкло на кабините на АТК и за почистване на фаровете на някои леки автомобили. Чистачките (фиг. 8.28) се задвижват от електродвигателя 5 чрез редуктор и лостов механизъм, а се включват и изключват с включвателя 7. С него електродвигателят може да се превключи на бърза и бавна честота на въртене. По този начин стъклата могат да бъдат почиствани добре независимо от валежа на дъжд и сняг. Чрез краен изключвател чистачките се изключват винаги в едно и също крайно изходно положение. При някои чистачки в електрическата верига е включено реле, което задействува периодично чистачките. Това е особено подходящо при слаб дъжд.

#### Въпроси и задачи

1. В какво положение се намират контактите на уреда, показан на фиг. 8.25 а, при неработещ двигател и включена електрическа уредба и при работещ двигател?
2. На какъв принцип работи скоростомерът?
3. По какъв начин могат да се намалят смущенията на радио- и телевизионните приемници?

## ПУСКОВА УРЕДБА

## 9.1. ОБЩИ СВЕДЕНИЯ

За бързото и сигурно пускане на ДВГ се използват различни пускови устройства. Те служат за завъртане на колянния вал на двигателя с честота, която осигурява нормално протичане на работните процеси.

Минималната пускова честота на въртене, при която може да се пусне карбураторен двигател, е 40–60, а за дизелови двигатели е 200–300 min<sup>-1</sup>.

При карбураторните двигатели пусковата честота на въртене трябва да бъде такава, че в края на такта съгъстяване да осигури образуването на горивна смес с необходимия количествен състав и въздушно отношение за бързо възпламеняване. Колкото температурата на околния въздух е по-ниска и изпаряемостта на бензина по-лоша, толкова по-сигурно трябва да работи пусковата уредба.

Бързото възпламеняване на работната смес в дизеловите двигатели зависи най-много от температурата на сместа в края на такта съгъстяване. Тази температура може да бъде повишена чрез увеличаване честотата на въртене на колянния вал в процеса на пускането.

## 9.2. ПУСКОВИ УСТРОЙСТВА

Двигателите могат да се пускат ръчно или със специални устройства като електростартер, пусков двигател, декомпресорен механизъм, уреди за облекчаване на пускането, подгреватели и др.

*Ръчно пускане.* Използва се за пускане на карбураторни двигатели, тъй като тяхната степен на съгъстяване не е много голяма и необходимата пускова честота на въртене е малка. За целта колянният вал се завърта с манивела.

*Пускане със стартер.* При този начин колянният вал на двигателя се завърта от специален пусков електродвигател, наречен стартер. Той има устройства за присъединяване и автоматично разединяване на вала на електродвигателя с колянния вал.

*Пускане с пусков двигател.* Този начин намира приложение главно при тракторните двигатели. Колянният вал се завърта от спомагателен двигател чрез предавателен механизъм. След пускането на главния двигател пусковият двигател автоматично се изключва.

В АТК най-разпространено е пускането с електростартер.

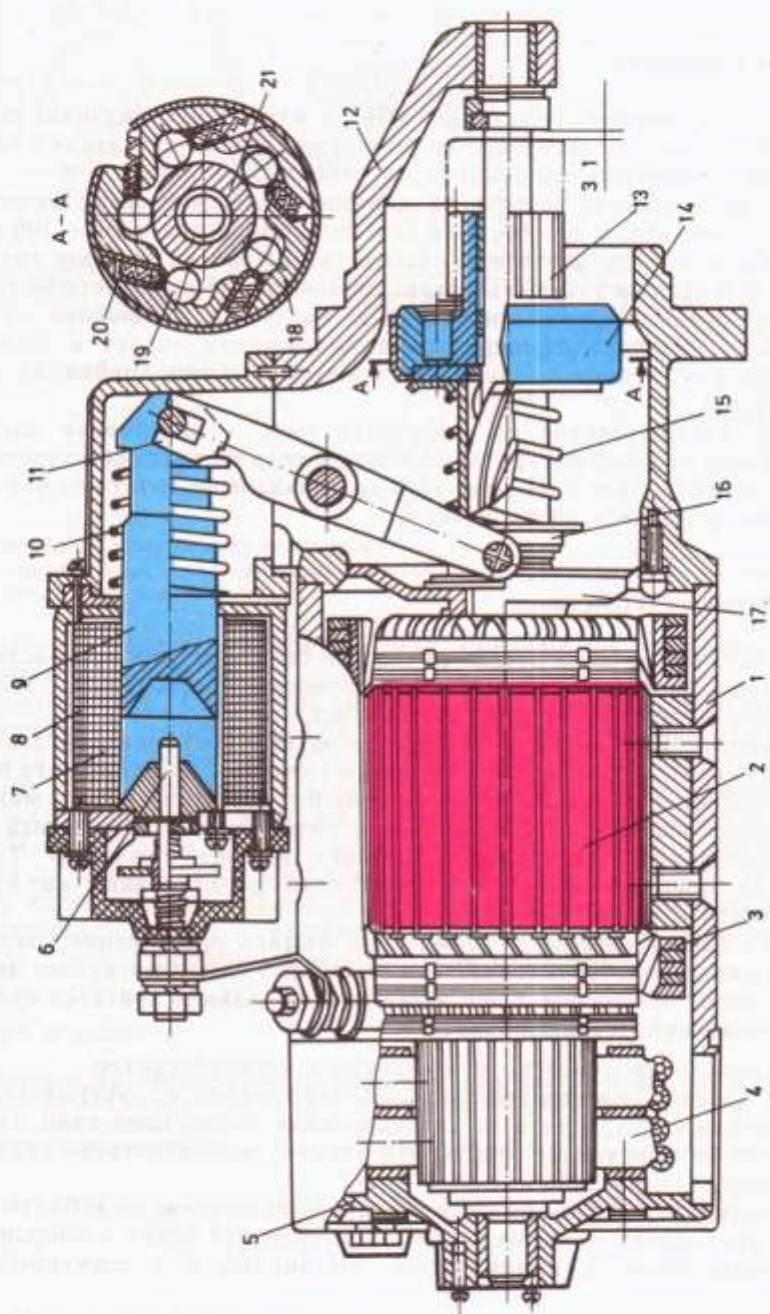
**Стартер (пусков електродвигател).** В зависимост от устройството на електродвигателите стартерите не се различават съществено един от друг.

По начина на управление стартерите биват с непосредствено управление и с дистанционно управление.

По принципа на действие на механизмите за включване на зъбното колело на стартера със зъбния венец на маховика стартерите биват с инерционно, с инерционно-механично, с принудително механично и с електромагнитно включване.

Най-разпространени са стартерите с дистанционно управление и електромагнитно включване (фиг. 9.1). Те се състоят от електродвигател, механизъм за управление, електромагнитно реле и включвател на пулта за управление на кабината. В тялото 1 са разположени четири стоманени полюса с възбудителни





Фиг. 9.1. Стартер

Бобини 3. Роторът 2 се състои от вал, сърцевина, намотки и колектор. Валът е лагериран в плъзгащи металокерамични лагери, разположени в капците 5 и 12 и в междинната опора 17. В капача 5 са поместени четкодържателите и четките 4, които се притискат към колектора от пружини. Механизмът за зацепване със зъбния венец на маховика се състои от зъбното колело 13, съединителя за свободен ход 14, пружината 15 и шайбата 16. Съединителят за свободен ход предава въртящ момент само по направление на въртенето на ротора на електродвигателя. По този начин автоматично се разединява стартерът от заработилния двигател и се предпазва роторът на стартера от повреди.

При задействването на стартера въртящият момент от ротора се предава на венеца 18 (разрез — А — А). Завъртайки се надясно, венецът завърта ролките 19 с пружините 20 в клинообразната част, с което външният 18 и вътрешният 21 венец се свързват неподвижно. Вътрешният венец е изработен заедно със зъбното колело. По такъв начин въртящият момент се предава от ротора чрез зъбното колело на венеца на маховика. След пускането на двигателя честотата на въртене на маховика и на зъбното колело рязко нараства. Ролките 19, увеличавайки се от вътрешния венец, се преместват в по-широката част. Съединителят се изключва и не се предава въртящ момент от маховика към ротора на стартера.

Електромагнитното включващо реле служи за принудително зацепване на зъбното колело 13 с венеца на маховика и за подаване на ток към намотките на стартера. То се състои от намотките 7 и 8 и котвата 9 с пружина 10. При включване на релето вследствие на магнитното поле, създавано от включващата 7 и задържащата 8 намотка, котвата се премества наляво, като чрез лоста 11 се измества зъбното колело и се зацепва с венеца на маховика. В края на хода котвата натиска пръта 6 и контактите на релето се допират, с което се включва електродвигателят към акумулаторната батерия. Включващата намотка се изключва и котвата се задържа само от силата на електромагнита, създавана от задържащата намотка.

При включване на електромагнитното реле зъбното колело под действие на пружината 15 се връща обратно, контактите се разединяват и стартерът се изключва. За автоматично изключване на стартера след пускането на двигателя се използват две допълнителни релета — междинно и блокиращо. След заработване на двигателя и генератора двете релета прекъсват електрическата верига към включващото реле и стартерът не може да се включи. С това се избягва повреждането на зъбния венец на маховика и механизмите на стартера при погрешно натискане на бутона за включване.

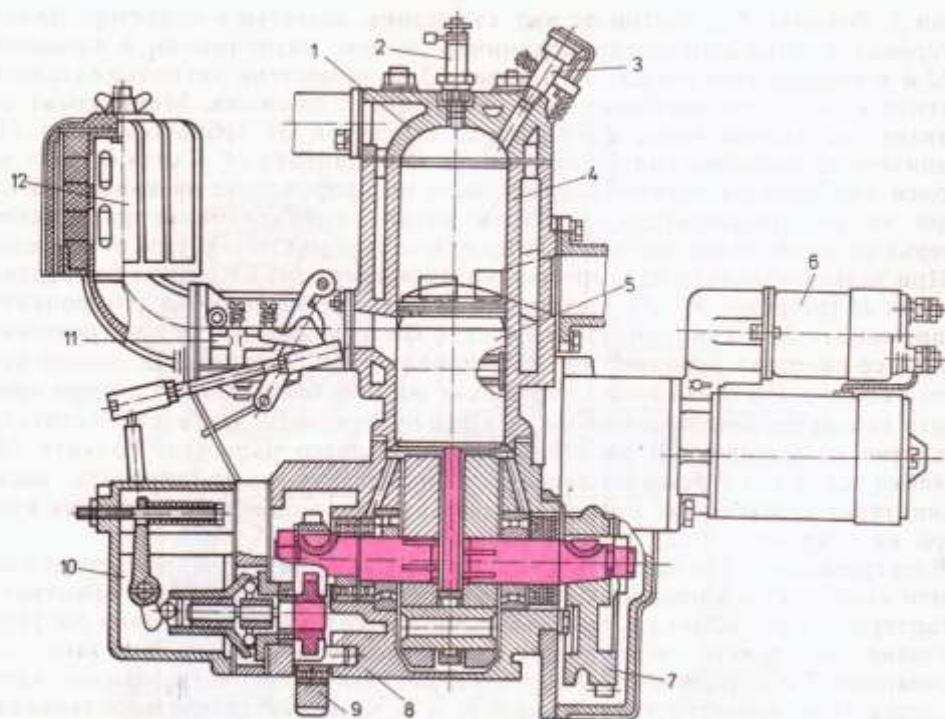
**Спомагателен пусков двигател.** Пускането със спомагателен пусков двигател се прилага при средните и мощните трактори. Използването на такава уредба за пускане се определя от възможностите ѝ да работи в широки граници на изменение на температурата на околната среда.

За пускови двигатели се използват двутактови карбураторни двигатели, работещи с магнетно запалване. Охладителната уредба на пусковия двигател е течностна, свързана с охлаждащата уредба на главния двигател, или въздушна.

За предаване на въртящия момент от колянния вал на пусковия двигател (фиг. 9.2) към колянния вал на главния двигател се използва специален предавателен механизъм. Той се състои от триещ съединител, едностепенна понижаваща предавка, съединител за свободен ход и органи за управление на механизма. В някои предавателни механизми се използва двустепенна предавка. Първата степен се ползува за развъртане и загряване на двигателя при малка честота на въртене, а втората — за увеличаване на честотата на въртене и пускане.

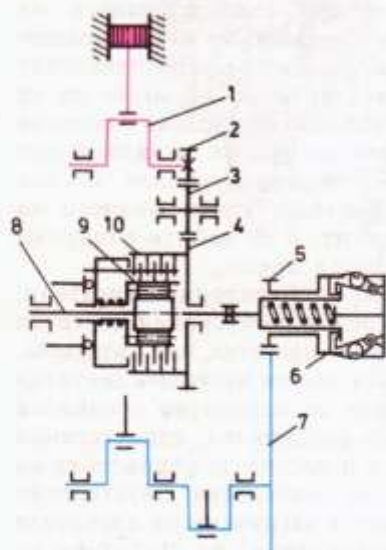
Пусковият двигател се задвижва със стартер или ръчно с въжence.





Фиг. 9.2. Спомагателен едноцилиндров пусков двигател

1 – цилиндър; 2 – запалителна свещ; 3 – клапан; 4 – цилиндър; 5 – бутало; 6 – стартер; 7 – маховик; 8 – картер; 9 – зъбно колело; 10 – регулатор; 11 – карбуратор; 12 – филтър



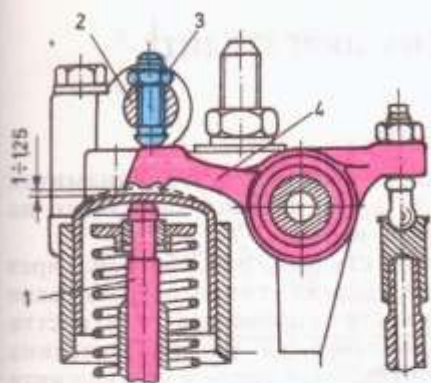
Фиг. 9.3. Кинематична схема на пускова уредба със спомагателен пусков двигател

Въртящият момент на двигателя от колянния вал 1 (фиг. 9.3) чрез зъбното колело 2 и междинното зъбно колело 3 се предава към зъбното колело 4 на трисъщия съединител 10. Ако съединителят 10 е включен, въртящият момент се предава чрез съединителя за свободен ход 9 на вала 8, зъбното колело 5, центробежното автоматично устройство 6 към зъбния венец 7 на маховика на главния двигател.

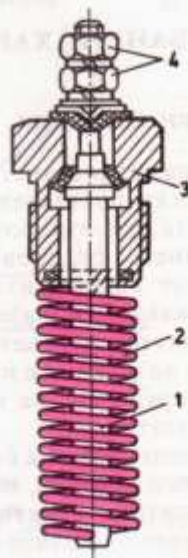
Задвижването на главния двигател предизвиква изключване на съединителя за свободен ход, с което се прекъсва подаването на въртящ момент от пусковия двигател.

### 9.3. УСТРОЙСТВА ЗА ОБЛЕКЧАВАНЕ НА ПУСКАНЕТО НА ДВИГАТЕЛИТЕ

При пускането на студен дизелов двигател температурата на въздуха в цилиндрите в края на такта сгъстяване може да бъде по-ниска от необходима-



Фиг. 9.4. Декомпресен механизъм



Фиг. 9.5. Нагревателна свещ

1 – стебъл; 2 – нагревателна спирала; 3 – тяло; 4 – гайки

та температура за самовъзпламеняване на работната смес. За облекчаване на пускането на двигателите се използват различни устройства като декомпресорен механизъм, нагревателни свещи, електрофакелни подгреватели и др.

**Декомпресорен механизъм.** Предназначението му е да задържи клапаните на ГММ полуотворени в началото на пускането на дизеловия двигател. По този начин налягането на въздуха при такта сгъстяване остава незначително и се облекчава първоначалното завъртане на колянния вал. След като честотата на въртене на колянния вал достигне до  $200 - 300 \text{ min}^{-1}$ , декомпресорният механизъм се изключва, клапаните затварят отворите и работният цикъл започва – двигателят е пуснат в действие.

Задържането на клапаните в полуотворено положение може да се постигне чрез ограничаване на хода на кобилиците (фиг. 9.4) или на повдигачите. При ръчно завъртане на вала 2 надясно болтчетата 3, навити в него над всеки клапан 1 (или само над всмукателните), се насочват надолу и притискат кобилиците 4. По този начин кобилиците не могат да се връщат в изходно положение и клапаните не уплътняват отворите. При завъртане на вала наляво болтчетата заемат хоризонтално положение и не пречат на движението на кобилиците – декомпресорният механизъм е изключен.

**Нагревателни свещи** (фиг. 9.5). При всички автомобилни и някои тракторни дизелови двигатели има нагревателни свещи към всеки цилиндър. Те са разположени така, че част от впръсканото гориво да попадне върху нагрятата до  $900 - 1000^\circ\text{C}$  спирала.

**Електрофакелни подгреватели.** Принципът на работата им е следният. Върху нагрятата спирала във всмукателния тръбопровод със специална помпа се подава гориво. То се запалва от спиралата, изгаря и подгръва постъпващия в цилиндърите въздух. След  $10 - 15 \text{ s}$  от началото на подгръването се включва стартерът.

#### Въпроси и задачи

1. Кои са начините за пускане на ДВГ и какви са техните предимства и недостатъци?
2. Какъв е принципът на работа на електростартера?
3. За какво служат електромагнитното включващо реле и съединителят за свободен ход?



## ИЗПИТВАНЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ДВИГАТЕЛИТЕ

## 10.1. ОБЩИ СВЕДЕНИЯ

Целта на изпитването е да се установят действителните динамични и икономически показатели на двигателите, за да се прецени качеството на конструкцията, на изработката или на ремонта им.

Изпитването се провежда в следния ред: студено разработване чрез задвижване от външен източник на механична енергия; топло разработване (самораздвижване) на празен ход и с товар, при което се проверяват плътността на съединенията, чуването на двигателя, работата на разпределителния механизъм и на уредбите на двигателя (чрез контролните уреди и по външните признаци); определяне на мощността, на специфичния разход на гориво и на другите показатели.

Изпитването може да бъде частично — за проверяване на отделни показатели (например след ремонт), или пълно — при създаване на нов двигател.

Двигателите се изпитват на специални стендове, които според характера на натоварването на двигателя биват механични, хидравлични и електрически.

При изпитване на двигателя честотата на въртене на колянния вал  $n$  и часовият разход на гориво  $G_e$  се измерват чрез съответни уреди. Другите показатели се изчисляват по показанията на уредите на натоварващия стенд. Например ефективната мощност  $P_e$  се изчислява по формулата

$$P_e = 2\pi n M_{\phi}, \text{ kW},$$

където  $n$  е честотата на въртене,  $s^{-1}$ ;

$M_{\phi}$  — въртящият момент на двигателя,  $\text{kN.m}$  ( $M_{\phi} = M_{\text{en}}$ );

$M_{\text{en}}$  — спирачния момент на стенда,  $\text{kN.m}$  ( $M_{\text{en}} = GL$ );

$G$  — теглото на тежестите на везните,  $\text{kN}$ ;

$L$  — рамото на везните,  $\text{m}$ .

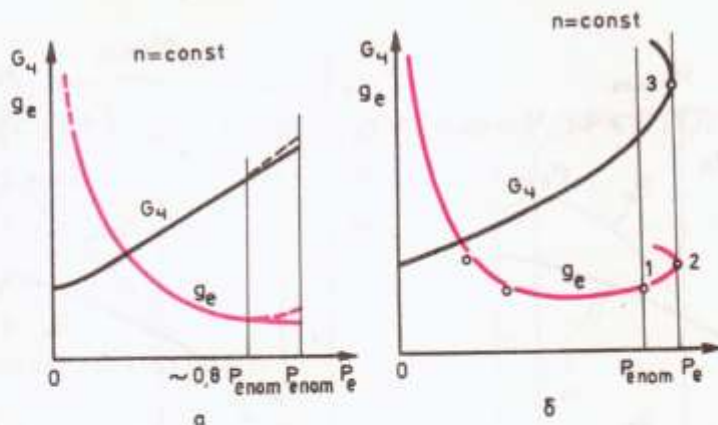
След като по предварителните изчисления се конструира и се изработи, двигателят се подлага на пълно лабораторно изпитване. При него се установяват действителните основни показатели и изменението им при различни режими на работа. По данните от лабораторното изпитване се построяват криви, които дават представа за стойността на показателите и за характера на изменението им, и се наричат характеристики на двигателя. Те отразяват изменението на главните показатели — ефективната мощност  $P_e$ , въртящия момент на двигателя  $M_{\phi}$  и специфичния разход  $g_e$  в зависимост от товара, честотата на въртене на колянния вал и регулирането на горивната и запалителната уредба. Товарът и честотата на въртене са най-характерните параметри на работа при експлоатацията на двигателите.

## 10.2. ТОВАРНА ХАРАКТЕРИСТИКА

Товарната характеристика изразява изменението на  $G_e$  и  $g_e$  при промяна на товара на  $g_d$  и  $P_e$  стенд (изменение на  $P_e$ ) при постоянна честота на въртене  $n$  на колянния вал. Изменението на  $G_e$  и  $g_e$  при дизеловия двигател се постига чрез изместване на рейката на горивната помпа, а при карбураторния — чрез завъртане на дроселната клапа.

Товарна характеристика на карбураторен двигател (фиг. 10.1 а). От фигурата се вижда, че при увеличаване на  $P_e$ ,  $G_e$  се увеличава, а  $g_e$  намалява.

Специфичният разход на гориво  $g_e$  се увеличава при намаляване на  $P_e$ , което се дължи на следните причини:



Фиг. 10.1. Товарни характеристики

- влошава се горенето поради намаляване на работното вещество и увеличаване на относителния дял на изгорелите газове;
- увеличава се относителният дял на механичните загуби, защото честотата на въртене е постоянна, а индикаторната мощност спада;
- помпените загуби от всмукването се увеличават при притваряне на дроселната клапа;
- увеличава се относителната загуба на топлина поради неизбежното охлаждане и намаляването на общото количество топлина поради намаляване на работното вещество.

Увеличаването на  $G_4$  и  $g_e$  след  $P_e = (0.7 + 0.8) P_{e, \text{max}}$  се дължи на включването в действие на икономайзера, при което сместа се обогатява ( $\alpha < 1$ ).

**Товарна характеристика на дизелов двигател (фиг. 10.1 б).** Вижда се, че до т. 1 с увеличаване на  $P_e$  и  $G_4$ ,  $g_e$  спада поради намаляване на относителния дял на механичните загуби и поради пълно изгаряне на горивото. Между т. 1 и 2  $g_e$  се увеличава незначително (поради влошаване на горенето — намаляване на отношението  $\alpha$ ). След т. 2 в изгорелите газове се забелязва дим,  $g_e$  се увеличава по-чувствително поради непълното горене, но мощността продължава да расте, защото налягането  $p_e$  все още се увеличава. След т. 3, в която  $P_e$  достига своя максимум,  $P_e$  спада въпреки увеличаването на количеството гориво, защото горивният процес се влошава значително.

Продължителна работа на двигателите след т. 1 не е желателна.

### 10.3. ВЪНШНА СКОРОСТНА ХАРАКТЕРИСТИКА

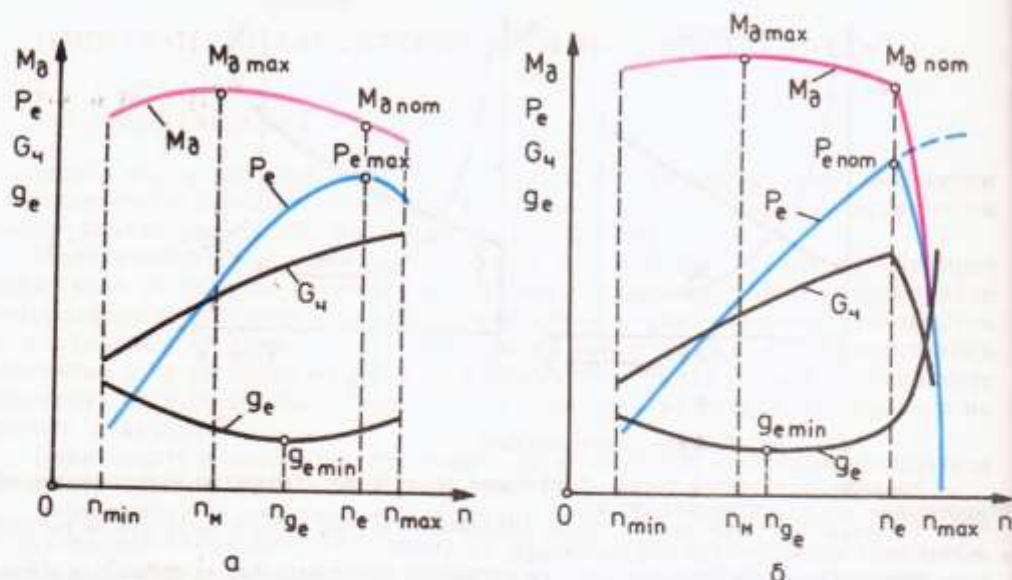
Скоростната характеристика изразява изменението на  $P_e$ ,  $M_e$ ,  $G_4$  и  $g_e$  в зависимост от изменението на честотата на въртене  $n$  на коляновия вал. Функционалните криви  $f(n)$  се построяват по данни от изпитването, при което  $n$  се изменя с изменението на товара на двигателя от спирачката на стенда. Скоростната характеристика бива външна и частична. Външната характеристика се снима при пълно отваряне на дроселната клапа и при положение на рейката (при дизеловия двигател) за пълно подаване на гориво. Частичните скоростни характеристики се снимат при междинни положения на дроселната клапа и на рейката.

**Външна скоростна характеристика на карбураторен двигател (фиг. 10.2 а).** От функционалната крива  $P_e = f(n)$  се вижда, че отначало  $P_e$  се увеличава почти пропорционално на  $n$ , а след това — по-бавно и при честотата на въртене  $n_e$  достига максимума си. При по-нататъшното увеличаване на  $n$  мощността започва да спада. Това се дължи главно на намаляване на работното вещество поради увеличаване на хидравличните съпротивления и на механичните загуби. Часовият разход  $G_4$  обаче продължава да расте до  $1.4 n_e$ , защото намаляването на пълненето се компенсира с увеличаване на броя на всмукванията за единица време.

Специфичният разход на гориво при малки стойности на  $n$  е значителен поради големите топлинни загуби. При увеличаване на  $n$ ,  $g_e$  спада и при  $n_e$  достига минимума си. След това  $g_e$  се увеличава поради нарушаване на пропорционалното нарастване на  $G_4$  и  $P_e$ , т. е. поради относителното намаляване на  $P_e$ . След  $n = n_e$ ,  $g_e$  се увеличава по-интензивно.

Кривата  $M_e = f(n)$  изразява изменението на въртящия момент на двигателя в зависимост от честотата на въртене. От диаграмата се вижда, че  $M_e$  достига максимума си при  $n_m < n_e$ . Това се дължи на факта, че  $M_e$  се изменя право пропорционално само на средното ефективно налягане, докато стойността на  $P_e$  се определя и от  $n$ . Тъй като при ниска честота на въртене налягането  $p_e$  има ниски стойности поради големите топлинни загуби, а при висока — поради увеличаването на





Фиг. 10.2. Външни скоростни характеристики

триенето. Моментът на двигателя в тези интервали на  $n$  има малки стойности. Отношението на  $M_{\delta \max}$  към  $M$  при  $P_{e \max}$  ( $M_{\delta 1}$ ) се нарича коефициент на приспособяването на двигателя  $K = \frac{M_{\delta \max}}{M_{\delta 1}}$  ( $K = 1,1 \div 1,4$  – за карбураторните двигатели;  $K = 1,0 \div 1,15$  – за дизеловите двигатели без регулатор). Коефициентът показва доколко може да се претовари двигателят на дадена предавка. По-високата стойност на  $K$  за карбураторните двигатели се дължи на факта, че при намаляване на честотата на въртене от увеличаването на товара пълненето при карбураторния двигател се увеличава, а при дизеловия – горивната смес обеднява, защото помпата изпраща по-малко гориво.

**Външната скоростна характеристика на дизелов двигател** (фиг. 10.2 б). Външната характеристика се снима при положение на рейката за нормална честота на въртене при пълен товар. При увеличаване на  $n$  чрез намаляване на товара пълненето спада, а подаването на гориво дори се увеличава, което намалява  $\alpha$  и влошава горивния процес – появява се дим. Обстоятелството, че количеството на подаваното гориво на помпата се увеличава при увеличаване на  $n$  и намалява при намаляването ѝ при едно и също положение на рейката, налага честотата на въртене при всеки режим на работа на двигателя да се поддържа с регулатор.

Кривата  $M_{\delta} = f(n)$  не е толкова извита, колкото при карбураторния двигател, т. е.  $M_{\delta}$  не се увеличава много при намаляване на честотата на въртене от претоварване (защото се намалява горивото). Ето защо и коефициентът на приспособяване  $K$  при дизеловите двигатели без регулатор има по-малка стойност. Този недостатък се отстранява с т. нар. коректор в регулатора, чрез който при претоварване на двигателя и намаляване на честотата на въртене автоматично се подава допълнително гориво.

Най-благоприятен режим за работа на двигателя е между  $n$  и  $n_e$  ( $n_M = 0,5 \div 0,7 n_e$ ). След  $n_e$  кривите рязко спадат, понеже регулаторът намалява притока на гориво.

#### Въпроси и задачи

1. Каква е разликата между товарната и скоростната характеристика на двигателя?
2. Защо при дизеловия двигател е необходим всережимен или двурежимен регулатор?
3. Определете по разгледаните характеристики най-благоприятното натоварване  $P_e$  и честота на въртене  $n$  за продължителна работа на двигателя.

## ЧАСТ ВТОРА

# КОНСТРУКЦИЯ НА АВТОМОБИЛА, ТРАКТОРА И КАРА

## ГЛАВА II

### СИЛОВО ПРЕДАВАНЕ

#### II.1. ОБЩИ СВЕДЕНИЯ

Силовото предаване предава и променя въртящия момент от двигателя към задвижващите колела и прекъсва предаването му при работещ двигател.

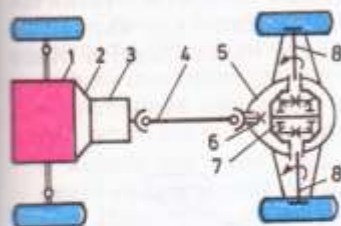
Основните механизми и възли, чрез които се постига предназначението на силовото предаване, са съединител, предавателна кутия, карданно предаване, главно предаване, диференциал, полувалове и крайно предаване.

Условията на експлоатация на АТК изискват регулиране на скоростта на движение и на теглителната сила на двигателните колела, което се постига чрез силовото предаване с променливо предавателно отношение.

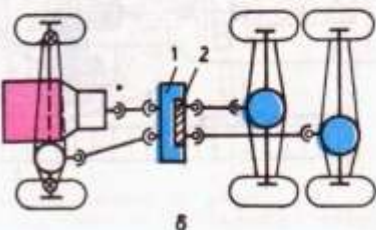
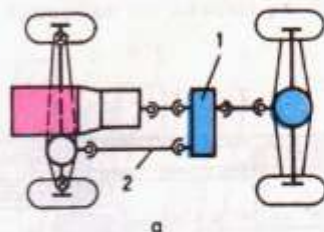
Според характера на връзката (или вида на предаваната енергия) между двигателя и задвижващите колела силовото предаване бива механично, хидравлично (хидродинамично или хидрообемно), електрическо и комбинирано.

*Механичното предаване* е най-разпространено. То има сравнително най-висок к.п.д. и ниска стойност, но сравнително малка гъвкавост и податливост на автоматизиране.

При класическата схема на силовото предаване (фиг. 11.1) от ДВГ 1 въртели-вото движение през съединителя 2 минава в предавателната кутия 3, където на степени или безстепенно движението се забавя (скоростта се намалява) и се увеличава въртящият момент. През карданныя вал 4 се задвижва мостът 5,



Фиг. 11.1. Класическа схема на силовото предаване



Фиг. 11.2. Схема на силовото предаване с два и с три задвижващи моста



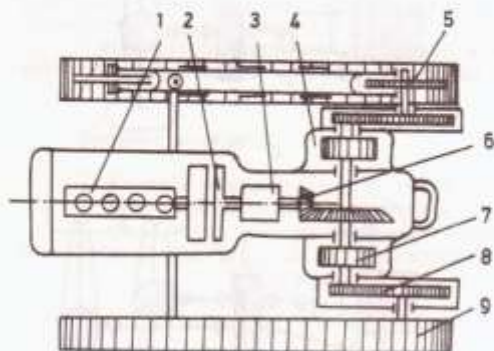
в който е разположено т. нар. главно предаване 6, което още забавя движението и увеличава въртящия момент. В задвижващия мост е разположен диференциален механизъм 7, който разпределя движението (енергията) през двата полувала 8 към задвижващите козела.

В някои автомобили двигателят е разположен в непосредствена близост до задвижващия мост. При тях е избегнат дългият карданен вал, който е източник на вибрации и заема част от обема за пътниците. В тези случаи вместо с полувалове движението се предава от къси карданни валове, въртящи се сравнително по-бавно.

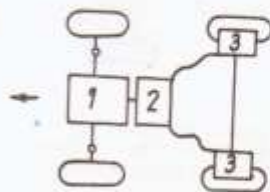
Схема на силово предаване, при което и четирите козела на превозното средство са задвижвани и две от тях — управляващи, е показана на фиг. 11.2 а. При нея се появява още един нов елемент — разпределителна кутия 1. С 2 е означен карданен шарнир за задвижване на управляващите и задвижващите козела. В схемата от фиг. 11.2 б в разпределителната кутия 1 е вграден диференциал 2, който разпределя движението между задвижващите мостове.

При схемата на механично силово предаване на верижни трактори (фиг. 11.3) от двигателя 1 през съединител 2 и предавателна кутия 3 движението се предава на задвижващия мост. 4. Изброените дотук възли образуват един цял блок (моноблокова конструкция), което е характерно за тракторите и повечето мотокари. След главното предаване 6 силовият поток се раздваля и през механизмите за управление 7 и крайните предавания 8 задвижва през верижните козела 5 веригите 9. Водачът управлява направо или в завой верижния трактор, като дозира енергията, пропускана през двата механизма 8 към двете вериги. В завой вътрешната верига по командване от водача се задържа, а външната верига я изпреварва и така верижният трактор завива. Следователно в тази схема са обединени функциите на силовото предаване и на кормилната уредба.

Силовото предаване с *хидравличен съединител* или *хидродинамичен предавател* по структурата си съвпада с разгледаните механични силови предавания, но при него вместо механичен съединителят 2 (фиг. 11.1) е хидравличен или пък съединителят 2 и предавателната кутия 3 са обединени в общ възел, наречен хидродинамичен предавател. Основните възли на хидродинамичния предавател са хидродинамичен трансформатор на въртящия момент и механичен (най-често зъбен) редуктор. Те по хидродинамичен път увеличават въртящия момент за сметка на забавяне на движението (честотата на въртене) и също



Фиг. 11.3. Схема на силово предаване на верижен трактор



Фиг. 11.4. Схема на електрическо или хидрообемно предаване

могат да прекъснат по механичен начин предавания енергиен поток.

*Електрическото и хидрообемното предаване* в повечето случаи имат една обща схема (фиг. 11.4). При електрическото силово предаване ДВГ 1 и механично съединеният към него генератор на електрически ток 2 образуват т. нар. моторгенераторна група. Произведената от тях електрическа енергия се управлява от електрически комутационни апарати (контактори, релета, резисторни групи) или от електронни тиристорни регулатори на напрежението и честотата на тока и задвижва електродвигатели с редуктори, разположени непосредствено до или в задвижващите коелета. Често този възел 3, включващ електродвигател, редуктор и задвижващо колело, се нарича електрическо мотор-колело.

В хидрообемното силово предаване от ДВГ 1 се задвижва маслена помпа за високо налягане 2. Тази помпа работи на обемен принцип (най-често бутална помпа), откъдето идва името на този вид силово предаване. Масленият поток се управлява чрез хидравлични апарати и през тръбопроводи задвижва хидравлични мотор-коелета 3, всяко от които включва маслен мотор за високо налягане (работещ на обемен принцип – най-често бутален мотор), редуктор и задвижващо колело.

Кабелното или гъвкаво-тръбопроводното предаване на енергия до задвижващите коелета вместо с валове предлага редица удобства по общото изграждане и поддръждане на МПС, особено за тези с повече задвижващи и управляващи коелета (при работа върху трудни терени).

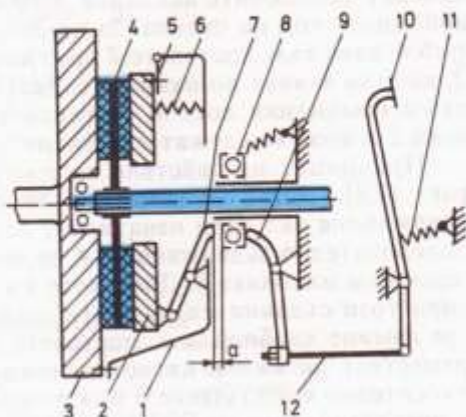
## 11.2. СЪЕДИНИТЕЛ

Съединителите дават възможност за кратковременно прекъсване на силовия поток от ДВГ към задвижващите коелета. Това е необходимо за пускане на ДВГ и за превключване от една на друга предавка в предавателната кутия. Прекъсването и включването на силовия поток трябва да бъде плавно и пълно. Съединителите предпазват двигателя и силовото предаване от прекомерни резки натоварвания, като превръщат част от кинетичната енергия в топлинна чрез триене на частите му.

Използват се триещи, хидравлични и електромагнитни съединители.

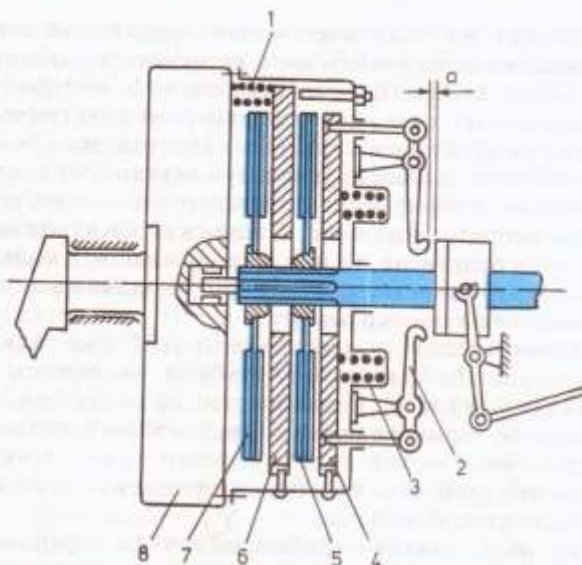
*Триещите съединители* най-често са дискови – с един, два или повече дискове. Обикновено нормалното състояние на съединителя е включено, т. е. не е прекъснат силовият поток. По-рядко се използват съединители, които в нормалното си състояние прекъсват енергийния поток.

При еднодисковия триещ съединител (фиг. 11.5) движението се предава от маховика 3 на ДВГ към задвижвания вал, върху който на шлиц е поставен задвижваният диск 4. От двете страни на задвижвания диск има сектори от материал с голям коефициент на триене (феродови накладки). Когато педалът 10 не е натиснат, притискателните пружини 6, опирайки се в кожата 1, натискат задвижващия диск 2 към маховика. Задвижващият диск, пружина-



Фиг. 11.5. Схема на триещ еднодисков съединител





Фиг. 11.6. Схема на двудисков съединител

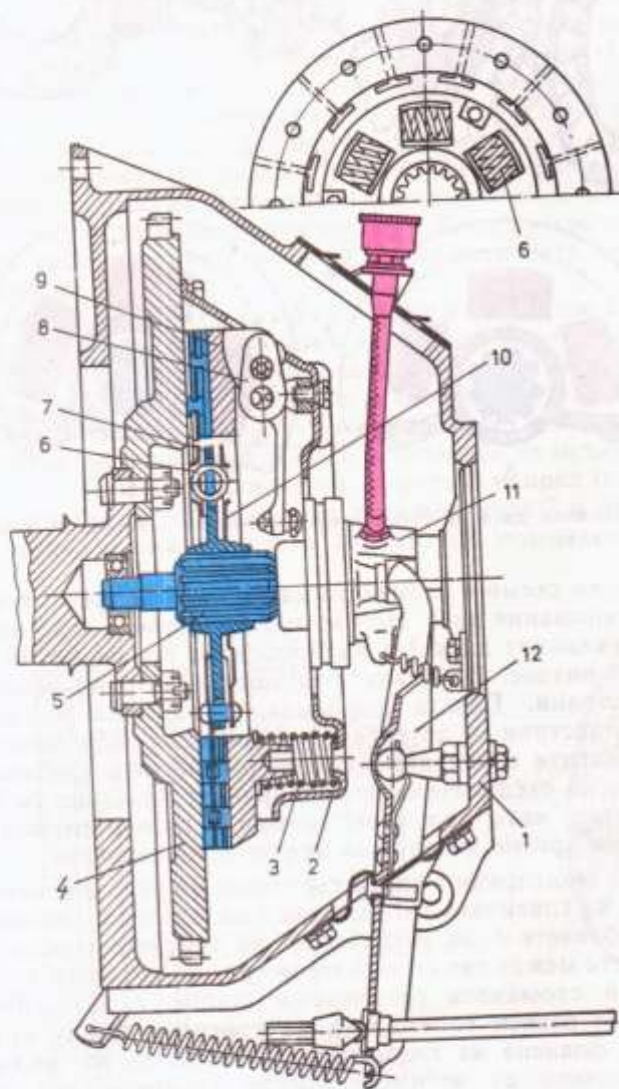
та 6 и лостовите 7 са монтирани в кожата, който е свързан с болтове с маховика и се върти заедно с него. Следователно в нормалното състояние задвижваният диск е притиснат от задвижващия към маховика. В това положение между лагера 8 и лостовите 7 има хлабина *a*. За да изключи предаването на движението през съединителя, водачът натиска педала, като преодолява съпротивлението първоначално само на възвратната пружина 11 и изминава т. нар. свободен ход, докато лагерът осово се премести на разстояние *a*. По-нататък лагерът натиска лостовите, които се завъртат и изтеглят осово към лагера задвижващия диск. Сега се преодолява и съпротивлението на пружините 6, които се свиват между кожата и диска 2. Задвижваният диск започва частично да преплъзва между маховика и диска 2, т. е. съединителят буксува. По-нататъшното натискане на педала намалява натиска между дисковете и предаването на енергийния поток се прекратява.

Вследствие на многократни включения и изключения на съединителя се износват феродовите накладки, хлабината *a* нараства и се увеличава излишно свободният ход на педала. За да се възстанови началната хлабина, лагерът се приближава към лостовите 7 чрез намаляване на активната дължина на пръта 12, като се завива по-навътре гайката, която е в единия му край — на схемата откъм командния лост 9. За гарантиране на сигурна връзка и водене между диска 2 и кожата служат еластичните пластини 5 или друга подвижна връзка.

Принципът на действие на двудисковите съединители е подобен (фиг. 11.6). Двата задвижвани диска 5 и 7 чрез шлицы са поставени на задвижвания вал. При ненатиснат педал притискателните пружини 3 натискат последователно задвижващия 4, задвижвания 5, задвижващия 6 и задвижвания 7 диск към маховика 8. Дисковете 4 и 6 имат връзка и се водят в кожата, който и при този съединител се върти заедно с маховика. Щом се натисне педалът и се измине хлабината *a*, лостовите 2 отдръпват диска 4, пружините 1 също преместват диска 6 и натискът между пакета от дискове намалява. Настъпва относително преплъзване и при по-голямо взаимно отдалечаване на дисковете се прекратява предаването на движението.

Еднодисковите триещи съединители се използват обикновено в леките автомобили, мотокарите и товарните автомобили с товароносимост до 6 t, а двудисковите — при товарни автомобили над 6 t, тракторите и изобщо при тежките МПС. Главната причина за това е неприемливото нарастване на размерите на еднодисковите съединители, изисквани от по-големите въртящи моменти при тежките машини.

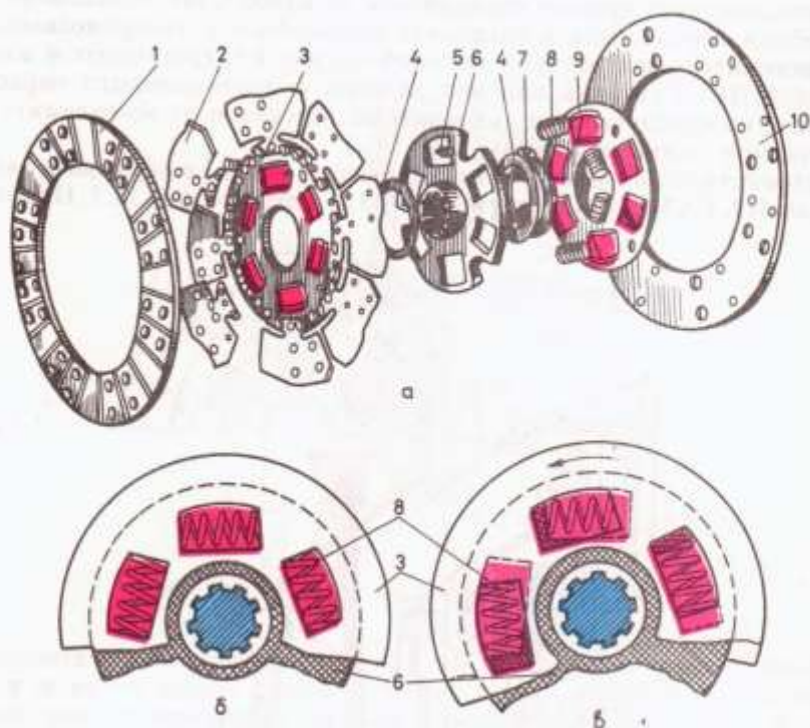
Устройството на еднодисков съединител, който се вгражда в автомобили Москвич 412, ГАЗ-53 и мотокари ДВ 1733 се вижда от фиг.11.7. Новото спрямо



Фиг. 11.7. Еднодисков постоянно включен съединител

1 — култер; 2 — кожух; 3 — притискателни пружини; 4 — маховик; 5 — задвижван вал;  
6 — пружина на тасителя на трептения; 7 — задвижващ диск; 8 — достчета; 9 — задвижващ притискателен диск; 10 — дискове на тасителя на трептения; 11 — гланина (муфа) с лагер за изключване на съединителя; 12 — лост за изключване на съединителя





Фиг. 11.8. Задвижван диск на съединител и схема на действие на гасител на усукващи трептения

изяснените принципни схеми е наличието на гасител на трептенията, вграден в главината на задвижвания диск. Неговото устройство и действие се виждат на фиг. 11.8. Задвижваният диск 3 и вълнообразно профилираните пластини 2 са свързани чрез нитове. Пластините са последователно огънати в двете противоположни страни. Едната феродова накладката 1 е занитена към огънатите напред пластини, а другата 10 — към огънатите назад. По такъв начин между накладките в непритиснато състояние има хлабина 1–2 mm.

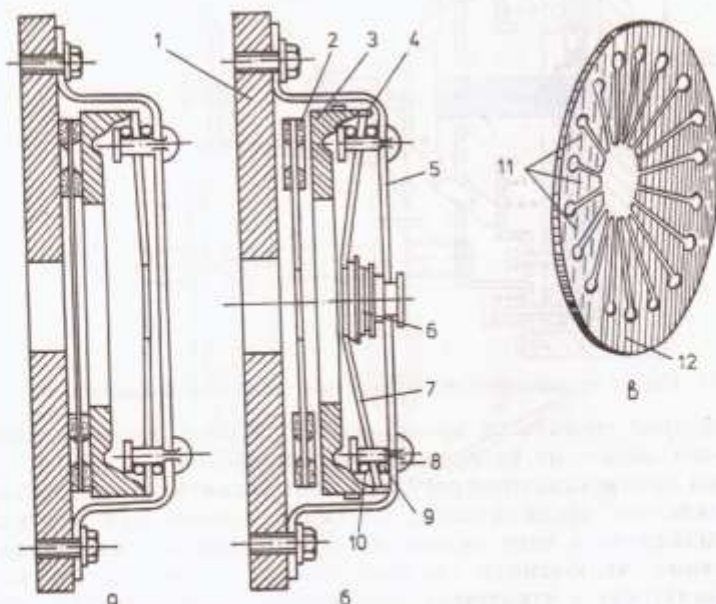
При включване на съединителя профилираните пластини се деформират и изправят еластично, като при това триещите се повърхнини плавно се увличат и силата на триене между тях постепенно нараства.

Пружините 8 са монтирани в свито състояние в правоъгълните отвори на диска 3, на фланеца на главината 6 и на диска 9 на гасителя. Дисковете 3 и 9 са съединени чрез шифтовете 5. За увеличаване на триенето между фланеца на главината и дисковете между тях са поставени триещи пръстени 4 от специален картон (паронит) и стоманена регулираща шайба 7. От дебелината на регулиращата шайба зависи големината на триенето между пръстените 4, дисковете 3 и 9 и фланеца на главината. Завъртането на диска 9 спрямо главината е ограничено от четирите шифта 5, които при максимално завъртане на диска опират в стените на П-образните изрези във фланеца на главината. Когато през съединителя не се предава въртливо движение, прорезите на диска 3 и на фланеца на главината 6 съвпадат (фиг. 11.8 б). При включен съединител движението се предава от диска 3 през пружините 8 към главината. Пружините се свиват и дискът малко се завърта спрямо главината, в резултат на което плавността на предаването се подобрява (фиг. 11.8 а). По

този начин, когато в силовото предаване се появяват усукващи трептения, дискът и главината се завъртат един спрямо друг, което е съпроводено с триене помежду им и чрез това – с гасене (намаляване) на трептенията.

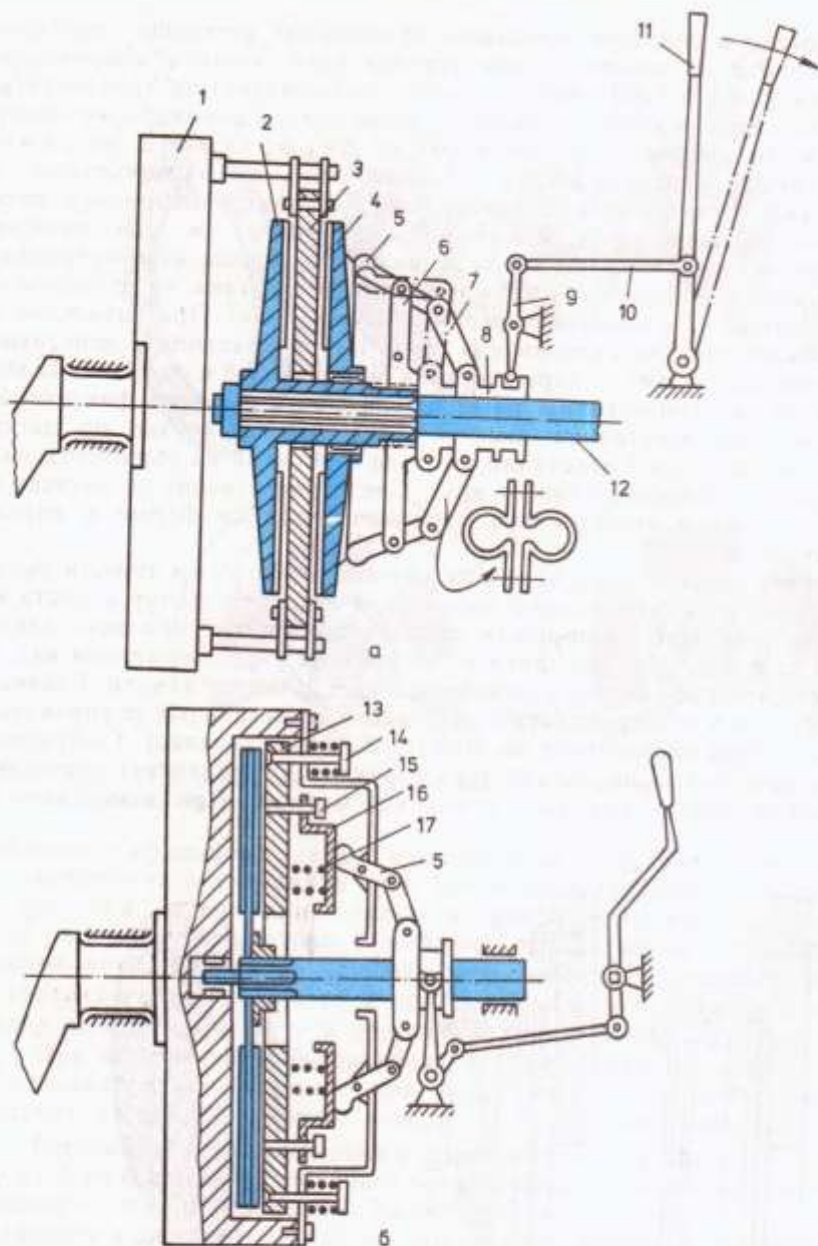
В някои съединители вместо периферно разположени цилиндрично навити спирални пружини дисковете се притискат от диафрагмена пружина (фиг. 11.9). Такива конструкции са по-подходящи за бързовъртящи се съединители, тъй като понасят по-добре центробежните инерционни сили. Диафрагмената пружина има паничкообразна форма и при включен съединител притиска задвижвания 3 и задвижвания 2 диск към маховика 1 (фиг. 11.9 а). Самата диафрагмена пружина е прорязана така, че се състои от множество пластини 11 с обща периферия 12 (фиг. 11.9 в). При натискане на лагера 6 за изключване на съединителя (фиг. 11.9 б) пластините действуват като двураменен лост – имат опора в кожуха 5 чрез нита 8 и опорните телени пръстени 9 и 10, а външното им рамо (периферията 12) чрез фиксатора 4 издърпва осово притискателния диск 3. Така при натискане на лагера 6 диафрагмената пружина 7 еластично се огъва в обратна на първоначалната си форма и отделя дисковете един от друг. След прекратяване на натиска на лагера 6 тя еластично възстановява първоначалната си форма и отново притиска дисковете.

В тракторите се използват непостоянно включени триещи съединители (фиг. 11.10 а), които водачът включва и изключва ръчно с лоста 9 и пръта 10. При този тип съединители липсват пружините, притискателните дискове 2 и 4 са с феродови накладки и са свързани със задвижвания вал 12. Задвижваният диск 3 се свързва с маховика 1 чрез шлицови канали. Главната особеност се състои в конструкцията и действието на механизма за управление на съединителя. При преместване на муфата 8 напред (наляво) Г-образните лостчета 5 се завъртат също наляво чрез планките 7 и притискат феродовия диск към задвижвания – предава се въртящ момент. При изместване на



Фиг. 11.9. Съединител с диафрагмена пружина





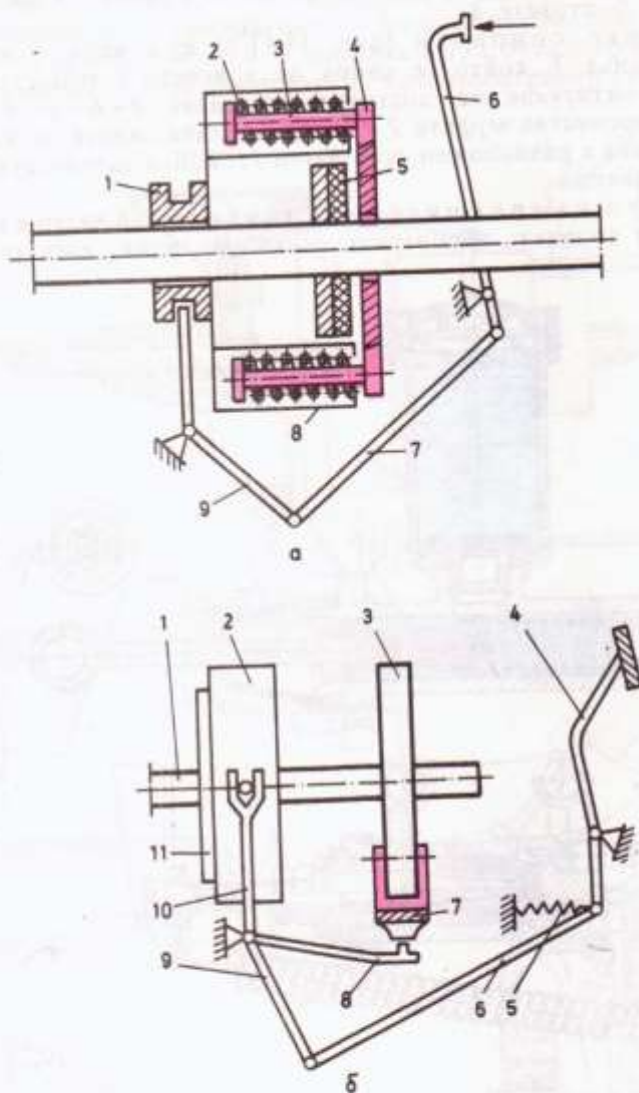
Фиг. 11.10. Схеми на еднодискови непостоянно включени съединители

ръчката 11 напред муфата се връща и Г-образните лостчета освобождават притискателния диск – не се предава въртящ момент.

Силата на притискането се регулира чрез завинтване на кръстачката 6. За да не се изключва съединителят, планките преминават вертикалното си положение; макар че в него силата на притискането е най-голяма.

Непостоянно включените съединители са по-прости по конструкция, по-лесно се задържат в изключено положение, но включването им не е така плавно. Освен това при износване на феровите накладки отслабва силата на

притискането и дисковете започват да буксуват. Тези недостатъци могат да се намалят чрез поставянето на т. нар. компенсиращи пружини между притискателните лостчета и притискателния диск (фиг. 11.10 б). Притискателният диск 13 е задвижващ и е свързан с опорния капак чрез отделящите болтове с пружини 14, а задвижваният диск е с феродови накладки. Това наподобява конструкцията на еднодисковия постоянно включен съединител. Тук обаче компенсиращите пружини 17 не са достатъчно силни за предаване на въртящия момент. Това се постига чрез Г-образните лостчета 5, които притискат опорния диск 16 и чрез него — пружините на притискателния диск. Болтовете 15 свързват опорния диск с притискателя и ограничават изместването на опорния при изключване на съединителя. В това положение компенсиращите



Фиг. 11.11. Схеми на спирачки



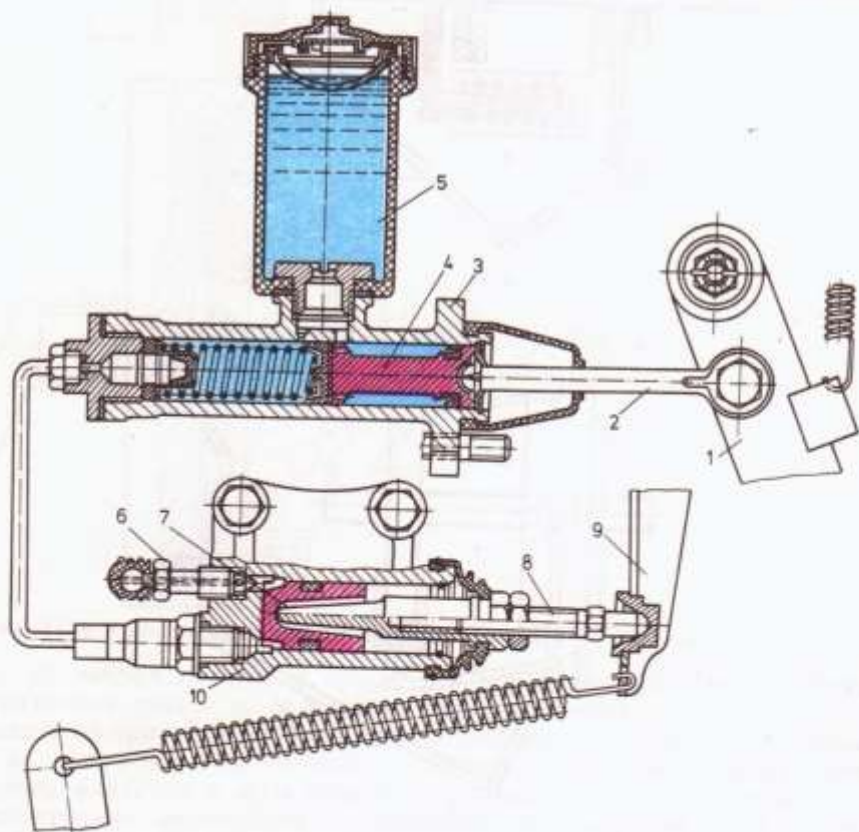
пружини намаляват пъргавината си и пружините 14 отделят притискателния диск от задвижвания.

В повечето конструкции трактори освен непостоянно включения триещ съединител в силовото предаване влиза и *спирачка на съединителя*. Предназначена е да спре въртенето на вала на съединителя след изключването му. Това е необходимо за по-лесното и безударно превключване в предавателната кутия. Разпространени са триещите дискови и челюстни спирачки.

При дисковата спирачка (фиг. 11.11 а) неподвижно закрепеният върху вала и въртящ се заедно с него диск 5 с феродова накладка се спира вследствие на триенето между него и невъртящия се стоманен диск 4, който може да се премества само осово. Това се осъществява чрез натискане на лостовата предавка 6—7—9, която осово премества муфата 1 заедно с чашата 8, пружините 2 и болтовете 3.

В челюстните спирачки (фиг. 11.11 б) към вала 1 неподвижно е закрепен барабанът 3, който се спира от триенето с челюстта 7. Тя се задействува при натискане на лостовата предавка 4—6—9—8—10, като едновременно се премества муфата 2 и се преодолява силата на възвратната пружина 5. В муфата е разположен осов лагер 11, който задействува триещия съединител на трактора.

Включването на триещите съединители най-често е механично. За да се облекчи водачът, използват се хидравлични, електровакуумни,

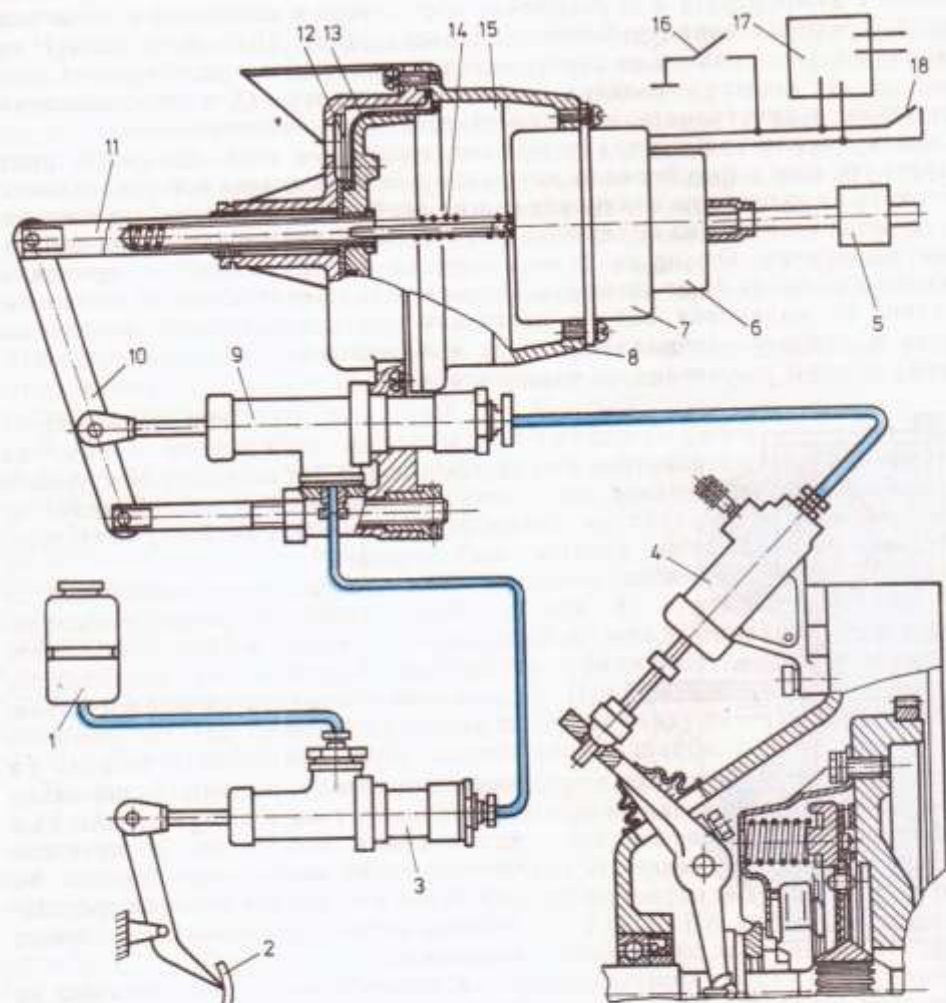


Фиг. 11.12. Хидравлично включване на автомобилен съединител

пневматични и други механизми, с които се намалява необходимата сила, прилагана от водача.

При хидравличното включване натискът от педала за съединителя чрез лоста 1 (фиг. 11.12), пръта 2 и буталото 4 на главния цилиндър 3 се предава на работната течност. Тя постъпва под налягане в цилиндъра 10 и избутва буталото 7 и пръта 8, който натиска лоста-вилка 9 на съединителя. Хидравличното масло се подава от резервоара 5, а болтът 6 служи за обезвъздушаване.

Електровакуумното включване на съединителя се прилага в някои леки автомобили. То действа успоредно на хидравличното включване на съединителя (фиг. 11.13), състоящо се от педал 2, главен цилиндър 3 с резервоар 1, цилиндър 4 и маслопровод. Електровакуумното задвижване обхваща камера 8, електромагнит 7 с блок на автоматиката 17, електрически изключвател 16 и цилиндър 9. Мембраната 13 с буталото разделя камерата на две пространства — пространството 12 на атмосферното налягане и херметизи-



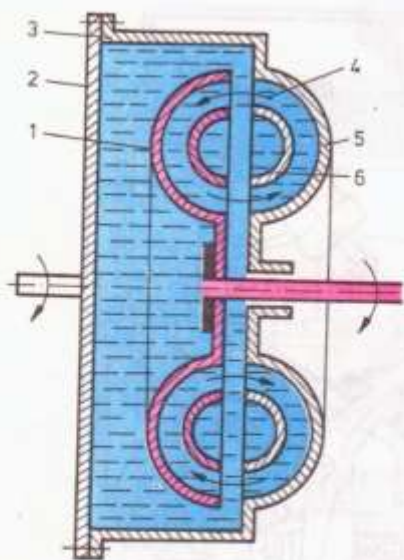
Фиг. 11.13. Електровакуумно включване на съединител



раното пространство 15 с регулируемо налягане. Пространството 15 чрез клапана 6 и обратния клапан 5 може да се свързва с всмукателния тръбопровод (колектор) на ДВГ. Електромагнитът, като въздейства на клапана 6 чрез блока на автоматиката, управлява автоматично включването на съединителя чрез пръта 11, лоста 10 и буталото на цилиндъра 9. Буталото на този цилиндър управлява постепенното протичане на работната течност от цилиндъра 4 в управляващия цилиндър 9. Така се осигурява плавно включване на съединителя. Сигнал за включване и изключване се подава от водача чрез натискане на бутона за електрическия изключвател 16, монтиран на лоста за превключване на предавките от предавателната кутия или на таблото с уреди.

Между пръта 11 и котвата на електромагнита са разположени две пружини 14. Според издърпването на пръта навътре в камерата двете пружини се свиват и нараства силата, с която действуват на котвата на електромагнита. Докато силата, развивана от електромагнита, е по-голяма от силата на пружините, неговата котва, съединена с подвижното легло на клапана 6, е изместена към буталото. Вследствие това пространството 15 на камерата не е свързано с атмосферата и се съединява през отвора в клапана 6 и обратния клапан 5 с всмукателния тръбопровод (колектор) на ДВГ. Щом силата на пружините надвиши силата на електромагнита, котвата му се премества към клапана и се затваря връзката на пространството 15 с всмукателния тръбопровод, а пространството 15 се свързва с атмосферата.

Силата на електромагнита зависи от силата на тока, протичащ през намотката му, която чрез блока на автоматиката се намалява при увеличаване на честотата на въртене на колянния вал на двигателя. При по-малка сила на тока с по-малко свиване на пружините 14 тяхната сила се изравнява със силата от електромагнита. От друга страна, силата на пружините се намалява с излизането на пръта 11 от камерата. Поради това с увеличаване на честотата на въртене на колянния вал на двигателя прътът постепенно излиза от камерата и притиска задвижвания диск към маховика на двигателя, като осигурява плавно включване на съединителя.



Фиг. 11.14. Схема на хидродинамичен съединител

Чрез електрическия изключвател 18 може да се изключи блокът на автоматиката. Тогава електровакуумната част не действа и съединителят се включва само с хидравличния механизъм чрез педала.

Хидродинамичните съединители се вграждат в силовото предаване последователно с триещ дисков съединител. При тях енергията на въртеливото движение се предава на маслен поток, циркулиращ между две хидравлични козела. Чрез кинетичната енергия на масления поток механичното движение се предава от вала на двигателя към задвижвания вал. За да се прекъсне силовото предаване (при пускане на двигателя или превключване на предавателната кутия), необходим е и триещ съединител.

Принципното устройство само на хидродинамичния съединител (фиг. 11.14) е следното. Към вала на ДВГ здраво са



съединени капакът 2 и помпеното хидравлично колело 3. Те образуват затворено с уплътнители работно пространство, в което е разположено турбинното хидравлично колело 1, закрепено на изходящия към силовото предаване вал. Този вал минава през уплътнители, възпрепятстващи изтичането на маслото, с което е запълнено работното пространство. Помпеното и турбинното колело имат подобни конструкции. Всяко от тях се състои от външен 5 и вътрешен 6 венец (с форма на половина от геометричното тяло тор) и плоски лопатки 4, разположени радиално между венците. Така и в двете колела се образуват радиални канали, оградени от по две съседни лопатки и двата венца. Помпеното и турбинното колело са разположени съвсем близко едно срещу друго, така че началото и краят на каналите им съвпадат. Когато помпеното колело се върти, маслото в каналите му под действието на центробежната сила се отдалечава от оста на въртене и попада в каналите на турбинното колело. Така маслото се завърта по каналите между двете хидравлични колела (вж. стрелките) и увлича във въртене турбинното колело.

При автомобилните хидродинамични съединители (фиг. 11.15) с подходящо по вискозитет (рядко и непенешо се) масло се залива 80–85 % от обема на затвореното пространство 6 (включително обема на двете хидравлични колела). Движението се предава от помпеното колело 1 през турбинното колело 2, изходящ вал и еднодисковия триещ съединител 3. За уплътняване и неизтичане на маслото от затвореното с капака 4 (заварен към 1) пространство служи уплътнението 5. То се притиска от пружината 6.

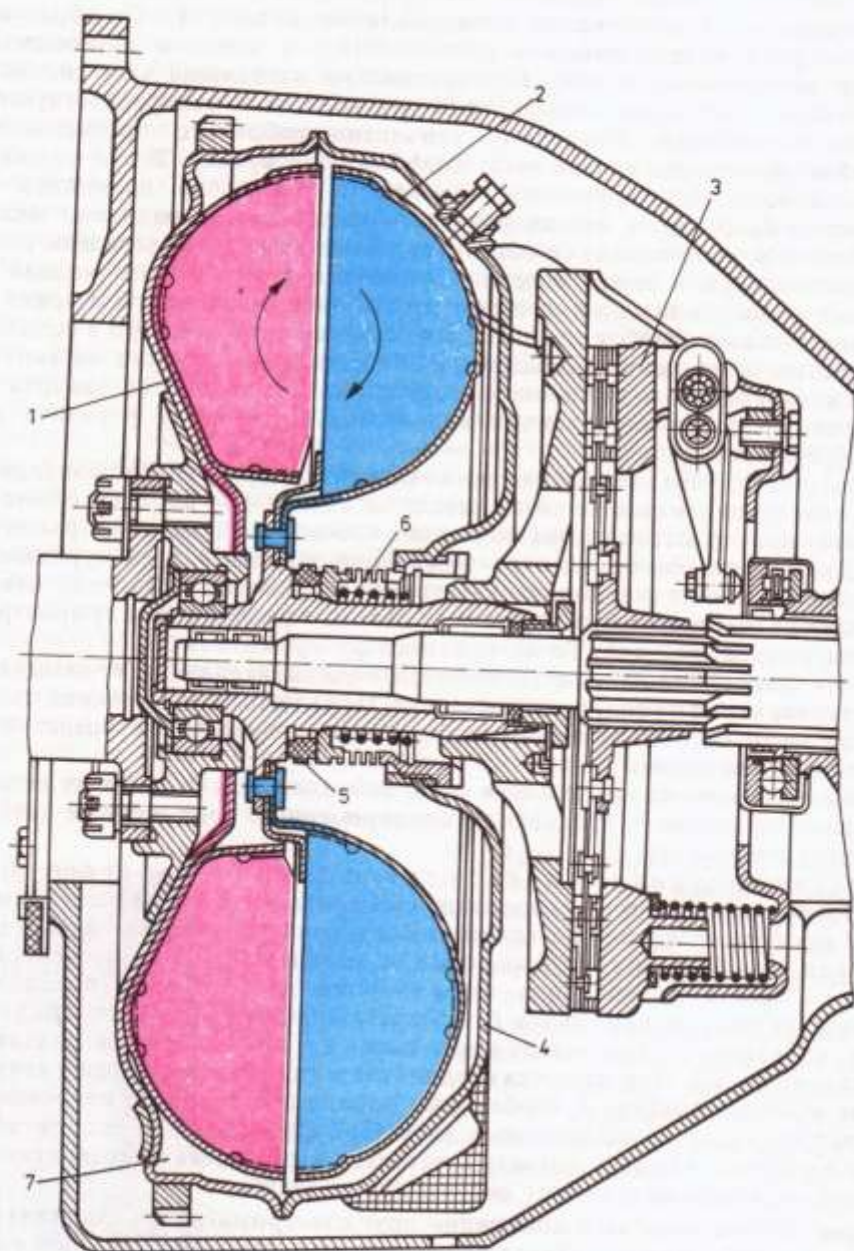
Голямо предимство на хидродинамичните съединители е, че те намаляват резките натоварвания на силовото предаване. Поради това се удължава дълготрайността му и се подобрява проходимостта на превозното средство по рохкави пясъчливи терени.

Електромагнитните съединители също позволяват да се намалят резките натоварвания на силовото предаване и едновременно с това лесно се автоматизира управлението му.

В електромагнитния дисков триещ съединител от фиг. 11.16 а при подаване на електрическо напрежение към контактите 6 през намотките на котвата 5 протича електрически ток по посока, означена с кръгче и знак „+“ (от читателя към фигурата), който поражда магнитно поле с насоченост на стрелките. Котвата се привлича към опорния диск 4, като преодолява отблъскващата сила от пружината 7, намалява хлабината  $\delta$  и през шпилките, които я свързват с притискателния диск 8, притиска към маховика 1 задвижвания диск 2. При включен съединител между опорния диск и котвата се запазва известна хлабина  $\delta$ , необходима поради постепенното износване на феродовите накладки на задвижвания диск. При прекъсване на напрежението пружините избутват обратно котвата и натискът върху диска се прекратява. За регулиране на хлабината служат регулиращите шайби 3.

На фиг. 11.16 б е показан принципно друг електромагнитен съединител – с прахообразен ферит. Прахът с размери на частиците 5 до 10  $\mu\text{m}$  е с повишена химична чистота, като всяка частица е покрита химично с антикорозионен слой или пък прахът е от корозиоустойчива стомана. Задвижван е дискът 2, който е съединен с изходящия вал 4. Електромагнитната котва 1 е съединена с маховика на двигателя и се върти заедно с него. По диска има издатини, които заедно с общата му форма образуват множество лабиринти 3 с котвата. Под действието на центробежната сила прахообразният ферит се задържа към периферната част на съединителя. Когато се подаде електрическо напрежение в намотката на котвата и се породи магнитно поле, множеството от феритни частички образува по магнитните линии мостчета, които задържат чрез

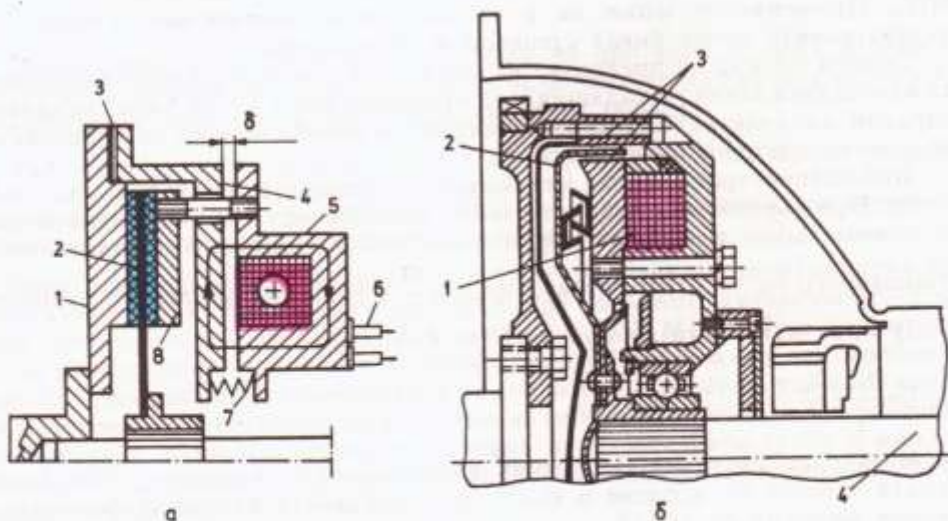




Фиг. 11.15. Автомобилен хидродинамичен съединител

механично триене между праховите частички задвижвания диск към въртящата се котва. Така въртеливото движение се предава към изходящия вал. При прекъсване на електрическия ток мостчетата от праховоферитни частички се разрушават и съединителят е изключен.

Електромагнитните съединители са по-тежки и по-скъпи.



Фиг. 11.16. Електромагнитни съединители

#### Въпроси и задачи

1. Какви предимства и недостатъци имат различните схеми на силово предаване?
2. Като изхождате от предназначението на съединителя какви са изискванията спрямо функционирането и управлението му?
3. Подредете положителните и отрицателните качества на различните видове съединители!

### 11.3. ПРЕДАВАТЕЛНА КУТИЯ

#### 11.3.1. Общи сведения

Предавателната кутия служи за променяне на теглителната сила на задвижващите колела и скоростта на движение на АТК, за обръщане на посоката на движение (от преден на заден ход и обратно) и за продължително прекъсване на силовото предаване (престой с работещ двигател или движение по инерция).

Когато съпротивлението срещу движението на превозното средство нараства (например на наклонен участък, разбит път, труднообработваема почва и т. н.), честотата на въртене на задвижващите колела спада, защото спада честотата на въртене на двигателя и ако съпротивлението продължава да расте, двигателят може да загасне. Това е следствие от свойството на ДВГ да работи устойчиво и икономично само при определен интервал на честота на въртене (вж. фиг. 10.2). В такива случаи предавателната кутия позволява да се промени съотношението между честотата на въртене на задвижващите колела и на двигателя така, че честотата на въртене на двигателя да се увеличи и да се избегне загасването му.

С предавателната кутия може да се променя въртящият момент и скоростта на движение, като се променя отношението на честотата на въртене  $n_n$  на входящия в нея и честотата на въртене  $n_i$  на изходящия вал. Това отношение

$i = \frac{n_n}{n_i}$  може да се променя в определени граници за всеки конкретен модел



МПС. Променянето може да е степенно или безстепенно. Според това предавателните кутии биват степенни и безстепенни.

Според начина на предаване на движението от задвижващия (входящия) вал към задвижвания (изходящия) вал предавателните кутии биват механични, хидравлични, електрически и комбинирани, а според начина на управлението им – неавтоматични и автоматични.

Най-разпространени са механичните предавателни кутии със зъбни колела. При въртенето на малкото зъбно колело с честота  $n_1$ , зацепеното с него по-голямо зъбно колело се върти с честота  $n_2$ , която е по-малка от  $n_1$ .

Отношението на честотите на въртене  $i = \frac{n_1}{n_2}$  е равно на обратното отношение между броя на зъбите на колелата, т. е.

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}.$$

Когато са свързани (зацепени) последователно няколко зъбни колела, тяхната честота на въртене и съответно на техните валове се пресмята по следния начин (фиг. 11.17):

а) при включване на преден ход

$$i_{\text{пх}} = \frac{n_A}{n_B} = \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{n_2'}{n_3};$$

б) при включване на заден ход

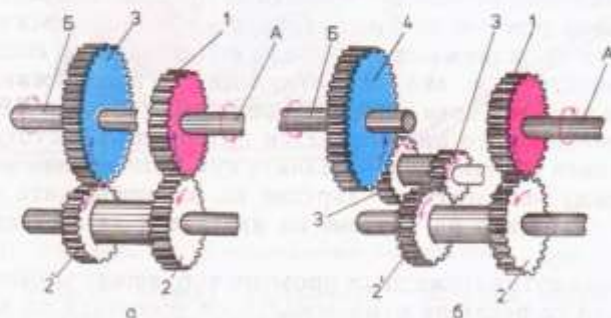
$$i_{\text{зх}} = \frac{n_A}{n_B} = \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{n_2'}{n_3} \cdot \frac{n_3'}{n_4}.$$

Като се вземе предвид броят на зъбите за всяко колело, за предавателното отношение се получава:

а) при включване на преден ход

$$i_{\text{пх}} = \frac{n_A}{n_B} = \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{n_2'}{n_3} = \frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{z_3}{z_2'};$$

б) при включване на заден ход



Фиг. 11.17. Схема на включване на преден и на заден ход в предавателна кутия

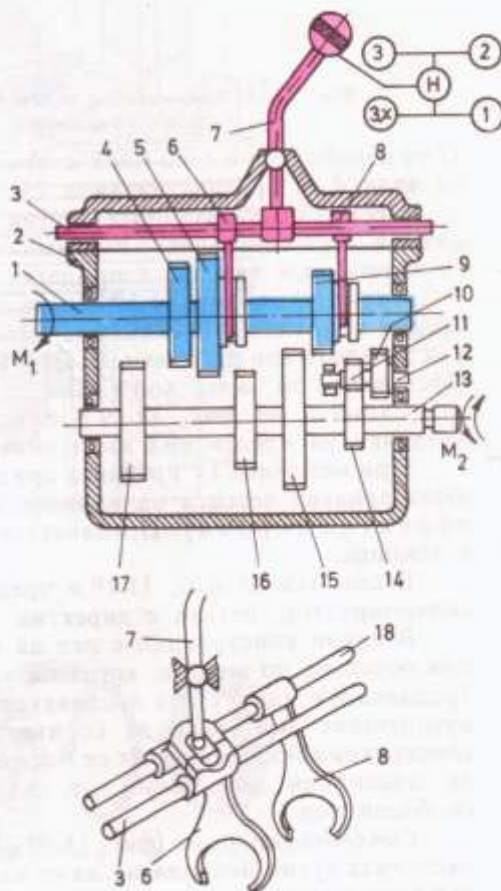
$$i_m = \frac{n_A}{n_B} = \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{n_2}{n_3} \cdot \frac{n_3}{n_4} = \frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{z_3}{z_2} \cdot \frac{z_4}{z_3}$$

Съпоставянето на двете схеми показва, че при една и съща посока на въртене на входящия вал *A* вследствие на включването на зъбните колела 3 и 3' посоката на въртене на изходящия вал *B* се обръща.

Тъй като в горните формули  $\frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} = i_1$ ,  $\frac{z_2}{z_3} = i_2$  и т. н., то общото предавателно число  $i_0$  между два вала е равно на произведението от предавателните числа на отделните предавки —  $i_0 = i_1 \cdot i_2 \cdot \dots \cdot i_n$ .

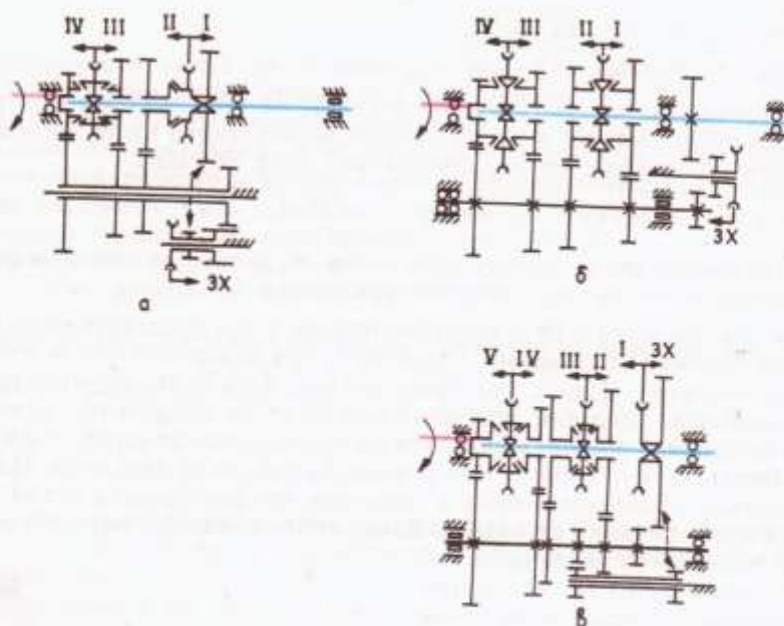
Броят на предавките (степените) на преден ход в предавателната кутия при леките автомобили обикновено е от 3 до 5, при товарните автомобили — 5 до 7, при мотокарите — 2 до 3, при тракторите — 4 до 7. Мощността на двигателите се използва по-добре при по-голям брой на предавките; едновременно с това се подобрява и икономичността на превозното средство, тъй като могат да се подбират по-точно подходящи режими на работа на двигателя. По-големият брой предавки обаче усложнява и оскъпява предавателната кутия и изисква по-висока квалификация от водача. Влиянието на тези противоречиви фактори обяснява постепенно увеличаващото се разпространение на автоматизираните безстепенни предавателни кутии.

Принципното устройство на степенна предавателна кутия е илюстрирано чрез схемата от фиг. 11.18. В картера 2 са поместени валове, зъбните колела, вилките и плъзгачите за превключване, лагерите и маслото за мазане. Картерът се свързва чрез болтове или шпилки към картера на съединителя (при автомобилите и карите) или към задния мост (при тракторите). При I предавка превозното средство се движи най-бавно. Тогава вилката 8 е избутана наляво така, че зъбните колела 9 и 15 са зацепени. Движението от задвижващия вал 1 през шлицы се предава на зъбните колела 9 и 15 върху задвижвания вал 13. По-бърза е II предавка, при която вилката 6 е избутана наляво така, че са зацепени зъбните колела 4 и 17. Зъбните колела 4 и 5 и муфата за вилката 6 образуват едно цяло блокче, което по шлицы се движи върху вала 1. Най-бърза е III предавка, при която вилката 6 е избутана чрез плъзгача 3 и доста за превключване 7 надясно. Зацепени са зъбните колела 5 и 16 и движението се предава от вала 1 към вала 13. На заден ход вилката 8 от плъзгача 18 е избутана надясно. Последователно зацепени са зъбните колела 9, 10, 11 и 14. Колелата 10 и



Фиг. 11.18. Схема на тристепенна предавателна кутия





Фиг. 11.19. Кинематични схеми на автомобилни предавателни кутии

II са изработени в едно блокче, което е поставено на оста 12. Така движението от вала I се предава на вала 13, но в обратна посока на въртене.

Често предавателните кутии се изобразяват чрез кинематична схема. При съставянето им няма общоприета графична символика. Ето защо се налага към тях да се прилагат обяснителни текстове.

Схемата от фиг. 11.19 а е на предавателна кутия с четири предавки на преден ход, като I предавка се включва чрез зъбна муфа без синхронизатор, а останалите три предавки (II, III и IV) — чрез зъбни муфи със синхронизатори. Предавката за заден ход (3X) е също без синхронизатор.

Схемата на фиг. 11.19 б е на предавателна кутия, в която четирите предавки на преден ход имат синхронизаторно превключване.

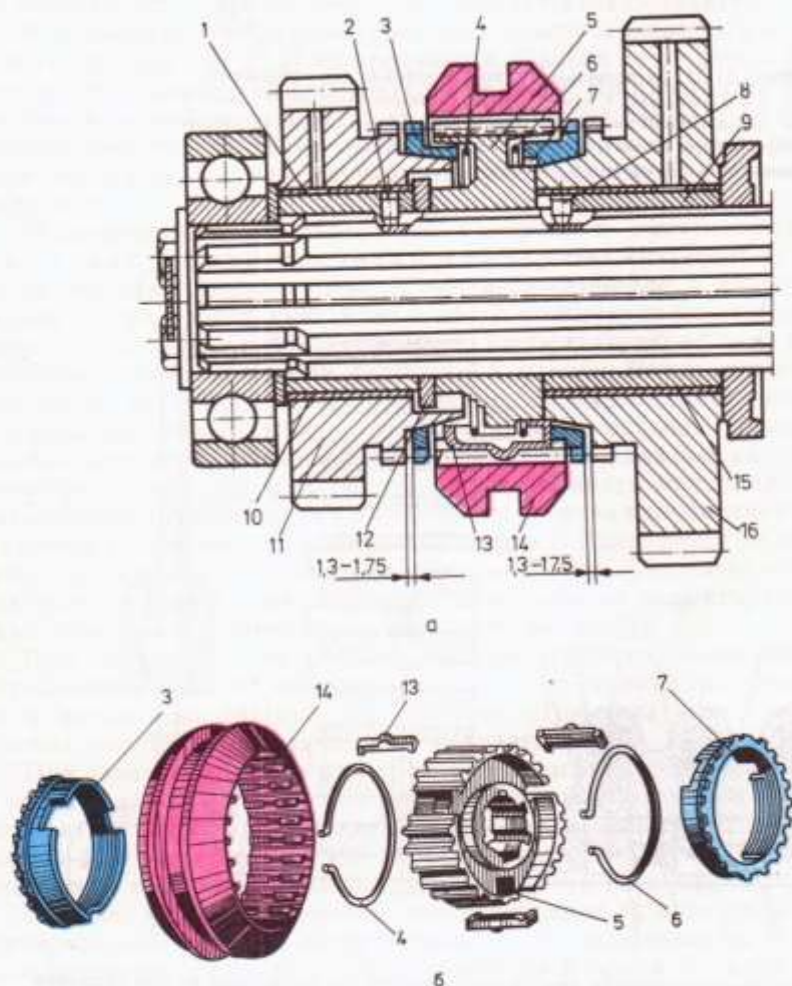
При включена IV предавка при схемите а и б входящият и изходящият вал имат еднаква честота на въртене, поради което такава предавка се нарича директна (права). Предавателното отношение при директната предавка е единица.

В схемата от фиг. 11.19 в предавките са шест. Първата предавка няма синхронизатор, петата е директна, а шестата е за заден ход.

В някои конструкции с цел да не се задържа автомобилът от двигателя при спускане по наклон, когато е включено силовото предаване, последната предавка (IV или V) има предавателно отношение по-малко от единица. Така изходящият вал може да се върти по-бързо от колянвия вал. В други конструкции подобен ефект се постига чрез вграждане в предавателната кутия на специални механизми — т. нар. еднопосочни съединители за свободен ход.

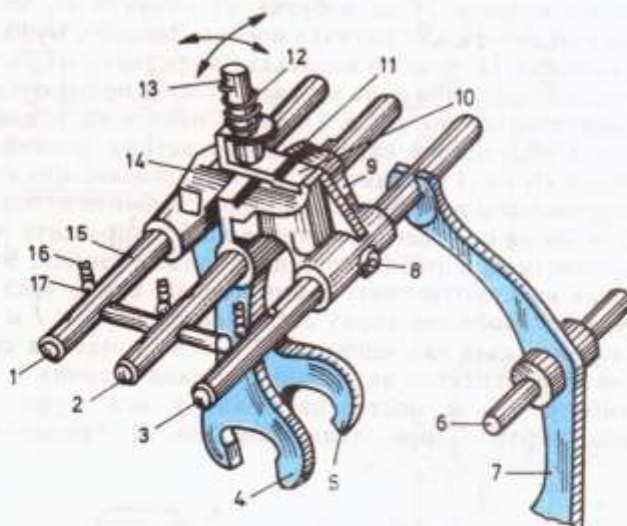
Синхронизаторите (фиг. 11.20 а) за превключване на предавките в предавателните кутии позволяват да се извърши превключването леко и безударно, тъй като се осъществява след изравняване на честотите на въртене на съответния вал и на зъбното колело. При превключването например от II на III

предавка или обратно муфата 14 се избутва от вилката на механизма за превключване осово към лагера в обратната посока. Заедно с муфата в същата посока се увелича и камъкът 13, защото издатъкът в средната му част влиза във вътрешния кръгов канал през зъбите на муфата. В това положение капакът се задържа от пружинните пръстени 4 и 6. Осовият натиск на превключващата вилка се предава от муфата през капака на съответния блокиращ пръстен 3 (при превключване от III на II предавка се притиска блокиращият пръстен 7). Пръстените 3 и 7 са изработени от бронз и допират зъбните козела 11 и 16 по конусни повърхности. За да се избегне задиране на блокиращите пръстени, по конусните им повърхности са изработени спираловидни канали. Блокиращите пръстени се притискат към съответните зъбни козела, които чрез бронзовите втулки 10 и 15 се въртят свободно върху стоманените втулки 1 и 9. Втулките вследствие на занитените към тях шифтове 2 и 8 не могат да се превъртат спрямо шлицовия вал. Закрепената на шлицы към вала главина 5, отделена от втулката 1 с шайбата 12, и поставената върху нея муфа 14 увеличат последователно във въртене (при включване на II предавка) пръстена

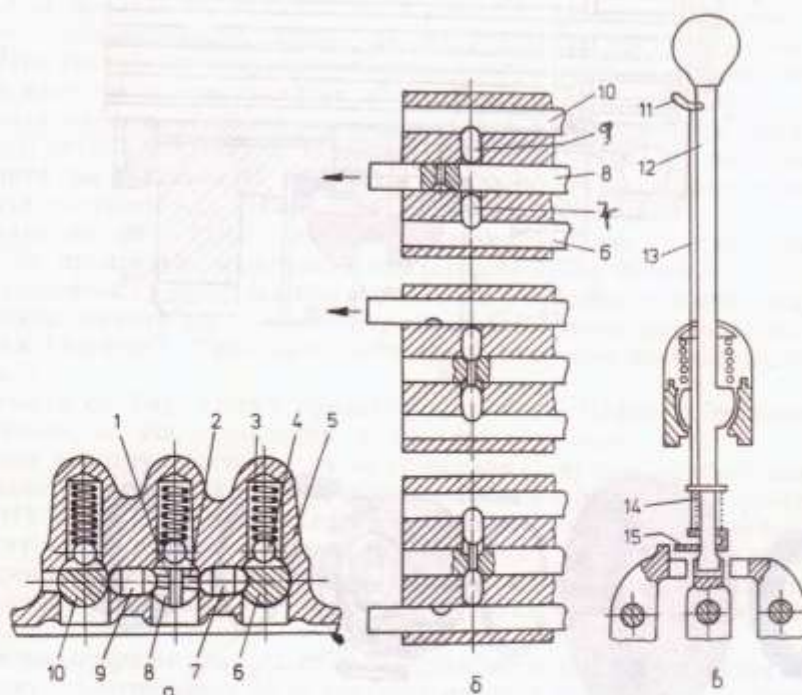


Фиг. 11.20. Синхронизатор





Фиг. 11.21. Механизъм за превключване на предавките  
1, 2 и 3 – плъзгачи; 4, 5 и 7 – вишки; 6 – направляваща ос; 8 – винт; 9, 11 и 14 – закрепващи части на вишките с гнезда за лоста за предавките; 10 – предавката платина за включване на заден ход; 12 и 16 – пружини; 13 – лост за предавките; 15 – изрези; 17 – сачми



Фиг. 11.22. Приспособления против самонизключване, включване на две предавки и произволно включване на заден ход

3 и зъбното колело 11 или съответно (при включване на III предавка) пръстена 7 и зъбното колело 16. Изравняването на честотата на въртене на муфата, блокиращия пръстен и зъбното колело дава възможност за постепенно осово преместване на муфата, докато накрая тя застава едновременно зацепена към главината и специалния зъбен венец на зъбното колело. На фиг. 11.20 б е показан синхронизаторът в разглобен вид.

Механизмът за превключване на предавките (фиг. 11.21) трябва същевременно да предпазва от самоизключване, самовключване или пък едновременно включване на две и повече предавки. Водачът на МПС премества с ръка лоста 13 за предавките. Краят на този дост попада в гнезда, изработени във вилките. Гнездата представляват подходящи по форма и размери вдлъбнатини, в които може да влезе долният край на лоста. Водачът първо наклонява лоста от изходното му положение до желано положение, при което той влиза в гнездото на вилката за превключване. След това водачът наклонява лоста така, че избутва вилката заедно с плъзгача, към който тя е закрепена. При това вилката измества съответната зъбна муфа и превключването е осъществено. По обратен ред на действие се осъществява изключването.

В механизма за превключване има приспособление против самоизключване (фиг. 11.22 а) на предавките. Състои се от сачми 4 и пружини 3, монтирани в капака 5 на предавателната кутия. По плъзгачите 6 са изработени вдлъбнатини, които попадат под сачмите, щом зъбните колела и муфи се зацепват напълно. Сачмите, притискани от пружините 3, задържат плъзгачите с достатъчна сила срещу случайното им преместване и самоизключване на предавките.

Механизмът за превключване съдържа и приспособление против включване на две предавки едновременно (фиг. 11.22 а, б). То се състои от: осигурителен шифт 1, поставен свободно в напречния отвор на средния плъзгач 8; ограничителен шифт 2, поставен също свободно в напречен отвор на средния плъзгач, пробит перпендикулярно на първия отвор; ключалки 7 и 9, поставени свободно в отвори между плъзгачите. Когато плъзгачите са в неутрално положение, осигурителният шифт се скрива в отвора на плъзгача 8, а двете ключалки остават срещу страничните вдлъбнатини на плъзгачите 6 и 10. Сумарната дължина на двете ключалки и осигурителния шифт е по-малка от разстоянието между вдлъбнатините на двата крайни плъзгача само с дълбочината на една вдлъбнатина. С вътрешните си краища ключалките се допират до шифта 1. Едната част на ограничителния шифт се намира в плъзгача 8, а другата (горната) — в прореза на осигурителния шифт, който е два пъти по-дълъг от диаметъра на шифта 2. По такъв начин се ограничава изместването на шифта 1.

При задвижване на средния плъзгач (горното положение на схема б) вътрешните краища на ключалките излизат от леглата си в плъзгача 8 и попадат в леглата на другите два плъзгача. При това положение може да се включат предавки, свързани само с плъзгача 8.

При изместване на един от крайните плъзгачи (второ или трето положение на схема б) външният край на ключалката откъм изместения плъзгач излиза от вдлъбнатината, а вътрешният край избутва осигурителния шифт, който избутва другата ключалка във вдлъбнатината на другия краен плъзгач. Така винаги при изместване на един от плъзгачите останалите се фиксират.

На фиг. 11.22 в е показано приспособление за включване на заден ход, монтирано към лоста за превключване 12. За включване на заден ход трябва да се повдигне планката 15 чрез палеца 11 и пръта 13, като се преодолява силата на пружината 14. С приспособлението се предпазва несъзнателното включване на заден ход по време на движение. При някои МПС (главно леки



автомобили) това се постига чрез натискане на лоста за превключване, при което се преодолява пъргавината на пружината под него и се осигурява възможност за изместване на плъзгача за заден ход.

Предавателните кутии на някои МПС имат и блокиращо приспособление (фиг. 11.23). Чрез него превключването на предавките е възможно само при напълно изключен съединител, с което се избягва шумът при превключване и се намалява челното износване на зъбните колела.

При отпуснат педал 1 на съединителя (положение а) валът 4 е разположен така, че изрезът му се намира встрани от стеблото 5 на фиксатора 6. При това положение плъзгачът 7 не може да се измества. При натискане на педала чрез пръта 2 и рамото 3 прорезът на вала 4 се завърта към фиксатора, който вече може да се повдига и да позволява изместването на плъзгача (фиг. 11.23 б).

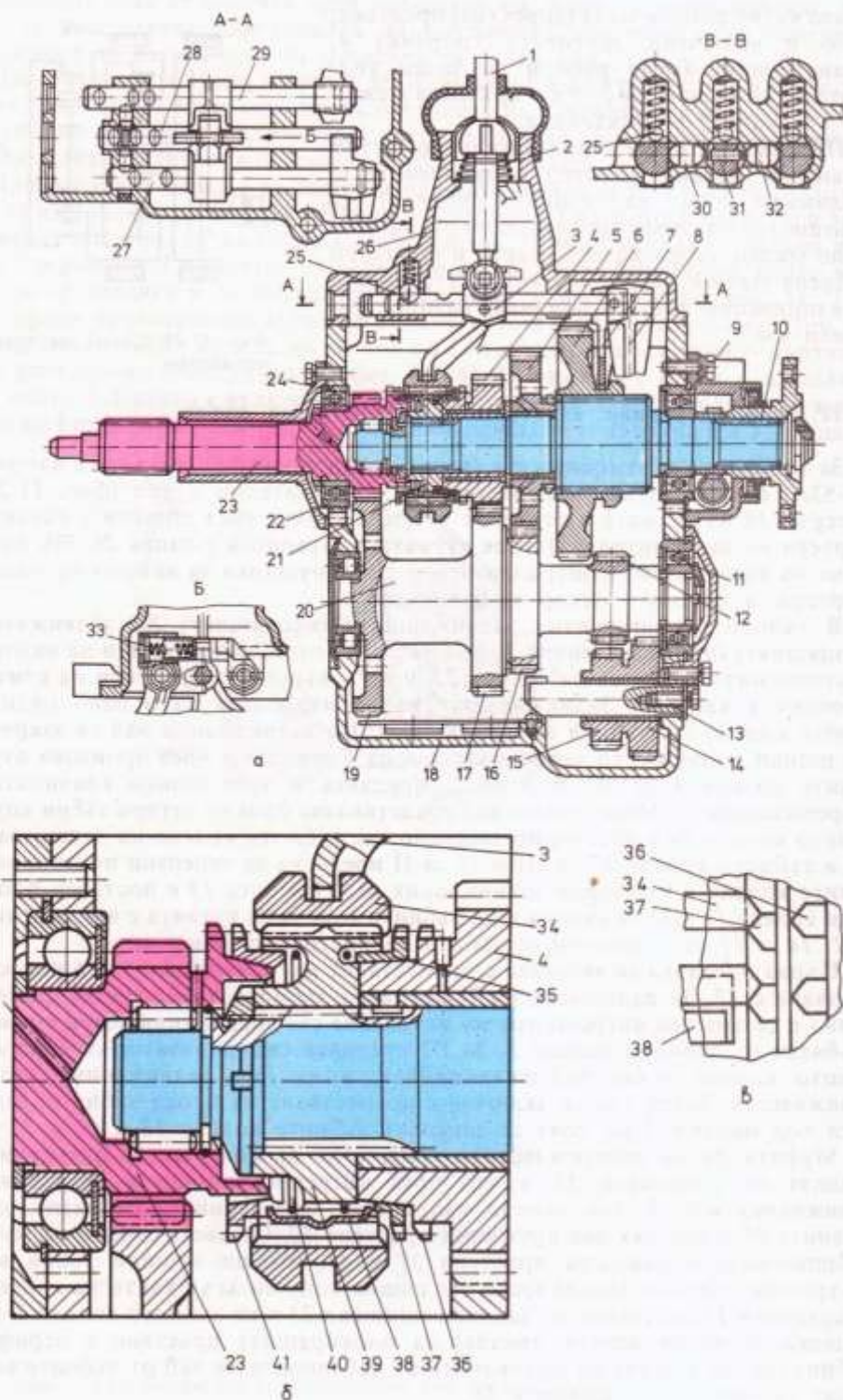
В някои предавателни кутии се използват *планетни механизми*. При тях осите на някои зъбни колела (наричани сателитни) са подвижни — въртят се около централна геометрична ос (фиг. 11.24). Задвижващ е валът 1, а задвижван — валът 5. Когато е включена лентовата спирачка 3, предавателната кутия работи на I предавка; когато е включен многодисковият съединител 2, предава-



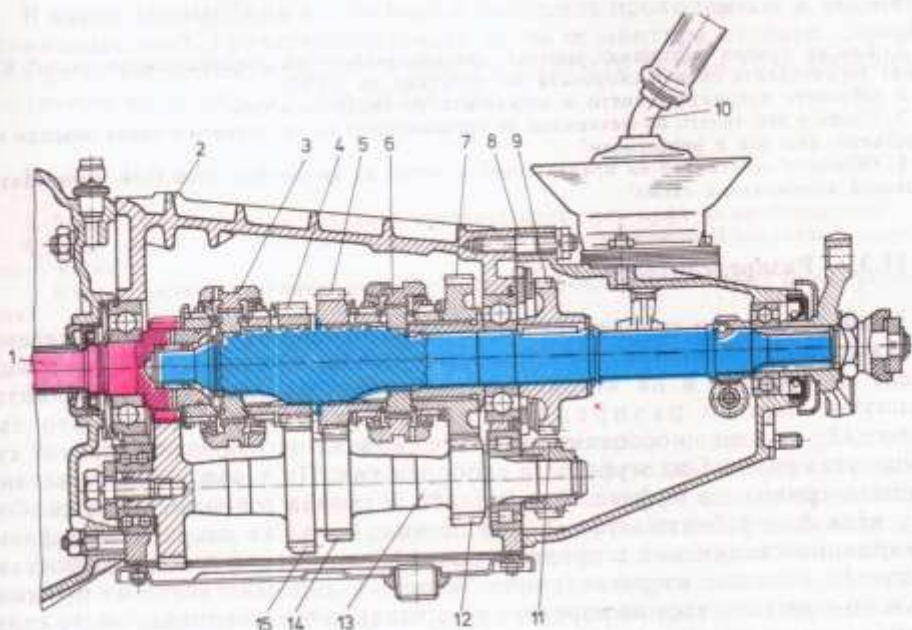
Фиг. 11.23. Блокиращо приспособление към предавателната кутия







Фиг. 11.25. Предавателна кутия на товарен автомобил ГАЗ-53А.



Фиг. 11.26. Предавателна кутия на автомобил ВАЗ-2101.

1 – задвижващ вал; 2 – куверт; 3 и 6 – синхронизатори; 4 и 15 – зъбни колела за III предавка; 5 и 14 – зъбни колела за II предавка; 7 и 12 – зъбни колела за I предавка; 8 – заден капак; 9 и 11 – зъбни колела за заден ход; 10 – лост за превключване; 13 – междинен вал

При включване на предавката, например III, вилката 3 премества муфата 34 към зъбното колело 4. В началото на преместването на муфата камъните избухват блокиращия пръстен 37 до допиране по конусната повърхност 35 от зъбното колело 4. Под действие на силите на триене пръстенът 37 се завърта спрямо муфата, нейните зъби се опират в зъбите на пръстена (фиг. 11.25 в) и възпрепятствуват по-нататъшното осово преместване на муфата. Когато честотата на въртене на зъбното колело 4 и на задвижвания вал се изравнят, изчезват силите, препятствуващи осовото преместване на муфата 34, и тя влиза в зацепване със зъбите на венца 36.

Механизмът за превключване действа аналогично на вече разгледания. В него освен изяснените вече елементи участвуват още лостът за превключване 1, пружините 2 и 33, вилката 7, закрепващата част 8, сачмите 25, плъзгачите 27, 28 и 29, ключалките 30 и 32, и шифтът 31.

Устройството на предавателната кутия на разпространените у нас леки автомобили ВАЗ е показано на фиг. 11.26, а кинематичната схема на същата кутия – на фиг. 11.19 б.

В мотокарите механичните предавателни кутии се използват все по-рядко. Тяхното устройство е подобно на автомобилните.

Тъй като тракторите работят при твърде различни натоварвания, техните предавателни кутии са с повече предавки както за преден, така и за заден ход. Особено има и в механизма за превключване – плъзгачите са с квадратно напречно сечение, вилките са заварени към тях, ключалките против едновременно включване на две предавки са пластинкови и трислойни.

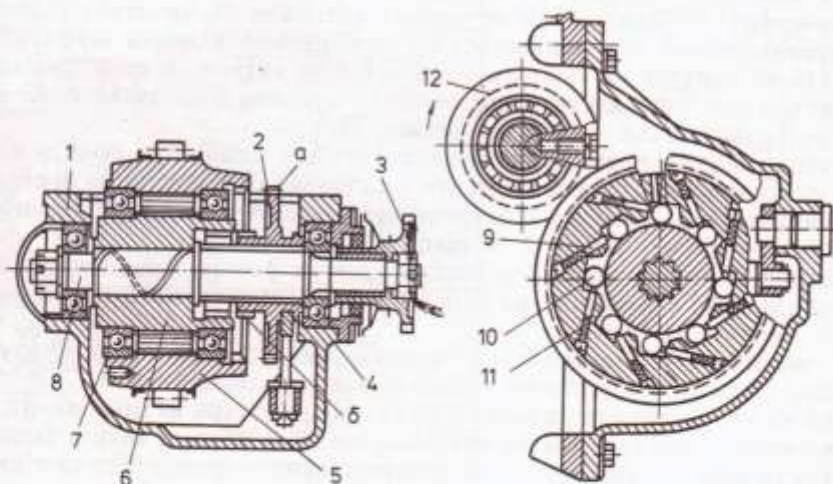


### Въпроси и задачи

1. Как се изменя въртящият момент при увеличаване на предавателното число? Как се изменят теглителната сила и скоростта на движение на АТК?
2. Обяснете предназначението и действието на синхронизатора.
3. Какво е действието на механизма за превключване на предавките и какви повреди могат да настъпят, ако той е неизправен?
4. Обяснете действието на предавателната кутия на автомобил ВАЗ 2101, като ползвате и дадената кинематична схема!

### 11.3.3. Разпределителни кутии

За да се увеличи сцеплението с почвата, необходимо за преодоляване на по-голямо съпротивление или при мека почва, в някои МПС въртящият момент се предава и на втория мост. Това се постига чрез допълнителен механизъм, наречен разпределителен (фиг. 11.27). Междинното зъбно колело 12 свързва постоянно зъбните колела от предавателната кутия с външната гривна 5 на муфата за свободен ход. По такъв начин се задвижва външната гривна на муфата. Вътрешната ѝ гривна 6 е монтирана свободно върху вала 8, а зъбната муфа 2 — на шлиц. Валът се свързва чрез фланеца 3 и карданно съединение с предния мост. Между двете гривни са поставени ролките 10, които се изтласкват чрез буталца 9 под действието на пружините 11 към по-плитката част на изрезите и по такъв начин заклинват двете гривни. Предният мост се включва автоматично, когато задните колела буксуват повече от 5—6 %, ако малкият венец на зъбната муфа е зацепен с гривната 6. Когато валът започне да се върти по-бързо от гривната със зъбното колело, ролките отиват в по-широката част на изрезите и движението не се предава от предния мост към предавателната кутия. При необходимост предният мост може да се включи принудително, като се блокира муфата за свободен ход чрез зъбната муфа 2 при зацепването на венца *a* с вътрешния венец на гривната 5. При твърд път предният мост се изключва чрез изместване на зъбната муфа 2 в крайно дясно положение. Валът е разположен върху лагерите 4 и 7 в тялото 1.



Фиг. 11.27. Разпределителна кутия

В някои автомобили и трактори с повишена проходимост (с два и повече задвижващи моста) разпределителната кутия се монтира отделно. Освен това с цел да се увеличи въртящият момент в повечето случаи този механизъм се конструира като двустепенен редуктор.

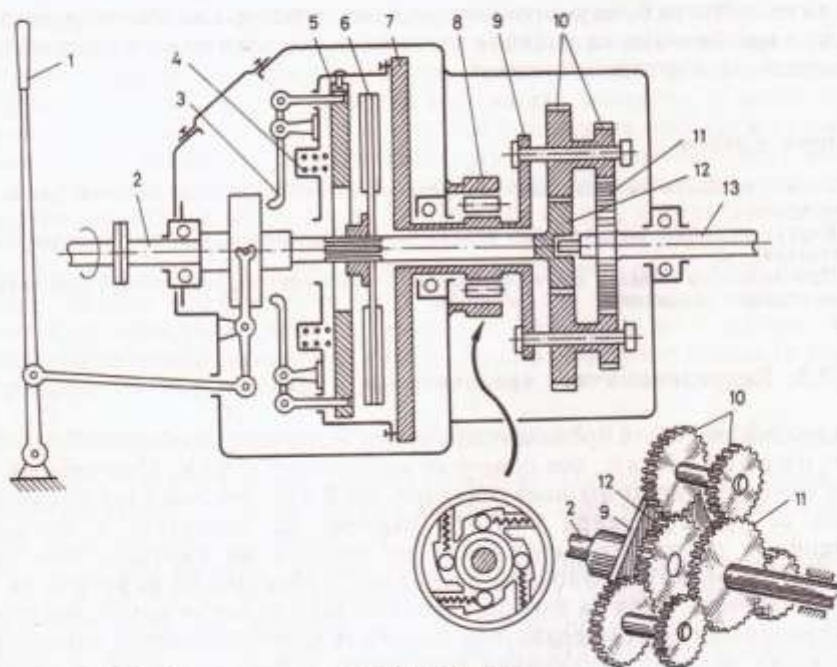
#### Въпроси и задачи

1. В кои случаи и как се задвижва предният мост чрез муфа за свободен ход?
2. Защо трябва да се включи вторият мост, преди да се включи II предавка в разпределителната кутия?
3. Къде се поставя червячният редуктор за скоростомера при наличието на разпределителна кутия?

#### 11.3.4. Увеличител на въртящия момент

За да се увеличава при необходимост въртящият момент, а следователно и теглителната сила на трактора, пред предавателната кутия се монтира допълнителен механизъм (фиг. 11.28). Той се състои от еднодисков постоянно включен съединител, планетен редуктор с две предавки и муфа за свободен ход.

Задвижващият феродов диск 6 на съединителя е поставен на шлицы върху вала на главния съединител. Задвижваният опорен диск 7 е изработен с водилото 9 на планетния редуктор. Задвижваният притискателен диск 5 чрез пружините 4 притиска постоянно задвижващия диск към задвижвания. Към издатъци на притискателния диск са закрепени шарнирно изключващите лостчета 3. Пред лостчетата е монтирана изключваща муфа със сачмен лагер. Тя е свързана чрез вилка с шанга с ръчния лост 1.



Фиг. 11.28. Увеличител на въртящия момент



Планетният редуктор е монтиран в задната част на тялото на увеличителя, която се запълва с масло. Водилото на редуктора се опира на сачмени лагери. Заедно с него се въртят и три двойни сателитни зъбни колела 10, монтирани върху оси с иглени лагери. Големите сателитни зъбни колела са зацепени постоянно със задвижващото (планетното) зъбно колело 12, монтирано неподвижно на задния край на задвижващия вал 2, който лежи във водилото на иглени лагери. Малките сателитни зъбни колела са постоянно зацепени със задвижваното зъбно колело 11, монтирано неподвижно в предния край (издатък) на задвижващия вал 13 на предавателната кутия, който за увеличителя е задвижван.

Върху главината на водилото е монтирана муфата за свободен ход 8.

Когато съединителят на увеличителя е включен, зъбното колело 12 и водилото се въртят като едно тяло и предават въртящия момент на зъбните колела 11 чрез сателитния блок. Въртящият момент се предава на задвижвания вал на предавателната кутия без промяна. При завъртане на водилото надясно ролките на муфата за свободен ход отиват в широката част на изрезите и не пречат на въртенето. При изключване на съединителя водилото се отделя от вала 2 и под действието на планетното зъбно колело и сателитния блок се завърта обратно. При това завъртане ролките се изместват в тясната част на изрезите и не позволяват на водилото да се върти. Сега въртящият момент от зъбното колело 12 се предава на зъбното колело 11, а следователно и на вала 13 чрез сателитния блок 10, който се върти около оста си. Тъй като диаметрите на зъбните колела са различни, въртящият момент на вала 13 се увеличава, което се отразява при всички предавки в предавателната кутия. Това позволява да се преодолее някакво допълнително съпротивление при потегляне или по време на движение на машината. След преодоляване на допълнителното съпротивление увеличителят се изключва чрез лоста 1.

За да се постигне безшумно превключване на зъбните колела в предавателната кутия, при изключване на главния съединител се изключва и съединителят на увеличителя на въртящия момент.

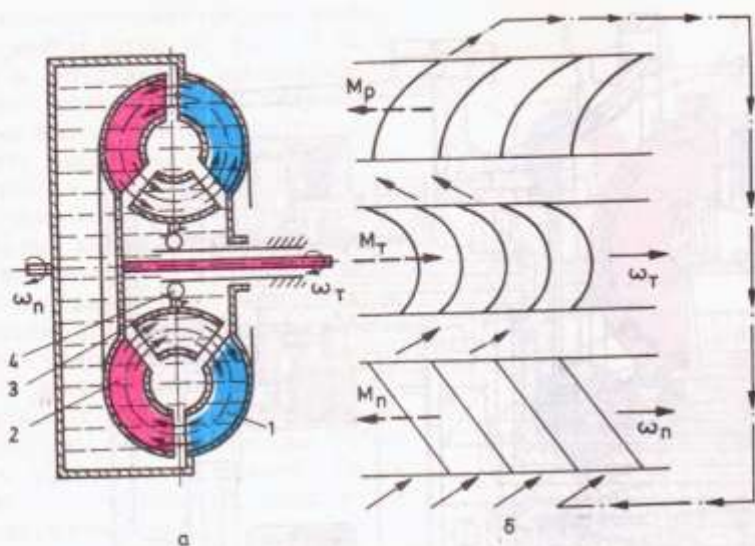
#### Въпроси и задачи

1. Колко предавки се получават в предавателната кутия при включен увеличител на въртящия момент?
2. Въртят ли се сателитните зъбни колела около собствената си ос при включен съединител на увеличителя?
3. Проследете на схемата как се изключва съединителят на увеличителя при натискане на педала на главния съединител!

### 11.3.5. Хидродинамични предавателни кутии

Хидродинамичните предавателни кутии, наричани накратко хидродинамични предаватели, все повече се използват в АТК. Причини за това са не само относителното им поевтиняване, но и техническите им предимства — чрез тях се трансформира бързото въртене на двигателя в бавно, и то безстепенно в определени интервали на честота на въртене, намаляват се резките натоварвания в силовото предаване, облекчава се работата на водача чрез намаляване на броя на извършваните от него работни командни движения.

Хидродинамичните предаватели съдържат хидродинамичен трансформатор на въртящия момент, механичен (най-често зъбен) редуктор и система от механизми за управление.



Фиг. 11.29. Схема на хидротрансформатор  
а – надлъжен разрез; б – разгъвка на лопатките

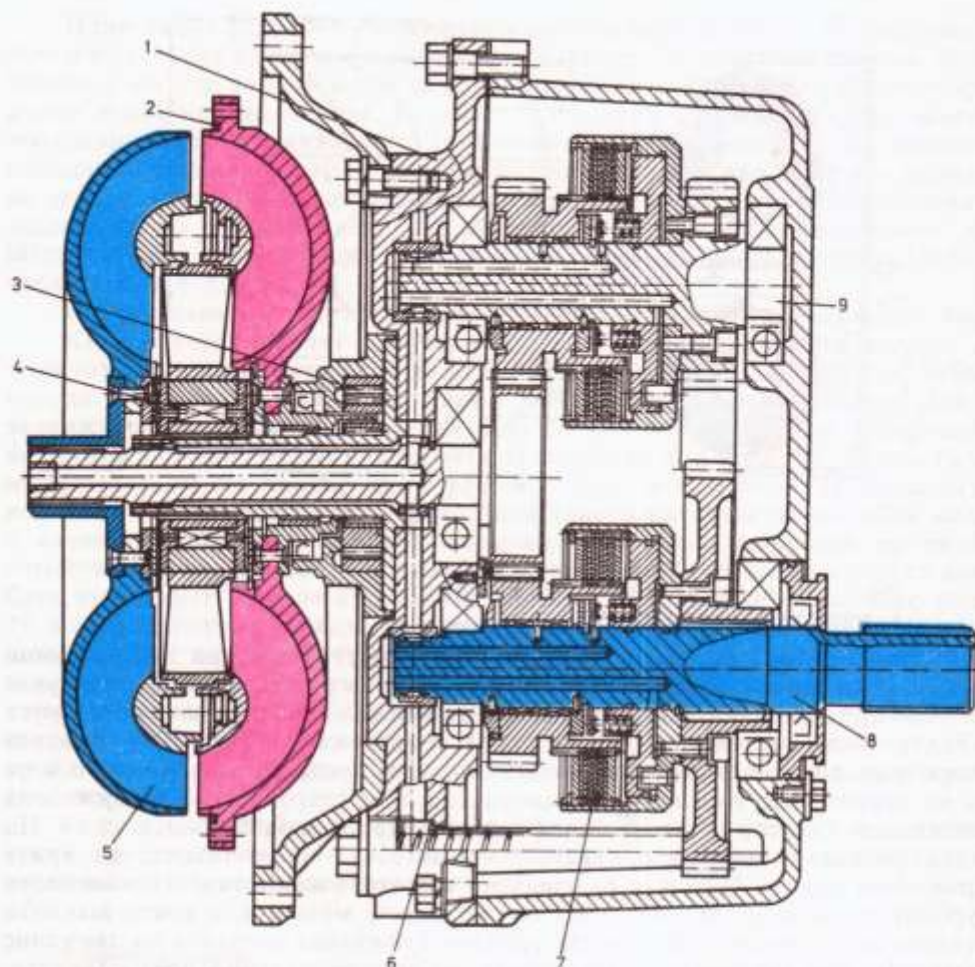
Хидродинамичният трансформатор (фиг. 11.29) има три хидравлични козела – помпено 1, турбинно 2 и реакторно 3. Трите козела образуват зятъ рено пространство, което е напълнено с масло от външен източник (друга помпа); с ниско налягане (1,5–2 МПа). Въртелиото движение навлиза в хидротрансформатора чрез помпеното козело, предава се на маслото и от него на другите две козела. Турбинното козело е свързано със задвижвания изходящ вал. Реакторът 3 е поставен върху съединител за свободен ход 4. На същата фигура опростено е показана огънатостта на лопатките на трите хидравлични козела. С  $\omega_n$  и  $\omega_T$  са означени честотите на въртене на помпеното и турбинното козело;  $M_n$ ,  $M_T$  и  $M_p$  са въртящите моменти, с които маслото действа върху трите козела, и със стрелки е показана посоката на движение на маслото при втичането и изтичането му последователно през козелата.

Тъй като маслото се привежда в движение от помпеното козело, посоката на съпротивлението на маслото, т. е. посоката на  $M_n$ , е обратна на посоката  $\omega_n$ , по която се върти помпеното козело. Вече завъртаното масло бута турбинното козело и следователно  $M_T$  и  $\omega_T$  са еднопосочни. При неподвижно реакторно козело протичащото през него масло променя посоката си на движение и натиска върху лопатките му, т. е. действа му с момент  $M_p$ . Тъй като маслото си остава затворено и циркулира в междуплъватъчните канали на хидротрансформатора, следва, че  $M_n + M_p = M_T$ .

Отношението  $K = \frac{M_T}{M_n}$  се нарича коефициент на трансформация и показва колко пъти се е увеличил въртящият момент, т. е. колко пъти е по-голям изходящият момент спрямо входящия. При това турбинното козело се върти по-бавно от помпеното, т. е.  $\omega_T < \omega_n$ .

При потегляне на МПС коефициентът на трансформация има най-голяма стойност (2,8 до 4,5 за различни конструкции). С ускоряване на превозното средство честотата на въртене  $\omega_T$  на турбинното козело се увеличава и маслото се втича в реакторното козело по посока, близка до направлението на лопатките. От това натискът върху тях се намалява, т. е.  $M_p$  намалява.





Фиг. 11.30. Надлъжен разрез на хидродинамичен предавател 6855 „Балканкар“

1 – тяло; 2 – помпено колело; 3 – маслоподаваща помпа с вътрешно зацепване; 4 – съединител за свободен ход; 5 – турбинно колело; 6 – маслен филтър; 7 – многостепенен съединител; 8 – изходящ вал; 9 – междинен вал

Когато  $M_p = 0$ , маслото увеличава реакторното колело по посоката на въртене на турбинното колело и вследствие на наличието на механизъм за свободен ход в главината му реакторното колело се завърта с честота, почти равна на  $\omega_t$ . Този режим на работа, при който  $M_p = 0$  и  $\omega_p \approx \omega_t$ , се нарича режим на съединител, защото коефициентът на трансформация  $K = 1$  и хидротрансформаторът работи като хидросъединител. От режим на трансформатор в режим на съединител или обратно се преминава при ускоряване или забавяне на МПС автоматично, т. е. без превключване на предавки от водача.

Хидродинамичният трансформатор работи с по-висок к. п. д. при режим на съединител.

Принципното устройство на съединителя за свободен ход е подобно на разглежданото при разпределителната кутия (фиг. 11.27).

Увеличаването на въртящия момент чрез хидротрансформатора не е достатъчно. Поради това хидродинамичните предаватели съдържат *механични* (зъбни – обикновени или планетни) *редуктори*.



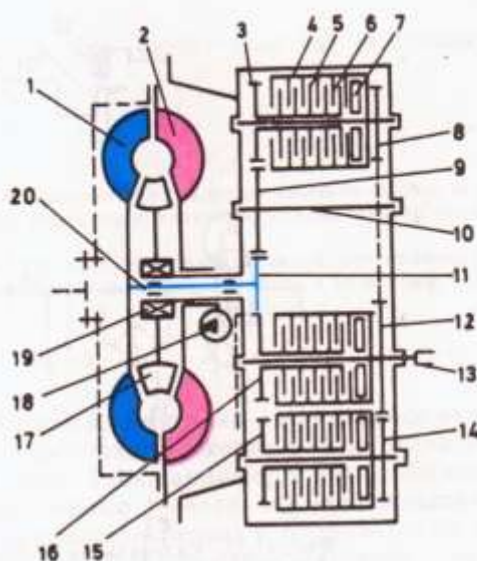
Хидромеханичният предавател българско производство от фиг. 11.30 се вгражда в мотокарите, произвеждани у нас. Кинематичната схема, хидравличната схема и хидравличният разпределител на този хидромеханичен предавател са показани на фиг. 11.31, 11.32 и 11.33. Всички зъбни козела в този предавател са постоянно зацепени, но предаването на въртящ момент е възможно само при включен един от трите многодискови съединители. Дисковете в тях се притискат по хидравличен път — един от дисковете има функции и на бутало, задвижвано от маслото под налягане, което изпраща маслоподаваща зъбна помпа с вътрешно зацепване. Тя се задвижва от помпеното колело на хидротрансформатора.

Маслото от маслоподаващата помпа постъпва под налягане в канала *F* на плочата 12 (фиг. 11.33). Оттук достига до клапана за преден и заден ход и през него — към клапана за преден ход бърза и бавна предавка. Тези два клапана заемат определени от сачмени фиксатори положения при издърпване или бутане на плунжерите им чрез органите на командните устройства на мотокара.

По-сложно е действието на регулируемия предпазен клапан и едновременно клапан за бавен ход на мотокара. В подвижната тапа 5 на този клапан в отвор с резба М8 се завива накрайник, чрез който тази тапа може да се мести навън или навътре. Тапата се премества чрез бронирано метално жило, щом водачът натиска спирачния педал — още в първата третина от хода му. През канала *F* и радиалния и осовия канал в плунжера 7 маслото се стреми да мине към канала *G* и оттам на свободно изтичане — към картера на хидродинамичния предавател. Това е възможно, когато плунжерът 7 свие пружината и отвори достъп към канала *G*. Така се реализира предпазното действие на клапана. Когато клапаните за преден и заден ход и за I и II предавка се намират в положение, съответстващо на включена предавка, и чрез спирачния педал се издърпва подвижната тапа, поради намалената пружинна сила плунжерът 7 отваря достъп към канала *G* при по-ниско налягане. Това предизвиква полубуксуване в многодисковите съединители и се реализира функцията за бавен ход на мотокара. Бавното придвижване е особено полезно технологическо качество на мотокара при поемане или поставяне на товари.

Действието на клапана за поддържане на налягането към хидротрансформатора е просто. Налягането на маслото от канала *F* предизвиква преместване на плунжера 9, свиване на пружината и по-голямо или по-малко отваряне на канала към тапата *A*, т. е. към хидротрансформатора. Така налягането в него се поддържа до 0,63 МПа при максимално налягане до 1,6 МПа.

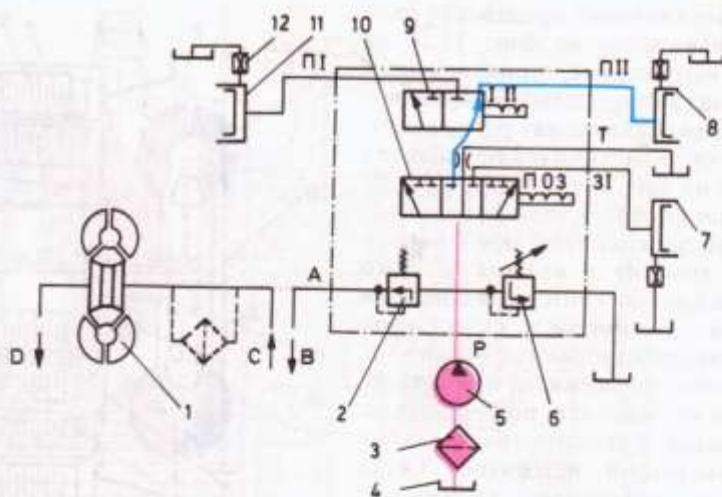
Маслата за хидродинамичните предаватели имат кинематичен вискозитет  $(4+8) \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$  при  $100^\circ\text{C}$ , като благодарение на специалните добавки не се разпенват от ударите на лопатките в хидротрансформатора. Те издържат на



Фиг. 11.31. Кинематична схема на хидродинамичен предавател 6855 „Балканкар“

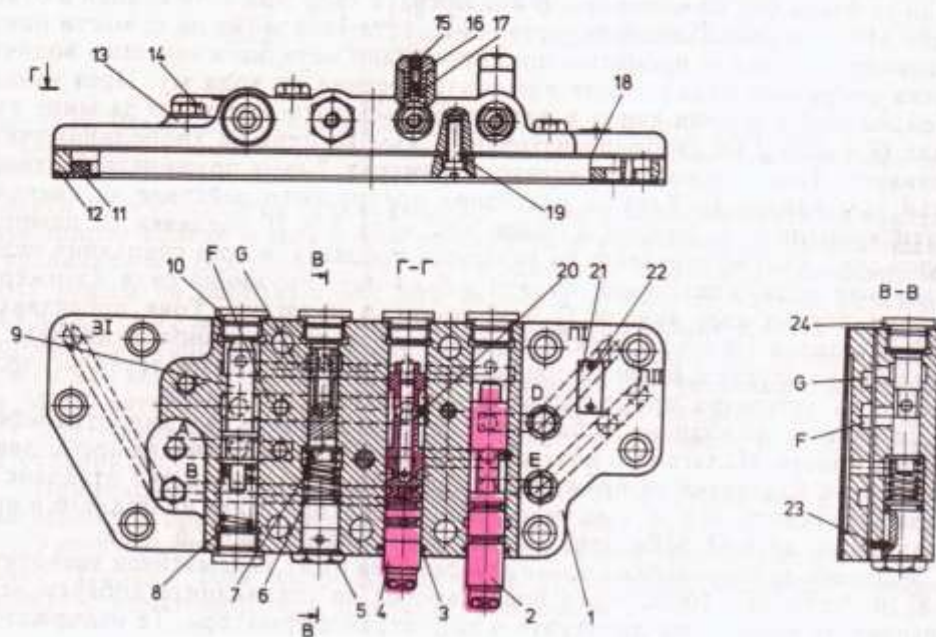
1 — турбинно колело; 2 — помпено колело; 3, 8, 9, 11, 12, 14, 15 и 16 — зъбни козела; 4 — чаша; 5 — задвижващ диск; 6 — задвижващ диск; 7 — бутало; 10 — вал за обръщане на посоката на движение; 13 — изходен вал; 17 — реактор; 18 — маслоподаваща помпа с вътрешно зацепване; 19 — съединител за свободен ход; 20 — турбинен вал





Фиг. 11.32. Хидравлична схема на хидродинамичен предавател 6855 „Балканхар“

1 – хидротрансформатор; 2 – клапан, поддържащ налягането към хидротрансформатора; 3 – филтър; 4 – резервоар (картер); 5 – маслоподаваща помпа; 6 – регулируем предпазен клапан; 7, 8 и 11 – многодискови съединители с хидравлично управление; 9 – разпределител за I и II предавка; 10 – разпределител за преден и заден ход и неутрално положение; 12 – проследяващ отвор (бъзета); А – изход на разпределителния блок към трансформатора; В – към охладителя (радиатора); С – от охладителя; D – за мазане; P – вход на разпределителния блок откъм маслоподаващата помпа; T – изход на разпределителния блок към резервоара; ПI – преден ход I предавка; ПII – преден ход II предавка; H – заден ход I предавка; I и II – положения на разпределителя за I и II предавка; П и З – положения на разпределителя за преден и заден ход; О – неутрално положение



високи работни температури (80–130°C), без съществено да влошават мазането на многото триещи се части.

#### Въпроси и задачи

1. По какво се отличава хидродинамичният трансформатор от хидродинамичния съединител?
2. Проследете предаването на движението при различни предавки по кинематичната схема на хидродинамичния предавател!
3. Обяснете функционирането на хидравличната част на предавателя по хидравличната схема при включване на доста за управление в неутрално положение, преден (I и II) и заден ход.

#### 11.4. КАРДАННО ПРЕДАВАНЕ

Карданното предаване\* се състои от един или няколко пресичащи се вала със съединители, чрез които се предава въртливо движение между възли от МПС, които се преместват един спрямо друг. Така например в автомобилите предавателната кутия е слабо подвижна спрямо рамата, но задвижващият заден мост е подвижен спрямо нея (еластично закрепен) и следователно се премества спрямо кутията. Подобно е положението и при някои мотоцикли – при тях пък мостът е неподвижен спрямо рамата, а блокът от двигател и хидродинамичен предавател е еластично закрепен към рамата и следователно кутията и мостът могат относително да се преместват. Карданното предаване се използва в тракторите и автомобилите с два и повече задвижващи мостове – както между мостовете, така и между тях и разпределителната кутия.

На фиг. 11.34 а е показана кинематична схема на карданно предаване, състоящо се от карданни съединители 1, 4 и 6, валове 2 и 5, междинна опора 3 и компенсиращо съединение 7. Вижда се, че геометричните оси на задвижващия и задвижвания вал не съвпадат. Компенсиращото съединение най-често се изпълнява като шлицова връзка между валовете, която позволява относителното им осово преместване.

Карданният съединител (фиг. 11.34 б) свързва двата вала 1 и 4, пресичащи се под ъгъл  $\gamma$ . Вилката 2 с отвори А и В лежи в една равнина с вала 1, а вилката 5 с отвори Б и Г лежи в друга равнина с вала 4. Двете вилки са свързани с кръстачката 3, която влиза в отворите А, Б, В и Г.

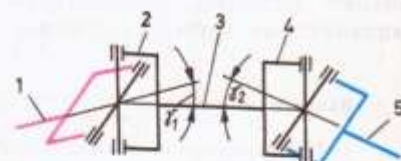
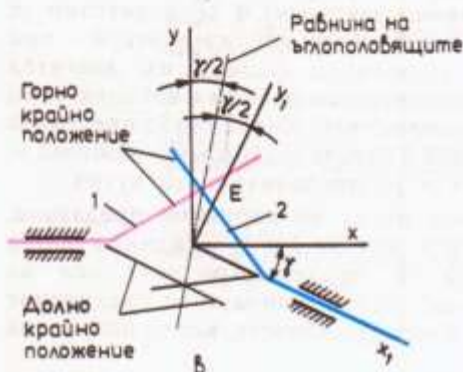
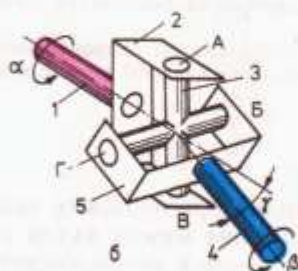
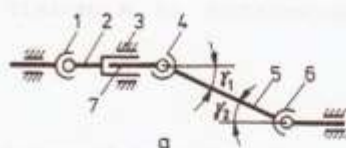
На ъгъл на завъртане  $\alpha$  на вала 1 съответствува ъгъл на завъртане  $\beta$  на вала 4, като при това е в сила зависимостта  $\tan \alpha = \tan \beta \cos \gamma$ . От тази зависимост се вижда, че ако валът 1 се върти равномерно, т. е. ако  $\alpha$  се изменя равномерно, валът 4 няма да се върти равномерно, тъй като се намесва множителят  $\cos \gamma$ . Това означава, че при постоянна честота на въртене на вала 1 честотата на въртене на вала 4 се мени косинусоидално, като за едно завъртане е ту по-голяма, ту по-малка от честотата на въртене на вала 1. Поради това този тип карданен съединител се нарича асинхронен. Асинхронността нараства

\* Наречено по името на изобретателя му Кардано.

Фиг. 11.33. Хидравличен разпределител на хидродинамичен предавател 6855 „Балканкар“

1 – разпределителен блок; 2 – плунжер на клапан за I и II предавка; 3 и 6 – уплътнителни пръстени; 4 – плунжер на клапана за преден и заден ход; 5 – подвижна тапа; 7 – плунжер на регулируемия предпазен клапан и клапана за бавен ход; 8 и 13 – пружини; 9 – плунжер на клапана за поддържане на налягането към хидротрансформатора; 10 – тапа; 11 и 18 – профилни уплътнители; 12 – плоча с канали; 13 и 24 – уплътнителни шайби; 14 – тапа за контрол; 16 – тягло на фиксатора; 17 – сачма; 19 – винт; 20 – шифт; 21 – типова табелка; 22 – нит; 23 – ограничителен винт; А – контролна тапа на маслопровода към хидротрансформатора; В – контролна тапа на маслопровода за заден ход; Д и Е – контролни тапи на маслопроводите за преден ход I и II предавка; F и G – канали в плочата





Фиг. 11.35. Синхронна карданна предавка с два асинхронни кардани съединителя

Фиг. 11.34. Карданно предаване

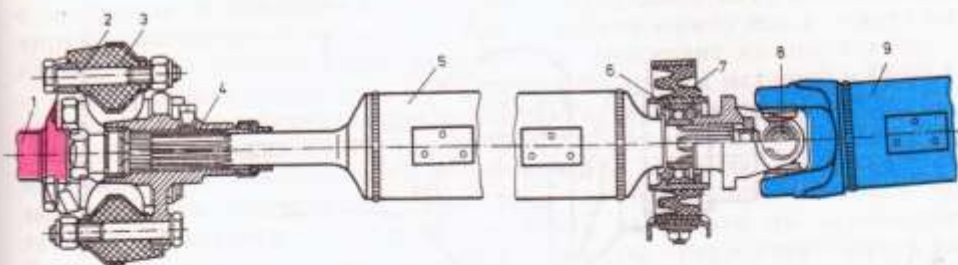
с увеличаване на ъгъла  $\gamma$ . Асинхронността предизвиква пулсации в предавания въртящ момент, които са приемливи при  $\gamma = 5 + 10^\circ$ , но при  $\gamma = 15 + 20^\circ$  надвишават пулсациите на въртящия момент от ДВГ и тогава се налага използване на синхронна карданна предавка.

При синхронните кардани съединители (фиг. 11.34 в) краищата на двата вала 1 и 2 са така оформени, че контактуват в една променлива точка  $E$ , която има свойството да остава винаги в равнината на ъглополовящите за всяко положение на валовете. Това изискване е осъществено по различни конструктивни начини в съединители, носещи имената на своите изобретатели.

Освен чрез синхронни съединители на карданната предавка може да се осигури синхронност чрез използване на по-голям брой асинхронни съединители, разположени взаимно по определени изисквания. Така на фиг. 11.35 е показано използване на междинен вал 3, като задвижваните и задвижващите части трябва да са разположени симетрично ( $\gamma_1 = \gamma_2$ ) или асиметрично ( $\gamma_1 = -\gamma_2$ ) спрямо междинния вал в една обща равнина (валовете 1, 3 и 5 лежат в една равнина) и вилките 2 и 4 да лежат също в друга обща равнина.

Асинхронните и синхронните кардани съединители се използват при ъгли на пресичане на валовете, по-големи от  $2 - 3^\circ$ . В тях всички конструктивни елементи имат значителна коравина и затова тези съединители се наричат твърди.

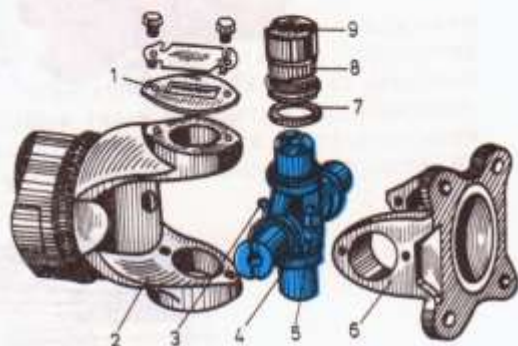
Еластичните кардани съединители се използват при  $\gamma = 2 + 4^\circ$  и съдържат еластичен елемент вместо твърда кръстачка. За такъв най-често се



Фиг. 11.36. Карданно предаване на автомобили ВАЗ

използва гумено тяло с отвори и вулканизирани в тях метални вложки (втулки), през които минават свързващите болтове към единия и към другия карданен вал. Наличието на такива елементи спомага за гасене на усукващи трептения в карданната предавка.

Конструкция на действително карданно предаване (лек автомобил ВАЗ 2101) е показан на фиг. 11.36. Изходящият от предавателната кутия вал 1 през фланец с болтове 2, гумено тяло 3 и фланец с шлицова главина 4 предава движението на междинния карданен вал 5. Шлицовото съединение между вала 5 и главината позволява малки осови премествания на вала без



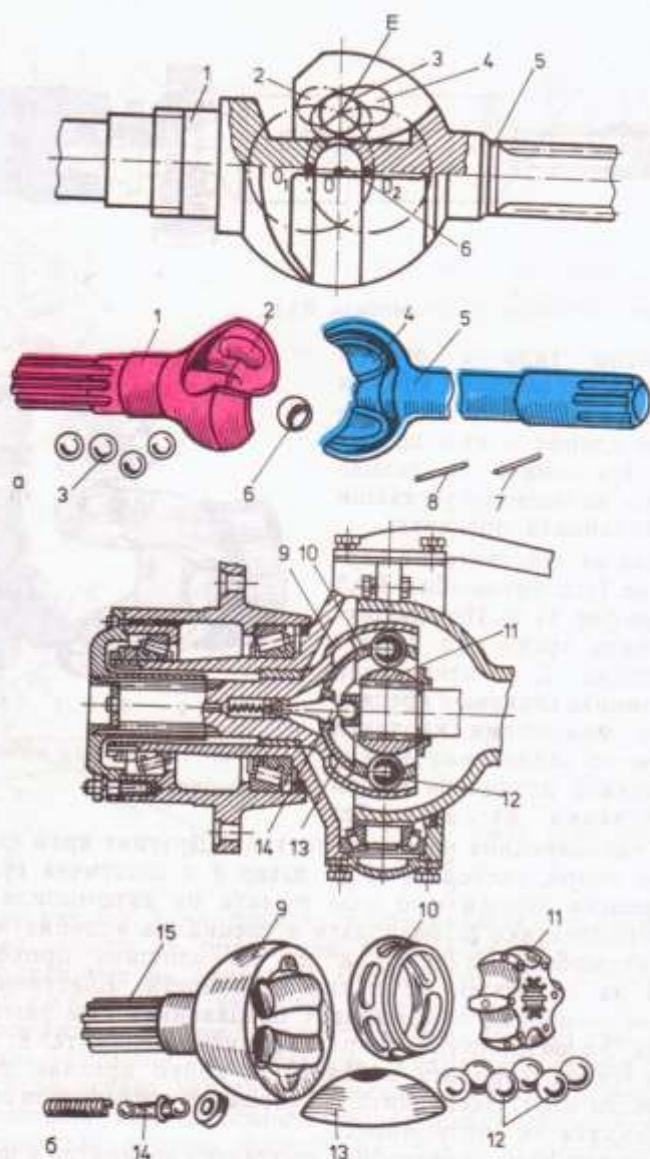
Фиг. 11.37. Твърд асинхронен карданен съединител

допълнителни натоварвания на гуменото тяло. Другият край на вала минава през междинна опора, състояща се от лагер 6 и еластична гумено-метална втулка 7, закрепена неподвижно към рамата на автомобила. Обикновено междинният карданен вал се разполага в специална вдлъбнатина отдолу на рамата на автомобила (тунел), за да не влошава проходимостта на автомобила и да е запазен от пътни неравности. Еластичните елементи 3 и 7 облекчават монтажа и намаляват предаваните към рамата вибрации. В края на вала 5 е разположен твърд карданен съединител 8. Следва валът 9 с още един твърд карданен съединител, който предава движението на задвижващия заден мост. Последните два карданни съединителя са разположени според изискванията за синхронност.

В разглобен вид твърд асинхронен карданен съединител е показан на фиг. 11.37. През гресъорката 3 и канали в кръстачката 4 се мажат иглените лагери 8, а клапанът 5 пропуска излишната грес. В конструкцията влизат още капачките 1, вилките 2 и 6, уплътнителят 7 и чашката 9.

При синхронния карданен съединител на Вайс (фиг. 11.38) двата вала 1 и 5 завършват със сферични глави 2 и 4, в които са изработени по четири канала за сачмите. В каналите се поставят четири сачми 3, а петата сачма 6 се разполага между челните вдлъбнатини на главите и така ги центрова. За да е възможно влагането на четвъртата сачма 3 при сглобяване на кардания съединител, върху центроващата сачма 6 е отрязан сегмент. След сглобяването на кардания съединител центроващата сачма се завърта с отреза към челото на главата 2 и се фиксира в това положение с щифта 8, който влиза в отвор на сачмата 6 и главата 2. Щифтът 8 от своя страна също се фиксира от друг щифт 7.





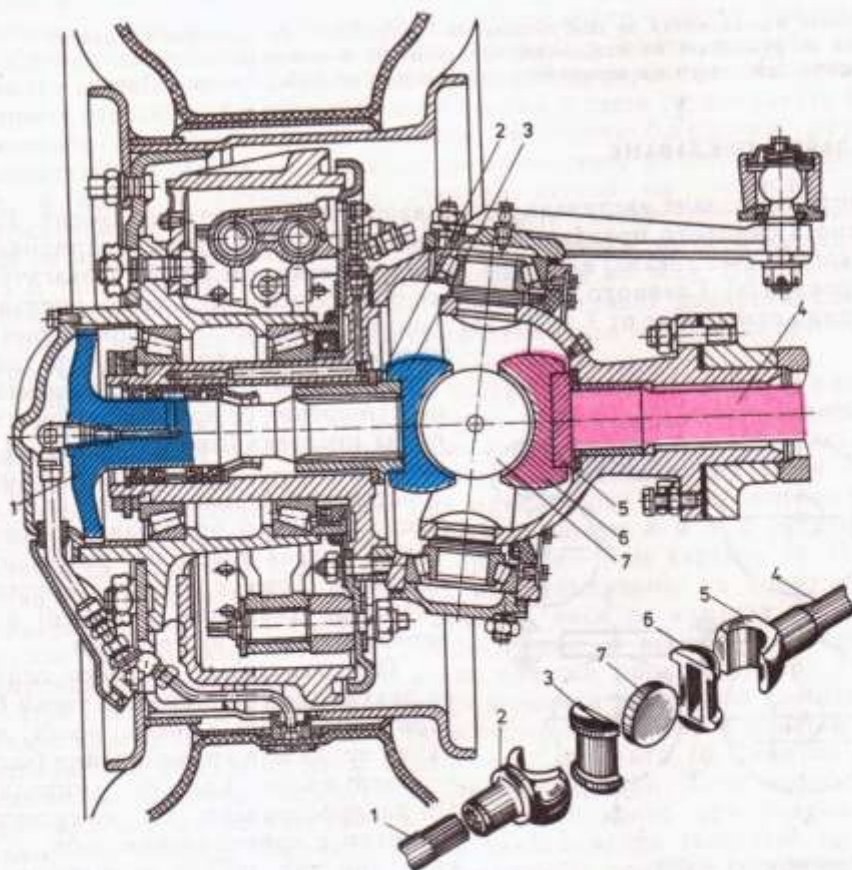
Фиг. 11.38. Синхронни карданни съединители на Вайс и Резппа

При въртене на валове *1* и *5* в коя да е страна въртящият момент се предава от едната глава на другата само през две сачми. Всяка от четирите сачми лежи едновременно в каналите на двете глави, а центърът на всяка от сачмите се разполага в пресечницата на осите на каналите — точка *E*. Четирите центъра на сачмите, т. е. четирите точки *E*, лежат в една равнина с точка *O*. Вследствие на това при въртенето на валове и изменение на ъгъла помежду им центровете на сачмите *3* винаги се разполагат в равнината на ъглополовящите. Този съединител работи успешно до  $\gamma = 30 + 32^\circ$  и при умерени въртящи моменти, тъй като моментът се пренася през допирните точки на две сачми

с два канала. За правилно функциониране на съединителя е необходимо гарантирано контактуване на сачмата 6 без хлабини между нея и челата на двете глави, а това изисква гарантирано осово фиксиране на двата вала.

В карданныя съединител на Рзеппа с делителен механизъм (фиг. 11.38 б) връзката между задвижващата звезда 11 и сферичната чашка 9, която е изработена с вала 15 като едно цяло, се осъществява от шест сачми 12, насочвани от сепаратора 10. При завиване на вала 15 спрямо вала на задвижващата звезда делителният лост 14 чрез направляващата чаша 13 завърта сепаратора и наглася сачмите в равнината на ъглополовящите. Въртящият момент в този съединител се предава през всичките сачми както на преден, така и на заден ход. Поради това натоварването на една сачма е по-малко отколкото при карданныя съединител на Вайс. При еднакви габаритни размери на съединителите на Вайс и Рзеппа вторият може да предава по-голям въртящ момент. Той работи до ъгли  $\gamma = 38^\circ$ .

Синхронният карданен съединител на Тракт (фиг. 11.39) е с плъзгачи (кулисни камъни). Във вдлъбнатините на вилките 2 и 5, съединени с полуваلوвете 1 и 4, могат да се завъртат плъзгачите 3 и 6, които са свързани помежду си шарнирно чрез диска 7, влизащ в тях в съответни вдлъбнатини. При предаване на въртливо движение, когато полуваلوвете са разположени под ъгъл, всеки от плъзгачите се завърта едновременно около оста на



Фиг. 11.39. Синхронен карданен съединител на Тракт



вдлъбнатината във вилката и около оста на диска. Осите на вдлъбнатините във вилките лежат в една равнина, която съвпада със средната равнина на диска. Тези оси са разположени на равни разстояния от пресечната точка на осите на валове и винаги са перпендикулярни на тях. Поради това пресечната точка на осите на вдлъбнатините във вилките лежи винаги в равнината на ъглополовящите независимо от положението на карданныя съединител. Синхронният съединител на Тракт може да функционира до ъгли  $\gamma = 50^\circ$ . Благодарение на голямата допирна повърхност на частите, през които се предават силите, този тип карданен съединител има малки размери. Основен негов недостатък е по-ниският к.п.д. спрямо съединителите на Вайс и Рзеппа, вследствие на което той се нагрива значително при работа.

Ако предните управляващи колела на леки автомобили са задвижващи, използва се карданна предавка, съдържаща обикновено два синхронни карданни съединителя (известни като карданни съединители на Рзеппа без делителен лост). Карданните съединители са защитени срещу прах, влага и дребни предмети с маншони.

Въртящият момент през двата карданни съединителя (външен и вътрешен) се предава чрез всичките сачми, което е благоприятно за дълготрайността му.

#### Въпроси и задачи

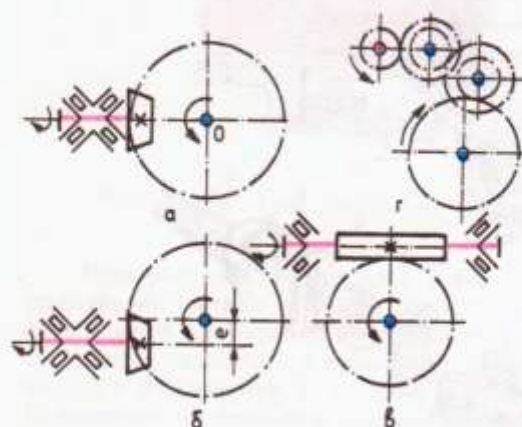
1. Посочете изискванията за осигуряване на синхронност на карданна предавка.
2. Какви са функциите на междинния карданен вал и междинната опора?
3. Обяснете действието на карданните съединители на Вайс, Рзеппа и Тракт.

### 11.5. ГЛАВНО ПРЕДАВАНЕ

Главното предаване увеличава постъпващия в него въртящ момент. То е разположено в силовото предаване след предавателната кутия и карданната предавка (когато има такава) или дори непосредствено след електродвигателя (при електрокари). Главното предаване се осъществява чрез зъбни предавки с предавателно отношение от 3 до 20, като малките стойности са характерни за

автомобилите, а големите — за тракторите и карите. Малките предавателни отношения се постигат с едностепенна предавка (фиг. 11.40 а, б, в), а по-големите — с двустепенна или дори тристепенна предавка (фиг. 11.40 г). Често главното предаване променя под  $90^\circ$  направлението на предаваното движение. Това се постига с конусни (схема а), хипоидни (схема б) или червячни (схема в) предавки.

При конусните предавки осите на двата вала се пресичат в точка О. Зъбите на двете колела могат да бъдат прави или криволинейни (част от окръжност или от спирала). По-разпространени са конусните предавки с криволинейни зъби, тъй като при тях зъбите се получават по-дълги и едновременно са зацепени



Фиг. 11.40. Кинематични схеми на главно предаване



повече зъби. Това означава, че тези предавки в сравнение с предавките с прави зъби имат по-голяма якост, плавност и безшумност.

В хипоидните предавки двете оси на валове се кръстосват под  $90^\circ$  на разстояние  $e$ , дължината на зъбите е по-голяма отколкото при конусните, но и задвижващото колело е по-голямо. Вследствие на това хипоидните предавки са още по-здрави, плавни и безшумни. При тях относителното плъзгане между зъбите е по-голямо и поради това изискват за мазане по-висококачествени масла (хипоидни).

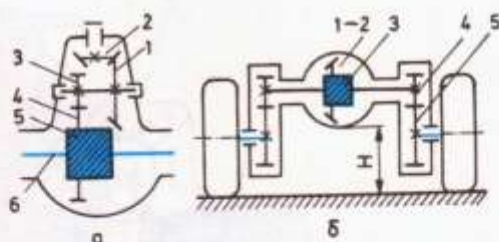
Червячните главни предавки позволяват с една степен да се постигнат големи предавателни отношения при най-голяма компактност и безшумност. При тях обаче относителното плъзгане между зъбите е най-голямо и за да се намалят загубите и износването от триене, използват се по-скъпи материали (цветни сплави) и по-скъпи обработки, което ограничава разпространението им.

Обикновено главното предаване е разположено пред диференциалния механизъм (фиг. 11.41 а). Първата степен е от двойката конусни колела 2 и 1, а втората степен е от цилиндричните колела 3 и 4, като последното е свързано с болтове с диференциалния механизъм 5, от който излизат полувалове 6.

Сравнително по-редки са конструкциите, в които първата степен на главното предаване 1-2 (фиг. 11.41 б) е пред диференциалния механизъм 3, а втората степен 4-5 е след него и е изнесена в двете страни (двата борда) на превозното средство. Такава предавка се нарича бордови редуктор. Предимство на такива конструкции са по-малките размери на централната част, в която е разположена първата степен на главното предаване и диференциала. Това се използва при карите универсални високоповдигачи, за да се прибере повдигателната уредба по-близо до оста на задвижвания мост и така машината да бъде по-компактна и по-лека. При автомобилите и тракторите бордовите редуктори също олекотяват диференциала (защото през него се предават по-малки въртящи моменти) и повишават проходимостта (размерът  $H$  е по-голям).

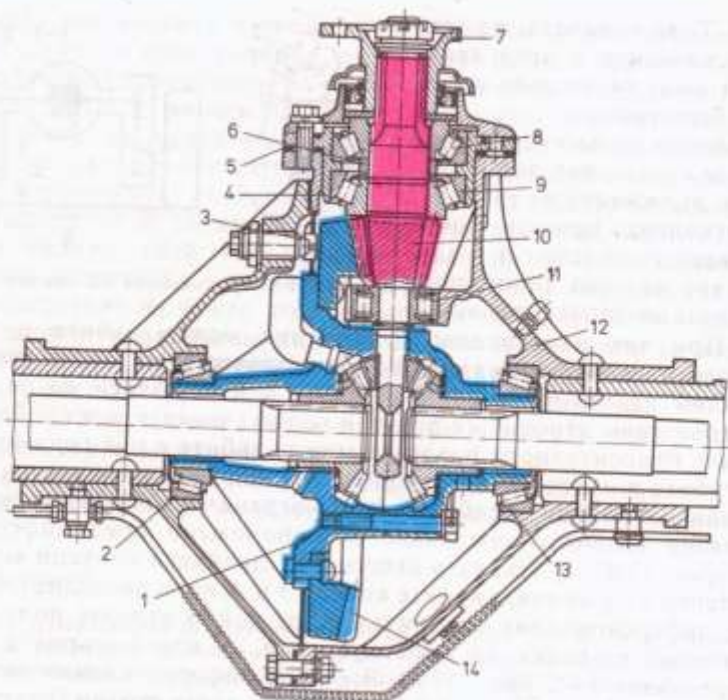
Разрез през главно предаване на товарен автомобил ГАЗ-52 е показан на фиг. 11.42. Задвижващото зъбно колело (пиньонът) 10 от едностепенното главно предаване е изработено заедно с вала, който с оглед намаляване на огъването му е монтиран в три лагера, разположени от двете страни на колелото. Към фланеца 7, поставен на шлицы върху вала, с болтове се свързва карданната предавка. Конусните ролкови лагери 8 и 9 с дистанционната втулка 6 са закрепени в чашата 4 и чрез нея — към картера 12. От другата страна на зъбното колело 10 валът има удължение, на което е поставен радиален ролков лагер 11, който също се носи от картера. Задвижваното конусно колело (короната) 14 е прикрепено с нитове към касетата на диференциала 1, който се върти в два конусни ролкови лагера 2 и 13.

При предаване на големи въртящи моменти вследствие на силите между зъбните колела 10 и 14 колелото 14 се деформира макар и малко в зоната на зацепването и се стреми да се отдалечи от колелото 10. Това би нарушило правилното зацепване между криволинейните зъби. Този вреден ефект се предотвратява от регулируемата опора 3, в която при големи въртящи моменти се подпира короната 14. За да се осигури запазване на правилно зацепване на конусните колела, всички конусни ролкови лагери се монтират така, че в сглобеното главно предаване да имат определена стегнатост (наричана



Фиг. 11.41. Разположение на главното предаване





Фиг. 11.42. Главно предаване на товарен автомобил ГАЗ-52

предварителна стегнатост). Взаимното разположение на зъбните колела 10 и 14 се регулира чрез дебелината на шайбите 5. Трябва да се помни, че двете конусни колела на главното предаване се изработват по двойки и е недопустимо комплектуването им с други.

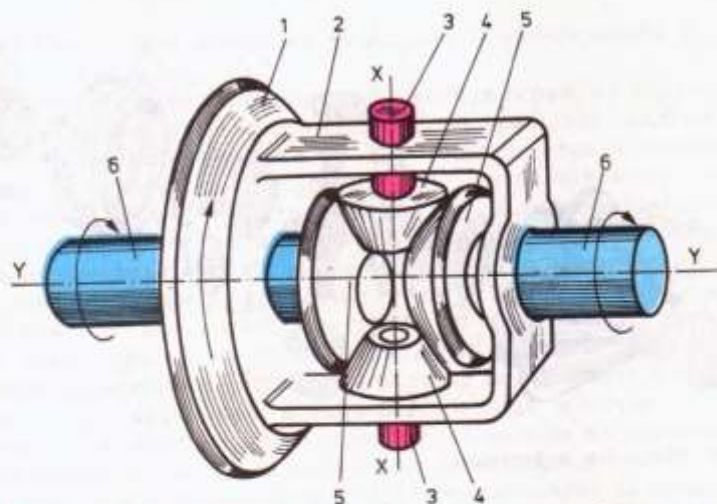
#### Въпроси и задачи

1. Какви видове главни предавания познавате по броя на степените и по вида на зъбните предавки?
2. При кои превозни средства се използват главни предавания с големи предавателни отношения?
3. Какви са предимствата и недостатъците на разгледаните главни предавания?

#### 11.6. ДИФЕРЕНЦИАЛ

При движение по прав и гладък път задвижващите колела от лявата и от дясната страна на превозното средство изминават еднакво разстояние и имат еднакви честоти на въртене  $\omega_d = \omega_{\text{д}}$ . Но в завой или по неравности едното колело (вътрешното) изминава по-малко разстояние от другото (външното). Това търкаляне на колелата без плъзгане или буксуване е възможно, защото между полуваловите, задвижващи колелата, е разположен диференциален механизъм. Той разделя постъпващия към него откъм главното предаване енергиен поток на две части към двете задвижващи колела, като позволява честотите им на въртене да бъдат различни.

Принципното устройство и действие на диференциал е показано на фиг. 11.43. Задвижваното зъбно колело 1 от главното предаване е здраво свързано



Фиг. 11.43. Принципно устройство и действие на диференциала

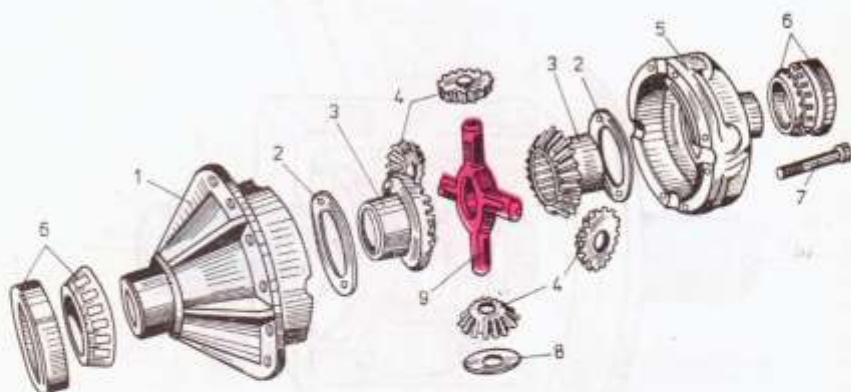
с касетата 2. В касетата на оста 3 са монтирани сателитни зъбни козела 4, зацепени от двете страни към планетните зъбни козела 5. Сателитните зъбни козела могат да се въртят свободно на своите оси, а планетните се въртят заедно с полуваловите 6, които задвижват козелата на превозното средство.

Когато автомобилът се движи по прав път, касетата се върти със същата честота както двата полувала, т. е.  $\omega_k = \omega_a = \omega_d$ . Тогава зъбните козела 4 и 5 не се превъртат едно спрямо друго и е вярно равенството  $\omega_a + \omega_d = 2\omega_k$ .

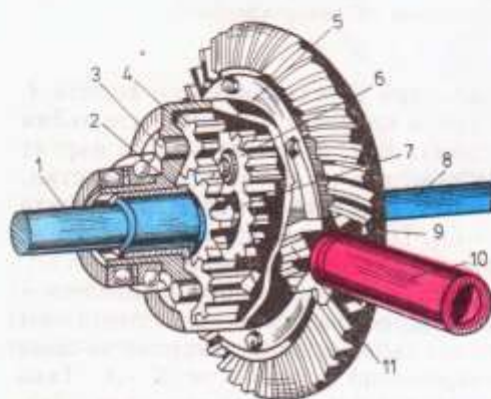
Ако автомобилът се движи с постоянна скорост в завой, едното събираемо — например  $\omega_d$ , намалява, а другото —  $\omega_a$ , нараства, така че сумата им е постоянно  $2\omega_k$ . Това означава, че сателитните зъбни козела се въртят не само заедно с касетата около ос Y-Y, но едновременно и около ос X-X. Така сателитните зъбни козела обикалят по планетните и понеже са зацепени с тях, забавят едното планетно зъбно колело, а подбутват и ускоряват другото. От горното уравнение се вижда, че когато едното колело не се върти, т. е. при  $\omega_d = 0$ , другото колело се върти два пъти по-бързо от касетата, т. е.  $\omega_a = 2\omega_k$ . Наистина, когато едно от задвижващите козела на автомобила е стъпило върху сухо място от пътя, а другото колело — върху хлъзгаво място (лед, кал и др.), наблюдава се как едното колело преустановява въртенето си, а другото (върху хлъзгавия терен) буксува и се върти бързо. Вижда се, че диференциалът освен положителното си свойство да разпределя честотите на въртене между задвижващите козела на автомобила пропорционално на изминавания от тях път, има и неблагоприятното свойство да не може да предаде по-голям въртящ момент към неподвижното колело и да изведе автомобила от неблагоприятния пътен участък.

Действителен диференциален механизъм в разглобено състояние е показан на фиг. 11.44. Касетата се състои от две части 1 и 5 и чрез два конусни ролкови лагера 6 е закрепена в задвижващия мост. Двете части на касетата се свързват чрез болтовете 7. Втрѐ в касетата са разположени две планетни зъбни козела 3, които са зацепени с четири сателитни зъбни козела 4. Те са поставени на кръстачката 9, която се стяга между двете полукасета, т. е. кръстачката е неподвижна спрямо касетата. Тъй като планетните и сателитните зъбни козела се въртят и следователно се трият в касетата, за да се намали





Фиг. 11.44. Разглобен диференциал



Фиг. 11.45. Симетричен цилиндричен диференциал

износването им и да се гарантира подходяща хлабина между зацепващите се зъби, поставят се шайбите 2 и 8.

В показания диференциал двете планетни зъбни козела са еднакви. Такива диференциални механизми се наричат симетрични конусни и са най-разпространени. Ако двете планетни зъбни козела са с различни голедини, диференциалът е несиметричен конусен. При него осите на кръстачката не лежат в една равнина, а са разположени по конусна повърхност.

Симетричните цилиндрични диференциали (фиг. 11.45) са разпространени значително по-рядко – в

автомобилите с малка мощност (до 20 kW) на двигателя. На полуваловите 1 и 8 на шлицы са монтирани цилиндрични планетни зъбни козела 2 и 7 с еднакви размери и затова диференциалът е симетричен. С всяко планетно зъбно козело са зацепени по три сателитни 4 и 6, които могат да се въртят около осите си 3, неподвижно закрепени в касетата 5. Дължината на зъбите на сателитните зъбни козела е по-голяма, отколкото на зъбите на планетните, така че те са зацепени и помежду си две по две. Към диференциалната касета е закрепено неподвижно задвижваното конусно зъбно козело 9 на главното предаване, което е зацепено към задвижващото конусно зъбно козело 11 от вала 10.

Когато автомобилът се движи по прав и гладък път, заедно със задвижваното зъбно козело се въртят касетата и всички сателитни и планетни зъбни козела с еднаква честота  $\omega_k$ . В този случай сателитните зъбни козела не се въртят около осите си, т. е. те са неподвижни спрямо касетата и планетните зъбни козела. Когато автомобилът се движи в завой, вътрешното спрямо завоя козело и съответното вътрешното планетно зъбно козело се въртят по-бавно от външните. Тогава и зацепените към тях и помежду си сателитни зъбни козела се въртят около осите си, като заедно с касетата обикалят около

планетните. Както при конусния симетричен диференциал и тук е вярно равенството  $\omega_a + \omega_d = 2\omega_k$ .

Несиметричните диференциални механизми се вграждат понякога в силовото предаване на превозното средство, ако то има два задвижващи моста и вертикалните им натоварвания (от собствената маса и полезния товар на автомобила) се различават чувствително. Така например ако предният задвижващ мост е по-малко натоварен от задния, очаква се първо да пробуксуват колелата от предния мост. В този случай е целесъобразно към тях да се предаде по-малък въртящ момент. Това се постига чрез несиметричните диференциални механизми, които в случая се наричат междумостови.

При движение по пътища с гладки и твърди настилки обикновено е включен само един, и то заден задвижващ мост, а при движение извън пътища и при заснежени и обледенени пътища се включват и предаванията от разпределителната кутия към всички задвижващи мостове.

Буксуването на едно от двете задвижващи колела на превозното средство влошава способността му да се движи в по-разнообразни пътни условия. За да се избегне това, диференциалите на МПС, предназначени за движение в трудни теренни условия, както и на някои скъпи автомобили (макар и предназначени за движение по отлични шосета), са само блокиращи. Такива диференциални механизми имат свойството да не допускат големи разлики в честотите на въртене на двете планетни зъбни колела, като ги задържат към касетата чрез различни допълнителни механизми към диференциала (вътрешни триещи съединители, клинови механизми, съединители за свободен ход и др.).

#### Въпроси и задачи

1. Защо е необходим диференциалът в главното предаване?
2. Коя е основната зависимост между честотите на въртене на касетата и планетните зъбни колела?
3. Защо се използват междумостови диференциали?

### 11.7. ПОЛУВАЛОВЕ И КРАЙНО ПРЕДАВАНЕ

Въртящият момент се предава от диференциала към задвижващите колела чрез два вала, които имат еднакво предназначение и е прието да се наричат *полувалове*\*. Полуваловите могат да бъдат натоварени освен с въртящ момент още и със сили — от реакциите на пътя към колелата на превозното средство. Това зависи от конструкцията на лагеруването на задвижващото колело към гредата на задвижващия мост.

Полуразтоварени се наричат полуваловите от фиг. 11.46 а. При тях задвижващото колело е закрепено само към полувала, а той е лагеруван към гредата на моста. Лагерът до колелото е непосредствено между полувала и гредата на моста, а вътрешният лагер е между касетата на диференциала и гредата на моста. Силите от пътя към колелото —  $R_z$  (от теглото),  $R_y$  (от странично плъзгане или завиване) и  $F_x$  (задвижваща сила от въртящия момент или сила от спиране) натоварват полувала на огъване. Тази конструкция е разпространена в леките и по-рядко в лекотоварни автомобили.

Напълно разтоварени полувалове от силите  $R_z$ ,  $R_y$  и  $F_x$  са показаните на фиг. 11.46 б. Главината на задвижващото колело е лагерувана на два лагера (най-често конусни ролкови) към гредата на моста, така че от

\* В първите автомобили действително е имало един общ вал на двете задвижващи колела, тъй като между тях още не се е вграждал диференциален механизъм.



По схемата от фиг. 11.47 в силовото предаване към задвижващото и управляващо колело включва два асинхронни съединителя 2 (ориентирани един към друг така, че да функционират синхронно) и един синхронен карданен съединител 1. Полуваловите са напълно разтоварени от огъване.

И в трите схеми от фиг. 11.47 оста, около която се завива управляващото и задвижващо колело (т. е. геометричната ос на шенкелния болт), задължително минава през центъра на синхронния карданен съединител 1.

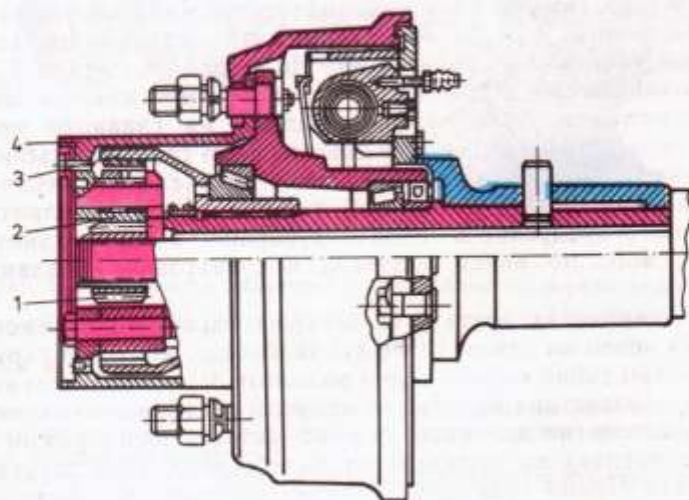
Крайно предаване се нарича онази част от силовото предаване, срещана у тежкотоварни автомобили, трактори и кари, която е разположена след полуваловите непосредствено пред задвижващите колела. Крайно предаване се налага в случаите, когато въртящият момент към задвижващите колела е голям, а също и когато се цели постигане на по-голямо разстояние между задвижващия мост и терена. Предавателното отношение на крайното предаване е от 2,5 до 6,5.

Едностепенно е крайното предаване от фиг. 11.41 б, представляващо най-прост редуктор, с които се увеличава въртящият момент на задвижващите колела и се намалява обемът, зает от главното предаване.

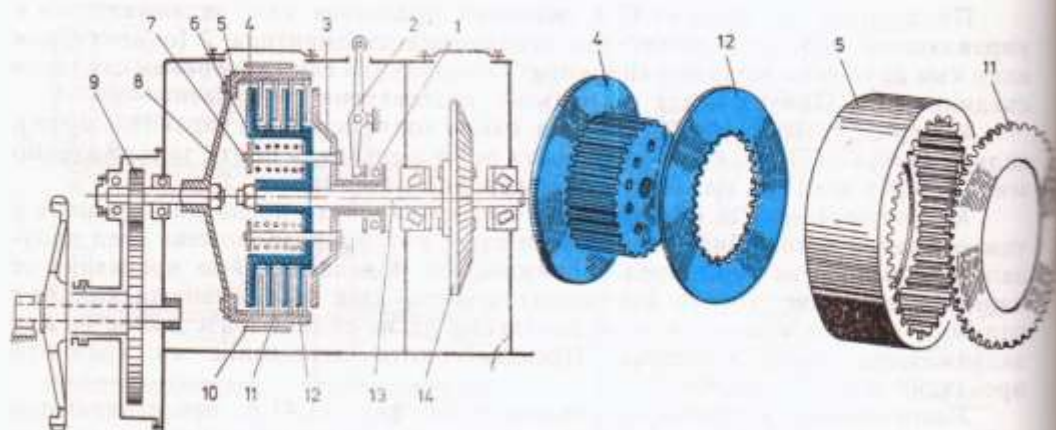
Планетните крайни предавания се вметват в задвижващите колела (фиг. 11.48). Върху шлицы на полувала е поставено задвижващото планетно зъбно колело 1, което е зацепено с три сателитни зъбни колела 2. Те са зацепени и в зъбния венец 3, който ги обхваща и е неподвижен спрямо гредата на моста. Осите на сателитните зъбни колела са неподвижно закрепени във водилото 4, което чрез болтове е свързано с главината на колелото. Главината е лагерирувана на два конусни лагера върху гредата на моста. Този планетен механизъм се използва в кари, тежкотоварни автомобили и колесни трактори.

Във верижните трактори не се използва диференциал. След главното предаване въртящият момент се приема или от триещи многодискови съединители или от планетни механизми и чрез крайни редуктори се предава на верижните зъбни колела, които задвижват веригите.

Триещ многодисков съединител за управление на верижна машина е показан на фиг. 11.49. От задвижваното конусно зъбно колело 14 на главното предаване въртенето се предава чрез вала 13 на вътрешния задвижващ барабан 4 на съединителя, в който на шлицы са монтирани задвижващите дискове 12 с



Фиг. 11.48. Крайно предаване на автомобили и кари



Фиг. 11.49. Многодисков съединител за управление на верижен трактор

вътрешни зъби. От тях движението се предава на задвижваните дискове 11 с външни зъби, монтирани на шлиц в задвижвания барабан 5. Дисковете се притискат един към друг от притискателния диск 3 чрез пружините 6 и шпилките 7. От задвижвания барабан въртящият момент се предава чрез съединителния диск 8 на задвижващото колело 9 от крайното предаване. От другата страна на главното предаване устройството и разположението на механизмите са симетрични.

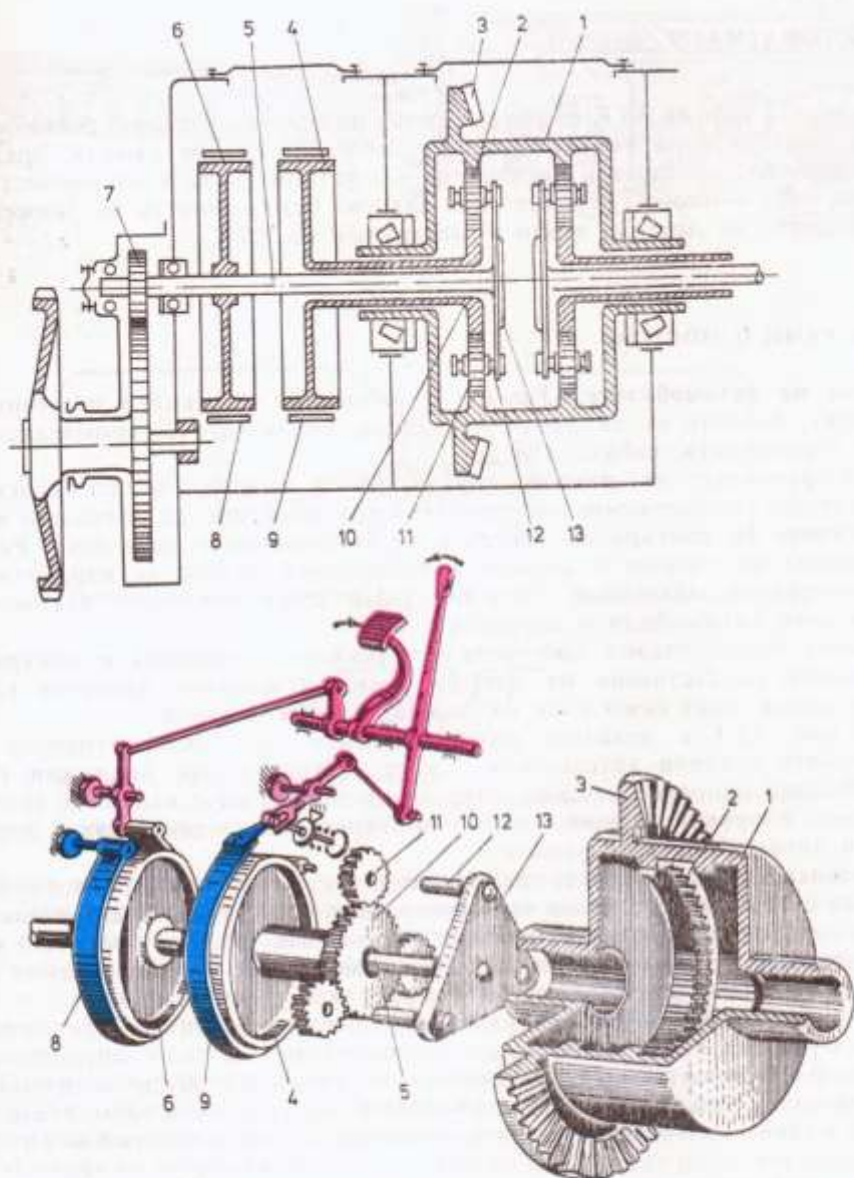
За промяна на посоката на движение на машината е необходимо да се изключи един от съединителите, което се постига чрез изместване на притискателния диск надясно с двурамения лост 2 и изключващия лагер 1. За рязък завой изключеният задвижван барабан се задържа чрез спирачната лента 10.

Многодисковите съединители са сравнително прости по устройство и сигурни в действието си, но са с големи размери и бързо се износват поради честото им изключване. Поради това в някои съвременни верижни трактори за предаване на въртящия момент към верижните задвижващи колела се използват планетни механизми (фиг. 11.50). Цилиндричното тяло 1 се опира на конусни ролкови лагери в средната секция на задвижващия мост и се задвижва от голямото конусно зъбно колело 3 на главното предаване. Изработеният в тялото зъбен венец 2 се свързва с централното зъбно колело 10 чрез сателитните зъбни колела 11. Водилото 13 на сателитните зъбни колела е монтирано неподвижно на полуваля 5, който задвижва малкото зъбно колело 7 от крайното предаване и спирачния барабан 6. Централното зъбно колело се върти свободно върху полуваля и е свързано неподвижно със спирачния барабан 4.

Когато чрез спирачната лента 9 се задържа барабанът, движението се предава от зъбния венец на сателитните зъбни колела, които се търкалят по централното планетно зъбно колело и чрез водилото задвижват полуваля. При завой лентата 9 на съответния барабан се отпуска, централното зъбно колело се завърта чрез сателитните, чиито оси 12 остават неподвижни и така движението не се предава на полуваля от тази страна. Под действието на веригата от другата страна тракторът променя посоката на движението си.

За извършване на рязък завой е необходимо при отпусната лента 9 да се затегне лентата 8.





Фиг. 11.50. Планетен механизъм за управление на верижен трактор

#### Въпроси и задачи

1. Защо в тежките машини не се използват полуразтоварени полувалове?
2. Защо оста на шенкелния болт трябва да минава през центъра на синхронния кардан при задвижващи и управляващи колела?
3. Какви са функциите на крайното предаване при колесните машини и при верижните машини?

## ХОДОВА ЧАСТ

Ходовата част на АТК е предназначена да осигури тяхното движение при съприкосновението на колелата с пътя. Към нея спадат рамата, предният и задният мост, колелата и окачването. От устройството и изправността на ходовата част в много голяма степен зависят безопасността на движението и износването на другите възли и механизми на АТК.

## 12.1. РАМИ И МОСТОВЕ

**Рами на автомобилите.** Рамата е основата, към която се монтират двигателят, възлите от силовото предаване, управлението, спомагателните уредби, каросерията, кабината и др.

Конструкцията на рамата трябва да е такава, че да осигурява необходимото разположение на агрегатите при движение, да позволява ниско разположение на центъра на тежестта на автомобила и да е лека. Рамата е подложена на големи и сложни натоварвания, затова се изработва от висококачествени материали. Отделни рами имат товарните автомобили и някои леки автомобили и автобуси.

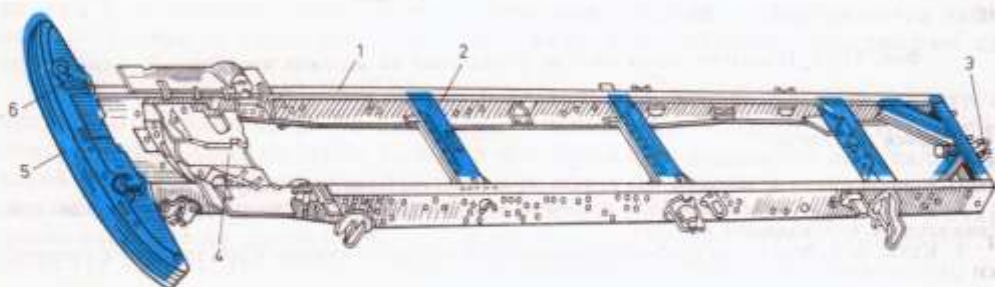
Рамите биват главно два вида — надлъжни (лонжерни) и централни. *Надлъжните* са съставени от две надлъжни и няколко напречни греди, а *централните* имат само една надлъжна греда и конзоли.

На фиг. 12.1 е показана рама надлъжен тип, разпространена при съвременните товарни автомобили. Тя се състои от две надлъжни греди 1 с П-образно напречно сечение, свързани помежду си с напречни греди 2, които имат напречни сечения, удобни за закрепване на двигателя и другите възли на автомобила към рамата.

Връзките между отделните греди и различните конзоли и приспособления от рамата са чрез нитоване или чрез заваряване. Към предния напречник 4 се закрепва двигателят, в предния край на надлъжните греди са бронята 5 и куките за теглене 6, а към задната греда — прикачното приспособление 3 за присъединяване към автомобила на ремарке или други машини.

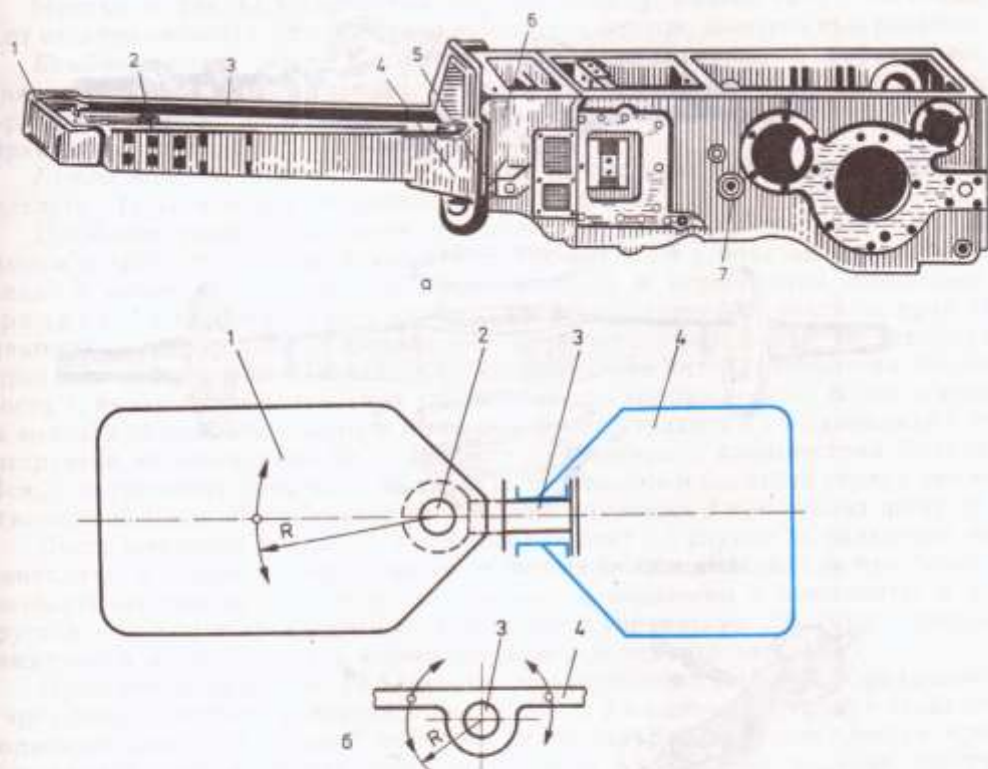
*Прикачното (буксирното) приспособление* се състои от три основни възела — буксирна кука, заключващо приспособление и тяло с предпазител.

При съвременните леки автомобили и някои автобуси се използва рама-каросерия. При нея автомобилът няма отделна рама, а елементите ѝ са вградени в каросерията. Рамата-каросерия е разгледана по-подробно в т. 12.5.



Фиг. 12.1. Рама на товарен автомобил





Фиг. 12.2. Рама на колесен трактор

а - твърда: 1 - напречна греда; 2 и 5 - болтове; 3 и 4 - надлъжни греди; 6 - картер на съединителя;  
7 - картер на предавателната кутия; б - шарнирна: 1 и 4 - полурама; 2 и 3 - шарнири

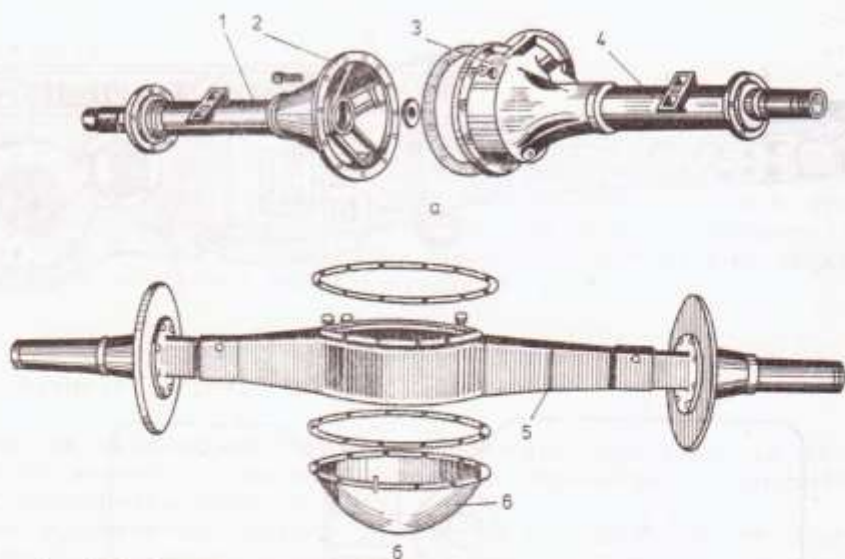
**Рама на тракторите.** Те се отличават съществено от рамите на автомобилите. При верижните трактори се използва рама, подобна на лонжерната рама, състояща се от надлъжни и напречни греди, а при колесните трактори — *полурама* (фиг. 12.2 а). Тя е съставена от две части (полурама). Задната част на рамата е същевременно и тяло (картер) на силовото предаване. Към него с болтовете 5 се закрепват двете надлъжни греди 3 и 4 на полурамата, която е предназначена за опора на двигателя.

При някои тежки колесни трактори се използва *шарнирна рама* (фиг. 12.2 б). Тя е съставена от две полурама, които могат да се завъртат около вертикален шарнир 2 на  $35^\circ$  и около хоризонтален 3 — на  $16^\circ$ .

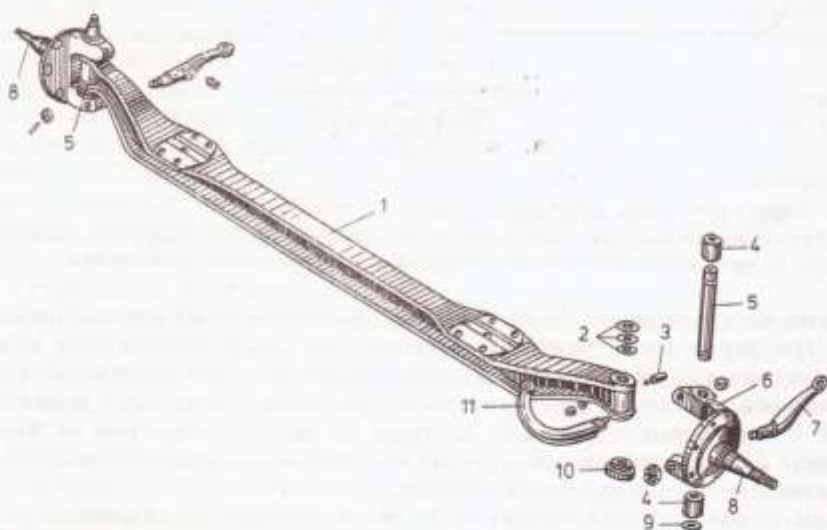
**Мостове на автомобилите.** Те служат да поддържат рамата и каросерията и да предават вертикалните натоварвания на колелата, а също така да предават от колелата на рамата тласкащите, страничните и спирачните сили.

Мостовете се подразделят на задвижващи, управляващи, комбинирани и поддържащи. При автомобилите *задвижващи* обикновено са задните мостове. В най-общия случай те представляват кука греда, в която се помещават главното предаване, диференциалът и полуваловите и същевременно е картер за масло.

На фиг. 12.3 а е показано разглобяемо тяло (греда) на задния мост, а на фиг. 12.3 б — тяло от една част. Мостове с разглобяемо тяло се използват при леки и товарни автомобили с по-малка мощност.



Фиг. 12.3. Заден мост на автомобил



Фиг. 12.4. Преден мост на автомобил

Задният мост е подложен на големи натоварвания от собственото тегло на автомобила и товарите, както и от ударните натоварвания при движение. Ето защо той се изработва от висококачествени материали и с товарно издръжлива конструкция. Мостът от фиг. 12.3 а е съставен от две части, всяка от които се състои от средна част 2 и 3 и ръкав 1 и 4 на полувала. Средната част (картерът) обикновено се отлива от сив чугун, а ръкавите са стоманени тръби, които се съединяват със средната част чрез нитове или заваряване. На ръкавите са изработени опорите за ресорите и фланците за спирачните дискове.



Мостът от фиг. 12.3 б представлява едно цяло стоманено тяло 5, състоящо се от отделни елементи, заварени един към друг, и фланци, занитени към ръкавите.

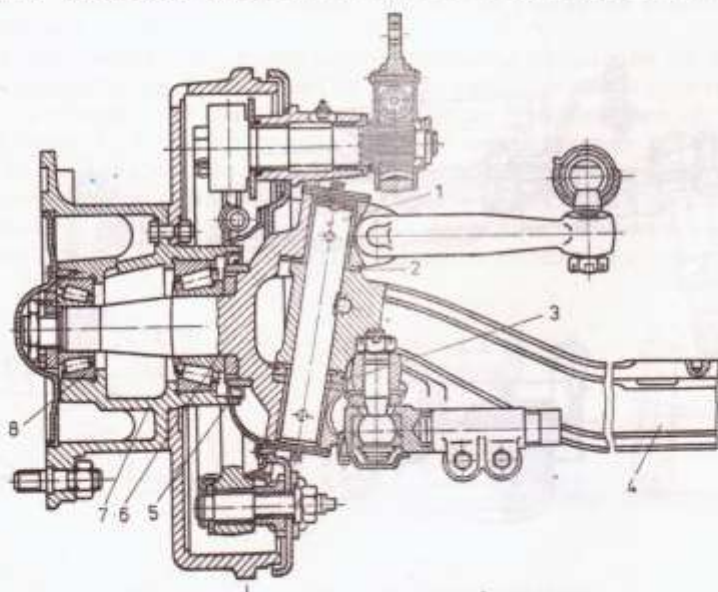
Комбинираният мост е едновременно и задвижващ, и управляващ. В някои случаи тялото на този мост е от две части, свързани шарнирно така, че въртящият момент да може да се предава при изменение на положението на управляващите колела.

Поддържащите мостове служат само да предават вертикалните сили на колелата. Те се използват главно при влекачите.

Предният управляващ мост представлява опора за предната част на рамата и чрез него се управлява МПС. На фиг. 12.4 е показан преден мост заедно с някои части, които са общи за моста и кормилното управление. Гредата 1 е изкована и има двойно Т-образно сечение. В двата си края тя завършва с отвори за свързване на шенкелите, чрез които се завъртат управляващите колела. Шенкелът 6 представлява вилка, изработена заедно с оста 8, върху която се монтира управляващото ходово колело. В двата края на вилката са пробити отвори и в тях се набиват втулките 4 с подложките 9 за лагериране на шенкелния болт 5, който се фиксира с клиновидния болт 3. Между вътрешните плоскости на вилката на шенкала и плоските страни около отворите на гредата се поставят регулиращи подложки 2 и опорният лагер 10.

Двете шенкелни рамена 7 и шенкелният лост 11 служат за завъртане на шенкелите, а заедно с тях се завъртат и управляващите колела при завой. Рамената от едната си страна се свързват неподвижно с шенкелите, а от другата — с напречната шанга от кормилното управление. Лостът 11 приема движението от надлъжната кормилна шанга и завърта шенкала.

Предният мост от фиг. 12.5 е на товарен автомобил ЗИЛ 130. Към гредата 4 чрез шенкелния болт 1, поставен във втулките 2 и опорния лагер 3, е захванат подвижно шенкелът 6 така, че може да се завърта относно гредата чрез кормилната уредба. Върху оста на шенкала на конусни ролкови лагери 8 е монтирана главината 7 на управляващото колело. Между шенкала и главината е уплътнителят 5. Конструкцията позволява регулиране на хлабината в ролковите лагери и осовата хлабина на шенкелната ос.



Фиг. 12.5. Преден мост на товарен автомобил

Предният мост на колесните трактори (фиг. 12.6) се състои от куха греда 1, от двете страни на която влизат горните рамена (също тръби) 2 на конзолите 4. Рамената и гредата имат отвори. Това позволява да се изменя разстоянието между предните колела на трактора. Тръбите са заварени към конзолите 4 и се фиксират в определено положение спрямо гредата чрез шифтовете 3.

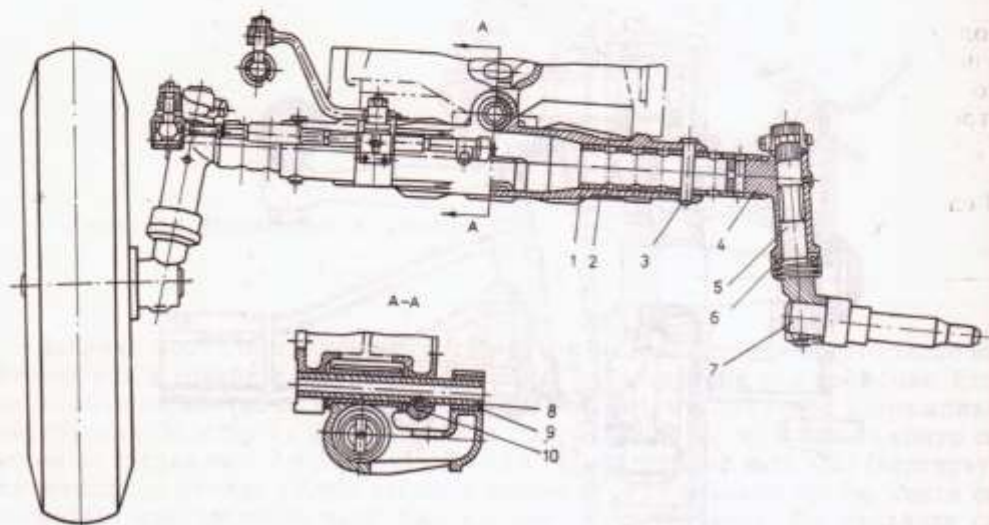
Гредата се свързва с напречната греда на рамата (полурамата) на трактора шарнирно чрез оста 8, лагерувана във втулката 9 и фиксирана с клиновидния болт 10. Това позволява при движение на трактора по неравен терен и при преминаването на едното колело през неравности кухата греда заедно със съответната конзола да се завърта свободно около оста 8, което предпазва трактора от допълнителни моментни натоварвания.

Към конзолите са свързани шенкелите 5, които са Г-образни. Шенкелното рамо се върти свободно в конзолата, а върху оста 7 на ролкови лагери се поставя ходовото колело. Вертикалните сили, които действуват на колелото, се поемат от опорния лагер 6. Горното рамо на шенкела завършва с шлицы за свързване с кормилната уредба.

За да се избегне ударното натоварване на предния мост и на други възли, при някои колесни трактори Г-образните шенкели се поставят на спирални пружини. Такъв е мостът на българския трактор ТК 80.

#### Въпроси и задачи

1. Как се осигурява шенкелният болт против завъртане в гредата?
2. Каква роля изпълнява опорният лагер?
3. Къде се поставят регулиращи пластинки?
4. Как се мажат лагериращите втулки? (Имайте предвид, че шенкелният болт има радиални и осови отвори.)



Фиг. 12.6. Преден мост на трактор



## 12.2. ОКАЧВАНЕ ПРИ АВТОМОБИЛИТЕ

Окачването е предназначено да смекчи ударите, които се получават от неравностите на пътя при движение, да прекрати бързо вертикалните трептения на каросерията и да предаде на рамата силите и моментите, получени при допирането на колелата с пътя. Освен това чрез окачването се свързват окачените части — рама, двигател, предавателна кутия, с неокачените части — предните и задните мостове.

Към окачването спадат еластичните елементи, амортизьорите и направляващото устройство.

По-важните изисквания спрямо окачването са следните:

- да осигурява плавност на движението на автомобила, липса на удари и малки напречни наклонявания на каросерията;
- да осигурява стабилност на управляващите колела и на кормилното колело (волана), продължително и нормално износване на гумите;
- сигурно да предава от колелата на рамата силите и моментите при движение на автомобила.

Товарните автомобили с малка и средна товароносимост и леките автомобили имат предно и задно окачване.

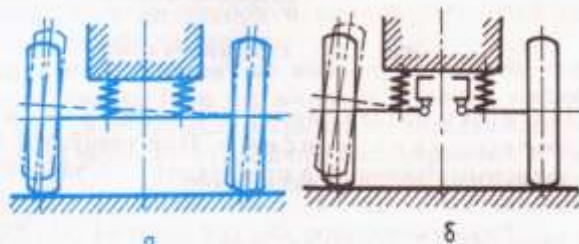
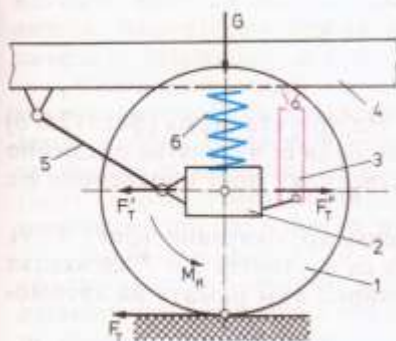
На фиг. 12.7 е показана принципа схема на задно окачване. Предното окачване включва обикновено същите елементи, както и задното. Еластичният елемент 6 (в случая спирална пружина) е поставен между рамата и моста 2, който е задвижващ. При повдигане на колелото 1 от неравностите на пътя този елемент се свива и разпуска и по такъв начин предаването на вертикалните сили е плавно.

Амортизьорът 3 е предназначен да прекратява бързо вертикалните трептения. Той, както и лостът 5, е свързан шарнирно с рамата 4 и тялото на задния мост.

Направляващото устройство при окачването предава силите и моментите от задвижващите колела към рамата. Ролята на направляващо устройство се изпълнява от лоста 5, който от едната си страна е свързан шарнирно с рамата 4, а от другата с моста 2.

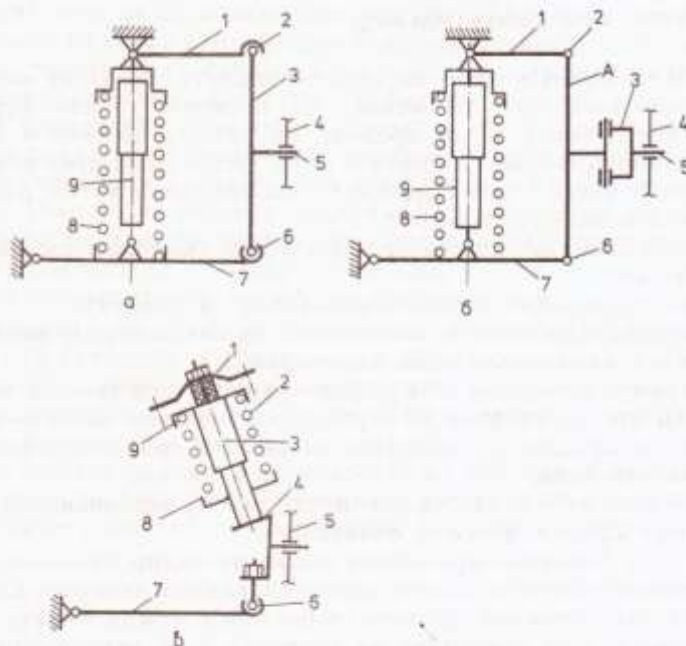
Въртящият момент  $M_v$ , предаден от силовото предаване на задвижващото колело, поражда сила  $F_T$  в областта на допирането на колелото с пътя. Ако в центъра на колелото се приложат две равни по големина, но противоположни по посока сили  $F_T$  и  $F_T'$ , то силите  $F_T$  и  $F_T'$  предизвикват реактивен момент, стремящ се да завърти моста обратно на въртенето на колелото, а силата  $F_T$  чрез лоста се предава на рамата. Това е тласкащата сила.

Окачването при автомобилите бива зависимо и независимо (фиг. 12.8). В случая на фиг. 12.8 а повдигането на едното колело се отразява на другото



Фиг. 12.8. Видове окачване

Фиг. 12.7. Принципа схема на окачване



Фиг. 12.9. Схеми на независимото окачване



Фиг. 12.10. Еластични елементи

(вж. прекъснатата линия), т. е. те са з а в и с и м и. На другата схема (фиг. 12.8 б) окачването е н е з а в и с и м о. При товарните автомобили се използва предимно зависимо окачване, а при леките – независимо. Предният мост обикновено е с независимо, задният – със зависимо окачване.

Разпространени са три начина за независимото окачване (фиг. 12.9). Основните елементи на окачването от фиг. 12.9 а са достове 1 и 7, шенкелът 3 и амортизаторът 9. Лостове са свързани шарнирно към рамата на автомо-



била, а шенкелът — към тях чрез сферичните съединения 2 и 6. Амортисьорът е закрепен към лоста 7 и неподвижно чрез гумен тампон за рамата.

При равен път пружината 8 и амортисьорът се намират в определено работно положение. Автомобилът се управлява, като чрез кормилната уредба се завърта шенкелът и чрез шенкелната ос 5 — управляващото колело 4, на ъгъл спрямо надлъжната ос на автомобила. При неравности на пътя колелото се отклонява във вертикално направление, при което пружината се свива и разпуска и се задействува амортисьорът, без това да се отразява на другото колело.

Окачването от фиг. 12.9 б се различава от разгледаното вече по това, че шенкелът 3 не е прикачен направо към лостовете 1 и 7, а чрез стойката А и че връзките с тях са шарнирни, а не сферични. Действието му е аналогично на окачването от фиг. 12.9 а.

Третият вид окачване (фиг. 12.9 в) е познато под наименованието Мак Ферсон на името на изобретателя. При него няма горен лост и амортисьорът 3 се захваща в долната си част направо за шенкела 4. Долният край на пружината 2 опира в опората 8, захваната неподвижно за долния цилиндър на амортисьора, а горният край — в горната неподвижна опора 9. Над амортисьора има гумен тампон 1. Управляващото колело 5 лежи на шенкела, който е свързан с лоста 7 чрез сферичното съединение 6.

Най-разпространено е окачването от фиг. 12.9 а, а окачването от фиг. 12.9 в се използва при по-новите автомобили.

**Еластични елементи на окачването.** При съвременните АТК се използват твърди, гумени, пневматични и хидропневматични еластични елементи, но най-често — твърди елементи. Към тях спадат ресорите, пружините, торзионите и стабилизаторите.

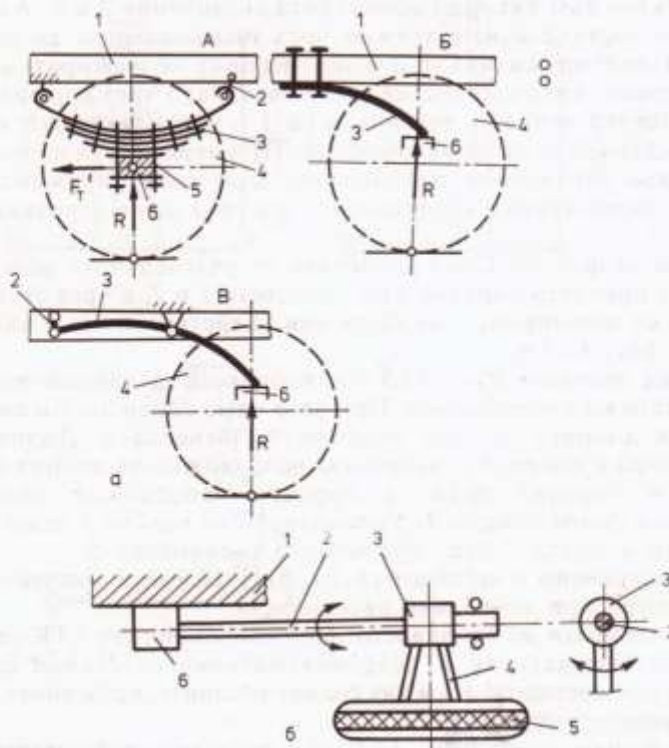
*Полуелиптичният ресор* (фиг. 12.10 а) е съставен от стоманени закалени листове с правоъгълно напречно сечение с различна дължина и кривина, която е толкова по-голяма (т. е. с по-малък радиус), колкото листът е с по-малка дължина. Листове 1 са свързани с центроващия болт 2 и скобите 3. За намаляване на триенето листовете се мажат с графитна смазка. При деките автомобили за намаляване на триенето често между листовете се поставят подложки 4 от антифрикционни материали.

Един от начините за закрепване на полуелиптичния ресор А към рамата е показан на фиг. 12.11 а. При неравности на пътя колелото преодолява съпротивлението на листовете и съпротивлението между тях, повдига се и ресорът се изправя. След това той се огъва, отново се изправя и т. н., т. е. започва да трепти. Трептенията се гасят благодарение на триенето между листовете на ресора.

Освен полуелиптичния ресор при АТК се използват макар и по-рядко *четвъртелиптичните Б и тришарнирните В* ресори (фиг. 12.11 а). При първите единият край на ресора е неподвижен, а другият се закрепва подвижно за моста. Във втория случай средната част на ресора и единият му край се свързват шарнирно, а другият — подвижно за моста.

*Спиралната пружина* като еластичен елемент се използва главно при леките автомобили с независимо окачване. Тези пружини са с много малка маса, удобни са за монтиране и изискват по-малко грижи по поддържане в сравнение с ресорите, но не могат да понесат странични натоварвания и да гасят бързо трептенията. Това налага заедно с тях да се използват направляващо устройство и амортисьори.

*Торзионът* (фиг. 12.10 б) в най-общия случай представлява стоманен прът с кръгло напречно сечение, завършващ в двата си края с шлиц. Като еластичен елемент при окачването той се разполага надлъжно на автомобила и се свързва по начина, показан на фиг. 12.11 б. Пружинното му действие се проявява при



Фиг. 12.11. Свързване на еластичния елемент с моста и рамата  
 а – свързване на ресора: 1 – рама; 2 – обича; 3 – ресор; 4 – колело; 5 – скоба; 6 – мост; б – свързване на торзиони: 1 – рама; 2 – торзион; 3 – шарнирна конзола; 4 – долове; 5 – колело; 6 – неподвижна конзола

усукване, когато колелото се повдига. Торзионът се използва главно при независимото окачване и се съчетава с направляващо устройство и амортизатор.

Пружиниращото действие на пневматичните елементи се получава при съгъстяване на въздух в затворено пространство. Те се използват при автобусите и товарните автомобили.

Пневматичният елемент (фиг. 12.10 в) се състои от балон 1, притискащи обръчи 2 и 3 и свързващи болтове 4, закрепени към крайните обръчи. Балонът се изработва от много здрава еластична материя, която от вътрешната си страна се покрива с въздухонепроницаем пласт.

Въздушната уредба на пневматичното окачване (фиг. 12.12) работи по следния начин. Компресорът 1 нагнетява въздух в главния резервоар 8, от който той преминава последователно през въздушния филтър 2, регулиращото устройство 3, въздушния филтър 7 и през допълнителния резервоар 6 постъпва в балоните 5. Създаденото налягане в балоните противодейства на тежестта на окачените части и полезния товар и каросерията се намира на необходимата оптимална височина. Тази височина се поддържа постоянно чрез регулатора 3 при различни товари. В уредбата участвуват още стойката 4, регулаторът на налягането 9 и водомаслоотделителят 10.

Пневматичните елементи (балоните) не могат да понесат напречни натоварвания, поради което е необходимо направляващо устройство, а за гасене на трептенията – амортизатори.

Пневматичното окачване има много предимства пред другите видове окачване: по-голяма плавност на движението; по-голяма устойчивост на автомобиля;



постоянна височина на каросерията; помалка маса на окачването и др. Основен недостатък е сложността на въздушната уредба.

Един от моделите на нашите автобуси „Чавдар“ се произвежда с пневматично окачване.

**Стабилизаторът** (фиг. 12.10 з) е еластичен елемент, който пречи на наклоняването на каросерията в напречна равнина. Той се състои от стоманена П-образна шанга 1 и стойки 2. Шангата чрез конзолите 4 и гумени втулки се свързва в средната си част с рамата или каросерията, а двата ѝ края чрез стойките 2 и шарнирите 3 – с моста.

При наклоняване на каросерията единият край на шангата се стреми да се повдигне нагоре, а другият да се спусне надолу. Шангата е подложена на усукване и по такъв начин се противопоставя на наклоняването.

При еднакви вертикални отклонения на колелата стабилизаторът не оказва съпротивление, а само се завърта в гумените опори (втулките). В някои случаи краищата на шангата се свързват с лостове на окачването.

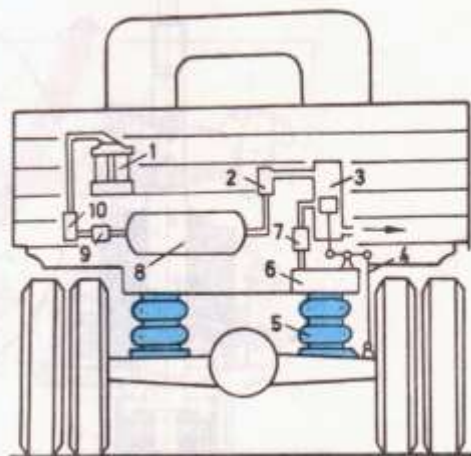
**Амортисьори.** Движението на МПС и особено на автомобилите с високи скорости е съпроводено с появяването на вертикални трептения на каросерията. С оглед на удобствата на пътуването и опазването на МПС и товарите това не е желателно и трептенията трябва бързо да се гасят. Ресорното окачване макар и не много бързо гаси трептенията. Това позволява в някои случаи да не се използват други елементи за гасене на трептенията, но при пружинното и пневматичното окачване използването на други гасители е наложително.

Най-често срещаните гасители на вертикалните трептения са хидравличните амортисьори. При тях трептенията се гасят благодарение на преминаване на масло от едно пространство в друго през тесни отвори, при което енергията на трептенията се превръща в топлина.

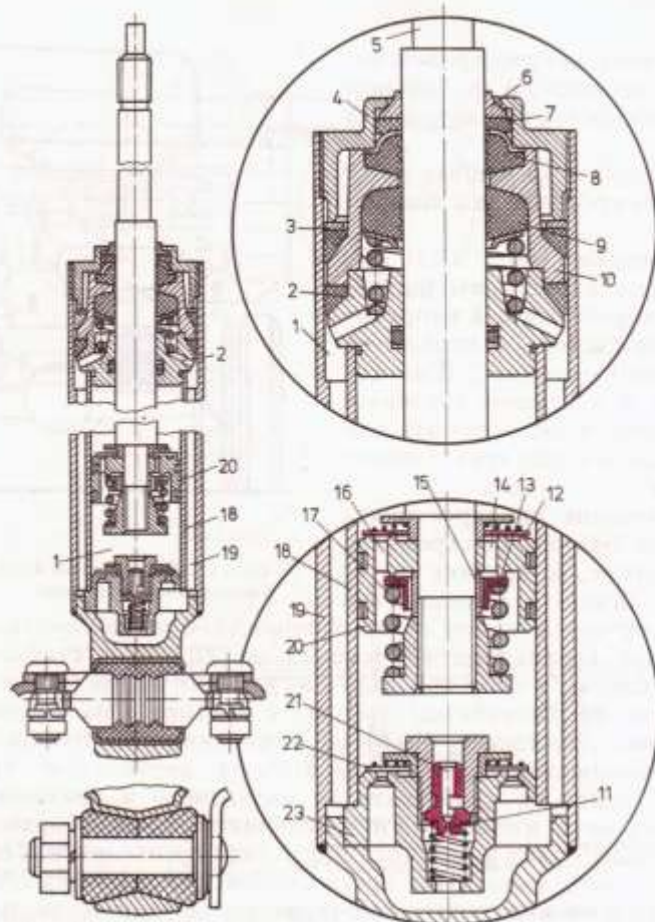
На фиг. 12.13 е показан надлъжен разрез на хидравличен телескопен амортисьор. Частите на амортисьора могат да се обединят в три групи – цилиндри с бутало, клапани и уплътняващо устройство.

Цилиндри 18 и 19 са поставени един в друг, така че между тях се образува пространство – компенсационна камера 1. На горната страна на външния цилиндър се завива капакът 4, който чрез чашата 10 на уплътнителя притиска направляващата втулка 2 към вътрешния цилиндър и го затваря от горната страна. Тук в горната страна са разположени и частите на уплътняващото устройство. От долната страна цилиндрите се затварят с масивен капак. Амортисьорът има четири клапана. От тях 12 и 13 се монтират в буталото 20. Първият, снабден със слаба пружина, затваря отворите 16, разположени по външната окръжност, а вторият (със силна пружина) – отворите 14, разположени по вътрешната окръжност. Другите два клапана 21 и 22 се монтират към тялото 23. Особено при клапана 21 е, че има калиброван отвор 11, който пропуска масло в малко количество, когато клапанът е затворен и буталото слиза надолу.

При плавни удари буталото слиза надолу. Налягането на маслото преодолява само слабата пружина на пропускателния клапан 12 и той се отваря.



Фиг. 12.12. Схема на въздушна уредба на пневматично окачване

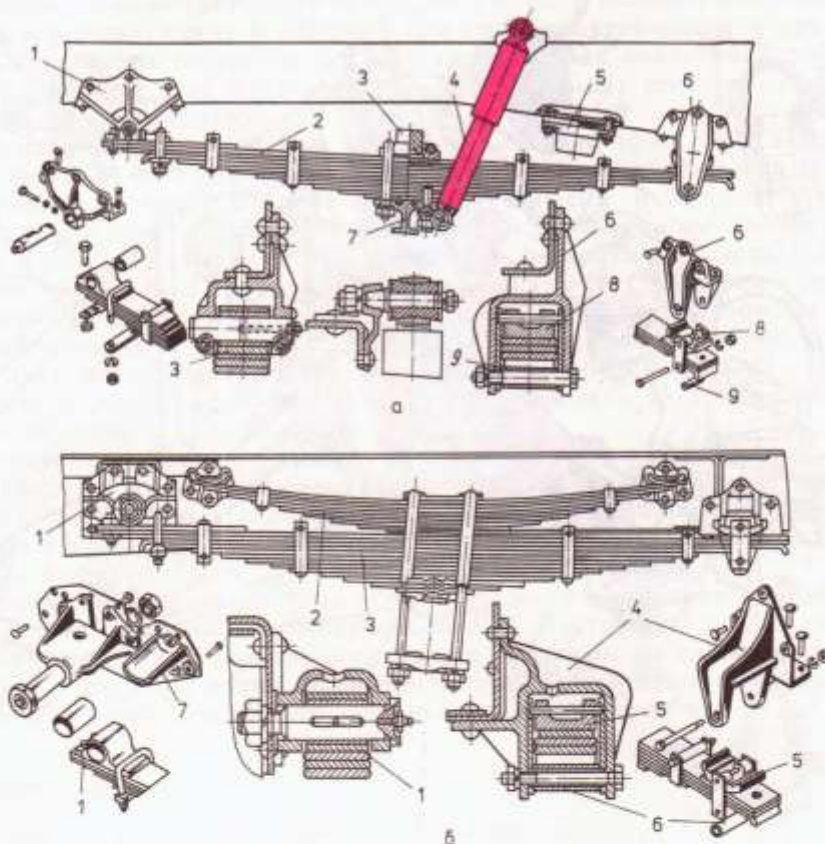


Фиг. 12.13. Амортисьор

Клапанът 21 остава затворен благодарение на по-силната пружина. Под действието на налягането са затворени и клапаните 13 и 22. Маслото преминава от пространството пред буталото през отворите 14 в пространството над буталото. Понеже буталният прът 5 заема известен обем, изтласкваното от буталото масло не може да премине изцяло зад него, а известна част преминава през дроселиращия отвор на клапана 21 в пространството между двата цилиндъра, като свива намиращия се там въздух. След слабия удар под действието на еластичните елементи на окачването буталото на амортисьора се придвижва нагоре и клапанът 12 се затваря. Тъй като това става сравнително бавно, клапанът 13 остава също затворен, но масло от надбуталното пространство преминава в подбуталното през отворите 14 и хлабината между клапана и втулката 15. Под действието на свития въздух между цилиндрите се изпраща масло също в подбуталното пространство през отворения клапан 22.

При резки удари налягането на маслото пред буталото е по-голямо и освен клапана 12 се отваря и клапанът 21. През двата клапана масло преминава съответно към надбуталното пространство и към пространството между цилиндрите. След резкия удар следва бързо изместване на буталото нагоре. В резултат на това се затваря клапанът 12 и се отваря клапанът 13. В същото време е отворен и клапанът 22. Движението на маслото в този случай е както при плавното движение на буталото нагоре.





Фиг. 12.14. Окачване на товарен автомобил

а – предно: 1 – предна конзола; 2 – ресор; 3 и 5 – гумени буфери; 4 – амортизатор; 6 – задна конзола; 7 – преден мост; 8 – опорен елемент; 9 – втулка; б – задно: 1 – ухо на ресора; 2 и 3 – ресори; 4 – конзола; 5 – опорен елемент; 6 – втулка; 7 – опорна конзола

На фиг. 12.13 са означени още шайбата 3, уплътнителите 6, 7, 8 и 9 и пружината 17.

**Окачване на товарен автомобил.** Предното окачване (фиг. 12.14 а) е ресорно, като ресорът 2 е прикрепен много здраво със скоби към предния мост 7. Предното ухо на ресора, прикрепено неподвижно с болтове и скоба към листовите на ресора, е свързано шарнирно чрез ос с предната конзола 1. Задният край на ресора влиза между втулката 9 и опорния елемент 8 и има възможност да се плъзга между тях. От двете страни на опорния елемент – на оста му и на долния болт, са поставени планки, които предпазват задната конзола 6 от странично износване.

Амортизаторът 4 от горната си страна се свързва с рамата чрез конзола, болт и гумена втулка, а от долната – с предния мост.

При статично положение на автомобила ресорите и амортизаторите са в определено положение. При движение под действието на ударното натоварване, причинено главно от неравностите на пътя, разстоянието между окачените и неокачените части се променя, ресорите се изправят и се свиват, а амортизаторите увеличават и намаляват дължината си. При това енергията на ударите се поглъща от ресорите и амортизаторите и не се предава на рамата.





**Задното окачване** (фиг. 12.14 б) има два ресора — главен 3 и спомагателен 2. Спомагателният влиза в действие при голямо натоварване и при силни удари. Свързването на ресорите с моста и рамата е аналогично с това на предното окачване с тази разлика, че спомагателният ресор и от двете си страни се плъзга в конзоли.

**Окачване на лек автомобил.** *Предното окачване* (фиг. 12.15 а) включва лостова система, чрез която се осъществява шарнирно окачване на колелото към рамата (рама-каросерия), еластичен елемент (спирална пружина), амортизатор и шенкел. Лостовите (носачите) 13 и 36 имат вилкообразна форма. Горният лост 13 от вътрешната си страна (по фигурата — дясната) е свързан шарнирно чрез оста 22 с рамата, а от външната си страна чрез сферично съединение — с вилката на шенкела. Долният лост 36 е свързан подобно на горния.

Амортизаторът 40 от долната си страна се закрепва шарнирно чрез ос с долния лост, а от горната — еластично чрез гумените шайби 18 с рамата. Пружината 38 се притиска между долния лост и рамата, така че при удари да може да се свива и разпуска.

Сферичните съединения за закрепване на шенкела с лостовите 13 и 36 са неразглобяеми, което изключва ремонт, но за отделните им части се използват материали с голяма твърдост и изнosoустойчивост — например специална гума с пластмасово покритие или металокерамични смеси. Това осигурява продължителна работа на този възел от окачването.

*Задното окачване* (фиг. 12.15 б) е съставено от спиралните пружини 9, лостовите 3 и 17, пръта 22 и амортизаторите 21. Лостовите 3 и 17 са свързани със задния мост и каросерията и служат за предаване на тласкащата сила и моментите. Прътът 22 поема страничните сили, действащи на задния мост. Той е свързан чрез конзоли за задния мост и каросерията.

#### Въпроси и задачи

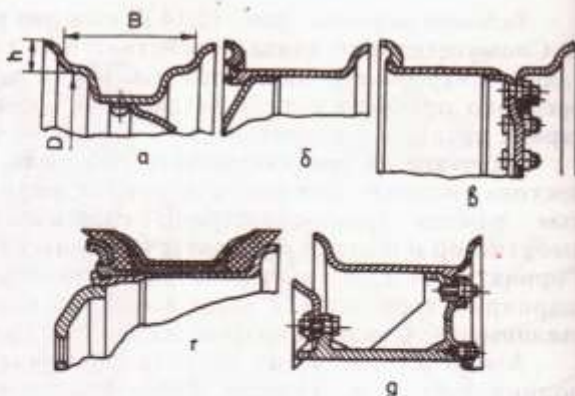
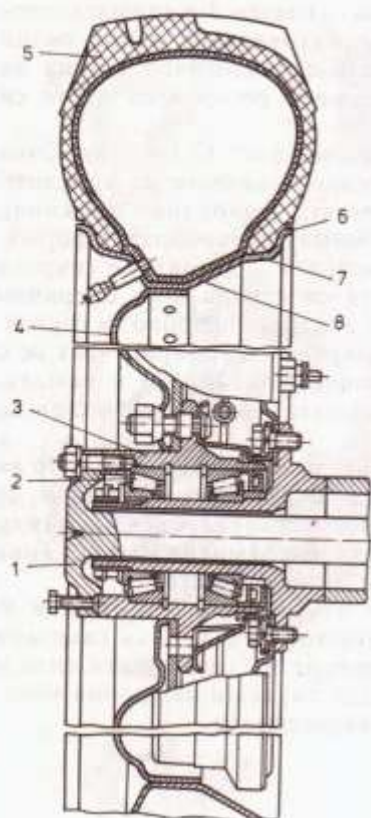
1. Какво ще се получи, ако липсва лостът 5 от фиг. 12.7?
2. Възможно ли е тласкащата сила да се предава чрез ресора?
3. Защо задният край на ресора (фиг. 12.11 а) се свързва чрез конзола (обица) 2, а не както предния му край?
4. Обяснете как действа регулаторът 3 за променяне на височината (фиг. 12.12)?
5. Обяснете действието на задното окачване (фиг. 12.15 б), като използвате общите знания за окачването и практиката.
6. Каква роля изпълняват буферите 3 и 5 (фиг. 12.14 а)?

#### 12.3. КОЛЕЛА И ГУМИ

**Колела.** Те осъществяват непосредствената връзка на МПС с пътя. В зависимост от функциите, които изпълняват, колелата биват задвижващи, управляващи, комбинирани и поддържащи.

##### Фиг. 12.15. Окачване на лек автомобил

а — предно: 1 — конусни лагер; 2 — капачка; 3 — регулираща тайка; 4, 19 и 26 — шайби; 5 — ос на шенкела; 6 — главина; 7 — уплътнител; 8 — спирален диск; 9 — палец; 10 — шенкел; 11 — предпазителя; 12 и 14 — шарнири; 13 — горен лост; 15 — гумен буфер; 16 — конзола за буфера; 17 — опорна чаша на амортизатора; 18 и 32 — гумени възглавници; 20 — гумена подложка; 21 и 44 — опорни чашки; 22 и 35 — оси; 23 и 24 — метални втулки; 25 — гумена втулка; 27 — регулираща шайба; 28 — дистанционна шайба; 29 — конзола за гредата на предния мост; 30 — гредата на предния мост; 31 и 39 — конзоли за стабилизатора; 33 — стабилизатор; 34 — рама на двигателя; 36 — долен лост (носач); 37, 41 и 42 — болтове; 40 — амортизатор; 43 — конзола за амортизатора; 45 — долен шарнир; 46 — тяло на шарнира; 47 — втулка; 48 — металокерамичен лагер; 49 — палец на шарнира; 6 — задно: 1, 23 и 27 — метални втулки; 2 — гумена втулка; 3 и 17 — наляжлив лостове (реактивни шайби); 4 — пластмасова подложка; 5 и 10 — опорни чашки; 6 и 16 — гумени буфери; 7 — болт (ос); 8, 18 и 19 — конзоли; 9 — пружина; 11 — гумена подложка; 12 — горна опорна чаша; 13 — конзола за шайбата на регулатора; 14 — гумена втулка за връзката на амортизатора с конзолата; 15 — конзола към каросерията; 20 — регулатор на налягането; 21 — амортизатор; 22 — прът; 23 — лост на регулатора; 24 — тяло на регулатора; 26 — шайба



Фиг. 12.17. Видове джанти

Фиг. 12.16. Задвижващо колело

Задвижващите коелла преобразуват въртящия момент на силовото предаване в тласкаща сила, която поражда движението на машината (вж. фиг. 12.7 и обясненията към нея), а управляващите приемат тласкащата сила от рамата и преобразуват праволинейното движение в завъртане. Това се постига, като първите коелла се закрепват неподвижно към полуваловете, а вторите се поставят подвижно на лагери върху шенкелните оси.

Задвижващото колело на автомобил (фиг. 12.16) се монтира на полувала 1 и е съставено от главина 3, поставена върху лагерите 2, джантата и гума 5. Въртящият момент се предава последователно от полувала на главината, на джантата и на гумата.

Джантата се монтира към главината с болтове и може да се демонтира лесно, когато това се наложи. Тя се състои от диск 4 и венец 8 (с основа 7 и борт 6), които са заварени или занитени един към друг. Срещат се различни конструкции джанти. В зависимост от устройството на венеца те биват дълбоки неразглобяеми (фиг. 12.17 а) и плитки разглобяеми (фиг. 12.17 б, в, г). Усложнената конструкция на втория вид джанти се е наложила с оглед лесното демонтиране и монтиране на гумите. На фиг. 12.17 д е показана джантата, наречена бездискова, при която вместо с диск главината и венецът са свързани със спици.

Задвижващите и управляващите коелла на колесния трактор се различават от автомобилните по това, че е възможно осово изместване на коеллата и че дискът на задвижващото колело е разположен несиметрично



спрямо гумата. С това се постига променяне на разстоянието между колелата при обработване на различни селскостопански култури.

Управляващите колела имат устройство, подобно на задвижващите. Устойчивостта, лекотата на управлението и срокът на износване на гумите и други части на управлението зависят до голяма степен от положението на управляващите колела и шенкелния болт, което те заемат спрямо вертикална равнина, минаваща през надлъжната ос на АТК, и спрямо вертикална равнина, перпендикулярна на същата ос.

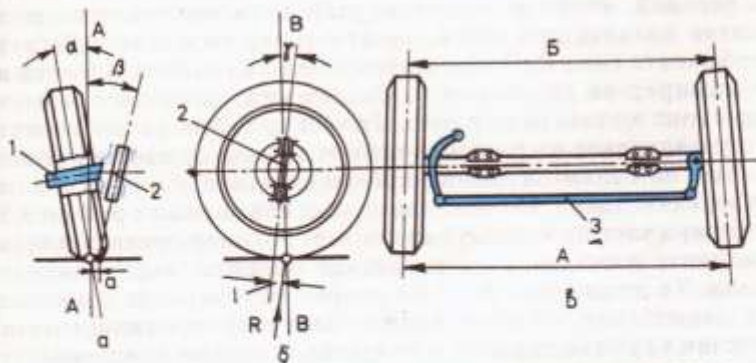
На фиг. 12.18 са показани схематично управляващите колела и шенкелът и са означени ъглите  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$ , които се сключват с надлъжната равнина  $A-A$  и напречната равнина  $B-B$ .

Ъгълът на наклона на колелото  $\alpha$  (фиг. 12.18 а) се сключва между равнината на въртене на колелото и вертикалната равнина  $A-A$ . С този ъгъл се измества опорната точка на колелото навътре. Така се постига по-голямо натоварване на вътрешния лагер, намалява се огъващият момент, който действа на шенкелната ос, и се създава осова сила, която отстранява хлабината в лагерите при износване. За различните АТК този ъгъл е  $0,5-2^\circ$ . Той може да се изменя само чрез съответно изменение на ъгъла, който сключва шенкелната ос  $l$  и хоризонталната равнина, т. е. при мостовете със зависимо окачване това е възможно само при производството или при ремонта на шенкала.

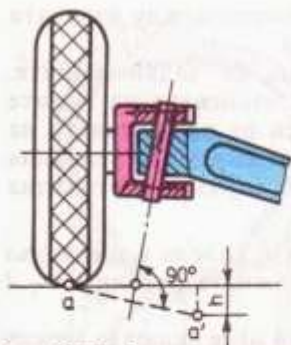
Ако ъгълът е равен на нула или е отрицателен, при износване на лагерите или при деформиране на ходовата част натоварването се предава в по-голяма степен на външния лагер, което може да доведе до бързото му износване и до по-големи напрежения на огъване в шенкелната ос. Ако ъгълът е голям, при недостатъчно налягане в гумите те бързо се износват, защото вследствие на по-голямата деформация на гумата външната ѝ допирна точка с пътя е с по-малък радиус отколкото вътрешната. В такъв случай, за да може да се измине един и същ път от двете точки, вътрешната част на гумата трябва да преплъзва.

Събирането (сходимостта) на колелата  $\delta$  се определя от разликата между разстоянията  $A$  и  $B$  (фиг. 12.18 в). Това разстояние се движи в границите  $1,5-12\text{ mm}$  и може да се регулира чрез удължаване или скъсяване на напречната регулираща шанга  $3$ .

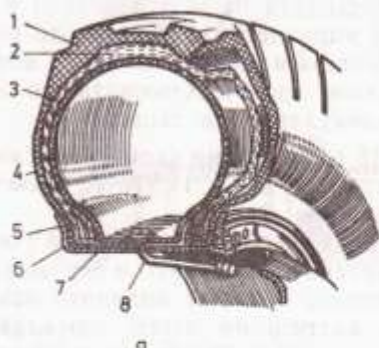
Ако липсва събирането на колелата, и при наличие на ъгъл на наклона  $\alpha$  двете предни колела се стремят да се разтворят, което предизвиква преплъзване на колелата по пътя. Стойността на събирането се подбира в зависимост от ъгъла на наклона.



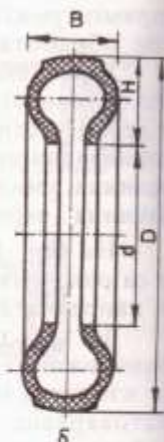
Фиг. 12.18. Схема на поставяне на управляващите колела



Фиг. 12.19. Схема на повдигане на колелото при завой



Фиг. 12.20. Пневматична камерна гума



Ъгълът на наклона на шенкелния болт  $\beta$  (фиг. 12.18 а) се сключва между геометричната ос на шенкелния болт 2 и вертикалната равнина  $A-A$ . Той е необходим, за да се постигне по-лесно управление и стабилизиране на движението на автомобила.

Нека при вертикално положение на шенкелния болт разстоянието между опорната точка на колелото и точката, в която геометричната ос на болта 2 пробоща пътя, е примерно  $a$ . Когато шенкелният болт се наклони, тази точка се измества навън, т. е. по-близо до опорната точка на колелото, и разстоянието  $a$  се намалява. В такъв случай моментът спрямо оста на шенкелния болт, предизвикан от реакцията на почвата, също се намалява и управлението на АТК се улеснява. Освен това предницата при завой се стреми да се повдигне нагоре, теглото противодейства на това повдигане и колелата се стремят да се върнат в праволинейното си положение (фиг. 12.19). При завъртане на колелото допирните му точки с пътя лежат в равнина, перпендикулярна на шенкелния болт. Ако се допусне, че колелото се завърта на  $180^\circ$ , допирната му точка трябва да потъне на размер  $h$ . В действителност предницата се повдига на същата височина. При повдигането теглото се преодолява от силата, с която се действа на кормилното колело. Ако тази сила се премахне, колелото се връща в праволинейно направление.

Ъгълът  $\beta$  за различните конструкции е от  $6$  до  $8^\circ$ .

Ъгълът на наклона на шенкелния болт  $\gamma$  (фиг. 12.18 б) се получава при наклоняване на шенкелния болт назад и е сключен между наклонената ос и вертикалната равнина, която е перпендикулярна на надлъжната ос на АТК. Този ъгъл оказва влияние при завой, когато върху колелата действа реакцията на центробежната сила  $R$ . Приложената точка на реакцията и оста на шенкелния болт се намират на разстояние  $l$ . Създаденият реактивен момент  $M = Rl$  се стреми да върне колелото обратно. Това подобрява устойчивостта на движението, но с увеличаване на разстоянието от водача се изисква повече усилие за завиване. То е по-голямо и тогава, когато налягането в гумите е по-малко и широчината им е по-голяма. Ето защо този ъгъл обикновено е от  $1$  до  $3,5^\circ$ .

**Гуми.** Важна съставна част на колелата са гумите. Тяхното предназначение е да „погълщат“ малките тласъци и да смекчават ударите, възникнали от препятствията по пътя. Те предпазват АТК от ударно натоварване и повишават плавността при движението. Това се дължи главно на еластичността на предварително сгъстения в гумата въздух и в по-малка степен на еластичността на материала, от който е изработена гумата.



Гумите при съвременните АТК са пневматични (фиг. 12.20 а). Основните им части са външна гума, вътрешна гума и подложна лента 7. Външната гума е съставена от протектор 1, скелет (основа) 3, междинен слой (подложка) 2, странична част 4 и ръбове 5.

Протекторът осигурява сцепление на гумата с пътя и предпазва скелета от повреждане. Изработва се от твърд изнosoустойчив материал и е набразден за по-добро сцепление с пътя. Дебелината на протектора за леките автомобили е 10–20, а за товарните 15–20 mm.

Скелетът придава на гумата необходимата твърдост, висока еластичност и здравина. Той се изработва от няколко слоя корди, слепени помежду си, с дебелина 1–1,5 mm. Слоеве са 4–6 за леките и 6–14 за товарните автомобили и автобуси. С увеличаване на слоевете се увеличава здравината на гумите, но и теглото, и съпротивлението при търкаляне. Кордите са оплетени от отделни надлъжни и напречни нишки.

Материалите за изработване на кордите са памук, хартия, пластмаси, метал и др. Най-евтини са памучно-книжните корди, но са най-слаби и предизвикват голямо загряване на гумата при движение. Гумите с метални корди са много по-трайни и леки.

Междинният слой свързва протектора със скелета. Той се изработва от няколко слоя разредени гумирани корди с обща дебелина 3–7 mm. Междинният слой предпазва скелета от ударите. При гумите на леките автомобили невинаги се поставя междинен слой.

Ръбовете на гумата имат сърцевина 6 от стоманени телове и обвивка от няколко слоя гумирани ленти, които предпазват ръбовете от повреждане при монтиране и демонтиране на гумата.

Вътрешната гума (камерата) съдържа въздух под налягане, което се предава на стените на външната гума и ѝ осигурява необходимата твърдост. Към вътрешната гума се прикрепва вентилът 8 за напompване с въздух.

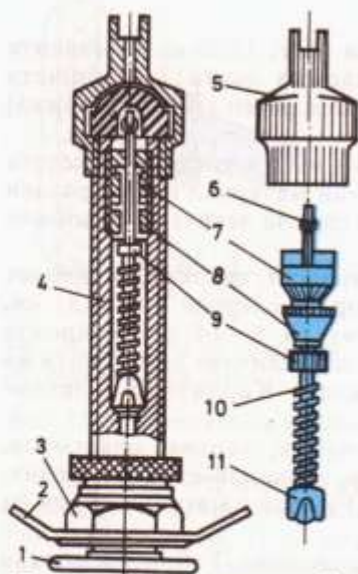
Налягането на въздуха в гумата е важен експлоатационен параметър. Той играе голяма роля за износването на гумата и разхода на гориво на двигателя. Налягането зависи от вида на гумата, от вида на АТК и пътните условия. Най-голямото допустимо налягане за леките и лекотоварните автомобили е 0,14–0,25 МПа, за тежкотоварни автомобили и автобуси е 0,33–0,56, а за автомобилите с висока проходимост се използват гуми, при които налягането може да се поддържа по преценка на водача от 0,05–0,35 МПа.

Налягането в гумите е определено за всеки автомобил от завода производител и трябва да се спазва. Допустимите отклонения на налягането в гумите е за товарните автомобили 0,02, а за леките 0,01 МПа. Увеличаването на налягането в гумите води до претоварване на кордите на скелета, а намаленото налягане — до бързо износване на гумите.

Вентилът на камерна гума (фиг. 12.21) е съставен от тяло 4, възвратен клапан 9 и капачка 5. Клапанът пропуска въздух при напompване и не му позволява да излиза навън след спирането на притока на въздух по следния начин. Въздухът постъпва в пространството около стеблото (игличката) 6, преодолява налягането на пружината 10, отваря възвратния клапан и се отправя към вътрешността на камерата. Когато се прекрати вкарването на въздуха, под действието на вътрешното налягане и пружината възвратният клапан се затваря и не позволява да излиза въздух отвътре навън. За да се изпусне въздух (когато това се налага), стеблото трябва да се натисне навътре.

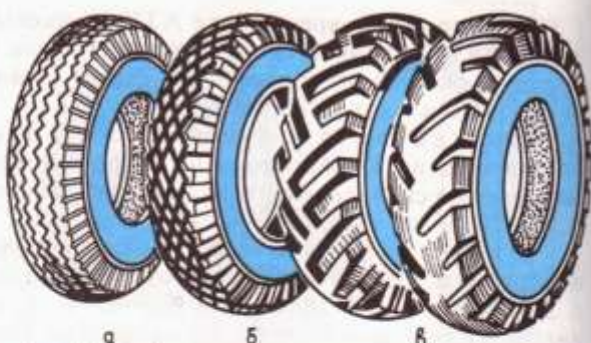
При движение по неравности и при удари гумата се деформира и съгъстен въздух в нея поглъща голяма част от енергията на удара. След преминаване на препятствието част от погълнатата енергия се изразходва за преодоляване на вътрешното триене в гумата и се превръща в топлина.





Фиг. 12.21. Вентил

1 - нета; 2 - шайба; 3 - гайка; 4 - тяло; 5 - капачка; 6 - стъбло (игличка); 7 - винт; 8 - уплътнителен конус; 9 - клапан; 10 - пружина; 11 - направляваща част



Фиг. 12.22. Гуми с различен протектор

Колкото по-голяма е деформацията на гумата, толкова по-големи са загубите от вътрешно триене и толкова по-голяма мощност се губи при движението на автомобила.

Гумите преди всичко трябва да осигуряват безопасно движение. Освен това главно изискване те трябва да са с малка маса, леко и бързо да се ремонтират, да се загряват малко при движение, да имат дълъг срок на използване. Прието е гумите да се означават чрез размерите  $B$  и  $d$  (фиг. 12.20 б), изразени в mm или цолове или едновременно в mm и цолове;  $B$  е широчината на гумата, а  $d$  - вътрешният ѝ диаметър. Например  $165 \times 330$  mm означава, че гумата е с широчина 165 и вътрешен диаметър 330 mm, а  $6,50 \times 13$  е означението на същата гума в цолове ( $165 \times 13$ ). При смесеното означаване първата цифра е в mm, а втората в цолове ( $165 \times 13$ ).

Външните гуми се подразделят главно в зависимост от набраздяването на протектора на пътни, универсални и с повишена проходимост. По начина на уплътняването с джантата са камерни и безкамерни, а според разположението на нишките на скелета спрямо равнина, минаваща през диаметъра на гумата, са диагонални (обикновени) и радиални. Освен тези видове гуми има още за променливо налягане, широкопрофилни и др.

Гумата на фиг. 12.22 а е предназначена за работа по твърда настилка - протекторът има зигзагообразни ребра и съответни канали. Тази гума има малък шум при движение, висока изнosoустойчивост и достатъчно съпротивление при занасяне на автомобила.

При универсалните гуми (фиг. 12.22 б) протекторът в средата е набразден по-плитко, а от страни - по-дълбоко. Използват се при движение по смесени настилки (твърдо покритие и неравности). При движение по неравен път влизат в действие и дълбоките, странични набраздявания, при което се увеличава сцеплението на гумата с пътя. Такъв протектор на гумата е подходящ за движение по мокри, замърсени и заснежени пътища, но има по-голямо износване по сух и твърд път.

Гумите с повишена проходимост (фиг. 12.22 в) са със силно набразден протектор за добро сцепление с пътя и самоочистване от кал и сняг. При движение по път с твърда настилка износването и шумът се увеличават.

Безкамерните гуми по външност не се различават от камерните гуми, но нямат вътрешна гума (камера) и подложна лента. Особено при тях е и това, че



по вътрешната им повърхност има въздухонепропусклив пласт с дебелина 1,5–3 mm и еластичен слой, нанесен по ръбовете за добро уплътнение с джантата. Вентилът се закрепва непосредствено към джантата с уплътняващи шайби.

Безкамерната гума по-добре задоволява изискванията, предявявани спрямо гумите, отколкото камерната, но е по-скъпа, изисква специална джантата и има по-труден демонтаж и монтаж. По-голямата безопасност при движение се изразява в това, че при пробиви и други повреди автомобилът може да се управлява по-дълго време с повредената гума.

При диагоналните гуми (фиг. 12.23 а) кордите на скелета 2 са разположени под ъгъл спрямо равнина, минаваща през диаметъра на гумата. Този ъгъл зависи от типа и предназначението на гумата и е обикновено  $50-52^\circ$  за обикновените и  $56-58^\circ$  за специалните гуми. Ъгълът за радиалните гуми (гуми тип Р) е  $0^\circ$  (фиг. 12.23 б). Тук кордите, които започват от единия ръб на гумата, стигат до другия по най-късото разстояние. В страничната част на гумата кордите са разположени по радиуса.

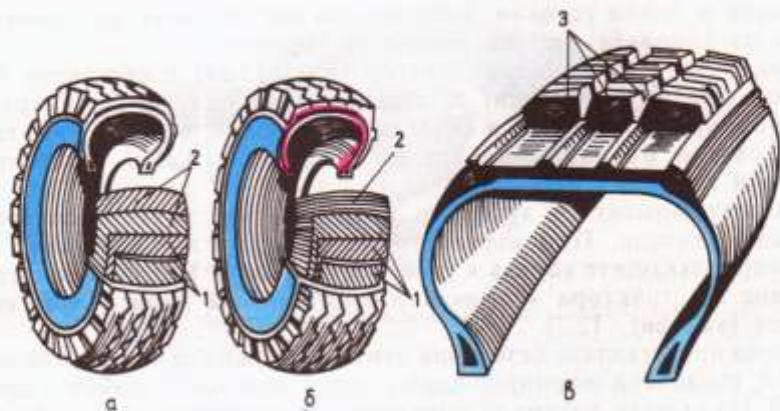
Броят на кордите при радиалните гуми е с два пъти по-малко отколкото при диагоналните, а междинният слой 1 се изработва от метални или вискозни корди.

Външната разлика между диагоналните и радиалните гуми е във височината  $H$  на гумата (фиг. 12.20 б). Отношението  $H:B$  при тези гуми е  $0.7-0.85$ , а при обикновените то е приблизително равно на 1.

Товароспособността на радиалните гуми е  $15-20\%$  по-голяма отколкото при диагоналните, те имат по-малко съпротивление при търкаляне (около  $10\%$ ) и по-малко се нагряват. Продължителността на работа в сравнение с диагоналните е  $1.5-2$  пъти по-голяма. Това са важни предимства на радиалните гуми, но те имат и недостатъци — по-скъпи са, страничната им еластичност е по-голяма и предизвикват по-голям шум при движение по неравни пътища. По-голямата странична еластичност може да влоши управлението на автомобила.

Разновидност на радиалните гуми са гумите със сглобяем протектор тип РС (фиг. 12.23 в). Протекторът представлява отделни елементи 3 с форма на пръстени, които се поставят в канали по външната повърхност на скелета. Тези елементи се изработват заедно с междинния слой на гумата и се усилват по окръжността с тънки стоманени въжета. Отделните елементи се монтират и демонтират лесно при ненапомпана гума.

Гумите РС в сравнение с тези от типа Р имат по-голям срок на работа. Като недостатък могат да се посочат по-голямата маса и това, че при



Фиг. 12.23. Диагонални и радиални гуми



движение по лоши пътища и намалено налягане може да се получи приплъзване на протекторните елементи по скелета.

Гумите с променливо налягане се използват при автомобилите с повишена проходимост, които работят при много лоши условия. При тях броят на слоевете корди в скелета в сравнение с гумите с по-малко налягане е 1,5–2 пъти по-малко, протекторът е с по-голяма еластичност и специално набраздяване, широчината на профила е увеличена с 25–40%. Налягането на въздуха в тези гуми се регулира от водача в зависимост от пътните условия. При малки пробиви в гумите може да се поддържа известно налягане, като от резервоарите към гумата се изпраща непрекъснато въздух.

Широкопрофилните гуми се използват при МПС, които се движат по много лоши пътища и без път. При тези условия на движение от много голямо значение е площта на съприкосновение на гумата с почвата. Колкото тя е по-голяма, толкова по-малко е затъването на гумата в почвата. Ето защо вместо две двойни задни колела е рационално да се използва едно колело, при което се намаляват теглото на гумите и броят им.

Широкопрофилните гуми се произвеждат с една или две протекторни ленти. Отношението  $H:B$  е 0,5–0,7, а нормалното налягане на въздуха в гумата е около 1,5 пъти по-малко от обикновените гуми.

Освен разгледаните видове гуми при АТК със специално предназначение се използват още гуми с различна форма и различно набраздяване на протектора (бъчвообразни, във вид на арка, плътни и др.).

#### Въпроси и задачи

1. Каква е разликата в монтирането на задвижващото и управляващото колело?
2. Кога управлението на автомобил е по-леко, при по-голям или при по-малък ъгъл  $\beta$ ?
3. На какво се дължи смекчаването на ударите при АТК с пневматични гуми?
4. Кой елемент от външната гума има решаващо значение за дълготрайността на гумата?
5. На какво може да се дължи загряването на гумите в зависимост само от конструкцията им?
6. При напompването на гумите някои водачи отвиват винта 7 (фиг. 12.21) на игличката, докато започне да излиза въздух. Редно ли е това? Каква е целта?
7. Какво трябва да бъде налягането на въздуха в гумите по хлъзгав път — по-малко или по-голямо? Защо?

#### 12.4. ВЕРИЖНА ХОДОВА ЧАСТ

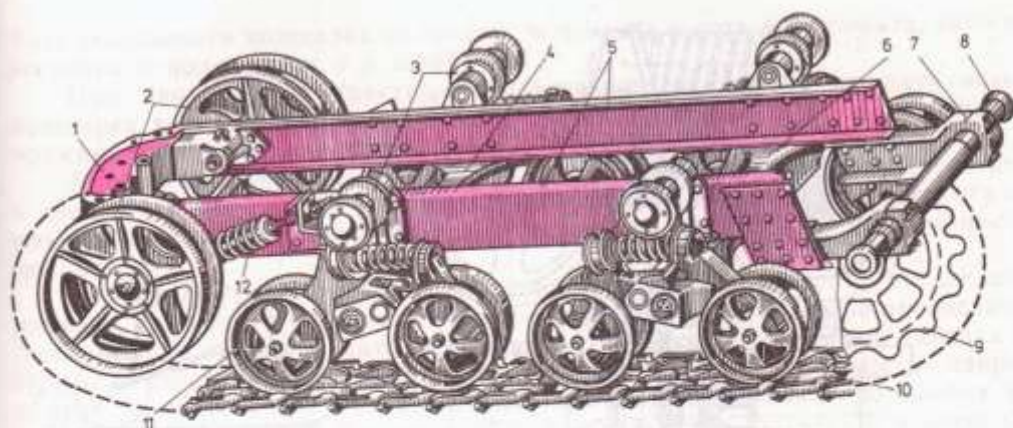
Верижна ходова част имат тези МПС, които се налага да работят при лоши почвени и пътни условия. Тази ходова част е много различна и много по-сложна от ходовата част на колесните машини.

Ходовата част на верижен трактор (фиг. 12.24) е съставена от рама, задвижващи колела (звездочки) 9, верига 10, колесарка 11, направляващи колела 2, поддържащи ролки 3 и обтягащо приспособление 12. Рамата от своя страна се състои от надлъжни греди 5, предна греда 1, конзоли 7, оси 8 и напречни греди 4 и 6.

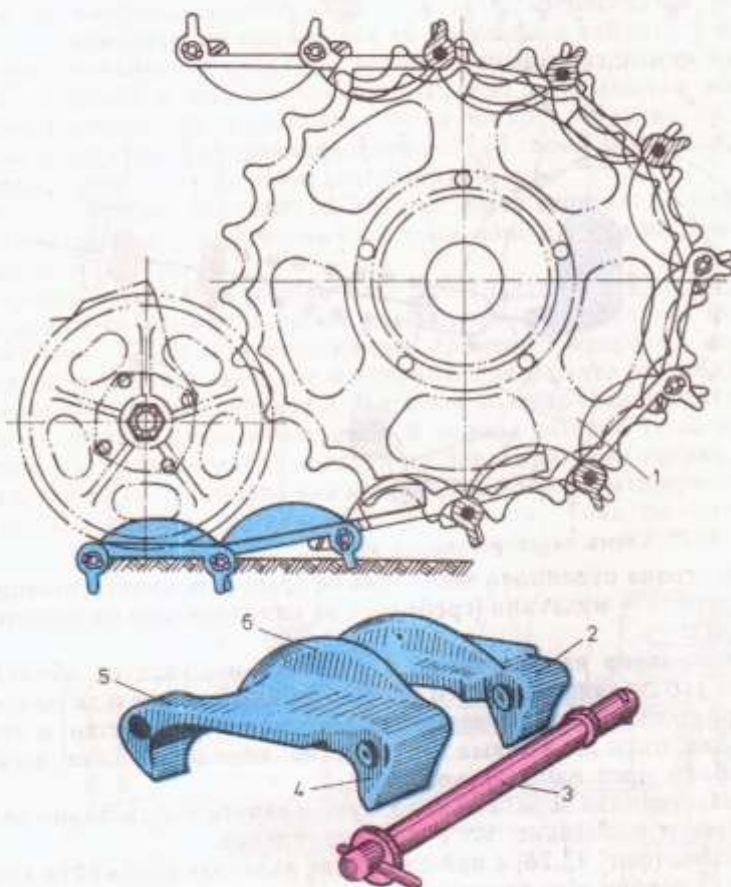
Въртящият момент от крайното предаване на трактора се предава на задвижващите колела. При въртенето те си притеглят веригата, завъртат я и чрез направляващите колела я разстилат по пътя. Тангенциалната сила за придвижване на трактора възниква аналогично на силата при колесната ходова част (вж. фиг. 12.7).

Веригата представлява безкрайна лента, състояща се от отделни прешлени (звена) 2 и 5, съединени шарнирно едно с друго чрез оси 3, шайби и шплинтове (фиг. 12.25). На същата фигура са показани задвижващото колело 1 и веригата в зацепено положение. Този вид звена се отливат изцяло от специална стомана.

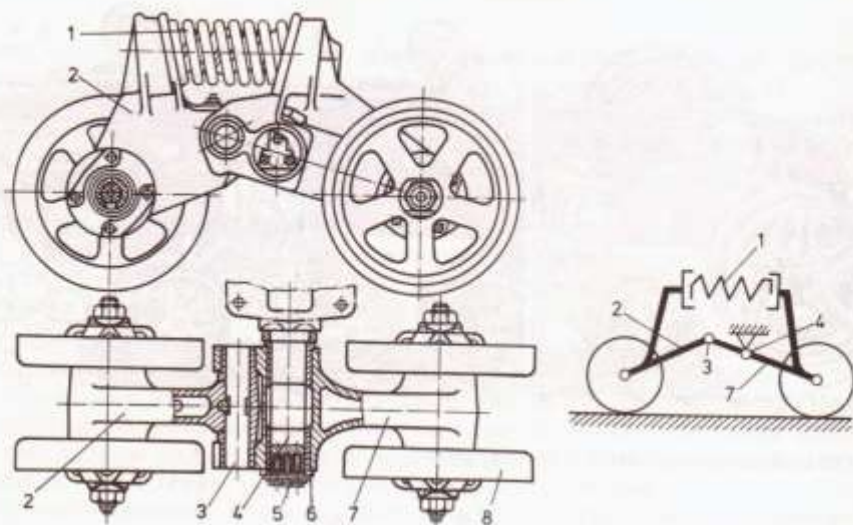




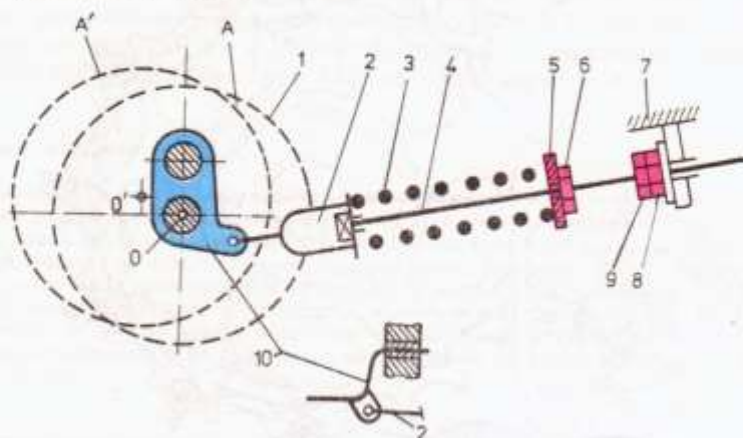
Фиг. 12.24. Ходова част на верижен трактор



Фиг. 12.25. Верига със задвижващо колело



Фиг. 12.26. Колесарка



Фиг. 12.27. Схема на направляващо колело

От външната страна отделното звено има оформени почвозацепващи издатъци 4, а от вътрешната — издатъци (гребени) 6 за направляване на опорните коела на колесарката.

При съединяване на две звена в средната им част се образува легло, в което влиза зъб от задвижващото колело. За намаляване и за по-равномерно износване броят на зъбите на задвижващото колело е нечетен, а стъпката на веригата е два пъти по-голяма от тази на колелото. Така всеки зъб от колелото работи през едно завъртане.

Освен разгледаната верига се използва и верига със съставни звена, която е по-сложна за изработване, но е по-дълготрайна.

Колесарката (фиг. 12.26) е най-сложният възел от верижната ходова част. Колесарките са четири и са предназначени да предадат теглото на трактора на почвата, а същевременно с тях се осъществява еластично окачване на трактора. Всяка колесарка се състои от два балансьора (конзоли) 2 и 7, свързани шарнирно с оста 3, спирална пружина 1 и четири опорни коела 8. Опорните коела се монтират по двойки чрез ос към ушите на балансьорите.



Така съставената колесарка се свързва шарнирно с оста 4 на рамата, като се регулира с подложките 6 и шайбата 5.

При движение на трактора в зависимост от релефа на пътя всяка колесарка като цяло може да се завърта около оста 3, а опорните колела пружинират при неравности на пътя.

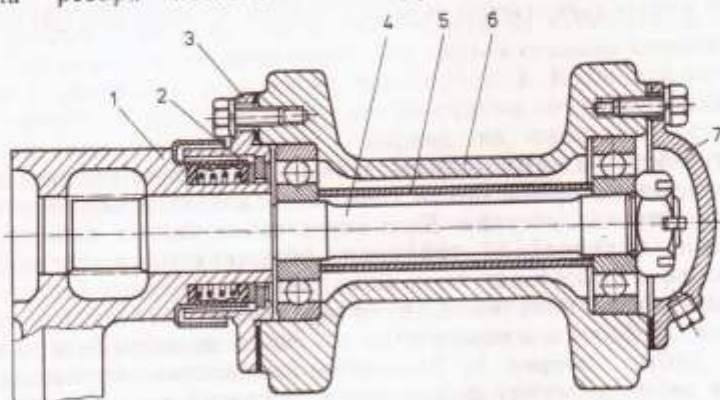
Направляващото колело 1 (фиг. 12.27) поддържа и направлява веригата в предната ѝ част. Освен това чрез него и специално устройство веригата се опъва и се осигурява еластично деформиране при преминаване на неравности по пътя.

За правилно действие на ходовата част веригата трябва да има определено опъване, при което в средната ѝ част трябва да се получи известно провисване. Опъването се извършва, като се развие контрагайката 9 и се завие гайката 8. При това действие опъващият болт 4, свързан с рамата 7, се измества напред и чрез пружината 3 и вилката 2 завърта колянната ос 10 по посока на часовниковата стрелка; оста на колелото се премества от точка *O* в точка *O'*, при което разстоянието между осите на задвижващото и направляващото колело се увеличава и веригата се опъва. С прекъсната линия са показани две положения на направляващото колело *A* и *A'*. Веригата се разхлабва по обратен път. Свиването на пружината се регулира с гайката 6 и шайбата 5.

Ако при движение на трактора веригата срещне издатина на пътя, тя се стреми да се огъне и направляващото колело се измества назад. Тогава вилката свива пружината, колянната ос се завърта обратно на посоката на часовниковата стрелка и направляващото колело заема друго положение. Така се осигурява плавно натоварване на веригата.

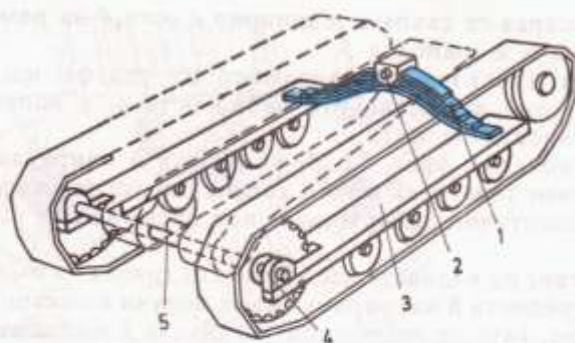
Поддържащите роли 6 (фиг. 12.28) поддържат веригата от горната страна. Те се монтират на оси 4, закрепени към надлъжните греди на рамата и цилиндрични сачмени лагери.

Разгледаната верижна ходова част е с еластично окачване. При някои трактори, които се движат с по-малка скорост, се използва полуеластична ходова част (фиг. 12.29). Тук еластичният елемент е напречен листов ресор 1. В средната си част той е захванат с шарнир 2 за рамата на трактора, а двата му края се опират на колесарките 3. В случая колесарката представлява греда, към която се окачват опорните колела. В задния си край тя се закрепва шарнирно чрез оста 5 към рамата (моста) 4 на трактора. При такава връзка всяка колесарка може да се отклонява във вертикална посока, като преодолява съпротивлението на ресора независимо от другата. Това осигурява известно



Фиг. 12.28. Поддържаща ролика

1 — конзола; 2 — уплътняващо устройство; 3 и 7 — капачки; 4 — ос; 5 — дистанционна втулка; 6 — ролика



Фиг. 12.29. Схема на ходова част с полуеластично окачване

нагаждане на трактора към неравностите на пътя, а ударите се смекчават.

Основните предимства на верижната ходова част в сравнение с ходовата част на колесните МПС са много по-висока проходимост и ниско специфично налягане върху почвата (пътя). Това е много важно при използване на тракторите в селското стопанство, защото високото специфично налягане върху почвата води до загуба на мощност за самопривличане на трактора, оставяне на следи, а в някои случаи и до разрушаване на структурата на почвата.

Недостатъците са голяма маса на ходовата част, бързо износване и по-скъп ремонт на ходовата част, по-голям шум при движение и сравнително малка допустима скорост на движение.

#### Въпроси и задачи

1. Може ли устройството от фиг. 12.27 да работи без пружина? Изпълнява ли това устройство ролята на амортизатор? Ако не – защо?

2. Да се изчисли специфичното налягане  $p_0$  на гумите върху почвата на колесен трактор с тегло  $G = 30 \text{ kN}$ , ако проекцията на допирната площ на гумата с почвата е  $400 \text{ cm}^2$ .

Отг.  $p_0 = 7,5 \text{ МПа}$ .

3. Да се изчисли  $p_0$  за верижен трактор с тегло  $G = 60 \text{ kN}$ , ако веригата има широчина  $40 \text{ cm}$  и се допира до почвата на дължина  $3 \text{ m}$ !

Отг.  $p_0 = 1,5 \text{ МПа}$ .

4. Да се изчисли  $p_0$  на стъпката на човек с тегло  $800 \text{ N}$ , ако стъпката му има площ  $200 \text{ cm}^2$ !

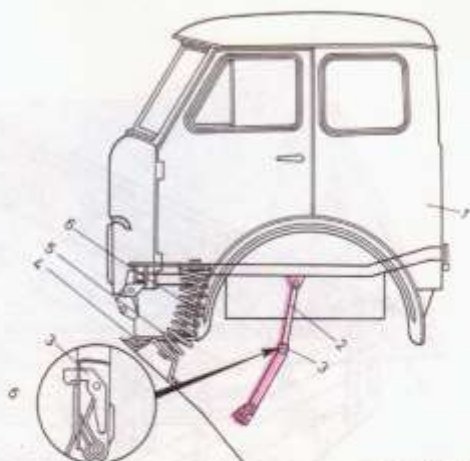
Отг.  $p_0 = 0,4 \text{ МПа}$ .

#### 12.5. КАРОСЕРИИ

Каросерията на АТК служи за настаняване на водача и пътниците и поместване на товарите. Освен това тя предпазва товарите и агрегатите на МПС от вредни въздействия. Към каросерията спадат кабината, товарната платформа и облицовката – калници, облицовъчни и предпазни детайли, врати, капаци и др.

Спрямо каросерията на АТК се предявяват високи изисквания, които могат да се обобщат в следното: да е удобна за пътниците, а на водача да осигурява добри условия за безопасно управление на машината; да има подходяща аеродинамична форма; да има красив вид; да е лека, опростена и да позволява удобно товарене, разтоварване и обслужване; центърът на тежестта да е ниско.





Фиг. 12.30. Кабини на товарни автомобили

Каросериите се подразделят главно в зависимост от предназначението и конструкцията. По предназначение са товарни, пътнически, товаро-пътнически и специални. Товарните са с общо предназначение и специални — самосвали, противопожарни, фургони, цистерни. Пътническите са също с общо предназначение и специални.

В зависимост от конструкцията каросериите се подразделят на полускелетни, безскелетни и скелетни.

*Полускелетната каросерия* се използва при товарните автомобили. Тя обикновено се състои от кабина на водача, товарна платформа и облицовъчни детайли. Те се закрепват към рама, която понася силовите натоварвания. Кабината представлява тяло, изработено от шампована ламарина и усилено с вградени носещи елементи.

Кабината от фиг. 12.30 а се захваща неподвижно към рамата чрез гумени тампони за смекчаване на ударите. Отделните ѝ части — таван 4, тяло 3, предна 1, задна 5 и странична 2 част, са заварени една към друга.

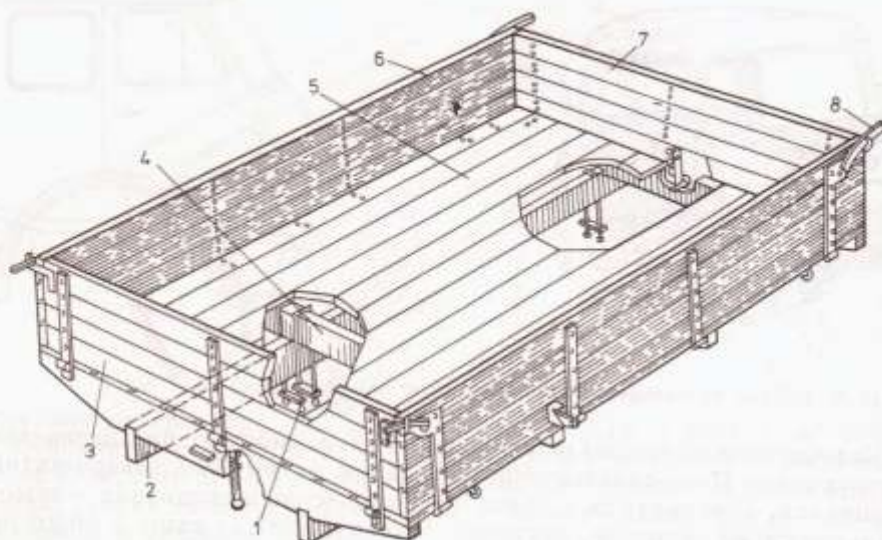
С цел да се увеличи дължината на товарната платформа и видимостта на водача при много модели съвременни автомобили се използва кабина като тази от фиг. 12.30 б. Тя се разполага над двигателя и за да се осигури достъп до него, кабината 1 може да се наклонява напред. В предната си част кабината се прикрепва чрез ос и гумени втулки шарнирно, а в задната си част се свързва чрез заключващ механизъм към рамата.

В отворено (наклонено) положение теглото на кабината се поема от две пружини 5, закрепени към напречника 4, и достов стъгаем механизъм 2, който се задържа в разгънато положение чрез пръта 3. Кабината се отваря чрез достова система и изисква сила, не по-голяма от 150 N. За по-голяма сигурност против непредвидено отваряне на кабината освен основния заключващ механизъм тя се свързва със стоманено въже 6 с рамата.

Товарните автомобили в зависимост от предназначението си се снабдяват със самосвална или специална платформа — фургон, цистерна и др.

Бордовата товарна платформа (фиг. 12.31) обикновено представлява дървено-метална конструкция, състояща се от надлъжни 2 и напречни 4 греди, под 5, капаци 3, 6 и 7 и елементи 1 за прикрепване на платформата към рамата на автомобила. Предният капак 3 е неподвижен и към него се захващат със заключалки 8 страничните капаци 6.

Самосвалните каросерии се изработват изцяло от метал, като в зависимост от предназначението си са с отварящи се странични и заден капак, само със заден капак и др.



Фиг. 12.31. Товарна платформа

*Безскелетните каросерии* се използват предимно при съвременните леки автомобили. При тях няма отделен скелет (рама), а силовите натоварвания се понасят от вградени в каросерията носещи елементи. Към тези елементи се прикрепват агрегатите и частите от силовото предаване, ходовата част, управлението и двигателя.

Основата на каросерията представлява тяло, което условно може да се раздели на предна част, под на купето и под на багажника. В предната част се разполага двигателят, а над пода се изгражда помещението за водача и пътниците. Отделните елементи на тялото са от шампована висококачествена ламарина и са заварени един към друг. Към така изградената основа пак чрез заваряване се прикрепват таванът, рамките на предното и задното стъкло, рамките на вратите, калниците и елементите пред радиатора на двигателя и се окачват шарнирно вратите и капачите на двигателя и багажника.

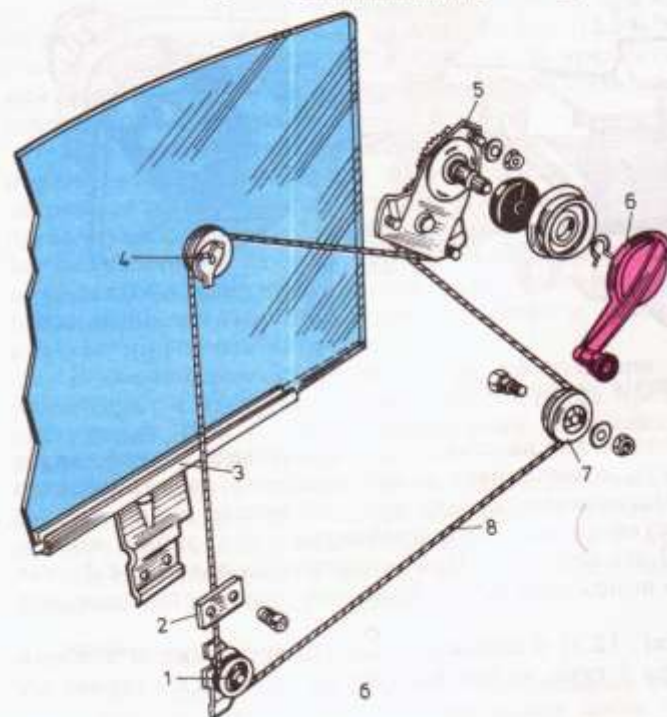
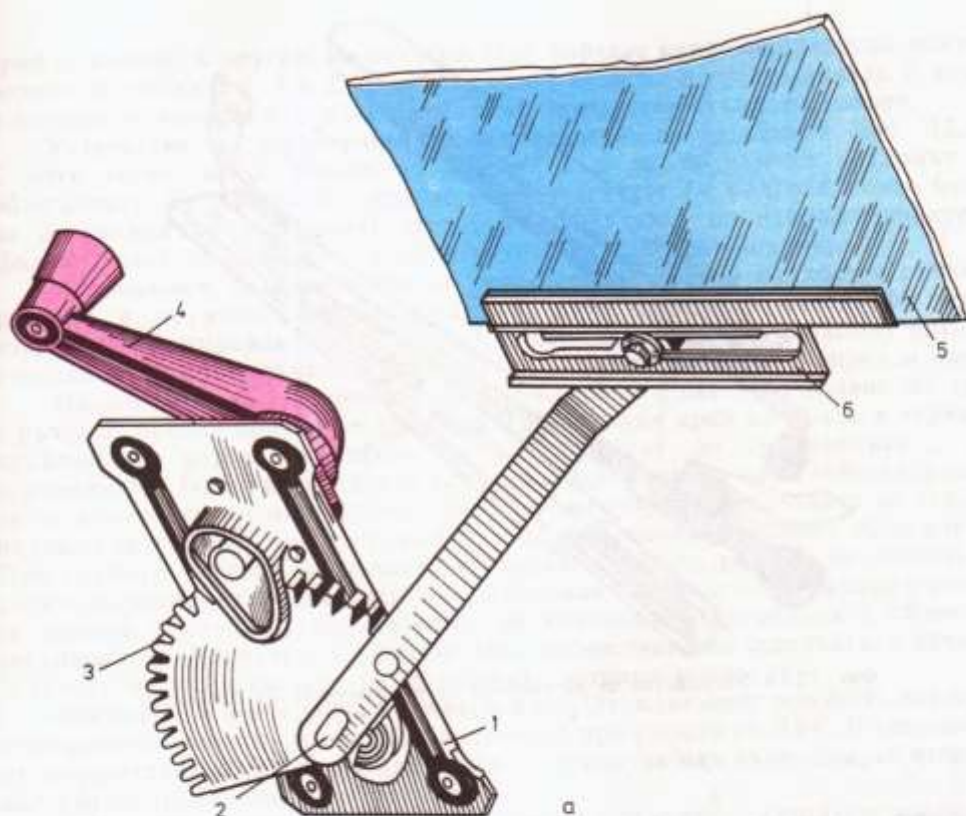
За предпазване от корозия и удари от камъчета и други предмети подът и калниците се покриват със защитен еластичен слой (обмазка).

Предното стъкло на автомобилите най-често е изработено от отделни пластове, така че при удар се напуква, но не се разпада на парчета. По такъв начин водачът и пътниците се предпазват от наранявания. Има и стъкла (секурит), които при удар се разпадат на съвсем малки парчета, не толкова опасни за хората в автомобила.

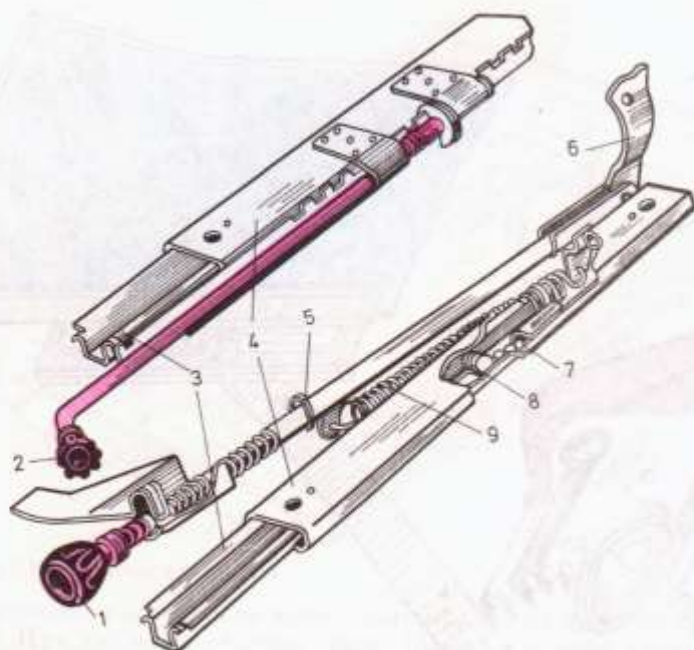
*Скелетните каросерии* се използват при автобусите и някои специални автомобили. Скелетът се състои от основа и заварени към нея и една към друга греди. Към така изградения скелет се прикрепват облицовката и отделните агрегати на автобуса. За изработването на скелетните каросерии се изисква модерна заваръчна апаратура, здрави и леки материали, прецизни уреди за контролиране на геометрията на възлите и на цялата конструкция. У нас в гр. Ботевград се изработват каросерии на автобусите „Чавдар“.

Съвременните товарни и особено леки автомобили са снабдени с много уреди, устройства и тапицерия, които облекчават работата на водача и създават удобства и комфорт на пътниците. Това са уредите за контролиране на работата на двигателя и движението на автомобила,

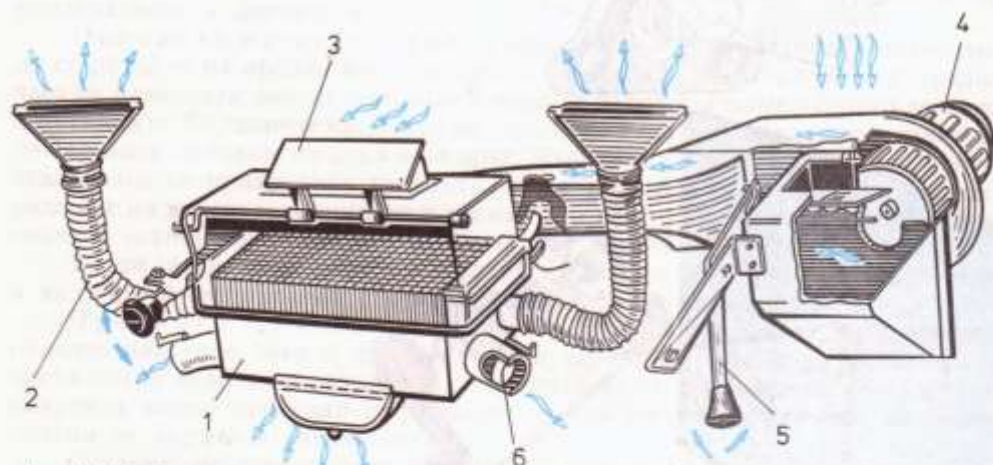




Фиг. 12.32. Стъклоповдигачи



Фиг. 12.33. Устройство за регулиране на положението на седалките



Фиг. 12.34. Отопление и вентилацията на каросерията

устройствата за умиване и повдигане на стъклата, устройствата за регулиране на положението на седалките, отоплението и вентилацията на каросерията (купето), настилките за обезшумяване, огледалата, сенниците и др.

**Стъклоповдигачи.** Действието на стъклоповдигача със зъбно колело 1 и зъбен сектор 3 (фиг. 12.32 а) е следното. При завъртане на ръчката 4 лостът 2 заема различно наклонено положение и чрез кулисата 6 премества стъклото 5 нагоре или надолу.

Стъклоповдигачът от фиг. 12.32 б повдига стъклата чрез въжето 8, което е навито на оста на редуктора 5 така, че при въртене на ръчката 6 единият му



край се навива, а другият се отпуска. При въртене например надясно въжето, водено от ролките 1, 4 и 7, се навива също надясно и чрез планката 2, която е захваната неподвижно към рамката 3, премества стъклото нагоре.

**Устройство за регулиране на положението на седалките** (фиг. 12.33). С него може да се премества седалката и да се изменя наклонът на облегалката. Седалката се закрепва към плъзгачите 4 с болтове, които могат да се движат по плъзгачите заедно със седалката по направляващите 3. Долната част на седалката и облегалката са свързани шарнирно.

**Механизмът за изместване на седалката** се състои от лост с ръчка 2, конзоли и пружина. Лостът има зъб, който влиза в съответни легла, изработени в направляващата част. При натискане на ръчката надолу зъбът се отцепва от направляващата и седалката може да се мести напред и назад.

**Механизмът за наклоняване на облегалката** е съставен главно от прът с ръчка 1, предна конзола и пружина 9. В предния край на пръта е нарязана правоъгълна резба, навивките на която могат да се зацепват с два ограничителя (зъба) на предната конзола. Положението на облегалката може да се изменя точно или грубо. При точното регулиране ръчката се завърта наляво или надясно, при което конзолата 6 се наклонява заедно с облегалката. При грубото регулиране ръчката се подвигва нагоре, резбата се отцепва от зъбите на конзолата, облегалката се наклонява в исканото положение и винтът се зацепва отново с ограничителите на конзолата. Пружината 5 облекчава регулирането. Ролките 8 служат за леко преместване на седалката, а сачмите 7 пречат на изместването на плъзгачите встрани и нагоре.

**Отопление и вентилация на каросерията.** Отопляването при АТК най-често е чрез използване на топлината, излъчвана при работа на ДВГ. В зависимост от охладителната уредба на двигателя — течностна или въздушна, се използват различни отоплителни уредби.

Основният агрегат на *отоплителна уредба*, при която се използва топлината на охлаждащата течност на двигателя (фиг. 12.34), тук е радиаторът 1, свързан с охладителната уредба на двигателя. В уредбата е включен вентилатор 4, който се използва за ускоряване на въздуха, преминаващ през радиатора, когато това се налага.

При разглежданата уредба отоплението има два основни режима. При първия въздухът постъпва към радиатора поради движението на МПС, загрява се от циркулиращата течност и се отправя към отопляваните участъци по въздухопроводите 2. Температурата може да се контролира чрез изменение на количеството течност, постъпваща към радиатора. При втория режим в радиатора постъпва въздух чрез вентилатора. Този режим се налага обикновено когато МПС стои на място и е необходимо да се придаде на въздуха по-голяма скорост.

**Вентилацията** също може да работи при два режима. При първия радиаторът е изключен и въздухът постъпва през люка 3 към участъците за вентилация. При втория е необходим по-интензивна вентилация. Тогава се задействува вентилаторът.

При уредбата за отопление и вентилация има и устройство за направляване чрез ръчката 5 на топлия и студения въздух за придаване на различна скорост на въздуха, обдухване на стъклата и др.

При автомобилите с въздушно охлаждане отопляването се постига чрез нагретия от двигателя въздух.

#### Въпроси и задачи

1. Защо каросериите трябва да имат аеродинамична форма?
2. Защо центърът на тежестта на каросерията трябва да е ниско?
3. Кое изискване за каросериите смятате за най-важно?



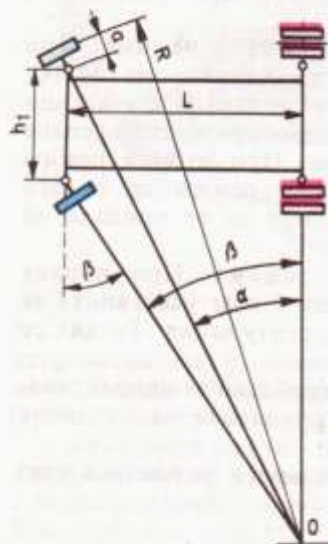
## 13.1. КОРМИЛЕН МЕХАНИЗЪМ

## 13.1.1. Кормилен механизъм без усилвател

Съвременните автомобили, кари и колесни трактори се управляват от водача чрез кормилно колело (волян). Само карите с придружаващ водач се управляват с лост.

В повечето конструкции АТК управляващи са само предните колела. При карите универсални високоповдигачи управляващи са само задните колела. При предни управляващи колела превозваният товар е разположен зад водача и скоростите на движение са значителни. Установено е, че при тези експлоатационни условия АТК с предни управляващи колела се управляват по-лесно и сигурно. По-различни са условията на експлоатация на карите универсални високоповдигачи — поемане и поставяне на товари по стелажи в складовете, маневриране в тесни коридори или обработване на товара вътре в железопътни вагони, големи контейнери, автомобилни фургони, корабни трюмове и др. При тези условия е по-удобно товарът да е разположен пред водача и карът високоповдигач се движи по-бавно. В този случай се оказва по-целесъобразно (удобство за водача и пестене на складова площ) управляващи да са задните колела.

Има автомобили (например дълги автобуси и товарни коли) и кари (високоповдигачи за тежки теренни условия), при които управляващи са всички колела. Това усложняване е необходимо за вписване на автобуса в улиците и шосетата или за висока маневреност на кара високоповдигач при извършване на товарно-разтоварни работи.



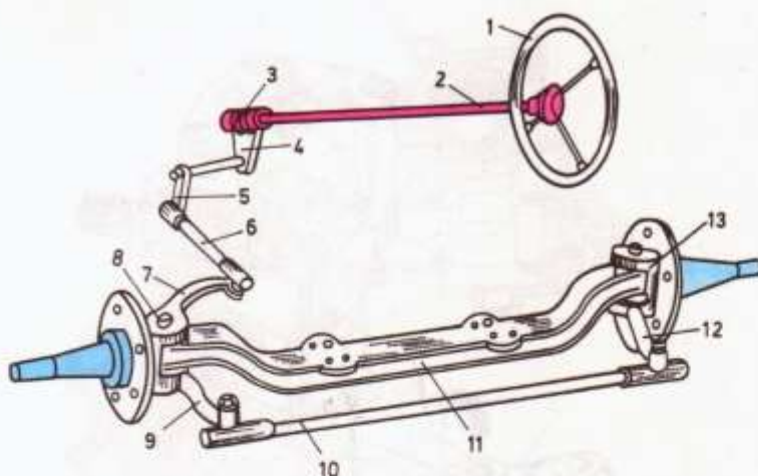
Фиг. 13.1. Принципова кинематична схема на завиване на управляващите колела

От схемата на фиг. 13.1 се вижда, че двете управляващи колела от един и същ мост (преден или заден) не завиват на еднакви ъгли — вътрешното спрямо центъра  $O$  на завоя колело завива на ъгъл  $\beta$ , който е по-голям от ъгъла  $\alpha$  на завиване на външното колело. Когато колелата се търкалят без плъзгане, е в сила зависимостта  $\cotg \alpha - \cotg \beta = \frac{h_1}{L}$ .

Завиването на управляващите колела изисква изразходване на енергия. В най-простите по конструкция кормилни уредби необходимата енергия се предоставя само от водача. Това е възможно до известни граници поради ограничената мускулна мощност, ограниченото бързодействие и непрестанния стремеж към облекчаване на труда на водача. Така все по-често в кормилните уредби се вграждат устройства, които усилват въздействието на водача върху кормилното колело. Тези устройства, наричани усилватели, използват енергия от двигателя на АТК (при електрокарите има отделен малък електродвигател).

Показаната на фиг. 13.2 кормилна уредба е от най-прост тип без усилвател. Водачът завърта





Фиг. 13.2. Механична кормилна уредба

1 – кормилно колело; 2 – кормилна колонка; 3 – кормилен механизъм; 4 и 5 – лостове;  
6 – надлъжна шанта; 7 – шенкелен лост; 8 и 13 – шенкели; 9 и 12 – кормилни лостове (хлебци);  
10 – напречна шанта; 11 – управляващ мост

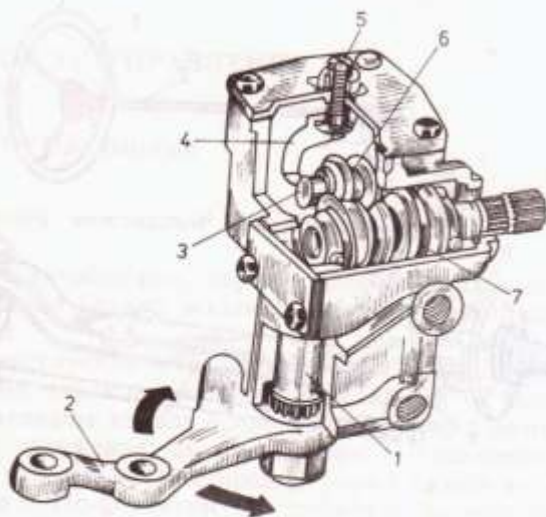
кормилното колело 1 и чрез кормилния механизъм 3 завъртането се увеличава. Отношението  $i_1$  между ъгъла на завъртане на кормилното колело и ъгъла на завъртане на изходящия вал на кормилния механизъм най-често е  $i_1 = 10 \div 20$ . По-нататък отношението между ъгъла на завъртане на изходящия вал на кормилния механизъм и осреднения ъгъл на завиване на управляващите колела (външно и вътрешно спрямо центъра на завой) най-често е  $i_2 = 0,75 \div 1$ .

Водачът трябва да завърта кормилното колело на значителен ъгъл и с приемливо голямо усилие, за да може да преодолее голямото съпротивление на завиване на управляващите колела на сравнително малки ъгли (под  $90^\circ$  в двете посоки).

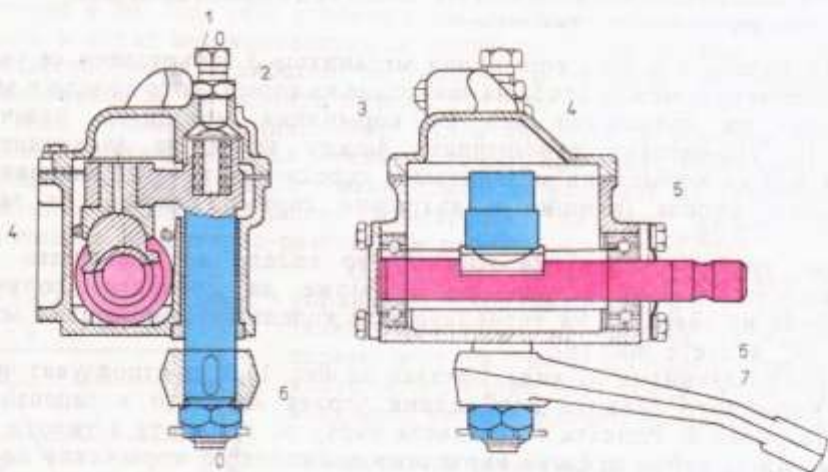
Кормилни механизми от вида, показан на фиг. 13.3, се използват често. При тях кормилото завърта глобоидния червяк 7, който е зацепен със специалната ролка 6. Ролката е поставена върху ос 3, набита в тялото 4 на изходящия вал 1, който предава въртливо движение на кормилния лост 2. Винтът 5 служи за регулиране на хлабината между червяка и ролката.

Друг кормилен механизъм е показан на фиг. 13.4. В кожуха 3 са поместени кормилен винт 5 и кормилна гайка 4. От кормилния прът се завърта винтът, а по него се движи напред-назад гайката. Тя е монтирана в рамото на изходящия вал 6 и го принуждава да се завърта около геометричната си ос  $O-O$ , около която се завърта и кормилният лост 7. За регулиране на хлабината между гайката и винта служат болтчето 1 и контрагайката 2. Механизмите с винт и гайка като показания са също често разпространени.

В леките автомобили се използват кормилни механизми от зъбно-гребенен тип. В края на вала от кормилното колело е поставено зъбно колело, което се зацепва със зъбен гребен, разположен в кожух, закрепен към рамата на автомобила. Успоредно на зъбния гребен в същия кожух е разположен и напречен прът, който се съединява с гребена чрез палец. Двата края на напречния прът чрез сферични шарнири са свързани с другите лостове и прътове от кормилната уредба.



Фиг. 13.3. Кормилен механизъм с глобоиден червяк и ролка

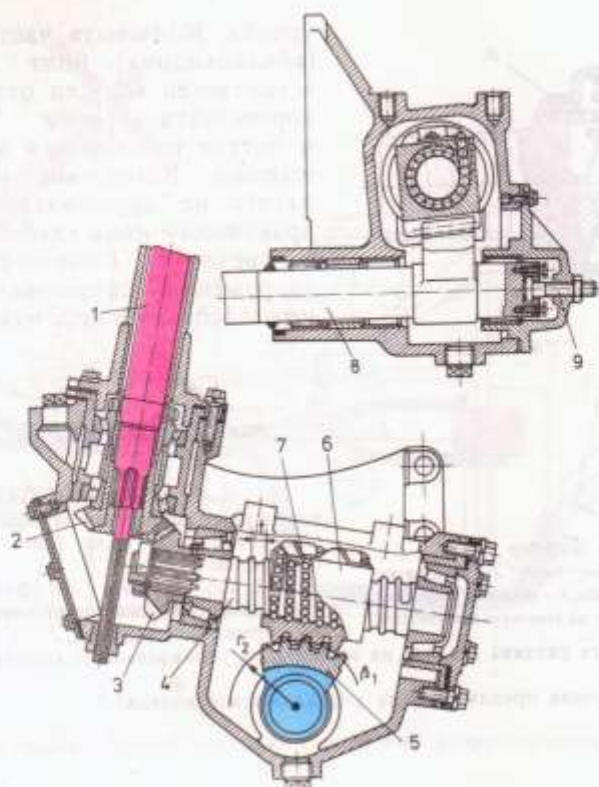


Фиг. 13.4. Кормилен механизъм с винт и гайка

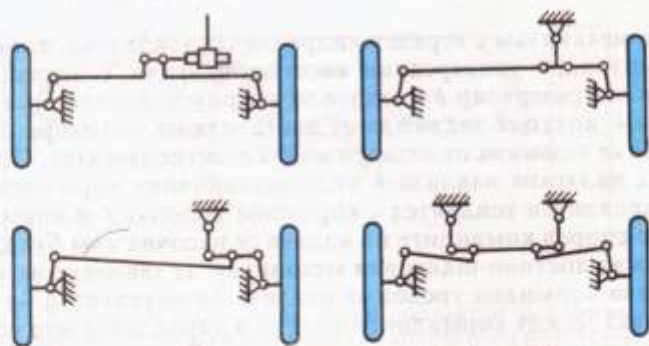
В някои кормилни механизми (фиг. 13.5) е цел да се намали триенето между гайката 6 и винта 4 между тях има сачми 7. При показания механизъм валът 1 се завърта от кормилното колело и през двете конусни зъбни козела 2 и 3 въртенето се предава на винта. На външната страна на гайката са изработени зъби, които са зацепени със зъбния сектор 5 от изходящия вал 8. Когато винтът се върти, движещата се по него гайка наподобява зъбен гребен и чрез зъбния сектор принуждава изходящия вал да се върти. От него движението се предава през останалите лостове и прътове от кормилната уредба към управляващите козела. За регулиране на хлабината между зъбите на сектора и гайката служи винтът 9 с контрагайка.

При кинематичните схеми на лостово-шанговата част от кормилната уредба (фиг. 13.6) местата на свързване на лостовете и шангите са означени





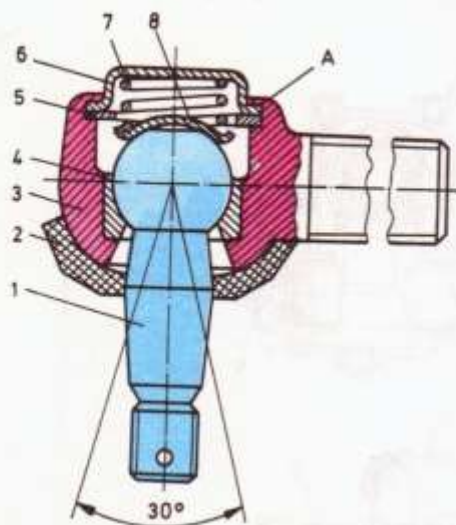
Фиг. 13.5. Кормилен механизъм с винт, гайка и сектор



Фиг. 13.6. Схеми на дъгово-шанговата част от кормилната уредба

с малки кръгчета. В конструкциите на тези места се намират специални съединяващи елементи, наричани сферични шарнири (сферични стави). Напречните шанги най-често се изработват от стоманени тръби. В двата края на тръбата има нарязана резба, по която се завива по един сферичен шарнир. По такъв начин се осигурява възможност за регулиране на дължината на напречните шанги, което е необходимо за регулиране на положението на двете управляващи колела едно спрямо друго и спрямо рамата на превозното средство.

Устройството на сферичен шарнир е показано на фиг. 13.7. Опашката на гнездото 3 има нарязана резба и се навива в съответната шанга от кормилната



Фиг. 13.7. Сферичен шарнир

1 – сферичен (ябълковиден) болт; 2 – уплътнител;  
3 – гнездо; 4 – чаша; 5 – шайба; 6 – капачка; 7 – пружина;  
8 – пиничка; А – запресовка на капачката към гнездото

3. Как се постига разлика в ълите на завиване на управляващите коела при завъртане на кормилния кръг?

4. Кога се получава преплъзване на управляващите коела?

уредба. Конусната част на сферичния (ябълковидния) болт 1 се поставя в съответен конусен отвор на лост от кормилната уредба. Така шангите и лостът са свързани чрез сферичния шарнир. Вследствие на постоянния натиск на пружината 7 при работа практически няма хлабина между болта и гнездото. Повечето конструкции съвременни сферични шарнири са неразглобяеми и не се нуждаят от мазане.

#### Въпроси и задачи

1. Кой ъгъл на завиване е по-голям – на кормилното коело или на управляващите коела? Съответно коя сила (или въртящ момент) е по-голяма?

2. По схемите от фиг. 13.7 обяснете предаването на движението през лостовата част на кормилната уредба!

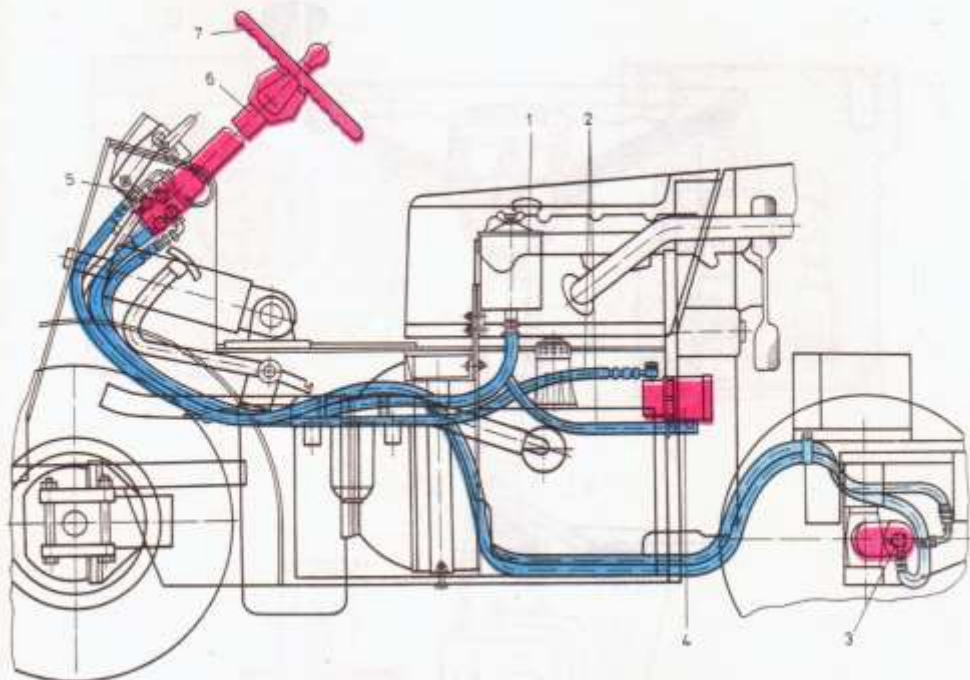
### 13.1.2. Кормилен механизъм с хидравличен усилвател

Кормилен механизъм с вграден хидравличен усилвател, който се използва в български мотоцикли универсални високоповдигачи, е показан на фиг. 13.8. От отделен маслен резервоар 1 маслото за хидроусилвателя постъпва в зъбната маслена помпа 4, която се задвижва от двигателя на мотоцикла. При електрокаритите тази помпа се задвижва от отделен малък електродвигател. По маслопровода 2 маслото под налягане навлиза в хидромеханичния кормилен механизъм 5, включващ хидравличен усилвател с кормилна колонка 6 и кормилно коело 7. Оттук маслото според командите на водача се насочва към буталния цилиндър 3, който задвижва лостово-шанговия механизъм за завиване на управляващите коела. При тази кормилна уредба за разлика от показаната на фиг. 13.2 няма механична връзка между кормилното коело и управляващите коела. Носител на енергията за завиване е масленият поток по тръбопроводите. Такава кормилна уредба е по-гъвкава от чисто механичната уредба и може да се разполага порационално в АТК. В това се състои нейното голямо предимство, но наред с това тя носи и риск от загубване на управлението при скъсване на маслопровода.

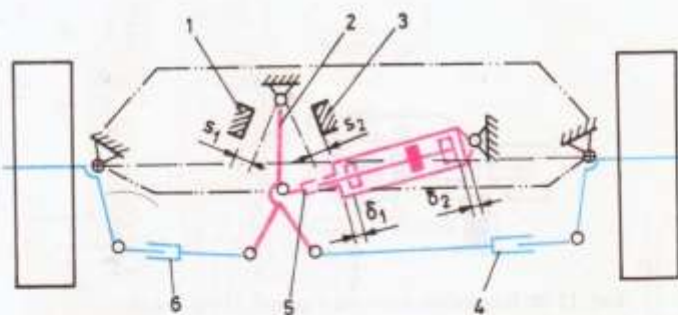
Свързването на буталния цилиндър с лостово-шанговия механизъм за завиване на управляващите коела е показано схематично на фиг. 13.9. Според подадената от водача команда маслото премества буталото в цилиндъра. Крайните положения на буталото и трираменния лост 2 са показани с прекъснати линии. За да се избегне деформиране или счупване на механизма, трябва да се изпълнят изискванията за регулиране, дадени към фигурата.

Кормилната колонка с хидравличен усилвател, произвеждан у нас и вграждан в кари (фиг. 13.10), може да се установява от водача на различни наклони





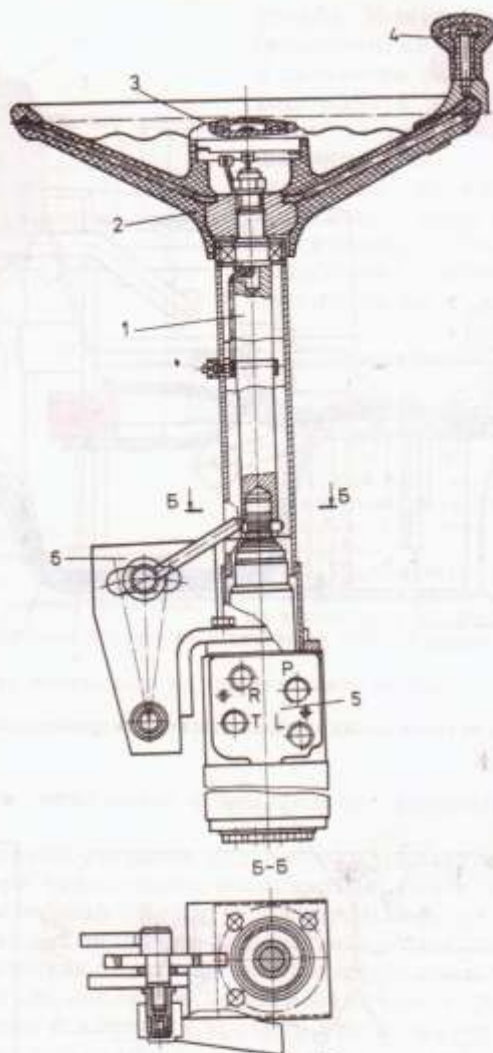
Фиг. 13.8. Кормилна уредба на универсални високоповдигачи с хидромеханичен кормилен механизъм



Фиг. 13.9. Схема на хидравлично-дъстов механизъм за завиване на управляващите колела и регулиране на крайните им положения  
1 и 3 – ограничители на крайните положения на завиване на управляващите колела;  
2 – трираменен дъст; 4 и 6 – напречни шанти със или без регулируема дължина;  
3 – бутален цилиндър с регулируема дължина на пръта; задължително регулиране:  
 $\delta_1 = 0$  и  $\delta_2 = 1-3$  mm; препоръчително регулиране:  $\delta_1 = 0$  и  $\delta_2 = 1-3$  mm

напред-назад, с което се повишава удобството на работното му място.

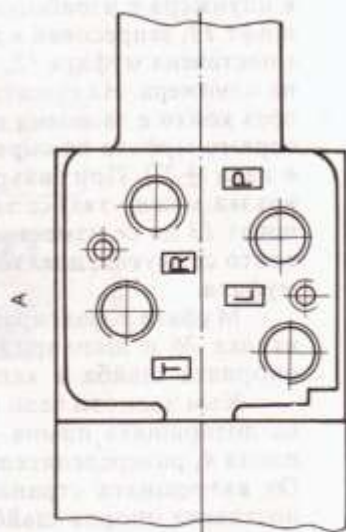
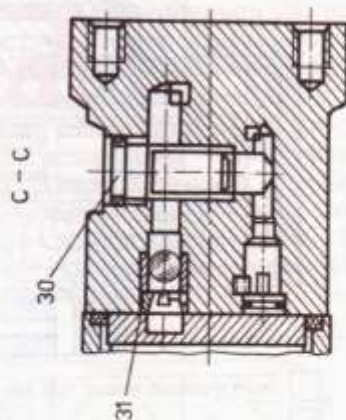
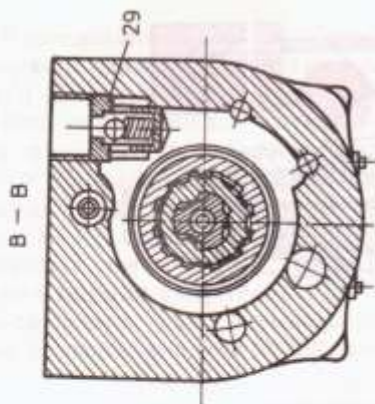
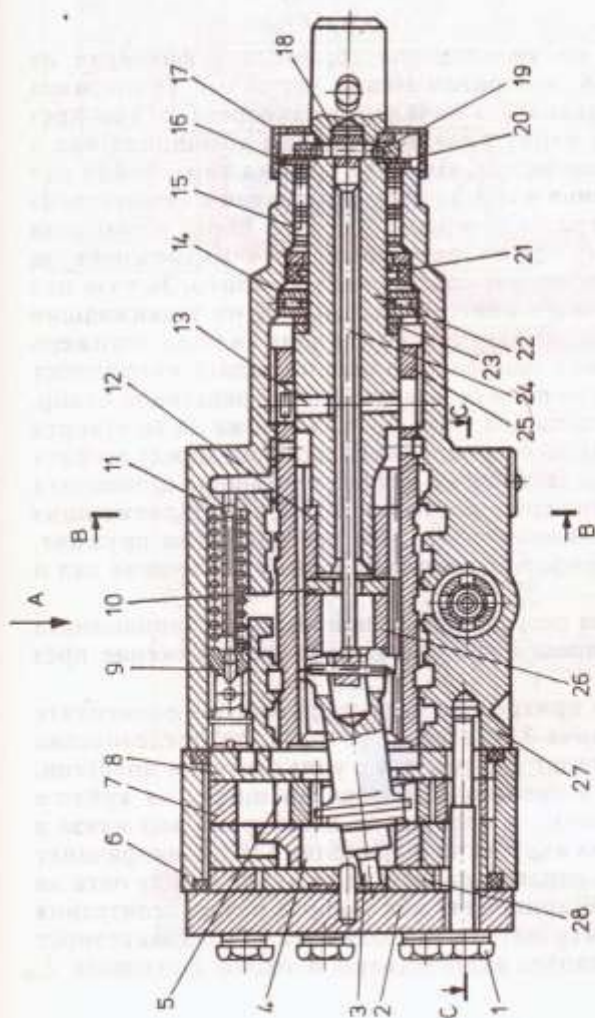
Чрез разрезите на хидравличния усилвател (фиг. 13.11) е показано устройството му. Кормилното колело или вал от него е свързан с командния вал 22, който е закрепен в тялото 27 чрез осовоопорен иглен лагер 14 с регулиращи шайби 23 и в радиално направление чрез два радиални иглени лагера 15. Осовата хлабина на командния вал спрямо тялото се осигурява от регулиращите шайби 20. Между осовоопорния лагер и радиалните лагери е разположен комбиниран радиален уплътнител за високо налягане 21 с опора. Пространството

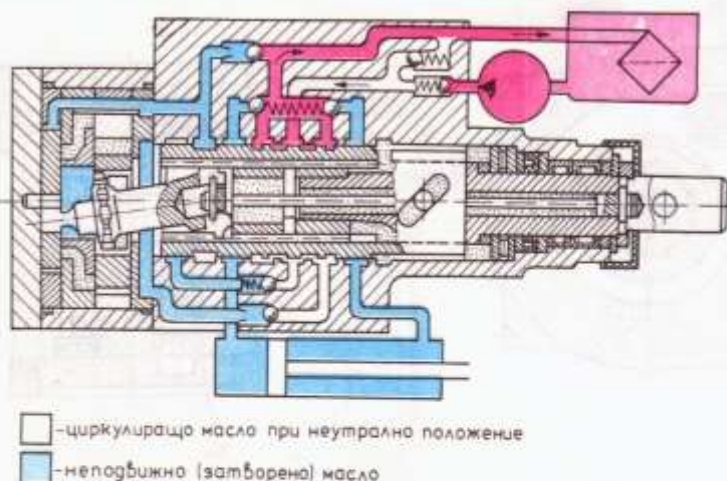


Фиг. 13.10. Кормилна колонка с хидравлически усилвател  
 1 – кормилна колонка; 2 – кормилно колело; 3 – бутон за клапан;  
 4 – ръкохватка на кормилното колело; 5 – хидравлически усилвател;  
 6 – устройство за изменение на наклона на кормилната колонка; P –  
 високо налягане от помпата; T – резервоар; R и L – към буталния  
 цилиндър

Фиг. 13.11. Хидравлически усилвател







Фиг. 13.12. Неутрално положение на хидравличния усилвател

на лагерите 15 се затваря отвън от уплътнителя 16, който е фиксиран от ключалка, състояща се от шифт 18, центрован между две сачми 19 с гривна и пружинен пръстен. Така образуваната ключалка е затворена отвън чрез предпазна шапка 17. Шифтът 18 е набит плътно и свързва командния вал и поместения в кухнята му торзионен вал 24. Другият край на торзионния вал също чрез шифт е свързан с шарнирния вал 3, като по този начин е осъществена еластична връзка между командния вал и дозиращата помпа. Върху командния вал с хлабина е поставен плунжер 25 на разпределител с възможност за праволинейно-възвратно-винтово движение спрямо вала и тялото. За тази цел в плунжера е изработен винтов канал, в който влиза главата на задвижващия шифт 13, запресован в командния вал. Накрая на командния вал под плунжера е поставена муфата 12, която външно е зацепена в шлице по цялата вътрешност на плунжера. На същата муфа отвътре по оста има профилен тришлицов отвор, чрез който е зацепена върху командния вал, така че валът може да се завърта спрямо муфата на определен ъгъл (т. е. има периферна хлабина между муфата и вала  $\pm 7^\circ$ ). При завъртане на муфата заедно с нея (вследствие на шлицовата връзка между тях) се завърта и плунжерът, който е принуден от задвижващия шифт 13 да се измества осово. Торзионният вал 24 играе ролята на пружина, която се усуква, докато се обере периферната хлабина между командния вал и муфата.

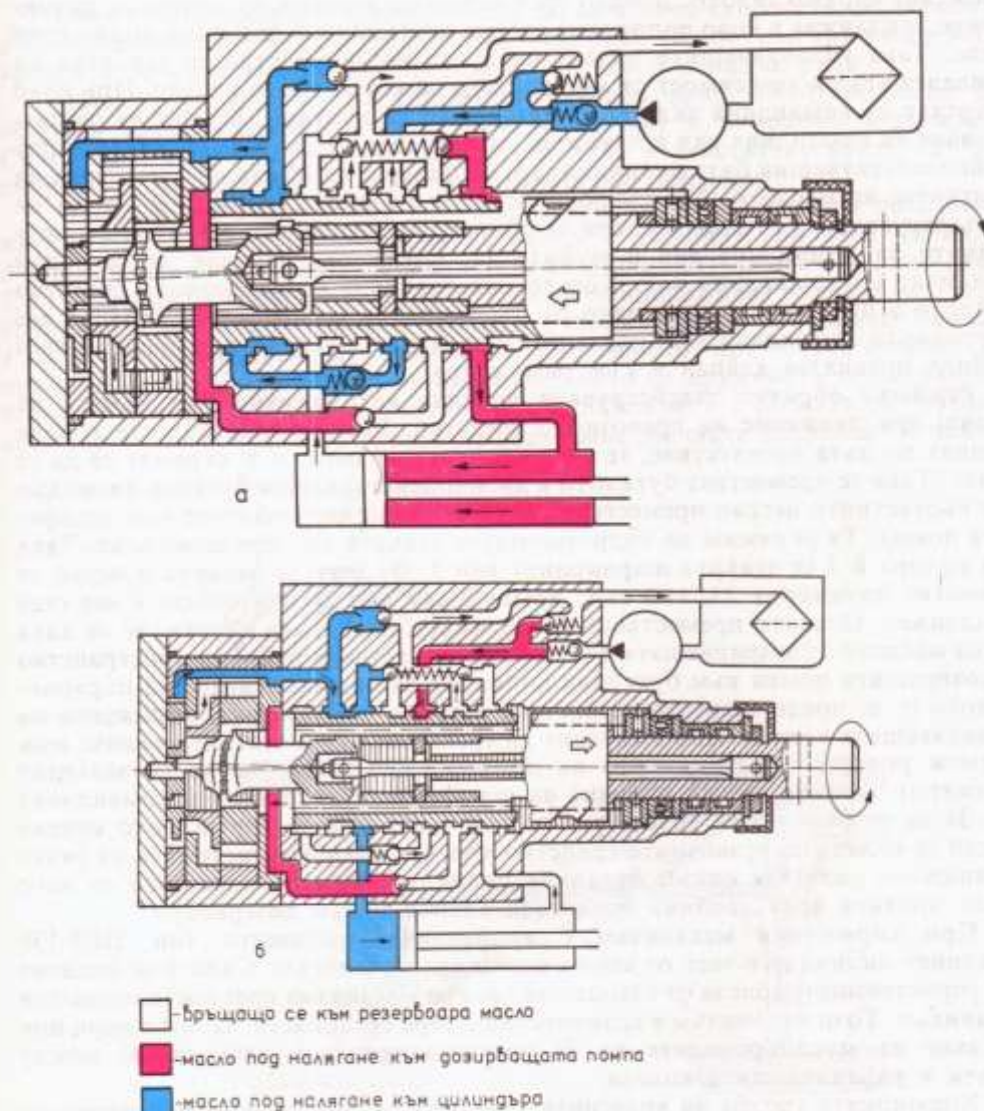
Муфата е фиксирана осово чрез регулиращите шайби 10, дистанционната втулка 26 и шарнирния вал 3, опираш с цилиндричното си удължение през опорната шайба в капака 2.

Към задното чело на тялото са прикрепени чрез седем болта 1 елементите на дозиращата помпа — опорна плоча 8, статор 7, ротор 5, разпределителна плоча 4, разпределителен диск 28, капак 2 и кожух 6 с уплътнителни пръстени. От вътрешната страна на капака в средата е запресован шифт, на който е поставена опорна шайба. Цилиндричният издатък на шарнирния вал влиза в отвор на разпределителния диск. При въртене на шарнирния вал цилиндричният му издатък обикаля около шифта в капака (вследствие на ъгъла между оста на въртене и оста на шарнирния вал). Шарнирният вал завърта разпределителния диск около шифта, при което се свързват в необходимата последователност каналите, през които протича маслото, включително и около болтовете 1.



В специални отвори на тялото са монтирани двоен предпазен клапан 9 със затваряща сачма 11, обратен клапан на входния маслопровод 29, предпазен клапан 30 също на входния маслопровод и смукателни обратни клапани 31.

При неутрално положение на плунжера (фиг. 13.12) маслото от хранващата помпа през отворите, образувани между ръбовете на плунжера 23 и тялото 27 (фиг. 13.11), се излива направо към резервоара. При завъртане на командния вал чрез кормилното колело от водача по (фиг. 13.13 а) или против (фиг. 13.13 б) часовниковата стрелка и на задвижващия шифт 13 (фиг. 13.11) плунжерът се измества осово от неутралното си положение. Той не може да се завърти поради съпротивлението на зацепения с него шарнирен вал 3 и дозиращата помпа. Така възниква разсъгласуване, т. е. относително завъртане и осово разместване между командния вал 24 и плунжера 23. Същевременно на



Фиг. 13.13. Действие на хидравличния усилвател.



определен ъгъл се усуква торзионният вал 25. При това положение разпределителните ръбове на плунжера дават път за протичане на масло от външния източник на налягане (захранваща помпа или регулатор на дебита) към съответното работно пространство на дозиращата помпа. Под налягането на маслото роторът 5 с известно изоставане по време се завърта (режим на хидромотор). Той изтласква от обратното работно пространство на помпата дозирано количество масло под налягане към двойнодействащия бутален цилиндър (към буталото или към прътовото му пространство). От завъртането на ротора се завърта и шарнирният вал, а от него и плунжерът в същата посока, в която по-рано е завъртан командният вал. Така плунжерът догонва командния вал, т. е. премахва разсъгласуването, като се завърта, премества се осово и заема началното си положение спрямо командния вал и неутрално положение спрямо тялото. Докато трае разсъгласуването, буталото на цилиндъра се придвижва в ново положение според постъпилото дозирано количество масло. Така управляващите колела на превозното средство се завъртат на определен ъгъл в зависимост от завъртането на кормилното колело. При ново завъртане на командния вал описаният процес се повтаря. Ъгълът на разсъгласуване на командния вал и плунжера се определя от съпротивлението върху двойнодействащия бутален цилиндър. От него се определя и големината на налягането на маслото. Ако съпротивлението е толкова голямо, че ъгълът на разсъгласуване е по-голям от този за обикане на периферната хлабина между шлиците на командния вал и муфата 12, плунжерът започва да се върти механично от командния вал. Когато при завиане на превозното средство буталото в цилиндъра заема едно от двете крайни положения и водачът все още завърта командния вал, постъпващото масло в усилвателя прелива през двойния предпазен клапан 9 към резервоара.

Режимът обратно задействуване протича автоматично (без намеса на водача) при движение на превозното средство. Щом управляващите колела срещнат по пътя препятствие, те се отклоняват от него, т. е. стремят се да се завият. Така те преместват буталото в двойнодействащия бутален цилиндър и от съответното негово преместване изтича масло под налягане към дозиращата помпа. Тя (в режим на хидромотор) се завърта на определен ъгъл. Така чрез ротора ѝ 5 се завърта шарнирният вал 3. От него се завърта и осово се премества плунжерът 23, тъй като командният вал 24 в момента е все още неподвижен. Осовото преместване на плунжера е в такава посока, че се дава път на маслото от захранващата помпа през съответното работно пространство на дозиращата помпа към буталния цилиндър за възстановяване на първоначалното (т. е. преди взаимодействието с пътното препятствие) положение на управляващите колела. Ако импулсът на срещаното препятствие е голям, има стремеж роторът да се завърти на по-голям ъгъл. Съответно се завъртат плунжерът, муфата и след обикане на периферната хлабина — и командният вал. За да не бъде обаче този стремеж към завъртане на кормилното колело опасен за водача на превозното средство и за да се защити системата от рязко повишеното налягане откъм буталния цилиндър, част от идващото от него масло прелива през двойния предпазен клапан 9 към резервоара.

При кормилния механизъм с хидравличен усилвател тип ЗИЛ-130 буталният цилиндър е част от самия кормилен механизъм. Силата се предава към управляващите колела от изходящия лост на механизма през лостово-шангов механизъм. Този механизъм е сравнително добре обезопасен, защото дори при скъсване на маслопроводите не се прекъсва връзката (механична) между водача и управляващите колела.

Кормилната уредба на колесните трактори не се отличава принципино от тези при автомобилите и карите, като напоследък все по-голямо разпространение добиват и при тях хидравличните усилватели.



## Въпроси и задачи

1. Обяснете действието на произвеждания у нас хидравличен кормилен усилвател! Къде е разположен хидравличният цилиндър за завиване на управляващите колела?
2. Как функционира дозиращата помпа при липса на външен източник на масло с високо налягане?
3. Сравнете кормилните механизми без и с усилвател.

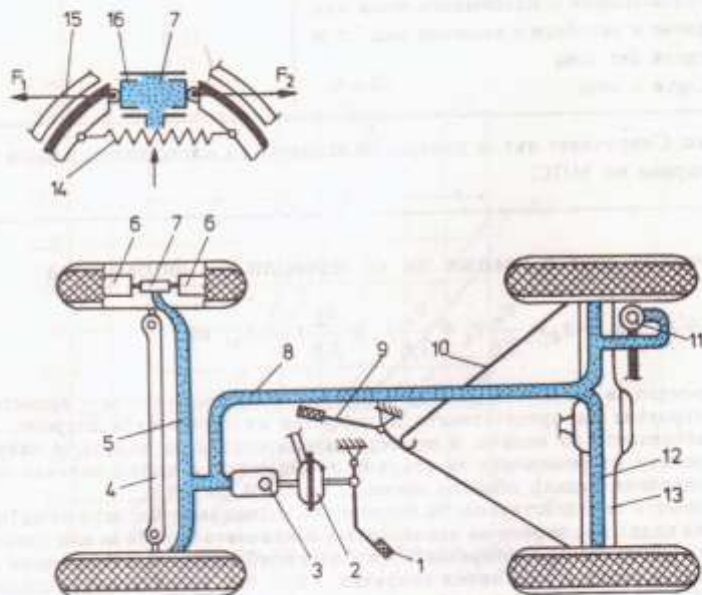
## 13.2. СПИРАЧНА УРЕДБА

### 13.2.1. Общи сведения

Спирачната уредба е предназначена да намалява скоростта на движение, а при необходимост да осигурява и пълно спиране. Освен това при някои МПС уредбата се използва и за извършване на завой с малък радиус.

Общото устройство на спирачната уредба (фиг. 13.14) обхваща две основни групи – спирачен механизъм (спирачки) и спирачно задвижване. Спирачките се монтират към ходовите колела и действуват върху тях при спиране, а спирачното задвижване задействува спирачките.

Процесът на спиране при показаната уредба се осъществява по следния начин. При натискане на спирачния педал 1 главният спирачен цилиндър 3 изпраща спирачна течност под налягане към колесните спирачни цилиндри 7. Под действие на налягането двете бутала 16 се придвижват навън и разтварят спирачните челюсти 6, които се притискат към въртящия се спирачен барабан 15 и забавят движението му. Това става едновременно при всички колела. При премахване на силата от педала под действието на пружината 14 спирачните челюсти се връщат в първоначалното си положение. На схемата са показани още лостът на спирачната уредба за паркиране (ръчната спирачка) 9, въжето



Фиг. 13.14. Спирачна уредба на лек автомобил

10, вакуумният усилвател 2, регулаторът на налягането 11, предният 4 и задният 13 мост и маслопроводите 5, 8 и 12.

Според международните изисквания МПС трябва да бъдат снабдени с работни, резервни (аварийни) и спирачни уредби за паркиране. Отделните спирачни уредби се характеризират със следното:

1. *Работната спирачна уредба* трябва да въздейства върху всички колела и в зависимост от типа на МПС да осигурява отрицателно ускорение 3,5 до 7 m/s<sup>2</sup>.

2. *Спирачката за паркиране* обикновено се управлява с лост и е предназначена за задържане на МПС при предписаното от завода натоварване на наклон 16 %.

3. *Резервната спирачна уредба* се използва за спиране на МПС при неизправни работни спирачки. Тя трябва да има ефективност, не по-малка от 30 % от основната спирачна уредба.

За всички АТК са задължителни основната и спирачната уредба за паркиране.

Поради важността на спирачната уредба за безопасността на движението пред нея се предявяват високи изисквания, по-важните от които са:

1. Спирачният път и отрицателното ускорение (спирачно закъснение) да бъдат в определени граници в зависимост от вида на МПС. Правилникът за прилагане на закона за движението по пътищата у нас изисква при еднократно натискане на спирачния педал или ръчката на работната спирачка, без товар и при скорост 30 km/h на сух хоризонтален път с твърда настилка и коефициент на сцепление, не по-малък от 0,6, спирачната уредба да осигури спирачен път и отрицателно ускорение според следната таблица:

| Вид на МПС                                                                               | Спирачен път, не по-голям от, m | Максимално отрицателно ускорение, не по-малко от m/s <sup>2</sup> |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Леки автомобили                                                                          | 7,2                             | 5,8                                                               |
| Товарни автомобили с максимална маса до 8 t, автовлакове и автобуси с дължина до 7,5 m   | 9,5                             | 5,0                                                               |
| Товарни автомобили с максимална маса над 8 t, автовлакове и автобуси с дължина над 7,5 m | 11,0                            | 4,2                                                               |
| Мотоциклети без кош                                                                      | 7,5                             | 5,5                                                               |
| Мотоциклети с кош                                                                        | 8,2                             | 5,0                                                               |

*Забележка.* Спирачният път се измерва от момента на натискане на педала до момента на пълното спиране на МПС.

Спирачният път  $s_{\text{сп}}$  може да се изчисли по формулата

$$s_{\text{сп}} = s_1 + s_2 + s_3 + s_4 = \frac{v_a}{3,6} t_1 + \frac{v_a}{3,6} t_2 + \frac{v_a}{3,6} t_3 + s_4, \text{ m},$$

където  $t_1$  е времето за реакцията на водача (състои се от две времена – времето от момента на откриване на препятствието до вземане на решение за спиране, което зависи от състоянието на водача, и времето за подготовка на водача за спиране, включващо времето от решението за спиране до момента, в който водачът опре крака си на спирачния педал); общото време  $t_1$  е от 0,2 до 1,5 s;

$t_2$  – времето за задействане на спирачното задвижване; времето от натискане на спирачния педал до опиране на накладките в спирачните барабани или дискове, което зависи от конструкцията на спирачната уредба и е приблизително: електрически спирачки – 0,01 s; хидравлични и механични спирачки – 0,1–0,2; автовлакове и седлови влекачи – до 0,6 s; съгласно международните изисквания  $t_2$  не трябва да е по-голямо от 0,6 s;

$t_3$  – времето на нарастване на отрицателното ускорение (започва от момента на задействане на спирачката до достигане на максималната спирачна сила и зависи от кон-



- струкцията на спирачната уредба, от вида на МПС и състоянието на пътя — сух, мокър, сняг, лед); за МПС без товар  $t_2$  е от 0,15 до 0,20 s, а с товар — от 0,20 до 0,40 s;  
 $s_4$  — дължината на спирачния път при включени спирачки до пълното спиране на автомобила, m;  
 $s_1, s_2, s_3$  са пътищата, изминати съответно за времената  $t_1, t_2, t_3$ , m;  
 $v_a$  е скоростта на движение на МПС, km/h; 3,6 — число, получено при превръщането на  $v_a$  от km/h в m/s.

Коефициентът на сцепление  $\varphi$  е число, което се определя по експериментален път. Примерната диаграма от фиг. 13.15 е за стойностите на  $s_4$  на автомобил при спиране на хоризонтален път и при различни стойности на коефициента на сцепление. С прекъснатата линия е показан целият спирачен път на същия автомобил с хидравлично задвижване и  $t_1 + t_2 = 0,7$  s, а  $t_3 = 0,2$  s.

2. Спирачната уредба да бъде надеждна. Това значи да действа безотказно и стабилно при многократни и продължителни спирания.

3. Да спира едновременно всички колела, при което да се запазва устойчивостта на автомобила.

4. Да се управлява леко. Силата, с която се задейства педалът на леките автомобили, не трябва да е по-голяма от 500 N при ход на педала 150 mm, а за товарните — 180 mm. Силата, приложена на лоста на ръчната спирачка, не трябва да е по-голяма от 400 N.

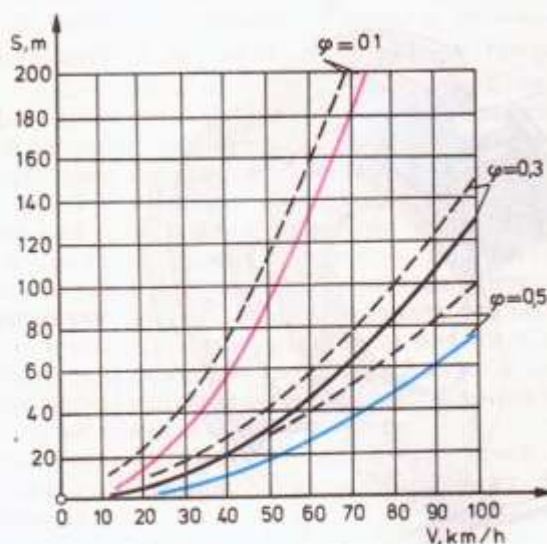
5. Да действа така, че да се запазва удобството на пътниците при спиране. За целта е необходимо плавно нарастване на спирачните сили, действащи на отделните колела.

Други изисквания спрямо спирачните уредби са да бъдат трайни, високо-ефективни, да имат леко поддържане и добро топлоотвеждане и др.

#### Въпроси и задачи

1. Определете от графиката на фиг. 13.15 спирачния път  $s_4$  при  $v_a = 60$  km/h и  $\varphi = 0,5$ !

Отг.  $\approx 30$  m.



Фиг. 13.15. Диаграма на спирачния път

2. Определете от графиката на фиг. 13.15 пълния спирачен път при  $v_a = 60 \text{ km/h}$  и  $\phi = 0,5!$

Отг.  $\approx 40 \text{ m}$ .

3. Изчислете пълния спирачен път  $s_{\text{сп}}$  при следните условия:  $v_a = 70 \text{ km/h}$ ;  $t_1 = 0,3 \text{ s}$ ;  $t_2 = 0,01 \text{ s}$ ;  $t_3 = 0,20 \text{ s}$ ;  $s_a = 25 \text{ m}$ !

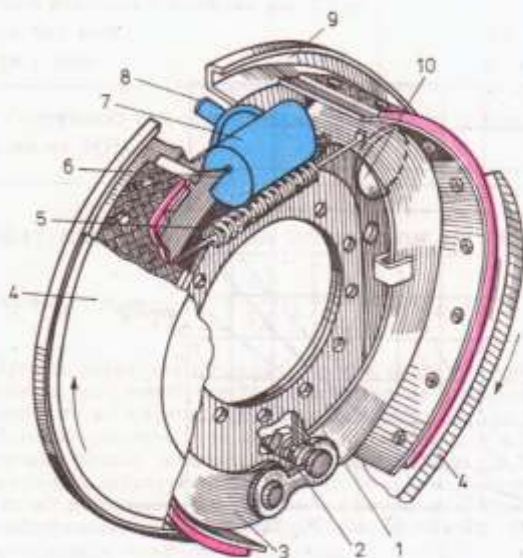
Отг.  $34,79 \text{ m}$ .

### 13.2.2. Видове спирачни уредби

Спирачните уредби обикновено се класифицират по два признака – по конструкцията на спирачните механизми и по типа на спирачното задвижване. По първия признак те са барабани с вътрешни челюсти, дискови и лентови. По втория признак се делят на уредби с механично, хидравлично, пневматично, електрическо и комбинирано задвижване.

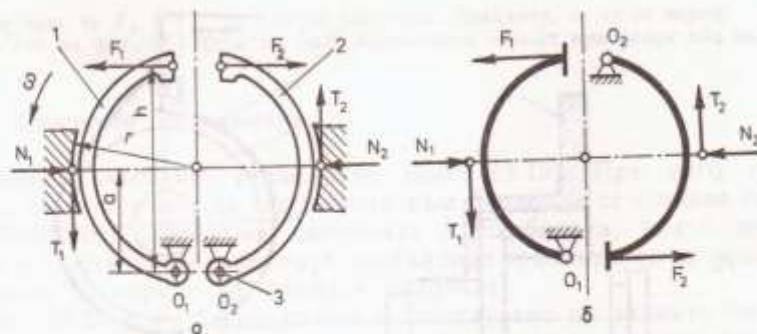
**Челюстни спирачки** (фиг. 13.16). Барабанът 4 е захванат неподвижно за колелото и се върти заедно с него. Останалите части се монтират към неподвижния спирачен диск 9. Челюстите 1 и 3 в долния си край са захванати шарнирно към спирачния диск с шарнирите 2, а отгоре чрез пружината 5 накрайниците им 6 се притискат към буталата на хидравличния спирачен цилиндър 7. Спирачната течност постъпва към цилиндъра по тръбата 8. Към челюстите се занитват или залепват накладки, които имат голям коефициент на триене. Разстоянието между спирачния барабан и накладките се регулира чрез ексцентриците 10.

*Силите и моментите*, действащи при спиране с челюстни спирачки (фиг. 13.17 а), са:  $F_1$  и  $F_2$  – силите, с които гърбицата действа на челюстите;  $N_1$  и  $N_2$  – реакциите на барабана върху челюстите;  $T_1$  и  $T_2$  – триещите сили. Между триещата и нормалната сила съществува зависимостта  $T = \mu N$ , където  $\mu$  е коефициентът на триене между челюстта и барабана.



Фиг. 13.16. Челюстна спирачка





Фиг. 13.17 Сили, действащи при челюстна спирачка

Стойността на спирачния момент, предизвикан от притискащата сила, зависи до голяма степен от мястото на действие на силите  $F_1$  и  $F_2$ . Това се установява, като се изчислят моментите  $M_1$  и  $M_2$  за отделните челюсти 1 и 2 спрямо опорните точки на шарнирните съединения 3. По-нататък челюстта 1 се нарича първична, а челюстта 2 — вторична.

Триещият момент е  $M_{T_1} = T_1 r$ . Силата  $T_1$  може да се намери чрез сумата на моментите спрямо точка  $O_1$

$$F_1 h + T_1 r - N_1 a = 0 \text{ и равенството } T_1 = \mu N_1;$$

$$T_1 = F_1 \frac{\mu h}{a - \mu r} \text{ и } M_{T_1} = F_1 r \frac{\mu h}{a - \mu r}.$$

Триещата сила  $T_2$  и триещият момент  $M_{T_2}$  за вторичната челюст са съответно

$$T_2 = F_2 \frac{\mu h}{a + \mu r} \text{ и } M_{T_2} = F_2 r \frac{\mu h}{a + \mu r}.$$

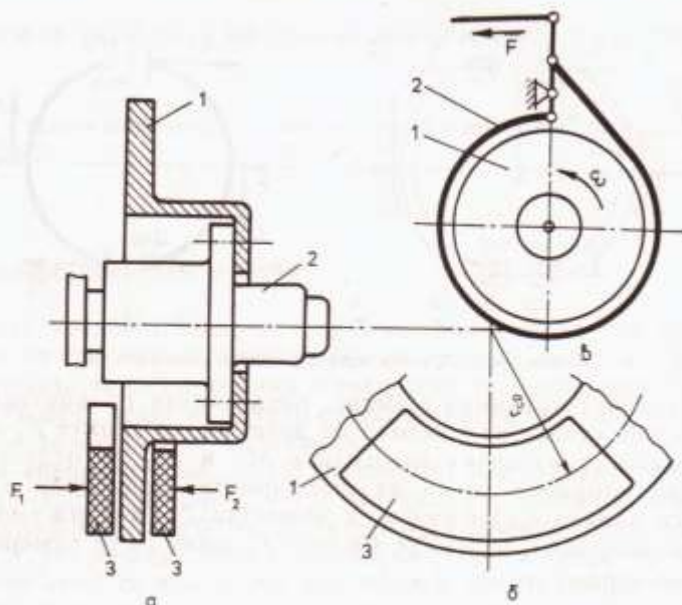
Формулите за силите и моментите са с известно приближение, тъй като са пренебрегнати някои фактори, но те дават представа за това, че моментите  $M_{T_1}$  и  $M_{T_2}$  не са равни и че общият момент е по-малък от произведението  $M_1 = 2M_{T_1}$ . Формулите за  $M_1$  и  $M_2$  показват, че триещият момент на първичната челюст е 2–3 пъти по-голям от този на вторичната челюст. Освен това различните стойности на силите  $T$  и  $N$  предизвикват допълнително натоварване на лагерите, както и неравномерно износване на двете челюсти. За да се избегне това, се използват различни конструкции.

На фиг. 13.17 б е показана схема, при която силата  $F_2$  действа от долната страна на челюстта 2. В този случай триещите моменти на първичната и вторичната челюст са еднакви, но конструкцията е по-сложна. Със същата цел понякога триещите части на челюстите са с различна дължина.

**Дискови спирачки** (фиг. 13.18 а). Основната разлика на тези спирачки от челюстните е, че триещите се повърхности са плоски. Спирачката се състои от диск 1, закрепен неподвижно към главината 2 на колелото. Отстрани на диска по време на спирането се притискат челюстите 3, които пречат на въртенето на диска, съответно на главината на колелото.

При съвременните автомобили силата на натиск  $F$  върху челюстите се създава чрез спирачна течност. Триещият момент  $M_T$  при  $F_1 = F_2 = F$  се изразява с формулата

$$M_T = 2F\mu r_{cp}, \text{ като } F = \frac{\pi d_u}{4} p_0,$$



Фиг. 13.18. Дискава и лентова спирачка

където  $d_n$  е диаметърът на спирачния цилиндър;

$p_0$  — налягането на течността в цилиндъра;

$\mu$  — коефициентът на триене;

$r_{cp}$  — средният радиус на челюстите (фиг. 13.18 б).

Предимствата на дисковите спирачки в сравнение с челюстните се изразяват в следното:

1. По-малка маса, когато конструкцията е открит тип.
2. Малка хлабина между диска и челюстите, което е от значение при конструирането на спирачното задвижване.
3. По-добро топлоотвеждане, с което се увеличава ефективността на спирането.

4. Еднакви спирачни моменти на двете челюсти.

5. Равномерно разпределение на налягането по двойките повърхности.

Специфичното налягане между двойките триещи се повърхности при дисковата спирачка е много по-голямо от специфичното налягане при челюстните спирачки. Това е недостатък на дисковите спирачки.

**Лентови спирачки** (фиг. 13.18 а). Състоят се от въртящ се барабан 1 и лента 2, която обхваща барабана. При задействане на лостовата система (вж. стрелките) лентата се притяга около барабана и благодарение на триенето той намалява скоростта си. Тези спирачки се използват при управление на верижните трактори. Разпространението им е ограничено поради невъзможността да се осигури плавно спиране. Получават се също по-големи радиални натоварвания на барабана и е затруднено осигуряването на малка хлабина между барабана и лентата.

#### Въпроси и задачи

1. Посочете на фиг. 13.16 кои от частите на спирачния механизъм не се въртят при движение на МПС!



2. Формулите за  $T_2$  и  $M_{T_2}$  се дадоха наготово. Докажете, че те са верни!
3. Посочете на фиг. 13.17 коя ще бъде първичната челюст при заден ход на МПС!

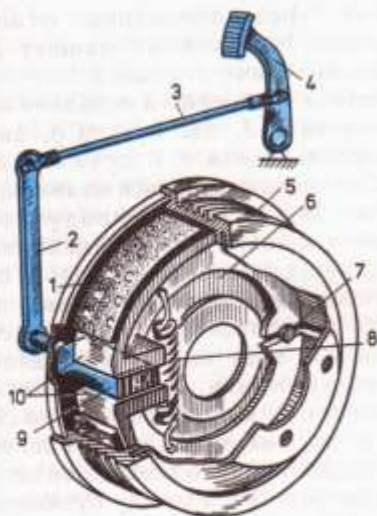
### 13.2.3. Спирачно задвижване

**Механично спирачно задвижване** (фиг. 13.19). При него силата на притискане на челюстите на спирачката към барабана се създава от система лостове. Крайното звено на системата е гърбицата, която се завърта и разтваря челюстите. Механичното задвижване се използва за задействуване на спирачката за паркиране (ръчната спирачка).

На фиг. 13.20 е показано ръчно задействуване на задните спирачки на автомобили ВАЗ, което е механично и независимо от хидравличното. За целта към дясната челюст на шарнира 4 е окачен лостът 2. От долната си страна той се свързва с опъващото въже 1. В горната част на спирачката е разположена разтварящата планка 3, която от дясната страна опира в задействуващия лост, а от другата — в лявата спирачна челюст.

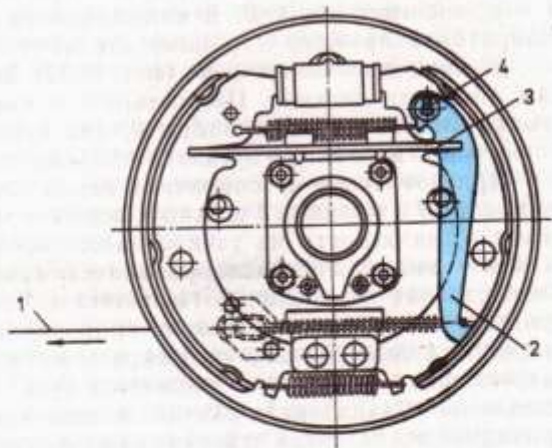
При издърпване на ръчката на спирачката въжето се опъва и лостът се завърта около шарнира, при което планката притиска лявата спирачна челюст към триещата част на барабана. От този момент опорната точка на лоста се премества в мястото, където се опира планката и лостът, и тогава и дясната челюст се притиска към барабана.

**Хидравлично спирачно задвижване** (вж. фиг. 13.14). При голяма част от съвременните МПС основното спирачно задвижване е хидравлично. Предимства на това задвижване в сравнение с механичното са следните: осигурява се плавно спиране; чрез подбиране на диаметрите на колесните цилиндри могат да се получат различни спирачни моменти на предните и задните кола, което осигурява по-безопасно спиране; по-висок е к.п.д.; незначително е времето за задействуване вследствие на практическата несвиваемост на течностите и с това се намалява общото време за спиране.



Фиг. 13.19. Спирачка с механично задвижване

1 — челюстна накладка; 2 — лост; 3 — шатун; 4 — педал; 5 — барабан; 6 — опорен диск; 7 — ос; 8 — пружина; 9 — гърбица; 10 — спирачни челюсти



Фиг. 13.20. Ръчно задействуване на спирачките на задните кола



- 1 - опорен пръстен; 2 - шайба; 3 - уплътнител; 4 - пружинна шайба; 5 - гумен маншет; 6 и 13 - пружини; 7 - възвратен клапан; 8 - нагнетателен клапан; 9 - клапа за зареждане; 10 - вапак; 11 - тало; 12 - разглобител; 14 - бутало; 15 - гумен предпазител; 16 - тласкач; 17 - регулираща гайка; 18 - винт; 19 - лост (pedal)

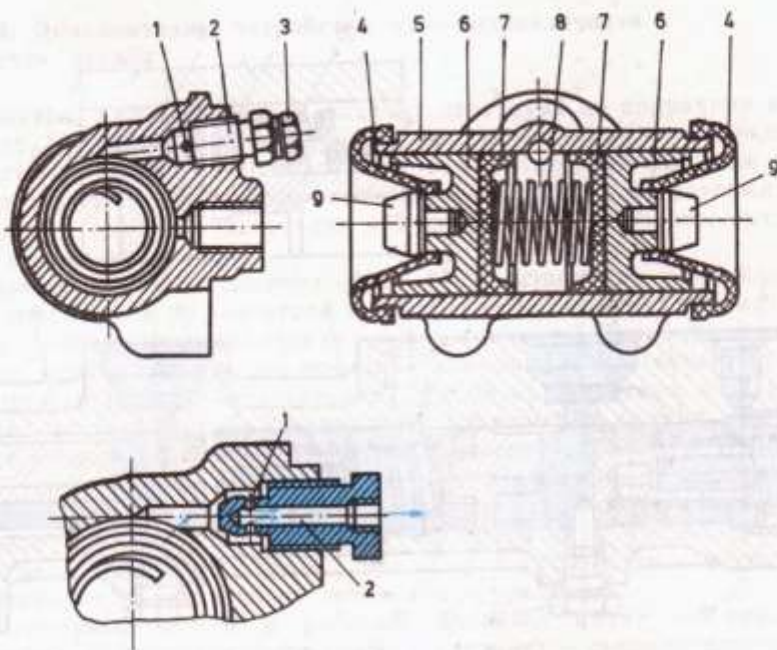
Основни елементи на спирачна уредба с хидравлично задвижване са:

Резервоарът и цилиндърът се свързват чрез преливния отвор В и компенсационния Б. В цилиндъра са буталото 14, гуменият маншет 5, възвратната пружина 13, нагнетателният 8 и възвратният 7 клапан.

Колесни спирачни цилиндри (фиг. 13.22). Закрепват се поотделно и неподвижно към опорните дискове. Цилиндърът се състои от тяло 5, две бутала 6, два гумени маншета 7, две опори 9, два гумени предпазителя 4 и пружина 8. В пространствата между буталата постъпва течност от главния спирачен цилиндър.

При натискане на спирачния педал тласкачът 16 (фиг. 13.21) придвижва буталото 14 и маншета 5 вдясно. След като маншетът затвори компенсационния отвор Б, налягането на течността се увеличава, нагнетателният клапан 8 се отваря и течността по маслопроводите постъпва в колесните спирачни цилиндри. Благодарение на увеличеното налягане буталата на колесните цилиндри се придвижват навън и разтварят спирачните челюсти, чрез които се създава спирачната сила. Когато се прекрати натискът върху педала, под действието на опъващите пружини на спирачните буталата се връщат в първоначалното си положение. Създадената разлика в наляганята в главния цилиндър и маслопроводите предизвиква отваряне на възвратния клапан 7, преодолявайки силата на пружината 13. Тогава спирачната течност от пространствата между буталата на колесните спирачни цилиндри започва да се връща по маслопроводите през отворения възвратен клапан. При това в цилиндъра се създава разреждане и в системата е възможно да постъпи въздух. За да не се получи това, в челото на буталото са пробити отворите А, а по периферията на уплътнителния маншет има канали.





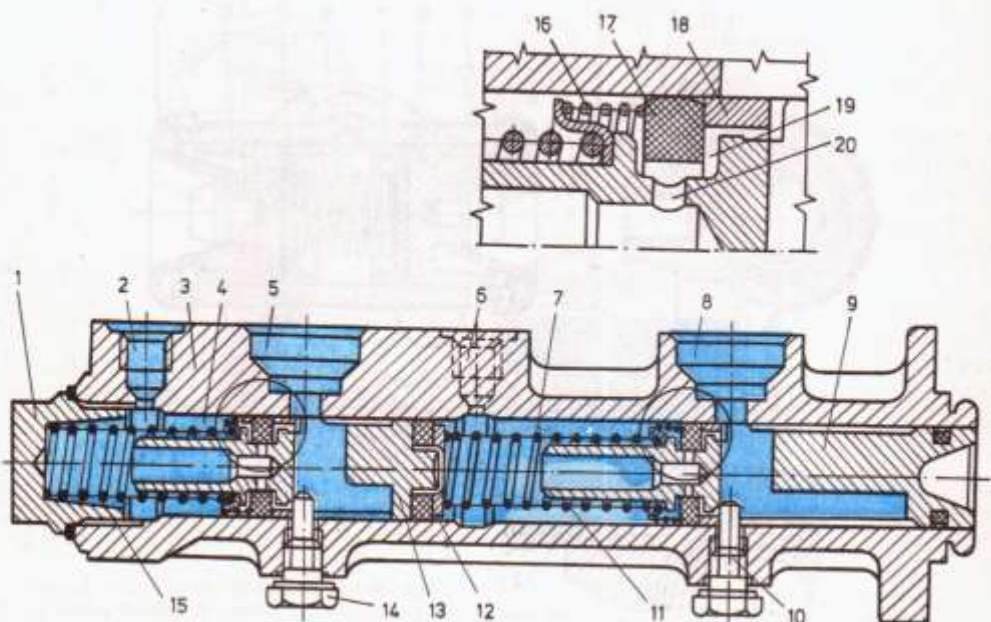
Фиг. 13.22. Колесен спирачен цилиндър

Предназначението на отворите *A* и на каналите се състои в следното. При движение на буталото надясно налягането на течността се предава на маншета, който се притиска силно към челото на буталото и затваря отворите. При обратното движение на буталото пред него се създава разреждане, а зад челото му налягането е равно на атмосферното. В резултат на това пружинната шайба *4* се огъва, спирачната течност преминава през преливния отвор *B*, отворите *A* и каналите по периферията на маншета в пространството пред буталото и разреждането намалява. Излишъкът от течност се връща обратно в резервоара през компенсационния отвор *B*.

Когато в хидравличната уредба по някаква причина проникне въздух, тя трябва да се обезвъздуши. За целта се отвива винтът *3* с радиален отвор *1* и на неговото място се завива накрайник с малък маркуч. След това се развива клапанът *2* и се напompва с педала на спирачката, докато излезе въздухът (вж. стрелките). Тогава се завиват клапанът и винтът.

**Двукръгова спирачна уредба.** С оглед на изискването за по-голяма сигурност на спирането при съвременните автомобили все по-често се срещат уредби с два самостоятелни кръга на действие. Единият е за предните, а другият — за задните колела. За всеки кръг има отделен резервоар за спирачна течност и отделен главен цилиндър (фиг. 13.23). В цилиндъра *3*, затворен с капачката *1*, са двете бутала *9* и *13* и се образуват две камери *4* и *7*. Първата камера *4* е свързана със спирачките на задните колела, а втората *7* — със спирачките на предните колела. Отворите *5* и *8* са за резервоарчетата за спирачна течност.

При незадействуван педал под действието на пружините *11* и *15* буталата са изместени вдясно и се опират в ограничителните винтове *10* и *14*. В тях се опират и ограничителните пръстени *18*, които са поставени свободно с известна хлабина в каналите на буталото. При това положение между уплътнителните пръстени *17* и буталата се образува хлабината *19*. През нея и отвора *20* камерата *7* се свързва чрез маслопроводите с резервоара на



Фиг. 13.23. Двойнодействащ главен спирачен цилиндър

предните спирачки. Същото се отнася и за предната секция.

Под действието на педала на спирачката буталото 9 се измества наляво, като свива пружината 11, а пружината 16 притиска уплътнителния пръстен 17 към ограничителния 18. Работният ход започва, когато се обере хлабината 19 и започне да се увеличава налягането на течността в уредбата. Спирачната течност се изпраща към спирачните цилиндри през отворите 2 и 6.

При преместването на буталото 9 се мести и буталото 13, така че с малко отклонение работят едновременно и двете секции, съответно двата спирачни кръга.

Ако по някаква причина изтече спирачна течност, например от спирачния кръг на предните коела, другият продължава да работи. Свободният ход на педала се увеличава, защото работният ход започва, когато предният край на буталото 9 опре в буталото 13 и се обере хлабината между него и уплътнителния пръстен 12. Следователно чувствителното увеличаване на свободния ход на педала и намаляване на спирачния ефект е указание за повреда в един от кръговете на спирачната уредба.

Конструкцията е такава, че при изтичане на течност от кръга на задните коела свободният ход на педала се увеличава до 70 mm, а за кръга на предните коела — до 85 mm.

#### Въпроси и задачи

1. Какви са последствията, ако се повреди възвратният клапан 7 от фиг. 13.21?
2. Каква роля изпълнява детайлът 4 от фиг. 13.22? Какви са последствията при повреждането му?
3. Как водачът ще разбере, че не работи спирачния кръг на задните коела?
4. На какво се дължи „омекването“ на педала на спирачките?



#### 13.2.4. Допълнителни устройства към хидравличната спирачна уредба

**Усилвател.** Силата, с която водачът действа на спирачния педал при по-тежките МПС, е доста голяма. С цел да се облекчи управлението се използват усилватели, при които като допълнителен източник на енергия се използва енергията на предварително сгъстен въздух, на разреждането във всмукателните тръби на двигателя или енергията на течност, създадена от помпа с високо налягане.

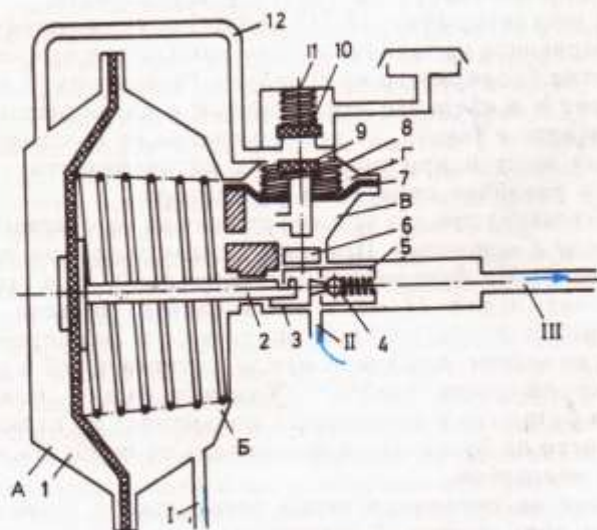
*Хидровакуумният усилвател* (фиг. 13.24) използва разреждането във всмукателните тръби на двигателя за създаване на допълнителен натиск върху течността, която се изпраща към колесните цилиндри. Вакуумната камера 1 се разделя от мембраната на две по-малки камери А и Б. Дясната камера Б се свързва чрез тръбата 1 с всмукателните тръби на двигателя, а лявата А чрез маркуча 12 – с камерата Г. В цилиндъра 5 се помещава бутало, свързано чрез пръта 2 с мембраната. В буталото е и сачменият клапан 4.

Към усилвателя има устройство за управление. То променя пътя на атмосферния въздух и на разреждането, при което от двете страни на мембраната при различните режими на спирачната уредба се получават различни налягания. То се нарича „следящо“ устройство, защото действа при промяна на налягането на течността в уредбата.

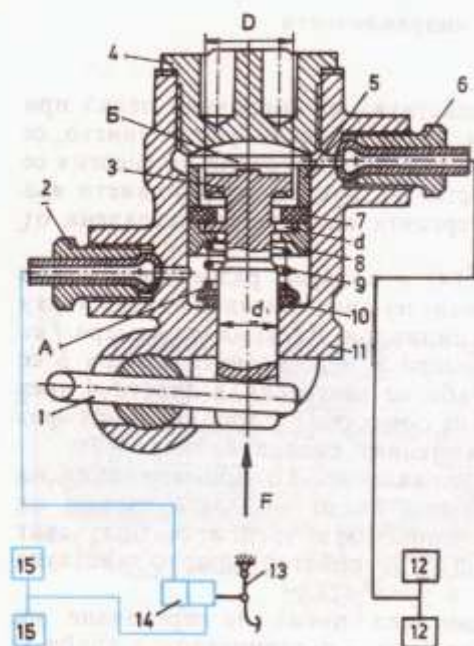
При отпуснат педал и работещ двигател пътят на предаване на разреждането от всмукателните тръби е следният – съединителната тръба I, камерата Б, камерата В, централният отвор, камерата Г, отвореният вакуумен клапан 9, маркучът 12 и камерата А.

Когато налягането на въздуха от двете страни на мембраната е еднакво, под действието на пружината тя се премества наляво. Наляво се премества и буталото, при което клапанът 4 се отваря, тъй като пластинковият тласкач 3 остава неподвижен и с дясната си страна опира в сачмата 4. Пластинковият тласкач е поставен свободно в канала на пръта 2.

При натискане на спирачния педал течността постъпва по тръбата II в цилиндъра и през отворения клапан 4 и по тръбата III се отправя към



Фиг. 13.24. Хидровакуумен усилвател



Фиг. 13.25. Регулятор на спирачната сила

т. е. спирането на колелата трябва да е такова, че те да запазват способността си да се въртят, но да са на границата на плъзгането. За да се постигне това, спирачната уредба трябва да е в състояние да задейства спирачките със съответна сила в зависимост от пътните условия и натоварването на колелата. Освен това вертикалното натоварване на колелата се изменя значително при спирането и месторазположението на товара в каросерията.

Тук е разгледан регулятор (фиг. 13.25), който променя спирачната сила в зависимост от натоварването на задните колела, използван при автомобилите ВАЗ, с цел да се избегне блокирането на колелата. Регуляторът е закрепен към каросерията с болтове и е съединен чрез торзион и съединително звено със задния мост. Свързването е такова, че при изменение на разстоянието между каросерията и задния мост и при промяна на натоварването торзионът се усуква и действа с различна сила  $F$  на регулатора.

Действието на регулатора при три условни степени на натоварване е следното:

1. *Автомобилът не е натоварен.* При този режим се приема, че рамото на торзиона 1 действа върху буталото 3 със сила  $F=0$ , т. е. торзионът не е усукан и спирачният педал 13 не е задействуван. В този случай под действието на пружината 9 пръстенът 8, опиращ се в разширената част на буталото, го премества нагоре, при което между уплътнителя 7 и разширената част на буталото се получава хлабина. Хлабина има и между горната цилиндрична част на буталото и вътрешната повърхност на ограничителната втулка 5. Преместването на буталото се ограничава от пробката 4, която има радиален прорез на челото си.

При задействуване на спирачния педал течността от главния спирачен цилиндър 14, идваща през щуцера 2, преминава нагоре и през щуцера 6 се отправя към задните спирачки 12. При този режим по оста на буталото

колесните спирачни цилиндри. Когато налягането на течността е достатъчно високо, вертикално движещото се бутало 6, като преодолява пружината 8, затваря вакуумния клапан чрез малката мембрана 7. В същото време се отваря въздушният клапан 10, преодолявайки силата на пружината 11. При това положение на усилвателя камерата Г се изолира от камерата В. Сега камерата А чрез филтъра, отворения клапан 10 и маркуца 12 се свързва с атмосферата. Мембраната на вакуумната камера се премества надясно заедно с пръта 2 и буталото. Клапанът 4, вече невъзпрепятствуван от тласкача, под действието на пружината се затваря и натискът върху буталото, получен от разликата на наляганията в камерите А и Б, се предава като допълнителна сила на течността в спирачните цилиндри.

**Регулатор на спирачната сила.** Спирачният път е по-малък и опасността от провлачане на колелата и загубване на управлението е по-малка, ако спирането е на границата между търкалянето и блокирането на колелата.



действуват силите  $F_1$  – на пружината,  $F$  – на торзиона,  $F_2 = p \left( \frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4} \right)$  – от долната страна на буталото, и  $F_3 = p \frac{\pi D^2}{4}$  – върху челото на буталото, където  $p$  е налягането на течността в уредбата.

Когато налягането на течността, получено от натиска върху спирачния педал, стане достатъчно високо и силата  $F_3$  – по-голяма от  $F_1 + F_2 + F$ , буталото се премества надолу и изолира камерите  $A$  и  $B$  една от друга. Спирачната сила е сравнително малка, защото буталото изолира камерите при по-малко налягане на течността. Това е налягането на течността и в спирачните цилиндри.

На фигурата са означени още тялото 11, уплътнителят 10 и предните спирачки 15.

2. *Автомобилът е средно натоварен.* Под действието на товара торзионът се усуква и противодействува на буталото със сила  $F \neq 0$ , следователно буталото изолира камерите при по-високо налягане на течността и спирачната сила също е по-голяма.

При задействуване на спирачния педал пътят на течността е същият както при ненатоварен автомобил, но налягането на течността, необходимо да премести буталото надолу, трябва да е по-голямо. Същото увеличено налягане действа и при спирачните цилиндри и спирачната сила се увеличава.

3. *Автомобилът е много натоварен.* При аналогични разсъждения се установява, че тогава спирачната сила е още по-голяма.

Разгледаните три режима на работа на регулатора показват, че в зависимост от натоварването на автомобила се променя и спирачната сила. Работните елементи на регулаторната уредба са така подбрани при конструирането, че спирачната сила при отделните режими да е достатъчна за спирането на автомобила, но да се избягва блокирането на спирачките.

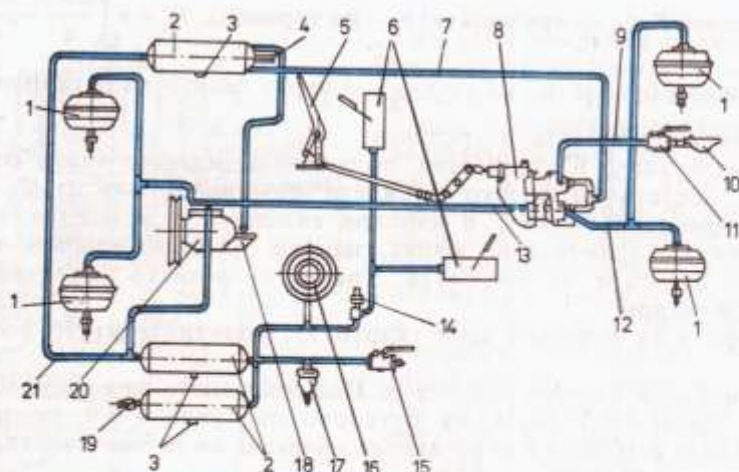
**Спирачна уредба с пневматичен задействащ механизъм.** При този механизъм спирачната сила се създава от предварително съгъстен въздух. От водача се изисква да натиска с малка сила спирачния педал, в резултат на което се отварят въздушни пропускателни клапани и се преодолява съпротивлението на специални пружини.

Такава уредба се използва при по-тежките МПС. При тях, освен че се облекчава работата на водача, лесно се осъществява и спирането на прикачното ремарке, а съгъстеният въздух може да се използва за напompване на гумите, за задействуване на стъклочистачките и други помощни работи.

Основните съставни части на такава уредба (фиг. 13.26) са компресорът 20, резервоарите за въздух 2, спирачните камери 1 и спирачният кран 8.

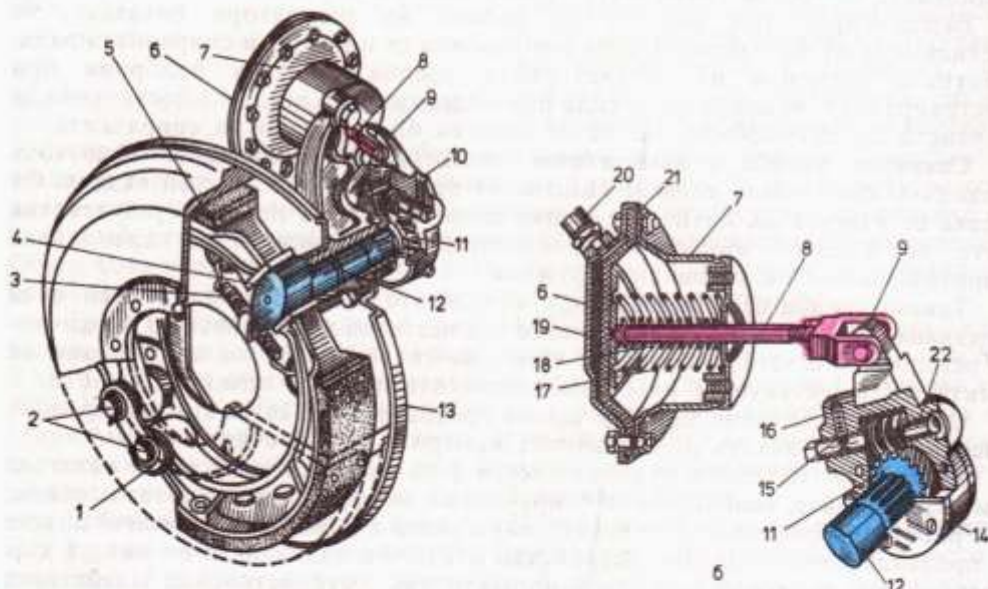
**Компресор.** Неговото предназначение е да изпраща въздух под налягане към резервоарите, необходим за спирачките и за други нужди на автомобила. Той работи непрекъснато, но когато налягането в уредбата се увеличи повече от предвиденото, специално устройство изключва подаването на въздух към резервоарите, докато налягането се нормализира. Устройството се задейства от регулатора на налягането.

**Спирачни камери.** Те предават силата, получена от налягането на въздуха, на спирачките. Към всяко колело се монтира по една камера (фиг. 13.27 б). Тя се състои от тяло 7 и капак 6, между които е притисната с болтове мембраната 21. Когато спирачният педал не е задействуван, налягането над мембраната е равно на атмосферното и под действие на пружините 17 и 18 тя се огъва наляво. При задействуването на педала над мембраната постъпва въздух под налягане, който я притиска надясно. В същото време щангата 8 чрез тялото 14 завърта вала 12 и гърбицата 4. Челюстите 5 на спирачката (фиг. 13.27 а) се



Фиг. 13.26. Схема на пневматична спирачна уредба

1 – спирачни камери; 2 – резервоари за съгъстен въздух; 3 – кранчета; 4 – предпазен джипан; 5 – педал; 6 – стъклочистачки; 7, 9, 12, 13 и 21 – въздухопроводи; 8 – спирачни крци; 10 и 11 – съединителен кран за ремаркетто; 14 – кран за стъклочистачките; 15 – приспособление за отвеждане на въздух; 16 – манометър; 17 – клапан за ограничаване на максималното налягане; 18 – регулатор на налягането; 19 – буксирен кран; 20 – компресор



Фиг. 13.27. Спирачен механизъм и спирачна камера

1 – пласина; 2 – оси за шарнирно окачване на челюстите; 3, 16, 17 и 18 – пружини; 4 – разтваряща гърбица; 5 – челюстни накладки; 6 – капак; 7 – тяло на камерата; 8 – шатун; 9 – вилика; 10 – червяк; 11 – червячно колело; 12 – вал на разтварящата гърбица; 13 – опорен диск; 14 – тяло на регулиращото устройство; 15 – фиксатор; 16 – опорен диск на мембраната; 17 – марку; 18 – мембрана; 19 – вал на червяка



разтварят и възпрепятствуват въртенето на спирачния барабан. Червячното устройство в тялото 14 служи за регулиране на спирачката.

**Кран за управление.** Предназначен е да свързва спирачните камери с резервоара за въздух при задействане на спирачките или с атмосферата при отпускане на спирачния педал.

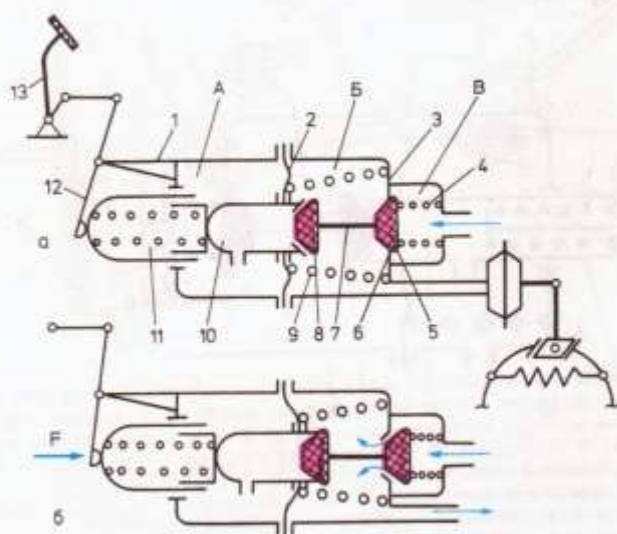
При влекачите кранът за управление се състои от две секции. Едната е за спирачките на влекача (автомобил или трактор), а другата — за спирачките на ремаркетото. Двете секции са обединени в един блок и се задействуват от един спирачен педал. За по-лесно възприемане на действието на крана по-долу двете секции са разгледани поотделно.

При незадействуван педал (фиг. 13.28 а) под действието на пружината 9 мембраната 2 се е изместила наляво заедно с леглото 10, при които клапанът 8 е отворен, а клапанът 5 — затворен, притиснат от пружината 4 към леглото 6. Клапаните 5 и 8 са свързани в едно цяло със стеблото 7, а педалът 13 се държи в изключено положение от пружината 11.

При показаното на фигурата положение на частите се вижда, че в тялото 1 на крана не може да влезе въздух от резервоарите, защото клапанът 5 е затворен, но ако има въздух под налягане в спирачната камера 14, той може да излезе в атмосферата по следния път — спирачната камера, камерата Б, отворения клапан 8, вътрешността на леглото 10, страничния отвор в леглото, камерата А, атмосферата.

При задействане на педала (фиг. 13.28 б) долното рамо на лоста 12 преодолява силата на пружината 11 и изтласква двете чаши, в които се опират пружината и леглото 10 надясно, мембраната се огъва и клапанът 8 се затваря, а клапанът 5 се отваря. Навлезлият състен въздух от резервоара покрай преградата 3 се отправя към спирачните камери (вж. стрелките) и спирачките действуват.

В началото на навлизането на въздуха налягането в камерата Б е малко, но постепенно се увеличава. Когато силата  $F$ , действаща на мембраната, превиши силата  $Q$  (вж. стрелката), получена от силата на педала, мембраната започва да се огъва наляво до затварянето на клапаните, като се запазва положението на педала. Силата  $F$  е

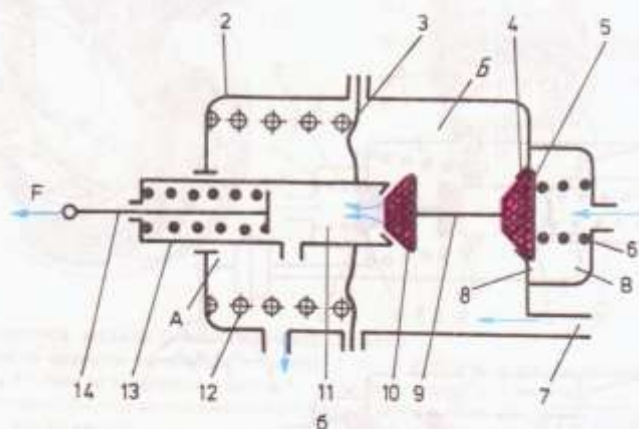
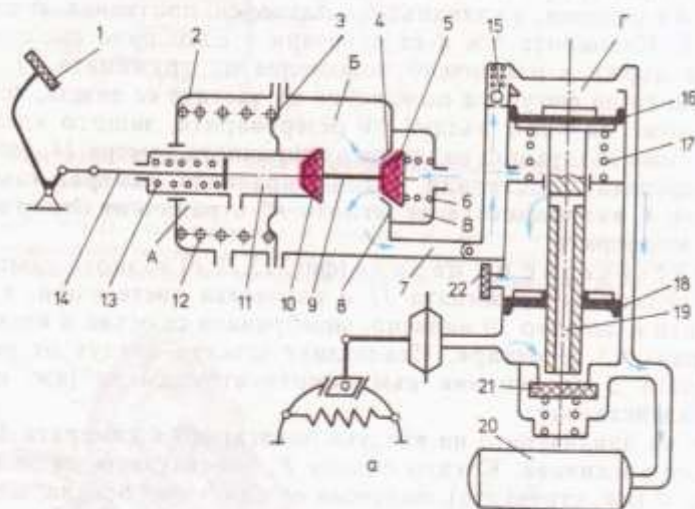


Фиг. 13.28. Схема на кран за управление

$$F = p \frac{\pi D^2}{4} > Q,$$

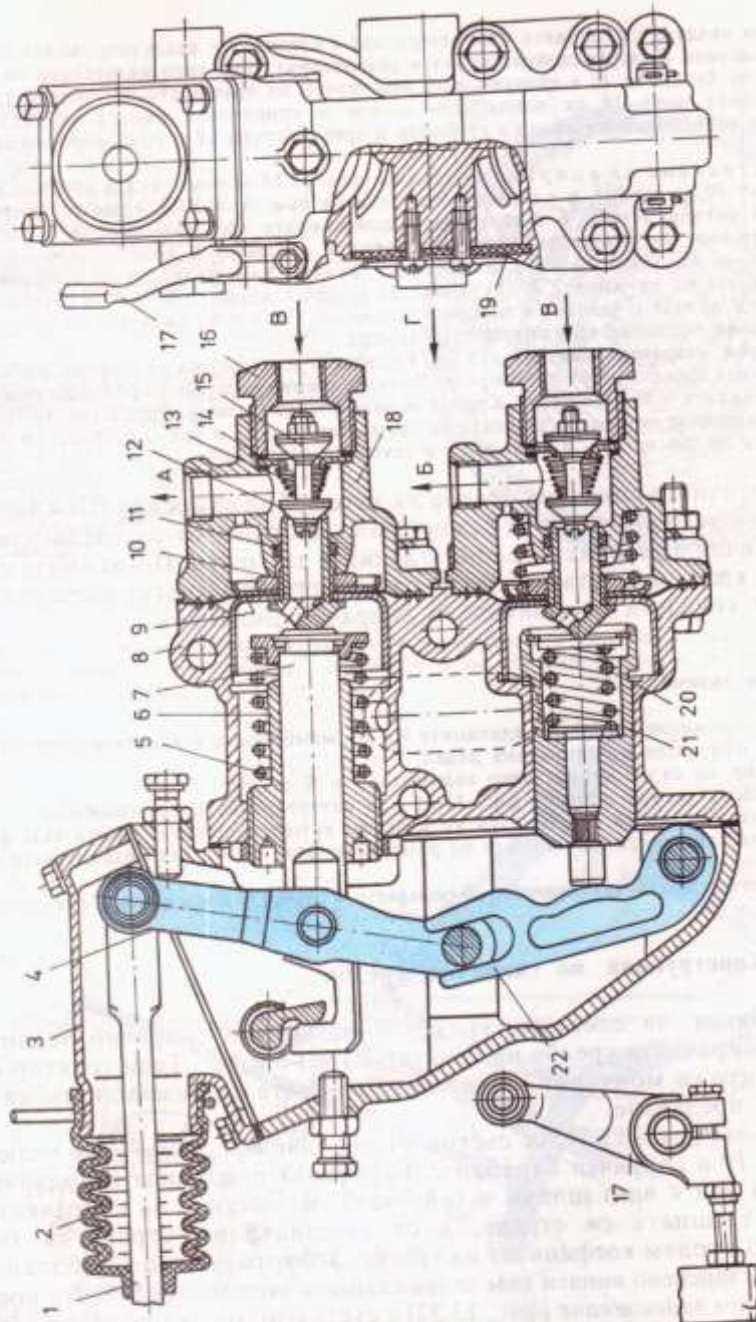
където  $p$  е налягането в камерата  $B$ ;  
 $D$  — диаметърът на мембраната.

Уредба за задействуване на спирачките на ремаркетто. На фиг. 13.29 е показана схема на секцията на крана за задействуване на ремаркетто заедно с други уреди от спирачната уредба. Спирачната секция за ремаркетто се различава от секцията на спирачките на влекача по това, че при натискане на спирачния педал леглото 11 на клапана 10 се премества наляво и че има урновесителна пружина 12.



Фиг. 13.29. Схема на пневматична спирачна уредба на ремарке  
 1 — педал; 2 — тавло; 3 — мембрана; 4 и 11 — загъли; 5, 10, 15 и 21 — клапани;  
 6 и 17 — пружини; 7 — въздухопровод; 8 — прегрлада; 9 — столбо; 12 — урновесителна  
 пружина на педала; 14 — шанга; 16 и 18 — бутала; 19 — съединителен прът; 20 — резервоар;  
 22 — филтър





Фиг. 13.30. Комбиниран спирачен кран  
 1 — шанта; 2 — гумен предпазител; 3 и 18 — клапан; 4 — голям лост; 5 — уравновесятелна пружина на секцията на ремаркет;  
 6 — направляваща втулка; 7 — тласащ; 8 — тласащ; 9 — тласащ; 10 — лост на изпускателния клапан; 11 — изпускателен пръстен;  
 12 — изпускателен клапан; 13 — външната пружина; 14 — лост на всмукателния клапан; 15 — всмукателен клапан; 16 — пробка;  
 17 — лост за ръчната спирачка; 19 — клапан на изпускателния отвор; 20 — уравновесятелна пружина на секцията на автомобила;  
 21 — чаша на уравновесятелната пружина; 22 — малък лост

При отпуснат спирачен педал (фиг. 13.29 а) под действието на уравновесятелната пружина мембраната 3 се огъва надясно, при което клапанът 10 е затворен, а клапанът 5 — отворен. Двете камери А и Б са изолирани една от друга и постъпващият от компресора въздух под налягане се отправя към резервоара 20 на ремаркет. С увеличаване на налягането на въздуха в камерата Б мембраната, като преодолява силата на уравновесятелната пружина 12, се огъва наляво, докато се затвори клапанът 5. При това положение силите от двете страни на мембраната се изравняват. Пружината 12 е предварително свята и колкото повече се свива, толкова по-голямо налягане се получава в резервоара.

Пътят на въздуха от секцията към резервоара е следният — въздухопроводът 7, отвореният клапан 15, камерата Г, вертикалният канал и резервоарът. Тъй като налягането на въздуха от двете страни на буталото 16 е еднакво, под действието на пружината 17 двете бутала 16 и 18 и съединителният прът 19 са повдигнати нагоре и спирачната камера се съединява чрез вертикалния и хоризонталния канал в стеблото и чрез филтъра 22 с атмосферата спирачката не действа.

При натискане на спирачния педал (фиг. 13.29 б) мембраната се огъва наляво, при което клапанът 10 се отваря, а клапанът 5 се затваря към леглото 4 и двете камери А и Б се свързват. Тъй като камерата Б е свързана с атмосферата чрез камерата А и същевременно и с въздухопровода 7, в този момент налягането и в камерата под буталото 16 пада под атмосферното, а над същото бутало постъпва въздух под налягане от резервоара. Като преодолява силата на пружината 17, буталото 16 заедно с долното бутало и свързващият прът слизат надолу и прътът с челото си отваря клапана 21. След това въздухът от резервоара през отворения клапан постъпва към спирачната камера.

**Комбиниран спирачен кран** (фиг. 13.30). Крановете от този вид са широко разпространени при автомобилите влекачи и при тракторите. Долната секция на крана е предназначена за спиране на влекача, а горната — за ремаркетто. Кранът се задейства от педал чрез шангата 1 и лостовете 4 и 22. При натискане на педала шангата се премества наляво и чрез лостовете се задейства първо секцията на ремаркетто, а след това и секцията на влекача.

Пневматичната спирачна уредба на автомобил самосвал ЛИАЗ — Мадара по общото си устройство не се различава съществено от разгледаната уредба, но има различия в устройството на отделните елементи. По-важните от тях са: спирачният кран задейства двата самостоятелни кръга; вместо спирачни камери към колелата са монтирани спирачни цилиндри.

#### Въпроси и задачи

1. Какво положение ще заемат клапаните 9 и 10, мембраната и пластинковият тласкач 3 от фиг. 13.24 при отпускане на спирачния педал?
2. Свързани ли са пространствено камерите А и Б от фиг. 13.25?
3. Как работи регулаторът от фиг. 13.25 при разтоварване на автомобила?
4. Опишете действието на секцията на влекача, като използвате текста към фиг. 13.30!
5. Опишете действието на секцията на ремаркета (фиг. 13.30), като използвате фиг. 13.29 и текста към нея.
6. Обяснете как действа спирачката на ремаркетто, в случай че последното се откъсне от влекача!

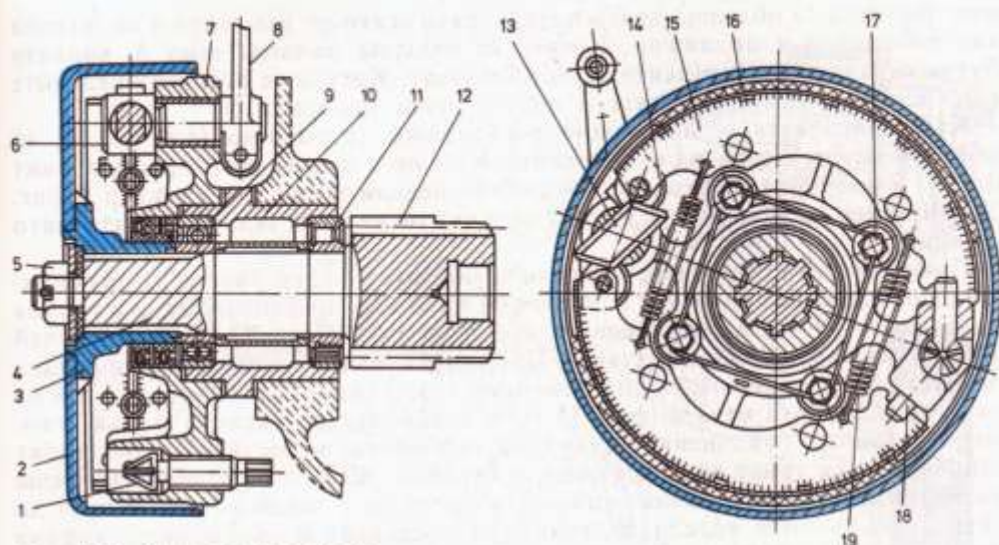
#### 13.2.6. Конструкции на спирачни уредби

Като пример на спирачна уредба с механично спирачно задвижване е разгледана спирачната уредба на трактор ЮМЗ-6М/6Л. Този трактор има две спирачки, които се монтират на валове на двете задвижващи зъбни колела на крайното предаване.

**Спирачката** (фиг. 13.31) се състои от неподвижен диск 7, две челюсти 15, две пружини 19 и спирачен барабан 2. Барабанът е захванат неподвижно към задвижващия вал 4 чрез шлицы и гайката 5. Челюстите на спирачката имат ребра от вътрешната си страна, а от външната им страна са занитени накладките 16 с голям коефициент на триене. Зъбното колело 12 е блокиращото устройство и е закрепено винаги към задвижващото колело на крайното предаване.

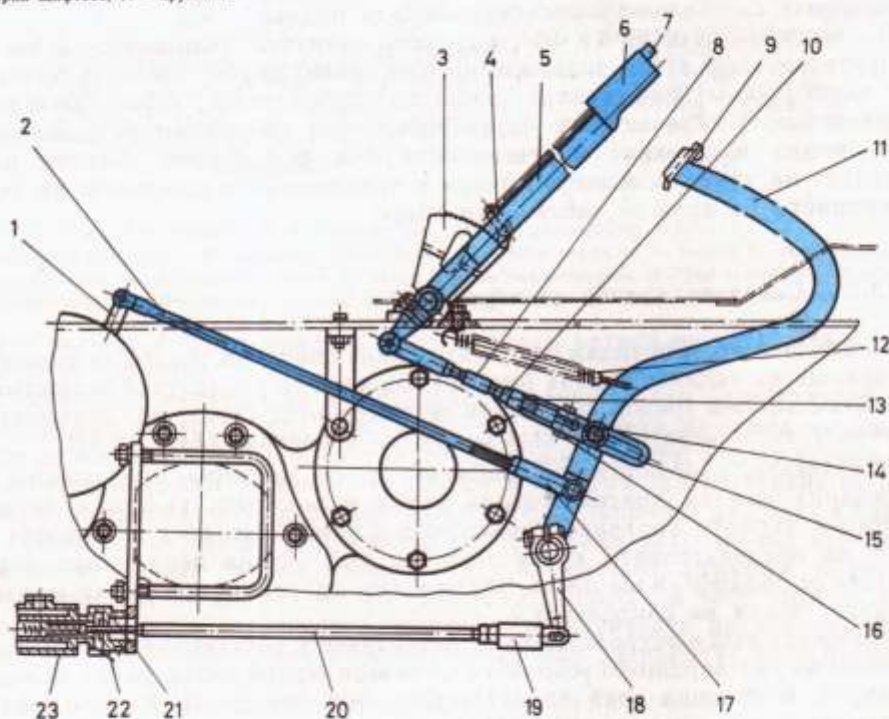
**Спирачното задвижване** (фиг. 13.32) е съставено от два педала 11 (единият не се вижда на фигурата), опъваща шанга 2, лост 1, вал 6 (фиг. 13.31), гърбица 13 и възвратна опъваща пружина 12 (фиг. 13.32). За да се осигури независимо действие на двете спирачки, единият от педалите е закрепен неподвижно към оста, а другият — подвижно. Когато трябва да се задействуват едновременно, което се налага при използване на трактора за транспорт, те се съединяват със съединителната планка 9. Към спирачното задвижване има ръчна лостова система, чрез която тракторът може да се задържа на място продължително





Фиг. 13.31. Спирачка на трактор

1 – регулиращ конус; 2 – спирачен барабан; 3 – главина; 4 – задвижващ вал; 5 – гайка; 6 – вал; 7 – диск; 8 – лост; 9 и 11 – лагери; 10 – чаша; 12 – зъбно колело; 13 – гърбица; 14 – розка; 15 – спирачни челюсти; 16 – накладки; 17 – боза; 18 – опорни шифтове; 19 – пружина



Фиг. 13.32. Спирачно задвижване на трактор

1 и 18 – лостове; 2, 8 и 20 – шанги; 3 – зъбен сектор; 4 и 22 – ключалки; 5 – ръчен лост; 6 – ръчка; 7 – бутон; 9 – съединителна плънка; 10 – контрагайка; 11 – педал; 12 – пружина; 13 и 17 – вилки; 14 – плънка; 15 – сектор; 16 – шифт; 19 – компенсатор; 21 – дегло на спирачния цилиндър; 23 – спирачен цилиндър

време. Вилката 13 обхваща двата педала, като всяко от рамената ѝ се свързва с тях поотделно и подвижно. Когато се издърпа ръчният лост 6, вилката избутва педалите и спирачките се задействуват. Когато се натискат педалите заедно или поотделно, вилката и лостът стоят неподвижно.

Към спирачката е монтирано регулиращо устройство (фиг. 13.31) за хлабината между барабана и челюстите. Към него спадат регулиращият винт с конус 1 и опорните шифтове 8. Единият от педалите има зъбен сектор 3 (фиг. 13.32). Чрез него и чрез ключалката 4 педалът може да се задържа в натиснато положение.

При отпуснат педал двете ребра на челюстите под действието на пружината 19 (фиг. 13.31) се притискат в долния си край към шифтовете 18, а в горния чрез ролките 14 — към наклонените стени на гърбицата 13. В този случай барабанът се върти безпрепятствено. При натискане на единия от двата педала опъващата шанга наклонява еднораменния лост 1 (фиг. 13.32) напред, а той от своя страна завърта вала 6 (фиг. 13.31) и гърбицата на някакъв малък ъгъл. Благодарение на наклонените стени на гърбицата челюстите се разтварят и започват да се трият във въртящия се барабан. Щом като силата на триене нарасне достатъчно, барабанът спира въртенето си, а заедно с него спират да се въртят и зъбните колела от крайното предаване и съответното ходово колело. В този случай, ако тракторът се движи с малка скорост и се завърти кормилото в съответната посока, той ще извърши много малък завои. Ако трябва да спре съвсем тракторът, най-напред се изключва съединителят и след това се задействуват двете спирачки. Това може да стане само с единият крак, ако педалите са съединени със свързващата планка.

Българският трактор ТК-80 е с дискови спирачки. Основните им части са два притискателни и два задвижващи (феродови) диска, които са захванати чрез шлицы към удължената част на планетното зъбно колело на диференциала. Спирачката се задействува чрез специално устройство със сачми, които изтласкват притискателните и феродовите дискове навън. В резултат на това последните опират в неподвижните плоскости на тялото и движението на вала се забавя или спира.

### 13.2.7. Спирачна уредба за паркиране

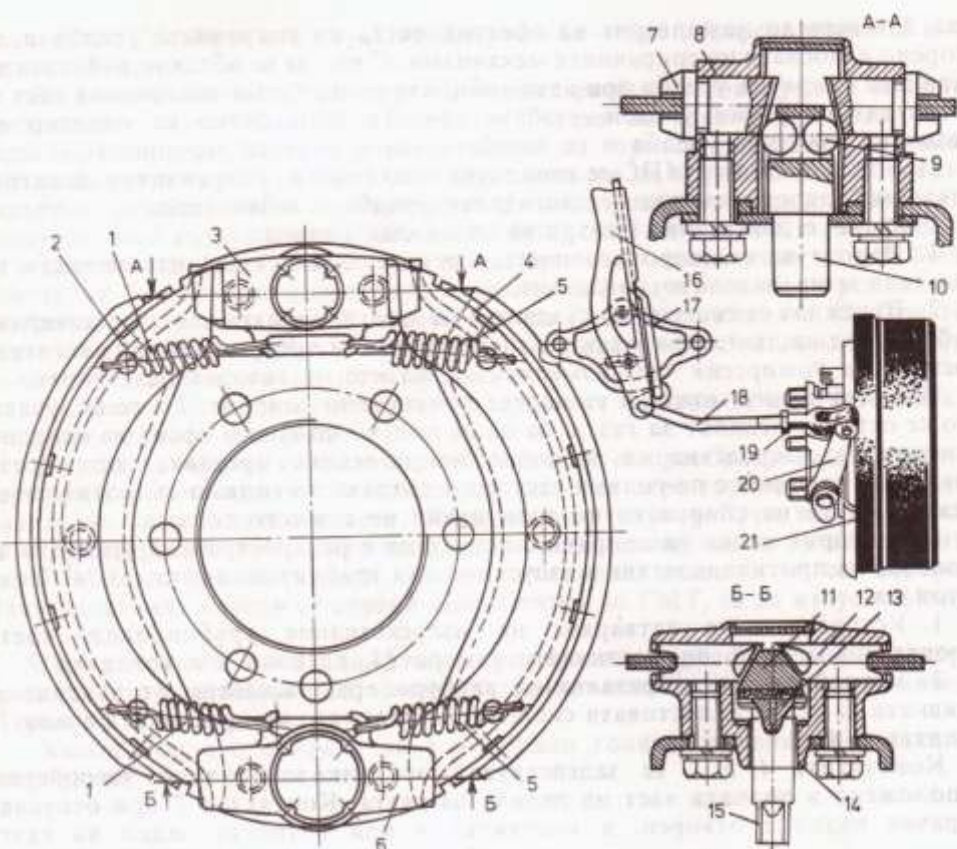
В началото на тази глава беше разгледана спирачна уредба за паркиране, действаща на задните колела (фиг. 13.20), като се използват челюстите на основната спирачна уредба. При някои автомобили се използват спомагателни спирачни уредби, монтирани към силовото предаване (фиг. 13.33).

Спирачката е челюстна. Барабанът 21 се закрепва неподвижно към задвижвания вал на предавателната кутия в мястото, където е свързана вилката на първото карданно съединение. Спирачният диск се свързва към тялото на предавателната кутия така, че той остава неподвижен спрямо въртящия се барабан. Към диска, както и при другите спирачки, се монтират останалите части на спирачката.

Особеност има в устройството за разтваряне и регулиране на спирачката. На тялото на разтварящото устройство 8 са монтирани разтварачът 10 и двата тласкача 7. В предния край на разтварача има две сачми 9, чрез които се придвижват навън тласкачите и челюстите.

Конусът 11 на регулиращото устройство може да се измества по време на включването на спирачката по отношение на винта на 3 mm, т. е. той е плаващ. Пружините на лявата челюст 2, която е първична, са по-слаби от тази на





Фиг. 13.33. Спирачна уредба за паркиране на товарен автомобил ГАЗ-53А

1 и 3 – пружини; 2 и 4 – челюсти; 3 – разтварящо устройство; 6 – регулиращо устройство; 7 – тласкач; 8 – тяло на разтварящото устройство; 9 – сачма; 10 – разтварач; 11 – конус; 12 – опора; 13 – пластинкова пружина; 14 – тяло на регулиращото устройство; 15 – регулиращ винт; 16 и 20 – лостове; 17 – зъбен сектор; 18 – шпалга; 19 – вилка; 21 – барабан

дясната челюст 4. Това придава допълнителен натиск на челюстта 4, за да стане и тя първична.

Спирачното задвижване е механично и ръчно. При задействуван лост регулиращият конус 11 под действието на по-слабата пружина на дясната челюст се измества на 3 mm от тялото 14 и опира в другата му страна, т. е. застава несиметрично спрямо оста на винта 15. При задействуване на лоста разтварачът чрез сачмите разтваря челюстите, те започват да трият в барабана и автомобилът забавя движението си. При това разтварачът най-напред опира върху лявата челюст, защото тя е с по-слаба пружина. Барабанът увеличава челюстта по посока на въртенето си, долната ѝ част натиска върху конуса, измества го надясно и упражнява допълнителен натиск на дясната челюст. От този момент двете челюсти започват да работят като първични.

### 13.2.8. Спирачни уредби – забавители

При някои условия на работа на МПС (планински пътища, усилено градско движение) основната спирачна уредба се натоварва много и се предизвиква голямо загряване на триещите части и на спирачната течност.

Това довежда до намаляване на ефективността на спирачната уредба и до ускорено износване на спирачните механизми. С цел да се облекчи работата на основната спирачна уредба при автомобилите с по-голяма товароносимост се използват спирачни уредби – забавители. Те обикновено са отделно от основната спирачна уредба и се задействуват с отделен механизъм.

При съвременните МПС се използват механични, хидравлични, електро-динамични, аеродинамични и двигателни уредби – забавители.

**Спиране с двигателя.** Извършва се по два начина:

1. Използва се съпротивлението, което създават триещите се части на двигателя и на силовото предаване.

2. Въвеждат се системи за създаване на противоналягане в изпускателния тръбопровод на двигателя в такта изпускане или за преминаване на двигателя в режим на компресия чрез изменение на фазите на газоразпределението.

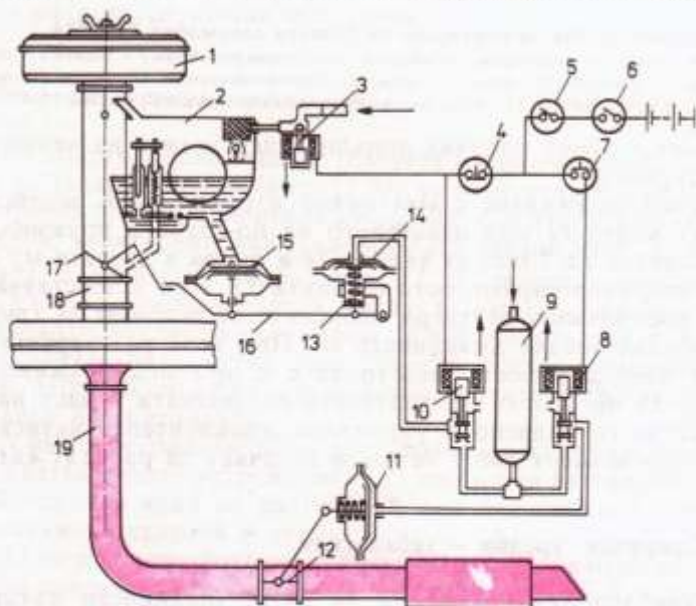
Първият начин може да се нарече обикновено спиране. То се получава, като се отпусне педалът за газта. За да се получи по-голям ефект на спиране, транспортното средство се включва на по-малка предавка, при което двигателят се върти с по-голяма честота и създава по-голямо съпротивление. Ефективността на спирането по този начин не е много голяма.

При втория начин на спиране с двигателя е разпространена уредбата за създаване на противоналягане в изпускателния тръбопровод (фиг. 13.34). Тя се състои от:

1. Устройство за затваряне на изпускателния тръбопровод, което включва клапата 12, пневматичната камера 11, клапана 8 и контакта 7.

2. Устройство за изпразване на карбуратора, съставено от клапана 3, горивната камера 15, достовата система за затваряне на дроселната клапа 17 и контакта 4.

Контактите 4 и 7 се задействуват от електромагнитно устройство, разположено в долната част на педала на газта. Контактът 7 при отпуснат спирачен педал е отворен, а контактът 4 при натиснат педал на газта



Фиг. 13.34. Схема на двигателна спирачка



е затворен. Уредбата действа на два режима – при отворена клапа 12 и при затворена клапа.

За да се включи забавителят на първия режим, най-напред се включват централният контакт 5 и контактът 6. Тогава по електромагнитен път се включва клапанът 3, който спира притока на гориво, и клапанът 10, който пропуска въздух към камерата 14 с преодоляване на пружината 13. Лостът 16 издърпва мембраната и карбураторът 2 се изпразва от гориво. Двигателят засмуква само въздух и по такъв начин оказва спирачно въздействие. Ако това не е достатъчно, необходимо е да се натисне леко спирачния педал. Тогава контактът 7 се затваря и се отваря клапанът 8. Въздухът, който преминава от резервоара 9 през клапана 8, чрез камерата 11 затваря клапана 12. При този режим забавителят работи при пълна мощност, която е около два пъти по-голяма отколкото при първия режим.

На фигурата са показани още въздушният филтър 1, всмукателната 18 и изпускателната 19 тръба.

Другият начин за спиране с двигателя е да се преобразува двигателят на двутактов или четиритактов компресор, като се спре горивото и се изменят фазите на газоразпределението. Когато двигателят работи като двутактов компресор, фазите се изменят така, че при всяко движение на буталото нагоре двата клапана са затворени, а при движение надолу, те са отворени. Изпускателният клапан се отваря само близо до ГМТ, за да изпусне въздуха от цилиндъра.

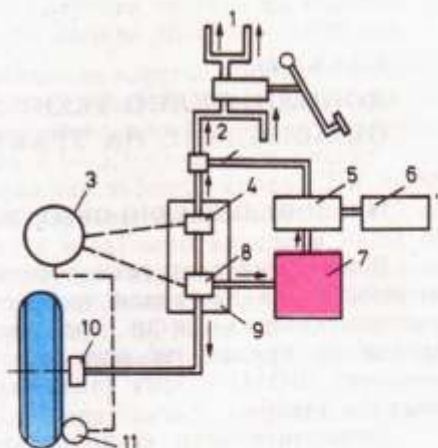
При работа на двигателя като четиритактов компресор фазите на газоразпределението се изменят така, че изпускателният клапан се отваря допълнително в края на съгъстяването.

Компресорното спиране не е намерило голямо приложение, макар че спирачния ефект е по-голям.

### 13.2.9. Противоблокиращи уредби

Спирачната сила трябва да е такава, че при различни условия на спиране колелата да не блокират, т. е. да не спират въртенето си, което изисква да се регулира тази сила. Съществуват различни противоблокиращи уредби, но общото е, че всяка има датчик (възприемател), изпълнителен механизъм и захранваща уредба (източник на енергия). Датчикът следи непрекъснато режима на спиране. Управляващото устройство приема сигналите от датчика и принуждава изпълнителния механизъм да осигурява такава спирачна сила, каквато е необходима за момента.

Датчиците могат да бъдат механични (инерционни) или електромагнитни, управляващото устройство – механично или електромагнитно, а изпълнителният механизъм – хидравличен, пневматичен, вакуумен, електрически и комбиниран. Захранващата уредба може да бъде хидравлична, пневматична или вакуумна с механично или електрическо управление.



Фиг. 13.35. Схема на противоблокираща система

С развитието на електрониката все по-рядко се използват механичните устройства. Противоблокираща уредба с електронно управляващо устройство е показана на фиг. 13.35. Изпълнителният механизъм 9 се състои от два клапана — редуционен 4 и разтоварващ 8. Клапаните се управляват електромагнитно със соленоиди. Захранващата уредба се състои от хидравлична помпа 5, електродвигател 6 и резервоар за течност 7.

Датчикът 11, монтиран на колелата, регистрира отрицателното ускорение и изпраща сигнал на електронното устройство 3. То съпоставя това ускорение с допустимото при дадените условия на сцепление на колелата с пътя. Ако отрицателното ускорение е извън границите на допустимото, устройството предава сигнал към клапаните. При това редуционният клапан 4 се затваря, а разтоварващият 8 се отваря. Това предизвиква бързо намаляване на налягането в тръбопроводите 1 и 2 към колесните цилиндри 10, съответно на спирачната сила и с това се възпрепятствува бързото намаляване на въртенето на колелата и се избягва блокирането им.

Когато забавянето на колелата достигне границата, на която е настроено устройството, разтоварващият клапан се затваря и налягането се поддържа постоянно. Нарастването на ускорението на колелата се регистрира с датчик и се подава на електронно устройство, което при определено ниво на ускорение дава сигнал за повишаване на налягането. Редуционният клапан 4 се отваря, а разтоварващият 8 се затваря и към колелата се предава по-голям спирачен момент.

Основната спирачна уредба работи нормално при повреди в противоблокиращата.

#### Въпроси и задачи

1. Сравнете спирачните уредби с хидравлично и пневматично задвижване и отговорете:
  - а) коя от уредбите е по-надеждна;
  - б) коя от уредбите е по-сложна.
2. В какво се изразява разликата между предназначението на регулатора на налягането и противоблокиращата система?
3. Защо при пневматичната уредба силата за задействане на педала на спирачката е по-малка от тази на хидравличната уредба при еднакъв спирачен момент на колелата?
4. Защо се предпочита и двете челюсти да бъдат първични?

## ГЛАВА 14

### ДОПЪЛНИТЕЛНО ТЕХНОЛОГИЧНО И РАБОТНО ОБЗАВЕЖДАНЕ НА ТРАКТОРА И АВТОМОБИЛА

#### 14.1. ДОПЪЛНИТЕЛНО ОБЗАВЕЖДАНЕ НА ТРАКТОРА

В зависимост от технологичния процес тракторният агрегат реализира мощността на двигателя чрез теглене на машини, съоръжения, ремаркета, дървени материали и др., чрез предаване на част от мощността на работните органи на прикачните или навесни машини от валовите за отвеждане на мощност (ВОМ) и чрез задвижване на стационарни машини от ВОМ или ремъчна шайба.

Допълнителното технологично и работно обзавеждане на тракторите обикновено се състои от прикачни приспособления, куки, ВОМ, ремъчна шайба, лебедки и хидравлична навесна система.



#### 14.1.1. Механизми за отвеждане на мощност

Прикачните приспособления служат за работа на трактора с прикачни и полунавесни машини и съоръжения и за теглене на ремаркета. Те са разположени в задната част на трактора и позволяват точката на прикачване на машината да се измества в хоризонталната равнина, а при редица трактори и по височина. Прикачни приспособления са прикачните скоби, транспортните и хидравличните куки.

Прикачното приспособление на универсалните трактори (фиг. 14.1 а) се състои от скоба 1 и теглич 2. Скобата се закрепва към долните звена на навесния механизъм или чрез конзоли към рамата на трактора. Тегличът се монтира към скобата чрез палците 3. Точката за прикачване се измества в хоризонталната равнина, като тегличът се поставя в различни отвори на скобата, а по височина чрез повдигане или спускане на навесния механизъм.

В редица колесни трактори за теглене на ремаркета се използват транспортни куки (фиг. 14.1 б). За намаляване на ударите и гласъците при транспорта силата на теглене на ремаркетото се предава на трактора чрез спирална пружина 4.

За полуавтоматично и автоматично прикачване на технологични машини, ремаркета и полуремаркета се използва кука 5, която се управлява с хидравличната навесна система (фиг. 14.1 в). Използването на такива куки осигурява удобно и безопасно прикачване на машините и ремаркетата.

Валовите за отвеждане на мощност задвижват прикачните или навесните машини и съоръжения. В зависимост от задвижването им те се делят на зависими, независими и синхронни.

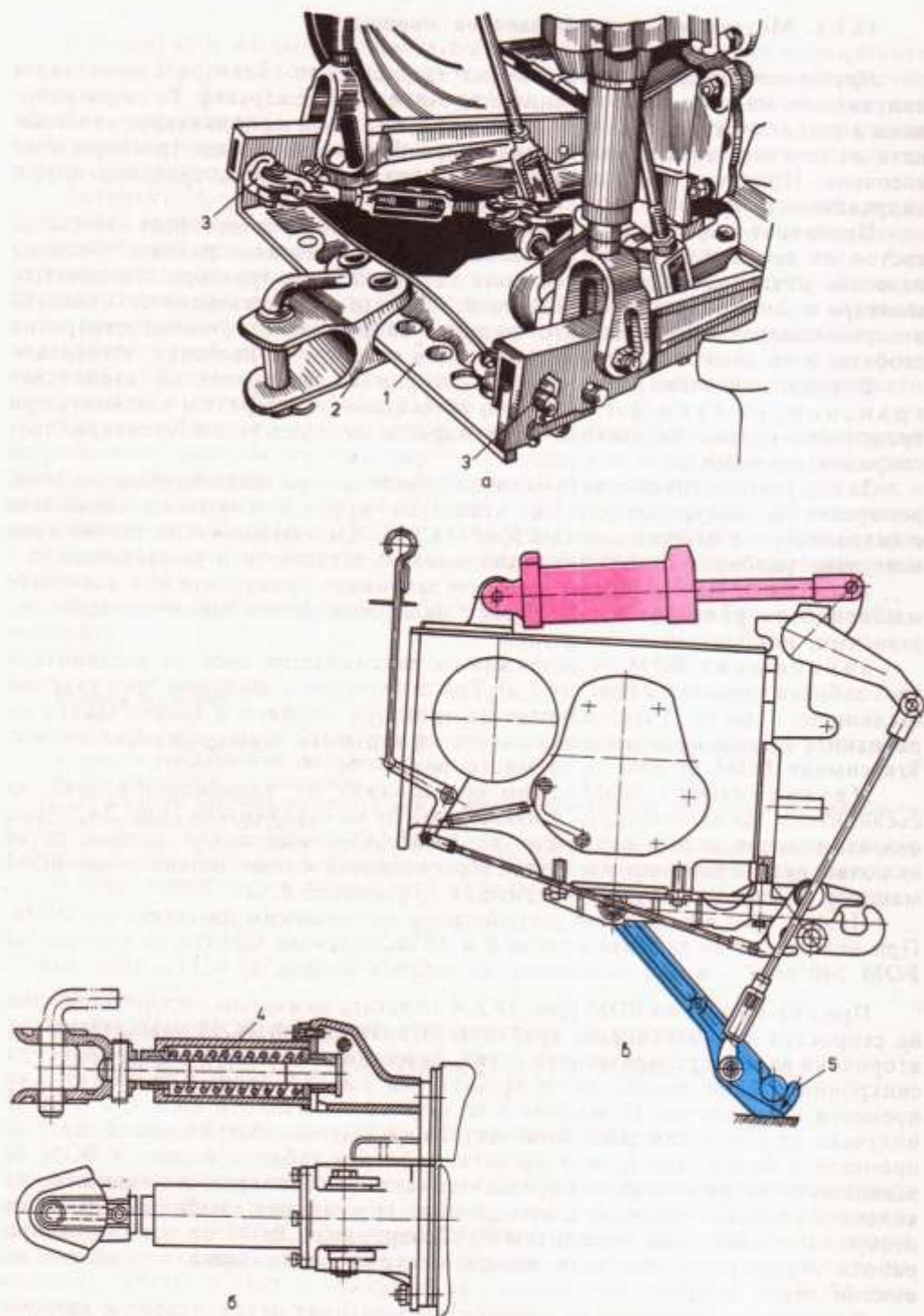
Зависимият BOM се задвижва от задвижващия диск на съединителя чрез зъбната предавка 2 (фиг. 14.2 а). Той се включва и изключва чрез твърдия съединител с лоста 1. При спиране на трактора се спира и задвижването на работните органи на машините, с което се нарушава технологичният процес. Зависимият BOM се използва много рядко.

Независимият BOM също се задвижва от задвижващия диск на съединителя, но включването и изключването на съединителя (фиг. 14.2 б) не оказва влияние върху въртенето на BOM. Съединителят 3 трябва да се включва при неработещ двигател. Присъединените към независимия BOM машини се спират и пускат с триения съединител 8.

На фиг. 14.2 в е показано устройството на независим двускоростен BOM. При включване на зъбните козела 9 и 10 се получава честота на въртене на BOM  $540 \text{ min}^{-1}$ , а при включване на зъбните козела 10 и 11 —  $1000 \text{ min}^{-1}$ .

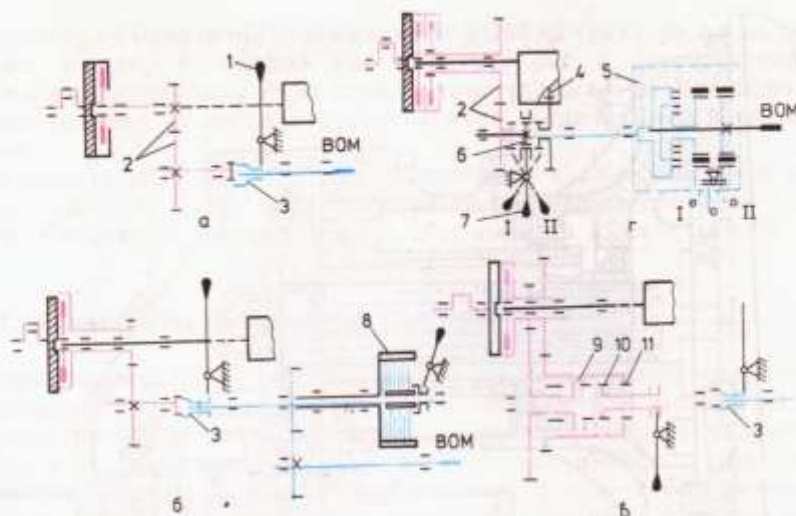
При синхронния BOM (фиг. 14.2 г) честотата на въртене е пропорционална на скоростта на движение на трактора. В този случай BOM се задвижва от вторичния вал на предавателната кутия. За изминаване на 1 m път от трактора синхронните BOM трябва да се завъртят на 3,3–3,5 пъти. Ако лостът 7 се премести в положение II, муфата 6 се зацепва със зъбното колело 2 и BOM получава от двигателя постоянна честота на въртене. Ако същият лост 7 се премести в положение I, чрез зъбната муфа 6 и зъбното колело 4 BOM се задвижва от вторичния вал на предавателната кутия синхронно с въртенето на ходовите козела. Спирането и пускането на разгледания комбиниран BOM се извършва с планетния механизъм 5. Синхронният BOM се използва при работа с ремаркета със задвижващи мостове, задвижващи устройства на въжени линии и др.

Валовите за отвеждане на мощност се монтират отзад, отпред и встрани на трактора.

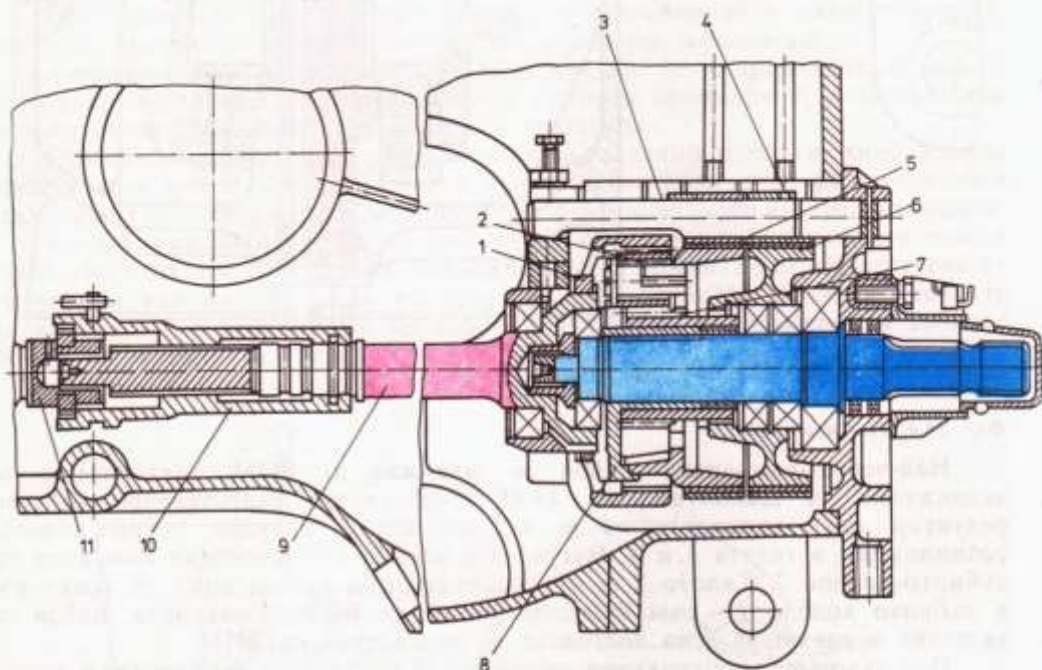


Фиг. 14.1. Прикачни приспособления на трактори





Фиг. 14.2. Видове BOM



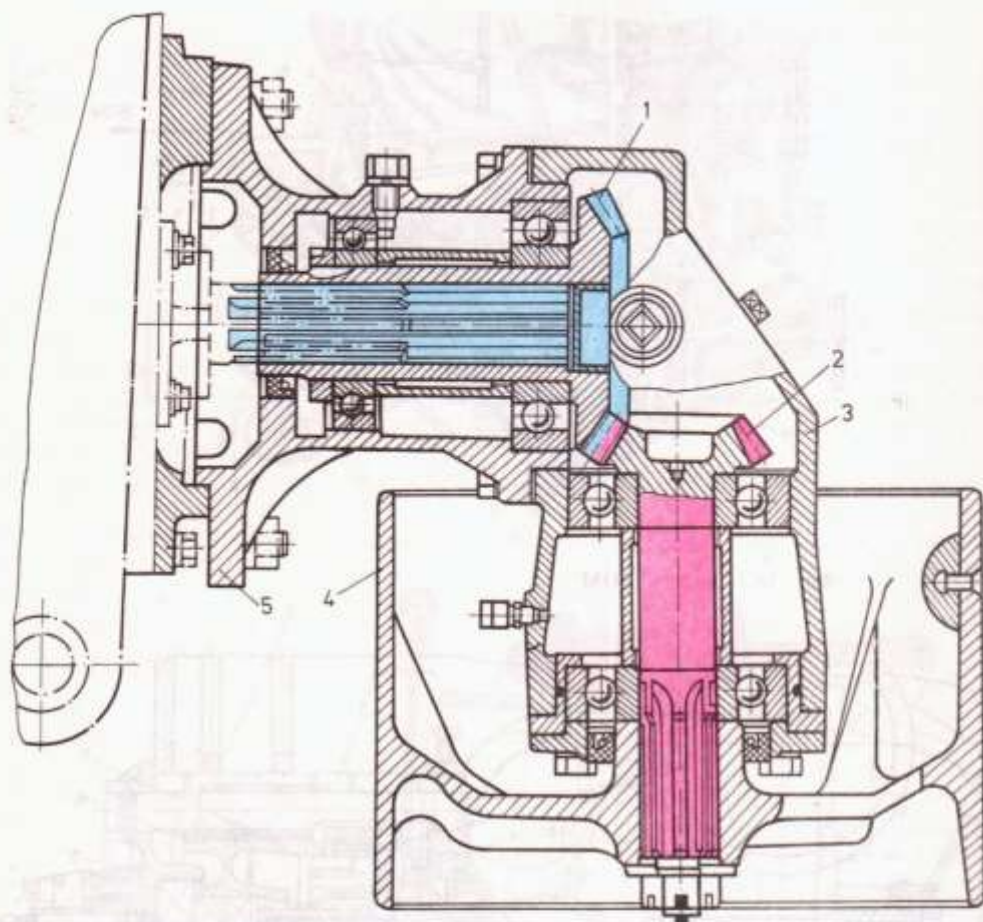
Фиг. 14.3. Заден BOM

Фиг. 14.3. Заден BOM

1 – корона; 2 – сателитно зъбно колело; 3 – ос; 4 – спарачна лемка; 5 и 6 – барибани; 7 – зъбно колело; 8 – водило; 9 и 11 – валове; 10 – зъбна муфа.

На фиг. 14.3 е показано устройството на заден ВОМ на тракторите Болгар ТК 80/82 и МТЗ 80/82.

Ремъчната шайба служи за задвижване на различни стационарни машини чрез ремъчна предавка. При колесните трактори ремъчната шайба се разполага отзад или встрани, а при верижните трактори — отзад. Диаметърът на шайбата обикновено е 200–360 mm, а периферната ѝ скорост е 12–15 m/s.



Фиг. 14.4. Ремъчна шайба

Най-често ремъчната шайба се задвижва от ВОМ. Механизмът за задвижване на шайбата (фиг. 14.4) представлява едностепен конусен редуктор със задвижващо 1 и задвижвано 2 конусно зъбно колело, разположени в телата 5 и 3. Чугунената шайба 4 е закрепена към вала на зъбното колело 2. Тялото 5 се присъединява към задния мост на трактора, а зъбното колело 1 — към шлицовия край на ВОМ. Ремъчната шайба се включва и изключва чрез лостове за управление на ВОМ.

При съвременните трактори *лебедките* се използват за свличане и извозване на дървени материали, за повдигане на различни товари, монтажнно-демонтажни работи, някои спомагателни работи в селското стопанство, строителството и др.

По предназначение лебедките се делят на теглителни и подежни. При тракторите се използват главно теглителни лебедки.

По броя на барабаните лебедките са еднобарабани и двубарабани. В съвременните трактори с мощност до 60 kW се използват предимно еднобарабани лебедки. Когато мощността е по-голяма, се използват двубарабани лебедки.



Лебедките са с механично задвижване от ВОМ на трактора и с хидравлично задвижване. Въжето се навива на лебедките със и без въженареждачи. Лебедките с въженареждачи имат сложна конструкция и се използват рядко. Най-разпространени са лебедките с механично, хидравлично и пневматично управление.

Теглителната сила на лебедката обикновено е по-голяма или равна на теглото на трактора. Върху барабаните се навива стоманено въже с дължина 40–100 m. Скоростта на навиване на стоманеното въже е 30–60 m/min.

#### 14.1.2. Хидравлична навесна уредба

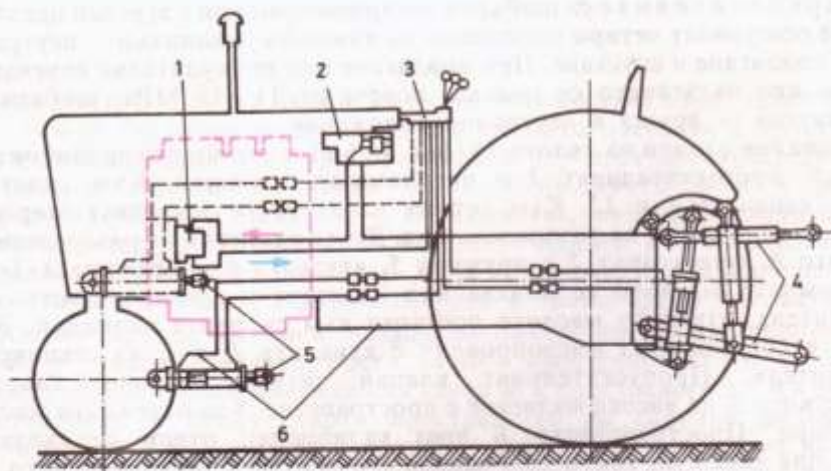
В съвременните АТК голямо разпространение намира хидрообемното задвижване, състоящо се от устройства за предаване на механична енергия чрез хидростатичното налягане на течност (хидравлично масло). Хидравличното задвижване има значителни предимства пред механичното: възможност за предаване на енергия в коя да е точка на машината; най-удобно разположение на агрегатите; проста конструкция; лесно преобразуване на един вид движение в друг (например въртливо в праволинейно или обратното); безстепенно регулиране на скоростите; малки сили за управление и др.

При тракторите най-разпространена е хидравличната навесна уредба, която се състои от хидравлична уредба и навесен механизъм.

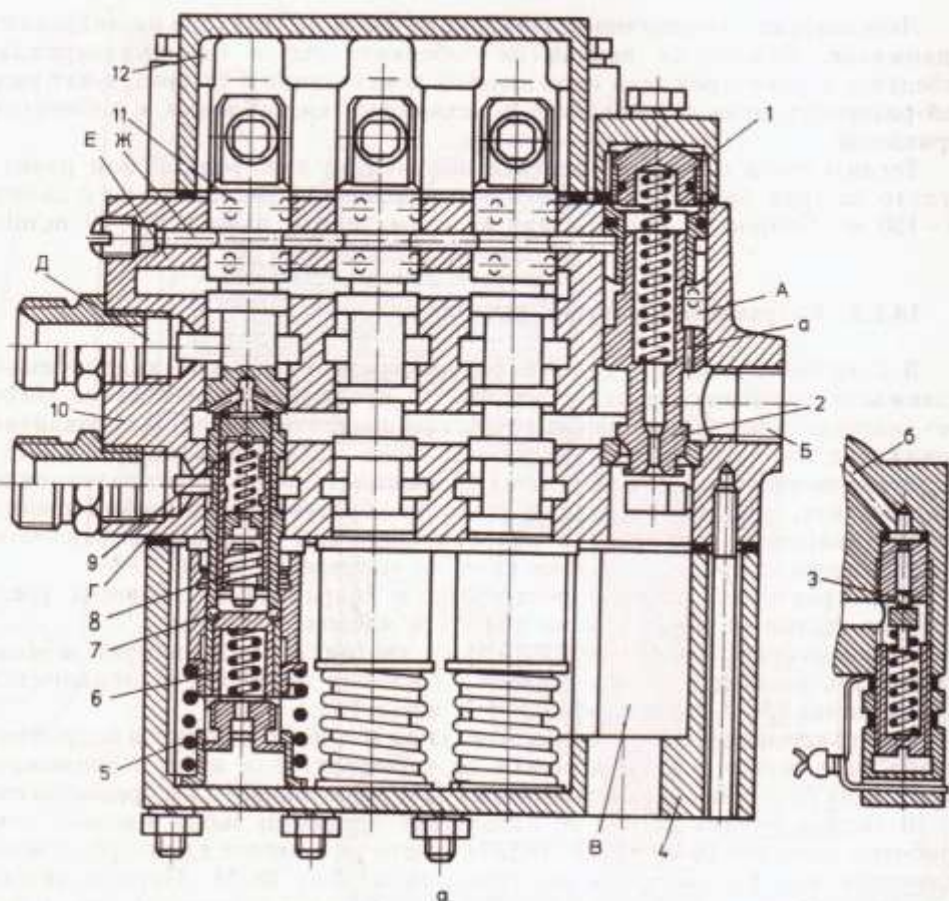
*Хидравличната уредба* (фиг. 14.5) се състои от хидравлична помпа 1, резервоар с филтър 2, разпределител 3, основни цилиндри 4, допълнителни силови цилиндри 5, тръбопроводи 6 и арматура.

При съвременните трактори се използва разделно-агрегатна хидравлична уредба, при която всички агрегати са самостоятелни и са разположени в трактора на различни места в зависимост от функционалното им предназначение.

В хидравличната уредба се използват предимно зъбни маслени помпи с работно налягане 10–16 МПа. Задвижването на помпите е непосредствено от колянвия вал на двигателя на трактора или от ВОМ. Поради високите налягания тук е необходимо по-добро уплътняване отколкото при зъбните помпи от мазилната уредба (вж. фиг. 5.4 и 5.5).



Фиг. 14.5. Хидравлична уредба



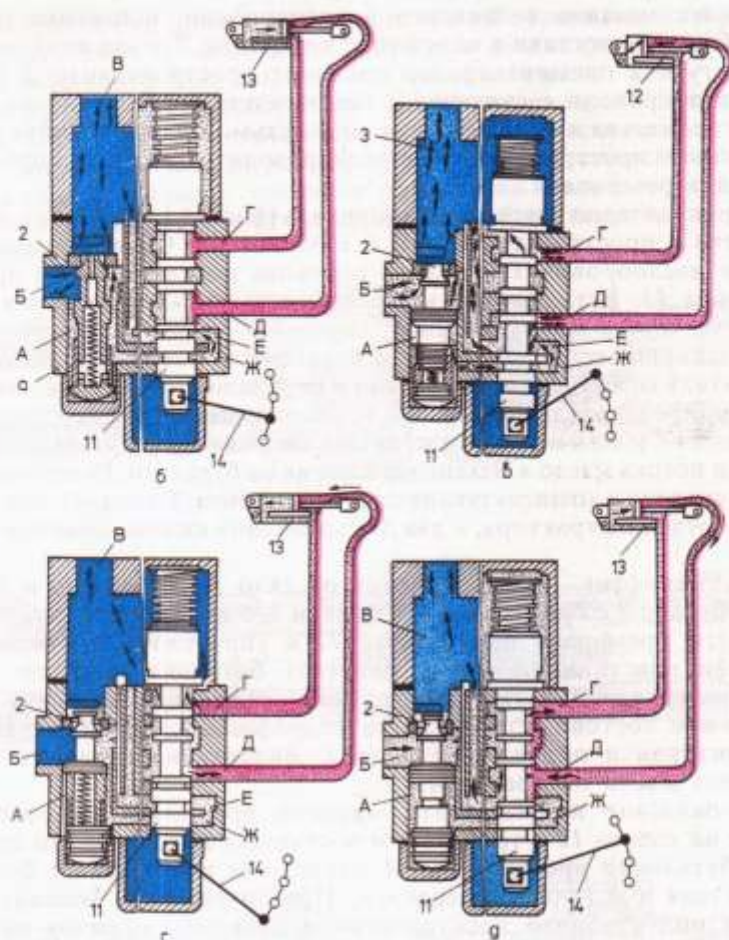
Фиг. 14.6. Конструкция и действие на разпределител

Разпределителите са шибърни четирипозиционни с вграден предпазен клапан. Те осигуряват четири положения на навесния механизъм — неутрално, плаващо, повдигане и спускане. При повдигане или принудително спускане на машината, ако налягането се повиши повече от 11–12 МПа, шибърът на разпределителя се връща в неутрално положение.

В специални отвори на тялото 10 (фиг. 14.6 а) са разположени шибрите 11, дроселът 9, пропускателният 2 и предпазният 3 клапан. Към тялото са закрепени капачите 4 и 12. Към горния капак 12 се закрепват шарнирно лостовите за управление на разпределителя. Други елементи на разпределителя са буталото 8, фиксаторът 7 с пружина 5, втулката 6 и пружината 1.

От помпата маслото се подава под налягане в пространството Б на разпределителя, откъдето маслото постъпва към силовите цилиндри. Всеки цилиндър е свързан чрез маслопроводи с каналите Д и Г на секцията на разпределителя. Пропускателният клапан затваря отора, свързващ пространството Б на високо налягане с пространство В за отвеждане маслото в резервоара. Пространството Б чрез калиброван отвор се съединява с отвеждащия канал Ж, който чрез канала Е е свързан с пространството В на разпределителя. При повишаване на налягането над допустимото предпазният клапан се отваря и съединява пространствата А и В.





Когато тракторът се движи, шиберът 11 се поставя в неутрално положение (фиг. 14.6 б). От помпата под налягане маслото постъпва в пространството Б на разпределителя и по калибрования отвор през пропускателния клапан постъпва в отвеждащия канал Ж, пространството В и в резервоара. В пространството А налягането се намалява, отваря се пропускателният клапан 2, маслото се придвижва в пространството В и след това постъпва в резервоара. Силовият цилиндър 13 не се свързва с хидравличната уредба и навесната машина се задържа сигурно в транспортно положение.

Ако шиберът се постави в плаващо положение (фиг. 14.6 в), пропускателният клапан се отваря. Маслото, постъпващо в пространството Б, се стича през пропускателния клапан, отвеждащия канал Ж и пространството В в резервоара. Надбуталното и подбуталното пространство на силовия цилиндър чрез каналите Д и Г се свързват с пространството В за отвеждане на маслото. На есната машина под действие на своето тегло се спуска плавно и работните ѝ органи се задействуват. По време на работа навесната машина се премества свободно относно шасито на трактора.

Навесната машина се повдига в транспортно положение (фиг. 14.6 з), когато шибърът се постави в положение повдигане. Тогава се затваря каналът Ж и се осигурява преминаване на масло от пространството Б в канала Д, който с маслопроводите е съединен с подбуталното пространство. Буталният пръстен се премества и чрез навесния механизъм повдига машината. Маслото от надбуталното пространство чрез маслопроводите, канала Г и пространството В постъпва в резервоара.

При принудително спускане на машината (фиг. 14.6 д) каналът Ж е затворен и налягането в пространствата А и Б е изравнено. От пространството Б по канала Г и маслопроводите маслото постъпва в надбуталното пространство на цилиндъра 13. Буталният прът се премества и чрез навесния механизъм машината се спуска принудително.

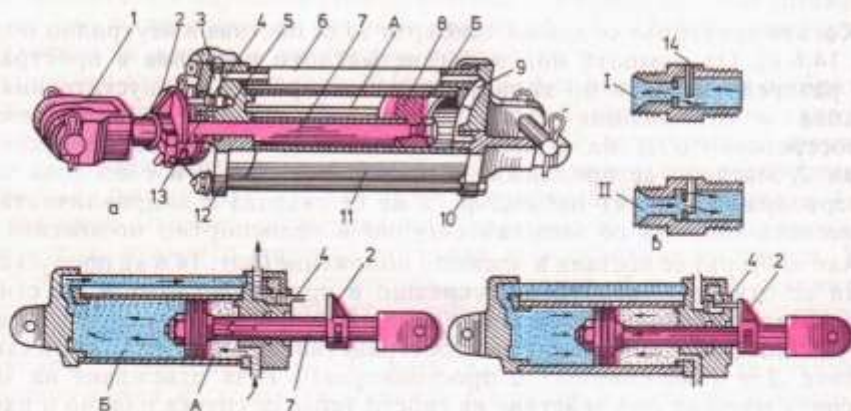
След завършване на операциите спускане и повдигане лостовите 14 на разпределителя се връщат автоматично в неутрално положение. От положение плаващо разпределителят се връща в положение неутрално.

Силовият цилиндър представлява хидравличен двигател, преобразуващ енергията на потока масло в механична енергия на буталото. Разделно-агрегатната уредба обикновено е комплектувана с три цилиндъра. Главният силов цилиндър е монтиран отзад на трактора, а два допълнителни силови цилиндри — в страни и отпред.

Цилиндърът (фиг. 14.7 а) се състои от тяло 11, капаци 10 и 12, свързани с болтове, бутало 8 с бутален прът 7, канали 3, 5 и 9 с ограничителен клапан 4.

Буталото преминава през капака 12 с уплътнителни гумени пръстени и стоманени пластини 13, които очистват буталния прът от нечистотии. Вилката 1 на края на буталния прът служи за съединяване с лоста на навесния механизъм или лостово устройство на хидрофицирана машина. На буталния прът е монтиран и подвижният упор 2. Вилката на капака 10 се свързва с определено място на трактора.

При повдигане на машината маслото преминава от разпределителя в каналите на капака 12 и тръбата 6 и постъпва в надбуталното пространство Б. От подбуталното пространство А маслото се изтласква от буталото през разпределителя и изтича в резервоара. При спускане на машината маслото постъпва в подбуталното пространство А (фиг. 14.7 б), а от надбуталното пространство изтича в резервоара. Клапанът 4 и упорът 2 позволяват да се регулира безстепенно ходът на буталото, с което се регулира ходът на работните органи на навесните машини.

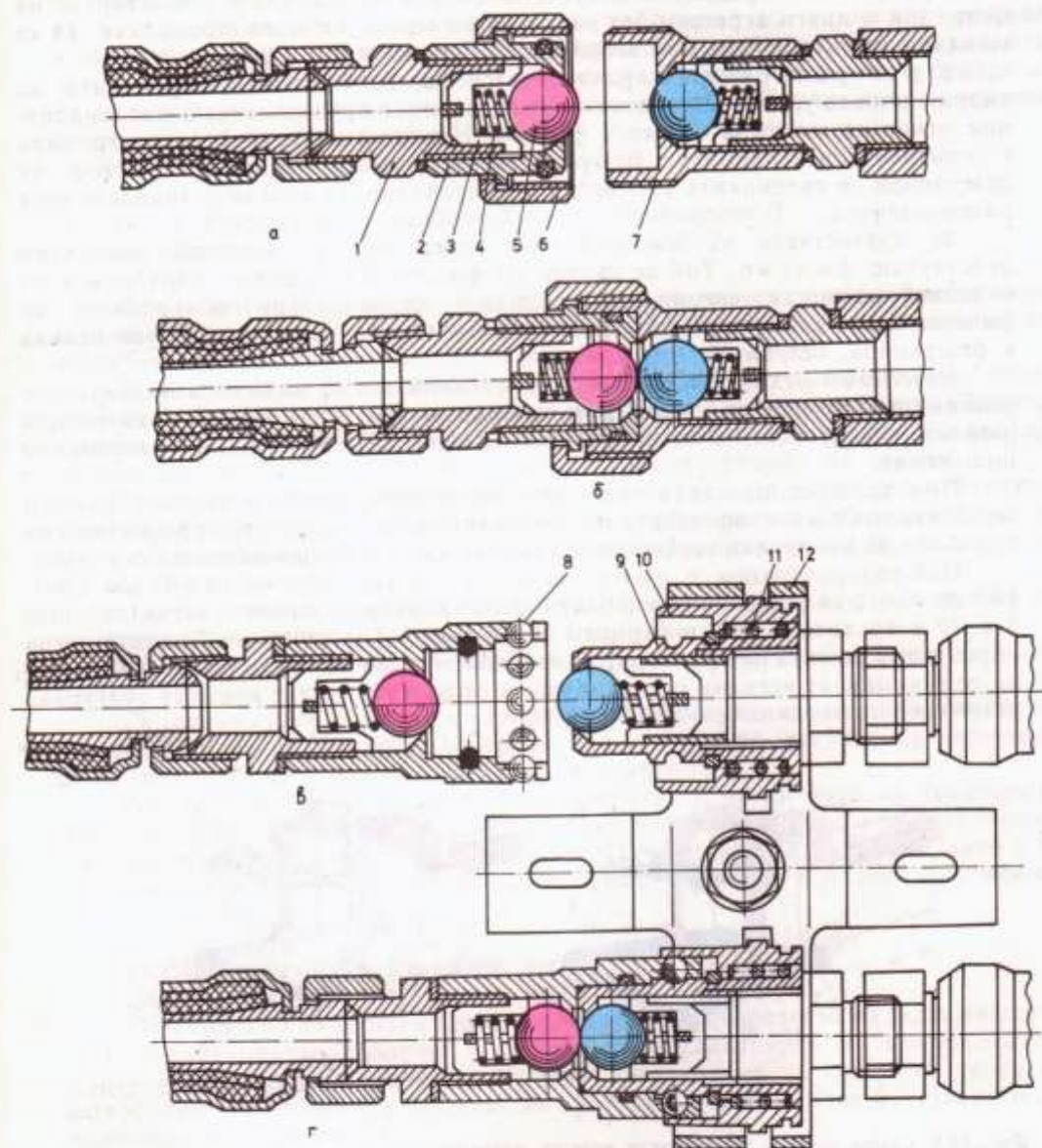


Фиг. 14.7. Силов цилиндър



В маслопровода на цилиндъра се монтира забавящ клапан 14 (фиг. 14.7 в), който е предназначен за забавяне на скоростта на движение на буталото при спускане на машината под действие на нейното тегло.

Маслопроводите съединяват помпата, разпределителя, силовите цилиндри и резервоара и подават към тях масло. Неподвижно закрепените агрегати са свързани с маслопроводите от тънкостенни стоманени тръби. Към силовите цилиндри маслото постъпва по гъвкави гумено-метални маркучи. Маслопроводите и маркучите се съединяват с резбови накрайници и гайки или съединителни муфи.



Фиг. 14.8. Съединителна и предпазна муфа

Съединителната муфа (фиг. 14.8 а) се състои от тела 2 и 7, накрайник 1, гайка 6, сачмени клапани 5, пружини 4 и опора 3. В съединено състояние (фиг. 14.8 б) сачмените клапани се изместват встрани и образуват канал за преминаване на маслото.

Често се налага от хидравличната навесна уредба да се демонтират определени цилиндри и да се монтират нови. При тези случаи хидравличните цилиндри се присъединяват към хидравличната уредба със специални предпазни муфи. При тях (фиг. 14.8 в, г) вместо гайки се използва сачмена ключалка, която се състои от сачми 8, околоръстен канал 9, втулка 10 и пружина 11. Предпазната муфа позволява монтиране и демонтиране на цилиндри и други агрегати без изтичане на масло от маслопроводите. Тя се монтира към трактора или машината с втулката 12.

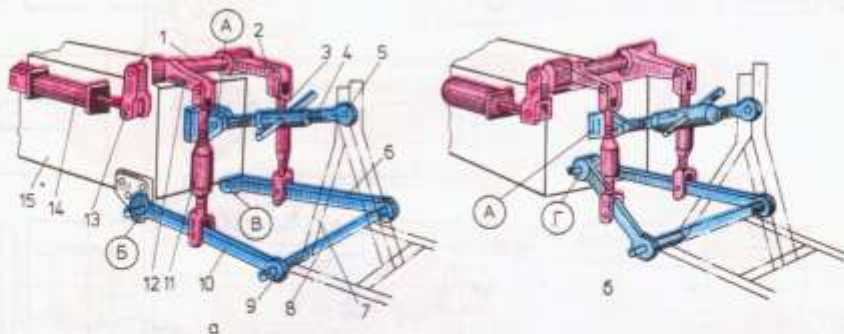
В резервоара се съхранява маслото, необходимо за работата на хидравличната уредба. За пречистване на маслото при наливане в маслоналивния отвор се монтира мрежест филтър. Нивото на маслото се контролира с измервателна линийка. Всмукателният и маслопреливният отвор на резервоара се съединяват съответно с хидравличната помпа и хидравличния разпределител.

За пречистване на маслото към резервоара се монтира постоянно действащ филтър. Той се състои от филтриращ елемент, изработван от отделни мрежести секции, и предпазен клапан. При замърсяване на филтриращия елемент предпазният клапан се отваря и маслото се излива в резервоара, без да се пречиства.

Навесният механизъм служи за присъединяване на навесни и полунавесни машини с трактора, за управление на навесните машини по време на работа (повдигане, спускане) и за задържане на навесните машини в транспортно положение.

При селскостопанските трактори най-разпространен е задният навесен механизъм. Селскостопанските и горскостопанските трактори, предназначени за работа на наклонени терени, освен задния имат и преден навесен механизъм.

Най-разпространен е триточковият навесен механизъм (фиг. 14.9 а), който се закрепва към рамата 15 на трактора с долните звена (лостове) 6 и 10 в точките Б и В и горното звено (лост) 4 в точка А. Долните звена образуват с рамата на трактора трапец, който не позволява навесните машини да се отклоняват встрани от надлъжната ос на трактора, с което се осигурява устойчиво праволинейно движение.



Фиг. 14.9. Схема на три- и двуточков навесен механизъм

1 – вал; 2 и 12 – подемни лостове; 3 и 11 – повдигащи лостове с винтов механизъм; 4 – централно звено; 5 – присъединителен шарнир; 6 и 10 – долни звена; 7 – рама на навесната машина; 8 – ос; 9 – шарнир; 13 – лост; 14 – силов цилиндър; 15 – рама на трактора



Триточковият навесен механизъм се използва при универсалните селскостопански трактори, дясното колело на които при оран се намира в браздата.

При двуточковия навесен механизъм (фиг. 14.9 б) двете долни звена 6 и 10 са съединени с рамата на трактора в една точка Г, а горното подобно на триточковия механизъм — в точка А. Това позволява известно завъртане на верижния трактор спрямо забития в почвата плуг.

При някои колесни и верижни трактори се използват универсални навесни механизми. При тях чрез промяна на закрепването на лостовите се осигурява триточково или двуточково навесване на машини или съоръжения.

За да може тракторът с навесната машина да работи добре, необходими са някои регулирания. Хоризонталното положение на навесната машина в надлъжна посока се регулира чрез изменение на дължината на централното звено 4. Когато се оре с колесен трактор, десните колела се движат в браздата. За да се осигури хоризонтално положение на плуга в напречна посока, изменя се дължината на десния прът.

#### 14.1.3. Регулатор за дълбочината на обработване на почвата

При обработване на почвата с трактор и навесна почвообработваща машина съществуват следните начини за регулиране дълбочината на обработката: височинен, силов, позиционен и комбиниран.

При *височинния начин* дълбочината на обработването се регулира с изменение на височината на опорното колело на навесната машина спрямо работните органи. В този случай шибърът на разпределителя се поставя в плаващо положение, при което работните органи копират релефа на терена.

При *силовия начин* дълбочината на обработката се поддържа постоянна чрез запазване на зададена стойност на теглителното съпротивление на почвообработващата машина, което се приема пропорционално на дълбочината на обработването.

При *позиционния начин* се поддържа определено положение (позиция) на машината по височина спрямо рамата на трактора.

*Комбинираният начин* съчетава два от разгледаните начини (височинен със силов, височинен с позиционен).

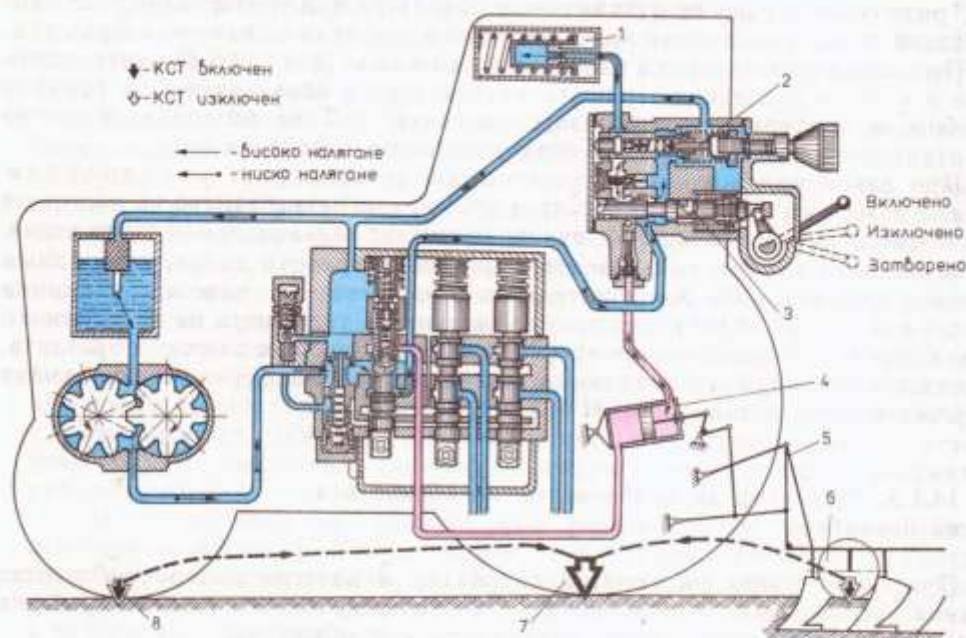
Силовото, позиционното и комбинираното регулиране на дълбочината на обработката се осъществява от специално устройство (регулатор), включено към хидравличната навесна система на трактора.

Регулаторът за дълбочината на обработката на почвата на тракторите Болгар ТК 80/82 и МТЗ-80/82 има преобразуватели за силово и за позиционно регулиране. Регулаторът дава възможност за повдигане и спускане, както и за позиционно регулиране на почвообработващата машина в желано положение.

#### 14.1.4. Коректор на сцепното тегло

Сцепно тегло на колесен трактор се нарича натоварването на задвижващите колела (обикновено задните) в посока, перпендикулярна на повърхността, върху която се движи тракторът. При увеличаване на сцепното тегло се подобряват теглителните качества на трактора и се намалява буксуването на задвижващите колела.

При работа на колесен трактор с навесна машина част от теглото на трактора се предава върху опорното ѝ колело. С намаляване на натоварването на



Фиг. 14.10. Схѐма на работа на КТС

опорното колело се създава допълнително натоварване на колелата (увеличение на сцепното тегло). За регулиране на сцепното тегло на колесните машини се използват специални устройства, наречени коректори на сцепното тегло (КТС). Те са механични и хидравлични. В съвременните трактори се използват хидравлични коректори.

На фиг. 14.10 е показана схемата на работа на КТС. По подобен начин работят и коректорите, монтирани в българските трактори Болгар ТК 80/82 и съветските трактори МТЗ 80/82. Коректорът се състои от хидравличен акумулатор 1, регулатор на налягането 2 и разпределител 3, който е свързан с маслопровод с основния цилиндър 4 на хидравличната навесна уредба.

Шибърът на разпределителя чрез лост може да бъде поставен в три положения — включено, изключено и затворено.

Когато е необходимо тракторът да работи без КТС, разпределителят се поставя в положение изключено. За включване на коректора лостът на разпределителя се поставя в положение включено, а лостът на разпределителя за управление на хидравличната уредба — в положение повдигане. При това положение от разпределителя постъпва масло в акумулатора при непрекъснато повишаване на налягането. Същевременно се осигурява връзка на хидравличния акумулатор с хидравличния цилиндър. Предаваното налягане на маслото от хидравличния акумулатор в хидравличния цилиндър действа чрез навесния механизъм 5 върху почвообработващата машина, като се стреми да я повдигне. По този начин се намалява натоварването на опорното колело 6 и частично на предните колела 8 и се увеличава натоварването върху задните задвижващи колела 7. Налягането в хидроакумулатора се регулира с регулатора 2 така, че работните органи на почвообработващата машина да не излизат от почвата.

При поставяне на лоста на разпределителя в положение затворено хидравличният цилиндър се изключва от хидравличната уредба, с което се осигурява



задържане при транспорт на почвообработващата машина в повдигнато положение.

## 14.2. ПРИКАЧЕН СЪСТАВ И ДОПЪЛНИТЕЛНО ОБЗАВЕЖДАНЕ НА АВТОМОБИЛА

### 14.2.1. Прикачен подвижен състав на автомобила

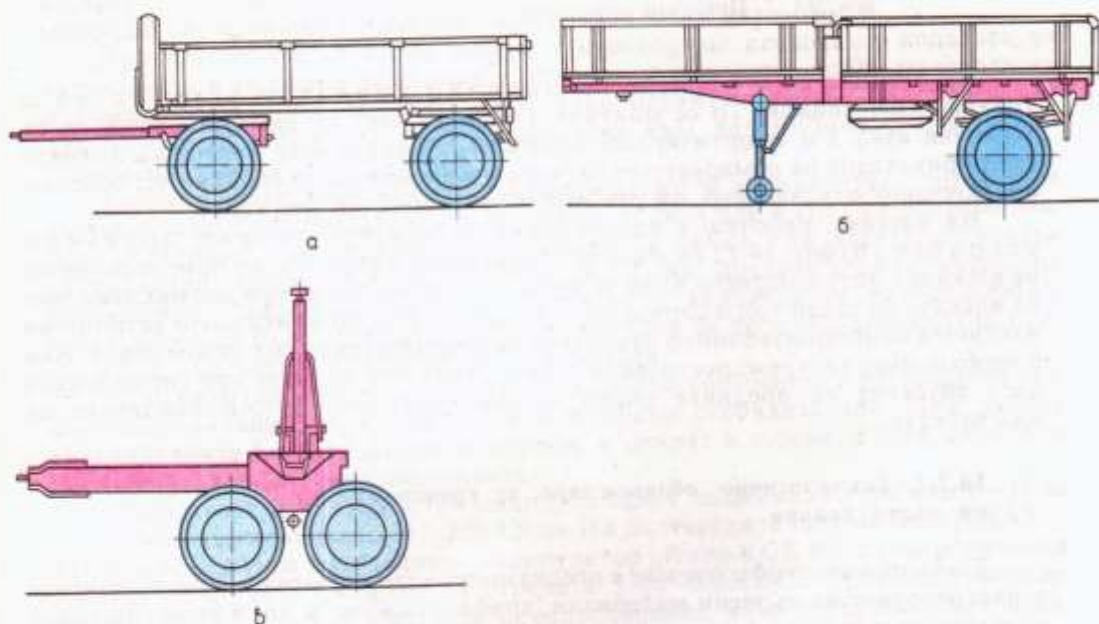
Прикачният подвижен състав може да бъде ремарке, полуремарке и колесар (фиг. 14.11).

*Ремаркетото* (фиг. 14.11 а) е несамоходно транспортно средство, което се съединява с автомобила (влекача) с теглително прикачно устройство и носи целия товар върху себе си. Автомобилът предава върху ремаркетото теглителни и управляващи сили.

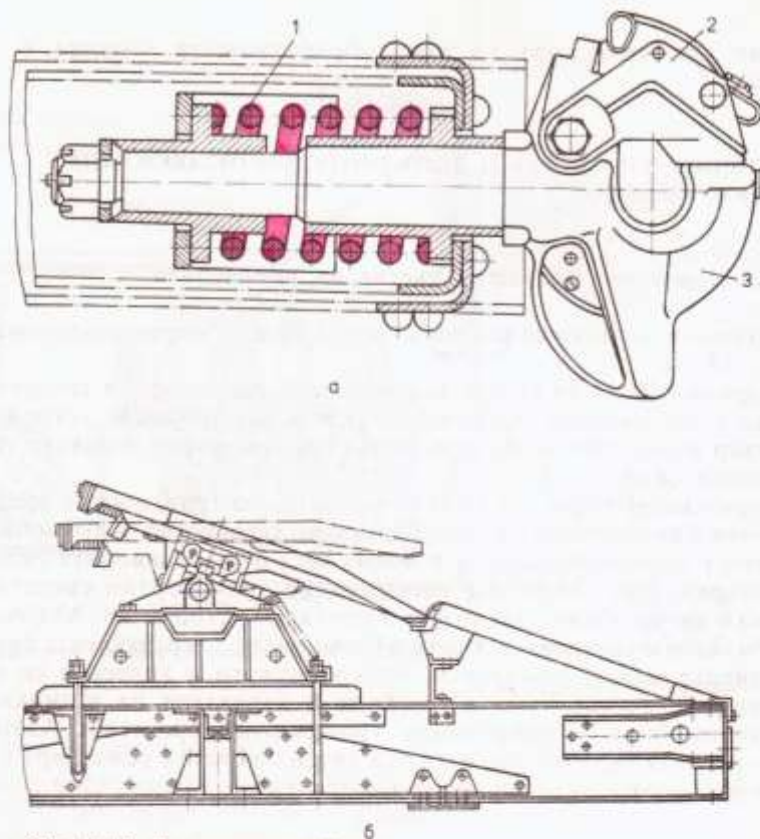
*Полуремаркетото* (фиг. 14.11 б) е несамоходно транспортно средство, което се съединява с автомобила с опорно прикачно устройство. Автомобилът предава теглителни и управляващи сили и поема част от вертикалната сила на товара.

*Колесарът* (фиг. 14.11 в) е несамоходно транспортно средство, което се съединява с автомобила с теглително прикачно устройство. Автомобилът предава теглителни и управляващи сили и поема част от вертикалната сила на товара.

Разликата между ремаркетото, полуремаркетото и колесара се заключава в начина на прикачване към автомобила и характера на възникващите сили между автомобила и прикачното транспортно средство. Автовлаковете с полуремаркета се наричат седлови, а автовлаковете с ремаркера и колесари — прикачни.



Фиг. 14.11. Прикачен състав на автомобила



Фиг. 14.12. Прикачни устройства

На фиг. 14.12 а е показано теглително прикачно устройство за товарни автомобили. То се монтира в задната част на рамата. Състои се от теглична кука 3 и амортизираща пружина 1. Куката има ключалка 2, която след прикачване на ремаркетото се затваря и фиксира със специално устройство, изключващо откачването на ремаркетото по време на движение.

На влекача, работещ с полуремарке, се монтира опорно прикачно устройство (фиг. 14.12 б), с което се осигурява автоматично присъединяване на влекача с полуремаркетото. Присъединяването се извършва при плавен ход на влекача на заден ход и спряло полуремарке. Опорно прикачното устройство изключва самопроизволното откачване на полуремаркетото от автомобила. Ако е необходимо полуремаркетото да се откачи, това се извършва при спрял влекач след спускане на предните опори на полуремаркетото и освобождаване на ключалката.

#### 14.2.2. Техническо обзавеждане за транспорт на дълги товари

Техническото обзавеждане е предназначено за натоварване, транспортиране и разтоварване на дървени материали, тръби, стълбове и др. и за натоварване на колесара и транспортирането му при ненатоварения пробег. Техническото обзавеждане обхваща надрамник, конник, предпазна решетка, хидравличен



стрелови манипулатор, устройство за транспортиране на колесара, лебедки, устройство за прикачване и управление на колесара и др.

*Надрамникът* се изработва от листов стомана чрез огъване и заваряване и се състои от надлъжни греди, свързани с напречници. Той се свързва с рамата на базовия автомобил с конзоли и болтове и служи за наместване и присъединяване на технологичното обзавеждане. В предната част на автомобилите има място за закрепване на хидравличния стрелови манипулатор или лебедките и предпазната решетка. В средната част е разположена плочата за закрепване на конника. В задната част са разположени устройства за прикачване, управление и натоварване на колесара.

*Предпазната решетка* се изработва от стоманени профили и се закрепва за надрамника с болтове. Тя предпазва кабината и водача от удари на товара по време на тръгването и транспортирането. В предната част на решетката има специално устройство за задържане на сгъваемия теглич на колесара при транспортирането му върху шасито на автомобила.

*Конникът* представлява въртящо се устройство, чрез което теглото на товара се предава на рамата на автомобила. Конструкцията на конника осигурява разполагането и задържането на товара при транспортирането и облекчаване на операциите при разтоварването. Конникът се съединява с надрамника с ос и гайка, с което се осигурява неговото свободно въртене.

*Лебедката* е предназначена за самонатоварване на автомобила и за натоварване на колесара. Обикновено се монтира зад кабината на автомобила и се задвижва с карданен вал от ВОМ на предавателната кутия. Използва се двубарабанна лебедка за самонатоварване и еднобарабанна за натоварване на конника. Конструкцията им е подобна на тракторните лебедки.

Транспортирането на колесара върху автомобила увеличава техническата скорост и безопасността на движение. За транспортирането на колесара е необходим сгъваем теглич и специално устроени площадки за разполагане на колесара. Ако върху автомобила е монтиран хидравличен манипулатор, с него може да се натовари колесарът върху шасито на автомобила.

При превозване на дълги товари е необходимо следите от колелата на автомобила и колесара да съвпадат, с което се осигурява добра маневреност и безопасност на движението. При съвременните автовлакове колесарът обикновено се управлява чрез съединяване към автомобила с кръстосани стоманени въжета.

*Хидравличният стрелови манипулатор* служи за механизирано товарене и разтоварване и се монтира зад кабината на водача или в края на надрамника. Хидравличният манипулатор се задвижва от зъбна или аксиално-бутална хидравлична помпа, монтирана към ВОМ на предавателната кутия на автомобила. Манипулаторът се управлява с хидравличен разпределител, който може да бъде монтиран върху въртящата се колона на манипулатора, от страни зад кабината или вътре в кабината.

За да не се наклони автомобилът по време на товаренето и разтоварването, към хидравличния манипулатор се монтирани стабилизатори. При работа хидравличните стабилизатори се спускат и опират в терена, а след работа се повдигат в транспортно положение.

Използват се хидравлични манипулатори с дължина на стрелата 4–11 m и товароподемен момент 45–120 kN.m. На българските автомобили ЛИАЗ – Мадара се монтира хидравличен манипулатор „Явор-КСХ 60“ с товароподемен момент 60 kN.m и дължина на стрелата 5 m. Манипулаторите са снабдени с комплект от товарозахващащи приспособления, като товароподемна кука, приспособления за товарене на палети, грайфери за товарене на насипни товари или дървен материал и др.

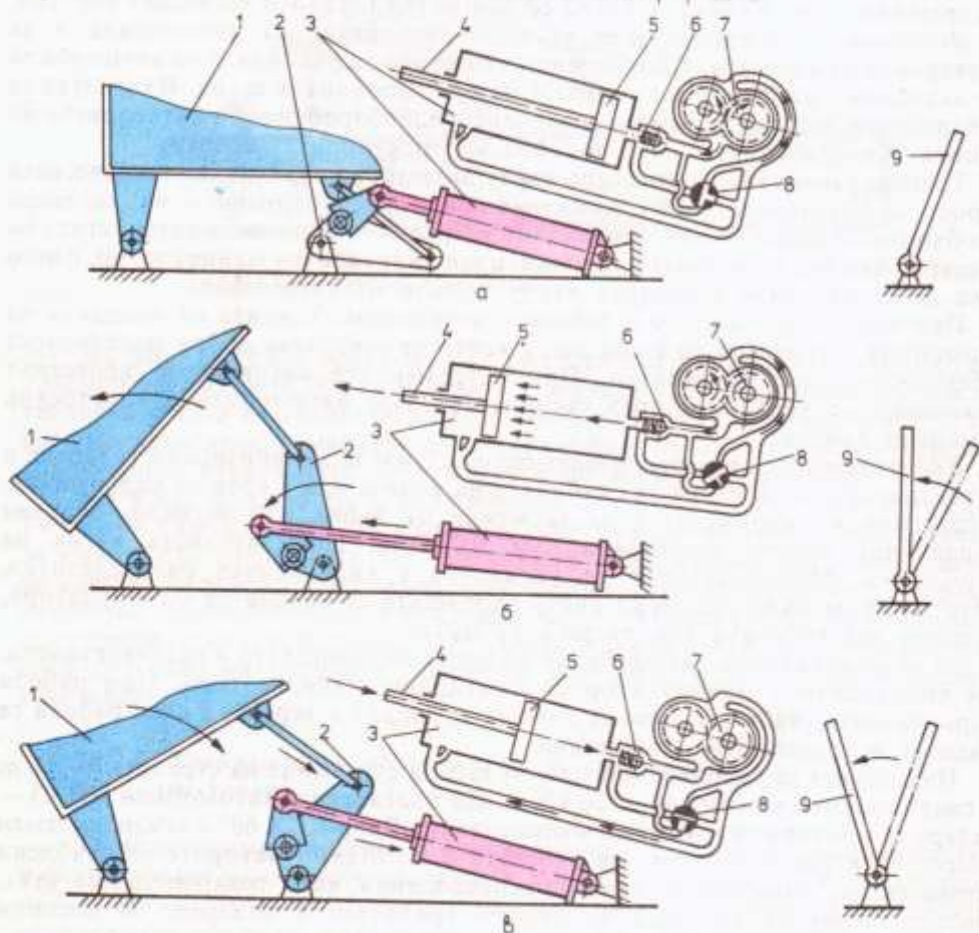
### 14.2.3. Повдигателни уредби на автомобилите самосвали и контейнеровози

За транспорта и разтоварването на насипни товари широко разпространени са автомобилните самосвали. Платформата за транспортиране на товара е монтирана шарнирно към рамата за автомобила. Тя се повдига, спуска и задържа в определено положение от хидравлична повдигателна уредба.

Повдигателната уредба (фиг. 14.13) се състои от лостов механизъм 2, силов хидравличен цилиндър 3, хидравлична помпа 7, разпределител (кран за управление) 8, ръчка за управление 9 и маслопроводи. Процесите на повдигане, спускане и задържане се управляват с ръчката и разпределителя.

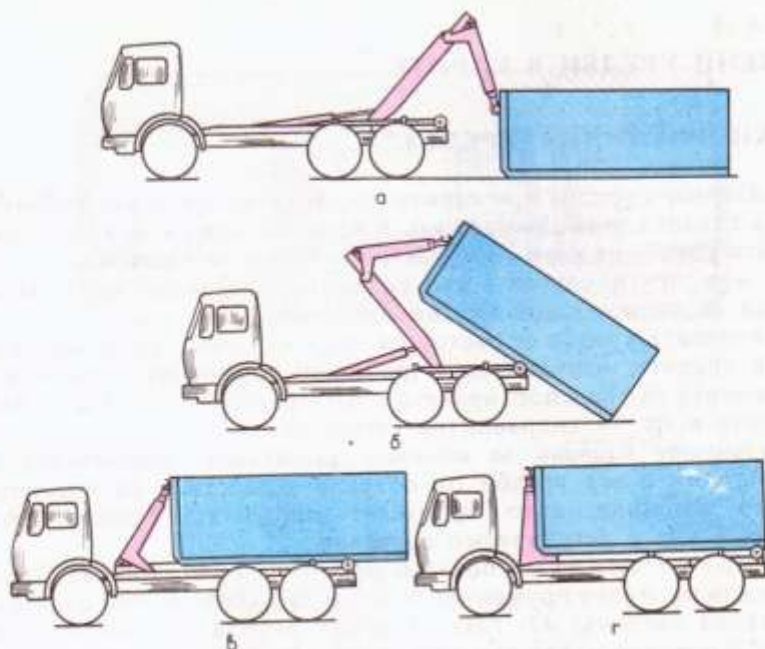
Когато разпределителят е в неутрално положение (фиг. 14.13 а), помпата работи на празен ход и не се подава масло към силовия цилиндър. При това положение платформата 1 заема произволно положение спрямо рамата на автомобила.

Когато разпределителят е в положение повдигане (фиг. 14.13 б), помпата през нагнетателния клапан 6 подава масло под налягане в пространството на цилиндъра от страна на буталото 5, което се премества и чрез буталния прът 4 и лостовия механизъм 2 повдига платформата.



Фиг. 14.13. Схема на действие на повдигателната уредба на автомобил самосвал





Фиг. 14.14. Схема на работа на повдигателната уредба за натоварване на контейнери

а – захващане; б – натоварване; в – нагласяване; г – транспортиране

Ако разпределителят се постави в положение спускане (фиг. 14.13 в) под действие на теглото на платформата, буталото на цилиндъра се придвижва в обратна посока и платформата се спуска надолу.

В повдигателната уредба се използват зъбни помпи и телескопни хидравлични цилиндри.

През последните години за транспортиране на товара на далечни разстояния се използват *специални контейнери*, които могат да се превозват комбинирано с автомобили, жп вагони или плавателни съдове при минимален разход на труд за товарене и разтоварване. Автомобилите, транспортиращи контейнери, се наричат *контейнеровози*. Те са снабдени със специална хидравлична повдигателна уредба за натоварване и разтоварване на контейнерите (фиг. 14.14). Уредбата има товароподемност до 20 t и работи подобно на повдигателната уредба на автомобилите самосвали.

#### Въпроси и задачи

1. Какво влияние оказва върху работата на хидравличната навесна уредба и повдигателната на автомобилите самосвали, ако:
  - а) се монтира хидравлична помпа с по-голяма производителност?
  - б) се монтира хидравличен цилиндър с по-голям диаметър?
  - в) се увеличи налягането в хидравличната уредба?
2. Кой от разглежданите начини за регулиране на дълбочината на обработване на почвата е:
  - а) по-производителен?
  - б) осигурява по-добро качество на извършените работи?
  - в) позволява да се обработва почвата на по-голяма дълбочина?
3. По какво се различават ремаркетото, полуремаркетото и колесарът?

## 15.1. ХИДРАВЛИЧНА УРЕДБА

Хидравличната уредба при карите пренася енергията, необходима за преместване на товара спрямо рамата им. В някои случаи тя може да е свързана и с кормилната уредба на кара, като доставя енергия за облекчаване на управлението му, а в други случаи — със силовото предаване на кара (в някои конструкции на кари с хидрообемни предавки).

Хидравличната уредба се състои от една или няколко помпи, командно-регулиращи апарати, изпълнителни (работни) компоненти, както и работно масло и елементи за транспортирането и филтрирането му. Тук са разгледани необхванатите в гл. 14 хидравлични елементи.

Хидравличните клапани за налягане защитават хидравличната уредба и други свързани с нея уредби от повреди вследствие на превишаване на допустимото налягане, като пропускат масло към резервоара. Те са нерегулируеми или с регулируемо налягане.

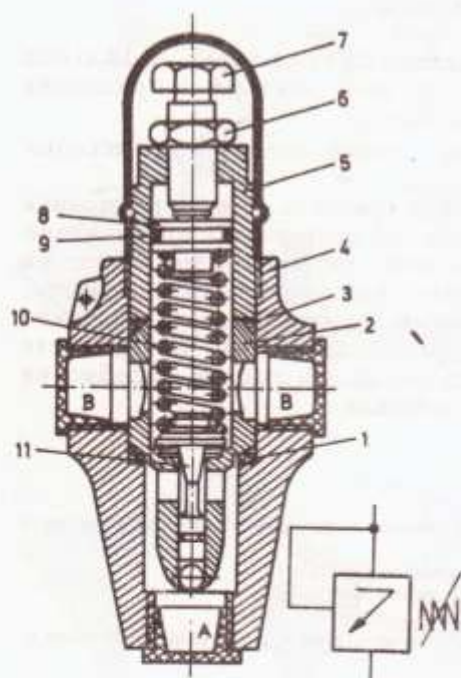
Регулируем клапан е показан на фиг. 15.1. Чрез винта 7 може да се свие повече или по-малко пружината 10 и с това да се промени налягането, при което се отваря клапанът 11. Така от тръбопровода А с по-високо налягане през отвора В прелива масло към резервоара. В тази конструкция клапанът се избутва непосредствено от повишения маслен натиск. В други конструкции

клапанът се избутва от натиска на тънък прът, задвижван от електромагнит. Такива клапани се наричат клапани с електромагнитно управление, при които клапанът се отваря от натиска на бутален прът, задвижван от отделен хидравличен сигнал (повишено налягане).

Хидравличните клапани за дебит имат устройство, подобно на клапаните за налягане, но проходните сечения за маслото са по-големи, за да е възможно протичането на значителни количества масло за единица време.

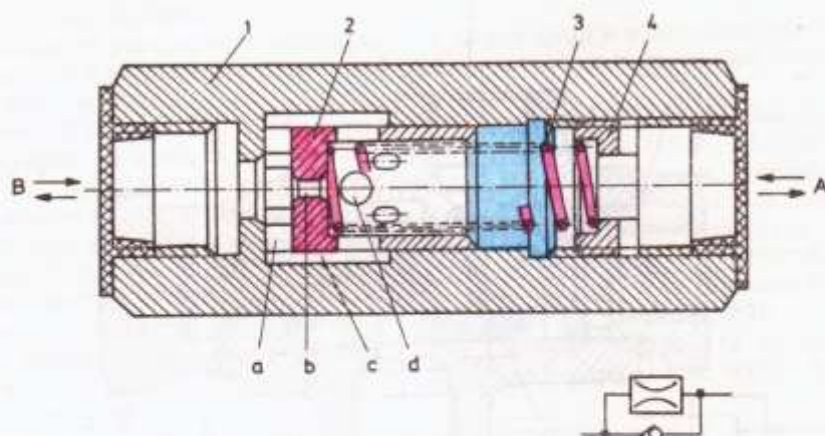
Дроселите представляват местни съпротивления, поставени на пътя на масления поток с цел да се ограничи дебитът или да се създаде разлика (пад) на налягането преди и след тях.

Нерегулируемият дросел от фиг. 15.2 се поставя към повдигателния цилиндър на карите високоповдигачи. Клапанът 2 се притиска от пружината 3 към тялото 1, но масленият път не се прекъсва, защото в челото на буталото има прорези а. Маслото може да протича в двете посоки през клапана, но с известна разлика. Когато се повдига това

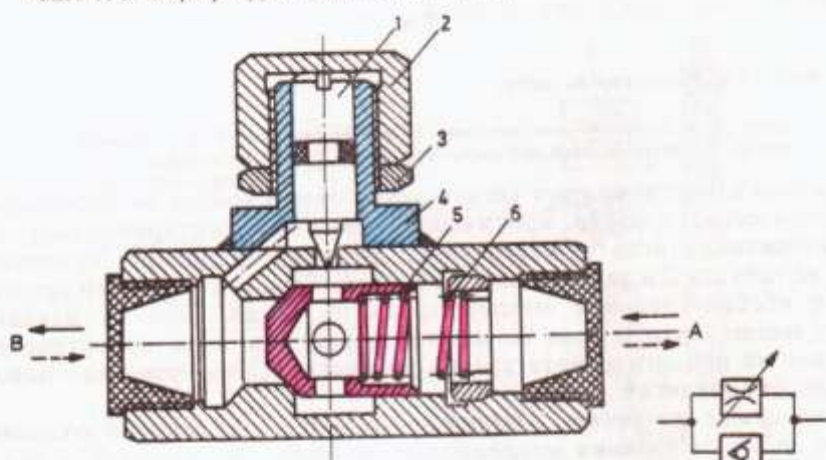


Фиг. 15.1. Регулируем претнатен клапан  
1 — изпълнителна тяла; 2 — гайка; 3 и 9 — упъзнителни  
пръстени; 4 — лок; 5 — чаша; 6 — гайка; 7 — регулиращ  
винт; 8 — покрив; 10 — пружина; 11 — клапан





Фиг. 15.2. Нерегулируем еднопосочен дросел



Фиг. 15.3. Регулируем еднопосочен дросел

рът, маслото се движи от *A* към *B* и навлиза в повдигателния цилиндър, основното количество масло протича през отворите *d*, околновръстното пространство *c* и прорезите *a*. По-малко количество масло протича през отвора *b* и пак през прорезите *a*. При спускане на товара маслото от повдигателния цилиндър протича от *B* към *A*. Тогава клапанът частично се избутва и се притварят отворите *d*. Ако при повреда се скъса маслопроводът от *A* към резервоара (или разпределителя), налягането в отвора *A* се изравнява с атмосферното и масленият поток откъм *B* изтласква буталото до пълно затваряне на отворите *d*. Сега целият маслен поток може да изтича само през отвора *b*. Следователно изтичането се забавя и спускането на товара в условията на такава повреда се извършва безопасно. Това е всъщност предназначението на този дросел.

Пак от гледна точка на безопасност — избягване на преобръщане на кара високоповдигач, на маслопроводите на цилиндрите, които наклоняват повдигателната уредба, се монтират регулируеми дросели (фиг. 15.3). При навлизане през отвора *B* маслото преодолява съпротивлението на пружината 6, отваря затвора 5 и излиза през отвора *A*. В обратния случай — при навлизане през отвора *A*, маслото притиска затвора към тялото



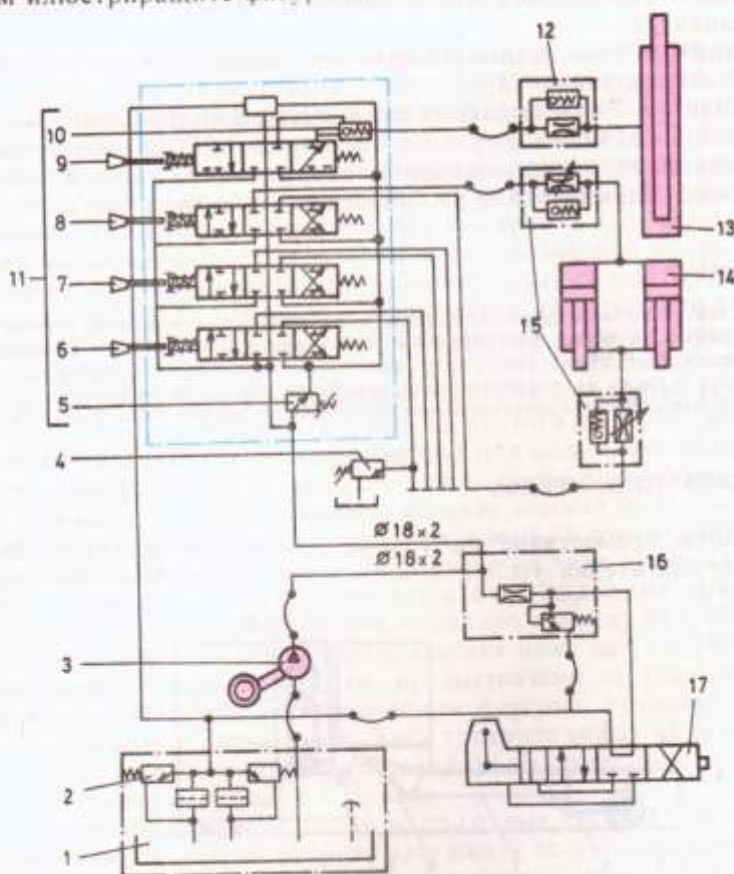


клапан пропуска затвореното масло в пространството зад буталото към А при движението му надясно.

Показаният регулатор е трипътен, т. е. освен вход и изход има трета магистрала за отвеждане на излишния дебит. Съществуват и двупътни регулатори (само с вход и изход).

**Масла.** Използуваните в хидравличната уредба масла трябва да имат мазилни свойства и подходящ кинематичен вискозитет –  $(19,4 \div 23,3)10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$  при  $50^\circ\text{C}$ . Ако вискозитетът е по-голям от оптималния, увеличава се съпротивлението на протичане, а ако е по-малък, увеличават се обемните загуби в неплътностите и износването. Маслата за хидравличната уредба трябва да бъдат неутрални спрямо гумата и металите. В тях се добавят прибавки против окисляване, корозия и разпенване. Ако вискозитетът се променя под влияние на температурата, налага се употребата на летни и зимни масла. При умерен климат се препоръчва употребата на масло за хидравличната уредба и хидравличното кормилно управление марка МХЛ-32 по БДС 7803–80.

**Хидравлични схеми.** В тях е показана връзката между хидравличните възли (помпи, разпределители, цилиндри, хидравлични апарати, резервоар). Възлите се изобразяват символично, като се ползват типовите схемни означения, дадени към илюстриращите фигури за всеки от тях. Свързването на каналите



Фиг. 15.8. Схема на хидравлична уредба на мотоцикар универсален високоповдигач

в секциите на разпределителя се показва в неутрално положение (средното правоъгълниче за всяка секция) и непосредствено до него (чрез двете съседни правоъгълничета за всяка секция) на възможните други (едно или две) положения.

Хидравличната схема от фиг. 15.5 е на мотокар универсален високоповдигач. При него помпата 3 изпраща маслото от резервоара 1 през филтъра с предпазен клапан 2 под високо налягане към разпределителя 11 през регулатора на дебита 16. Един сравнително постоянен дебит от регулатора отива към хидравличното кормилно управление 17, а друг по-голям дебит постъпва в разпределителя.

Има кари, при които хидравличното кормилно управление се захранва от отделна помпа вместо от регулатор на дебита, така както е при почти всички автомобили.

Според схемата от разглежданата фигура разпределителят е четирисекционен с три двойнодействащи и една еднодействаща секции. При претоварване се отваря предпазният клапан 5, а за намаляване на вътрешното изтичане (съответно спадане на товара) в разпределителя е вграден клапан 10. В зависимост от положението на командните лостове се изместват от неутралното си положение буталата или клапаните и маслото през разпределителя се насочва в следните направления:

- от секция 9 към повдигателния цилиндър 13 през еднопосочния дросел с обратен клапан 12;
- от секция 8 към наклоняващите цилиндри 14 през регулируемите дросели с обратни клапани 15;
- от секции 6 и 7 към сменяеми съоръжения с хидравлично задвижване.

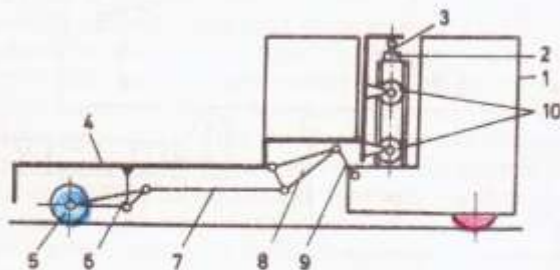
След секция 6 е включен регулатор на налягане 4. Той е необходим, за да осигури желаната сила в сменяемите съоръжения, която е обикновено по-малка от необходимата сила за повдигане на товара.

#### Въпроси и задачи

1. Обяснете действието на хидравличния клапан и го свържете с условното му схемно означение!
2. Каква е разликата между регулируем и нерегулируем дросел? Къде се вграждат?
3. По хидравличната схема (фиг. 15.5) обяснете действието при повдигане, спускане, наклоняване напред и назад на повдигателната уредба на кар високоповдигач!
4. По същата схема обяснете действието при претоварване (недопустимо голям товар) на кира!

#### 15.2. ПОВДИГАТЕЛНА УРЕДБА

Вертикалното преместване на товара при карите и автомобилите се извършва от повдигателна уредба или монтиран към автомобила кран.



Фиг. 15.6. Кинематична схема на лостово-шарнирна повдигателна уредба



При електрокарите нископовдигачи и някои роботокари вертикалното преместване на товара е малко (най-често 12,5 mm), но достатъчно за хоризонталното му транспортиране. Работният орган, с който се поема и носи товарът, се изпълнява като вилца или платформа с размери, осигуряващи използване на стандартни палети и други опаковки.

Кинематичната схема от фиг. 15.6 е на *лостово-шарнирна повдигателна уредба* на нископовдигач. Работният орган 4 има два чифта повдигателни ролки 10, които се движат в направляващи на рамата 1. При повдигане буталният прът 3 на хидравличния цилиндър 2 издига работния орган спрямо рамата и терена, като от това прътовете 7 и 9 и лостовете 6 и 8 се преместват така, че ходовата ролка 5 се отдалечава от работния орган и остава допряна върху терена.

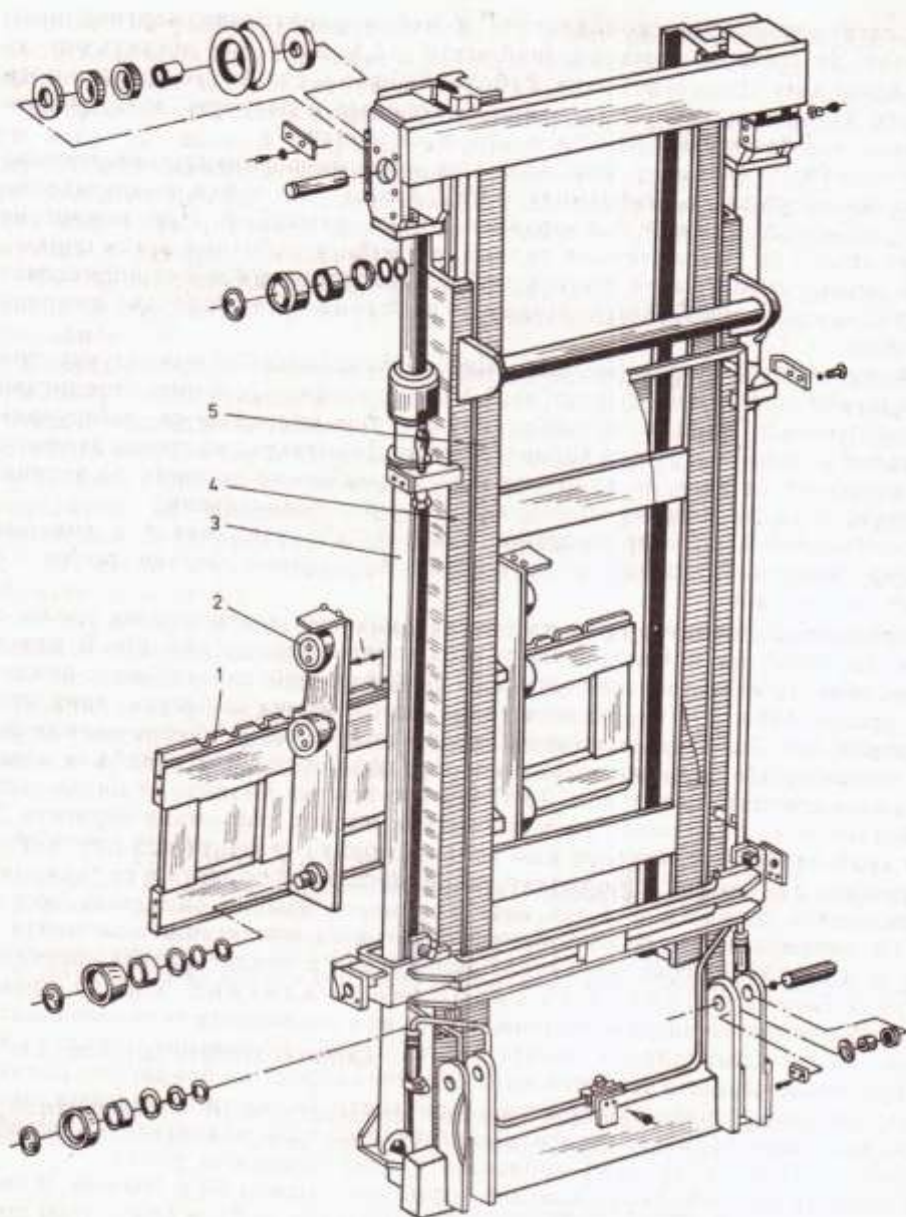
Единични ходови ролки (метални или от пластмаса) се използват при нископовдигачи с товароподемност до 1,5 t, а сдвоени — при нископовдигачи с товароподемност до 3 t. В някои случаи във вилцата са лагирани спомагателни ролки — пред и зад ходовите ролки. Диаметърът на спомагателните ролки е по-малък от този на ходовите и те нормално не допират до терена. Предназначени са да улеснят преминаването през препятствия.

Нископовдигачи с товароподемност над 3 t се изпълняват с товарна платформа (вместо с вилца) и значително по-масивни ходови ролки — с диаметър до 180 mm.

В карите високоповдигачи се използват *мачтови повдигателни уредби* с различни височини на повдигане на товара (обикновено до 5,6 m). В редки случаи височината на повдигане достига 12 m. Характерно за мачтовите повдигателни уредби (фиг. 15.7) е, че имат една неповдигаща се мачта, една или повече повдигащи се мачти и количка, която се премества нагоре-надолу по една от повдигащите се мачти. Действието на повдигателната уредба се изяснява от кинематичната схема (фиг. 15.8). Когато прътът 3 излиза от цилиндъра (под действието на вливащото се в цилиндъра масло), той опъва веригата 2, единият край на която е закрепен към неповдигащата се мачта 4, а другият — към количката с вилцата 1. Количката се повдига, като ролките ѝ се търкалят по повдигащата се мачта 5. След като количката измине определен ход  $s$ , прътът на цилиндъра опира в специален издатък на повдигащата се мачта и започва да ѝ вдига. До това положение вилцата се е повдигнала на височина  $H_0$ , която се нарича височина на свободно повдигане, защото в рамките на това повдигане никаква подвижна част не е надвишила първоначалната височина на повдигателната мачта. След това положение прътът на цилиндъра и повдигащата се мачта имат еднаква скорост на повдигане, докато се стигне до горно крайно положение, при което се постига максималната височина на повдигане на вилцата. Действието на тази повдигателна уредба е подобно на това на простия полиспаст с една подвижна ролка.

Височината на свободно повдигане нормално е между 80 и 300 mm. В специални случаи височината на свободно повдигане може да бъде 1400—1600 mm, както е при карите високоповдигачи, предназначени за товарообработване в покрити железопътни вагони, автомобили фургони, трюмове на кораби и въобще с помещения с нисък таван. Така товарите могат да се наредят един върху друг до пълно използване на височината на помещението без опасност повдигащата се мачта да удари в тавана.

Когато е необходимо да се постигне по-голяма височина на повдигане на товара, обикновено се удължават неповдигащата се и повдигащата се мачта. С това обаче се повишава и габаритната височина на високоповдигача при спуснатата до терена вилца и се затруднява преминаването му през невисоки врати. За да се избегне това затруднение, увеличава се броят на повдигащите

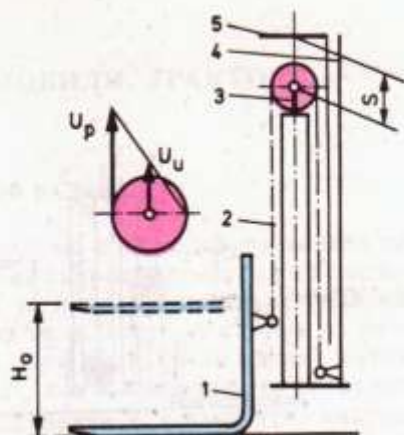


Фиг. 15.7. Повдигателна уредба с повишена видимост в разглобен вид  
 1 – количка с вилици; 2 – ролки; 3 – цилиндри; 4 – неповдигаща се мачта; 5 – повдигаща се мачта

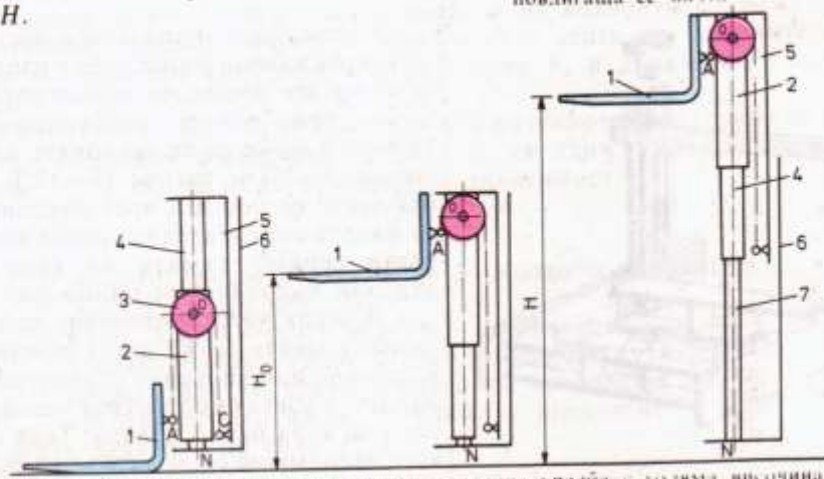
се мачти, без да се увеличават тяхната и на неповдигащата се мачта дължини. Така се получават трирамкови, четирирамкови и т. н. повдигателни уредби, които понякога се наричат телескопни (поради приликата им по удължаване и скъсяване с телескопите). Относителното преместване на рамките и количката с вилицата се осъществява от хидравлични цилиндри, които задвижват прости полиспасти. Самите цилиндри могат да имат по няколко пръта, вмъкнати един в друг от едната или от двете страни на цилиндъра.



Така например разпространени са повдигателни уредби с кинематична схема, показана на фиг. 15.9. Тя се състои от неповдигаща се мачта 6 и повдигаща се мачта 5. Тялото (най-външната тръба) на хидравличния цилиндър 2 носи ролките 3, през които минава веригата така, че единият ѝ край е закачен в точка А към количката с вилцата, а другият ѝ край — в точка С от повдигащата се мачта. Под действие на вливащото се в цилиндъра масло най-напред се премества външното тяло на цилиндъра по пръта 4, който стърчи от двата края на тялото. Така вилцата изминава височината на свободно повдигане  $H_0$ . По-нататък от пръта 4 излиза прътът 7, долният край N на който е закрепен към неповдигащата се мачта. Така тялото и прътът 4 на цилиндъра заедно с повдигащата се мачта и вилцата като едно цяло изминават остатъка на повдигане — от  $H_0$  до пълната височина  $H$ .



Фиг. 15.8. Повдигателна уредба с една повдигаща се мачта



Фиг. 15.9. Кинематична схема на повдигателна уредба с голяма височина на свободно повдигане и нормална височина на повдигане

Примерът от фиг. 15.10 е на кинематична схема на повдигателна уредба с голяма височина на свободно повдигане  $H_0$  и едновременно голяма височина на повдигане  $H$  и неголяма габаритна височина на повдигателната уредба. От фигурата се виждат трите характерни положения на повдигателната уредба — спусната вилца (а), вилца, вдигната на голяма височина на свободно повдигане  $H_0$  (б), и максимално вдигната вилца (в). Тази повдигателна уредба се различава от предишната по това, че има още една повдигаща се рамка 3 и още един полиспаст. Веригата му е закачена в точка D от повдигащата се мачта 2, минава около ролката 8, лагерувана в точка E към повдигащата се рамка 3, и другият ѝ край е закачен в точка F от неповдигащата се мачта 4. Останалата част от тази повдигателна уредба е подобна на предишната, т. е. има вилца 1 с количка, окачена на верига на първия полиспаст с ролка 9, която се носи от външното тяло 5 на цилиндъра с прътовете 6 и 7, а другият край на веригата на първия полиспаст е окачен в т. С на повдигащата се мачта 2.

## 16.1. ЗАДВИЖВАЩ ВЪРТЯЩ МОМЕНТ И СИЛОВ БАЛАНС

За да се задвижи колесната машина, необходимо е на ходовите колела да се предаде въртящ момент  $M_k$ . Тогава в зоната на съпротивлението на колелото с пътя освен вертикалната реакция  $Z_k$  на теглото  $G_k$ , което се пада на задвижващите колела, възниква и хоризонтална сила, която се стреми да разруши или да изтласка назад пътната настилка. При достатъчно здрава пътна настилка възниква противодействащата сила  $F_k$ , която е причина за движение на АТК (фиг. 16.1). От фигурата се вижда, че реакцията  $Z_k$  е изместена напред на разстояние  $a$  от посоката на силата  $G_k$ . Това се дължи на загубите от деформацията на колелото под действието на въртящия момент  $M_k$  и теглото  $S_k$ . Моментът  $M_f = Z_k a$  е насочен срещу задвижващия въртящ момент и отразява съпротивлението при търкаляне на колелата. Освен това съпротивление задвижващата сила трябва да преодолее и всички други съпротивления, които се предават в центъра на колелото от рамата  $F_p$ .

Въртящият (задвижващият) момент, който стига до опорните колела, може да се определи чрез задвижващата сила  $F_k$  и динамичния радиус на колелата  $r_k$ , т. е.  $M_k = F_k r_k$ .

Динамичният радиус на колелото е действителното разстояние от неговия център до опорната повърхност, когато то се движи. Между момента на двигателя  $M_d$  и  $M_k$  съществува следната зависимост:

$$M_k = M_d i_0 \eta_t,$$

където  $i_0$  е общото предавателно число в силовото предаване:

$$i_0 = i_{пк} i_{гп} i_{кп}; \quad i_0 = 30 \div 100;$$

$\eta_t$  — к.п.д., който отчита загубите от триенето;

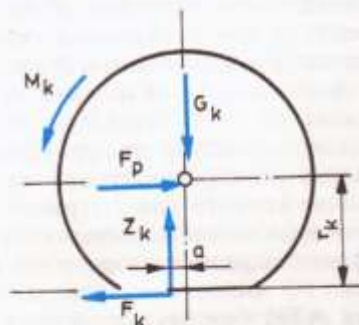
$i_{пк}$  — предавателното число в предавателната кутия;

$i_{гп}$  — предавателното число в главното предаване;

$i_{кп}$  — предавателното число в крайното предаване.

Пълната задвижваща сила  $F_k$  е

$$F_k = \frac{M_k}{r_k} = \frac{M_d i_0 \eta_t}{r_k}.$$



Фиг. 16.1. Сили, действащи на задвижващото колело



Необходимата задвижваща сила  $F_c$  се определя от сумата на съпротивления, които се предават от рамата и от търкалянето на колелата:

$$F_c = F_f + F_i + F_w + F_j + F_r,$$

където  $F_f$  е съпротивлението от търкаляне;

$F_i$  — съпротивлението от наклона на пътя;

$F_w$  — съпротивлението на въздуха;

$F_j$  — съпротивлението при ускоряване;

$F_r$  — съпротивлението при теглене.

Тази зависимост изразява силовия баланс на колесния АТК:  $F_f$  зависи от теглото на МПС и деформацията на гумите и пътя;  $F_i$  — от ъгъла на наклона и теглото;  $F_w$  — от скоростта на движение и формата на каросерията;  $F_j$  — от масата на АТК и ускорението;  $F_r$  — от съпротивлението на прикачената машина.

Най-голямата възможна задвижваща сила  $F_{c \max}$  се определя от условията на сцепление на задвижващите коела с пътя

$$F_{c \max} = F_{cu} = \varphi G,$$

където  $F_{cu}$  е силата на сцепление на колелата с пътя;

$\varphi$  — коефициентът на сцепление;

$G$  — теглото, което се пада на задвижващите коела.

Коефициентът на сцепление  $\varphi$  има следните стойности:

|           | Асфалтов | Шосе    | Земен и глина | Пясък   | Лед     | Сняг    |
|-----------|----------|---------|---------------|---------|---------|---------|
| Сух път   | 0.7–0.8  | 0.7–0.8 | 0.5–0.6       | 0.5–0.6 | 0.2–0.3 | 0.2–0.4 |
| Мокър път | 0.3–0.4  | 0.4–0.5 | 0.3–0.4       | 0.4–0.5 | —       | —       |

Ако силите във формулата на силовия баланс се умножат със скоростта, с която се движи МПС, получава се уравнението на мощностния баланс, т. е.

$$P_c = P_f + P_i + P_w + P_j + P_r.$$

Част от ефективната мощност на двигателя се изразходва за преодоляване на триенето в силовото предаване. Ето защо задвижващата мощност  $P_k$  на колесния АТК не е равна на ефективната мощност  $P_e$  на двигателя. Между тях съществува зависимостта  $P_k = P_e \eta_{cv}$ , където  $\eta_{cv}$  е к.п.д. на силовото предаване.

Както между пълната и необходимата теглителна сила, така и между пълната  $P_k$  и необходимата  $P_e$  теглителна мощност има известна разлика. Първата се определя от мощността на двигателя и качествата на силовото предаване, а втората — от външните съпротивления при движение на машината. Тази разлика се нарича запасна мощност. При изчерпване на запаса, когато двигателят се натовари напълно,  $P_k$  и  $P_e$  се изравняват.

Не е трудно да се проследи, че при равен път в уравнението на мощностния баланс отпада  $P_i$ , при равномерно движение —  $P_j$ , при малка скорост —  $P_w$ , при липса на ремарке —  $P_r$ . В такъв случай цялата теглителна мощност се изразходва за самопривдвижане на АТК ( $P_k = P_f$ ).

Буксуване се получава, когато силата на триене между задвижващите коела и пътя (почвата) е по-малка от движещата сила  $F_k$ . Буксуването на колелата може да бъде частично, когато след първоначално уплътняване на пътя от колелото реакцията му уравновесява движещата сила, и пълно, когато покривката (почвеният слой) под колелото се разрушава и то започва да се върти, без да се измества.

Скоростта  $v$  на колесния АТК без буксуване може да се изчисли по

$$v = 2\pi r_k n_k, \text{ m/s},$$

където  $r_k$  е радиусът на колелото, m;

$n_k$  – честотата на въртене на колелото,  $s^{-1}$ .

При наличие на буксуване скоростта намалява. Тя се определя чрез непосредственото измерване и се нарича действителна скорост  $v_d$ .

Степента на буксуване  $\delta$  се определя чрез израза

$$\delta = \frac{v - v_d}{v} = 1 - \frac{v_d}{v}.$$

#### Въпроси и задачи

1. Какво трябва да бъде съотношението на силите  $F_k$ ,  $F_{cu}$  и  $F_c$ , за да се движи колесният АТК. Изразете го математически!

2. Определете състоянието на машината при:  $F_{cu} > F_k > F_c$ ;  $F_{cu} > F_k = F_c$ ;  $F_{cu} > F_k < F_c$ ;  $F_{cu} < F_k > F_c$ ;  $F_c < F_k < F_{cu}$ !

3. Определете  $F_{cu}$  за сух асфалтов път, ако теглото, което се пада на задвижващите колела, е  $G = 5 \text{ kN}$ !

Отг.  $F_{cu} = 4 \text{ kN}$ .

4. Изчислете теглителната мощност на колесна машина, ако въртящият момент на двигателя  $M_d = 100 \text{ N.m}$ ;  $\eta_{cu} = 0,9$ ;  $i_o = 30$ ;  $r_k = 0,30 \text{ m}$ ;  $v = 54 \text{ km/h}$ !

Отг.  $P_k = 135 \text{ kW}$ .

5. Как се изменя теглителната мощност при меки гуми и мек път?

6. Определете  $\delta$  в % при  $v = 50 \text{ km/h}$  и  $v_d = 40 \text{ km/h}$ !

Отг. 20 %.

### 16.2. УСТОЙЧИВОСТ НА КОЛЕСНИТЕ АВТОМОБИЛИ, ТРАКТОРИ И КАРИ ПРИ ДВИЖЕНИЕ

Устойчивостта изразява способността на АТК да се движи, без да се плъзга странично или да се преобръща надлъжно или напречно. Колкото са по-сложни условията, при които настъпват тези явления, и колкото по-лесно АТК излиза от тези състояния, толкова тя е по-устойчива.

*Странично плъзгане* се получава главно при рязко спиране (блокиране на колелата) и при завой. В такива случаи значително намалява сцеплението на колелата с пътя, а се увеличава центробежната сила. За да се избегне или се спре страничното плъзгане на задните колела, необходимо е да се освободят колелата от тангенциални сили (теглителни и спирачни), т. е. да се освободят спирачния педал и лостът на предавките и да се завъртят предните колела по посока на плъзгането. Така се увеличава напречната реакция на пътя, измества се центърът на завоя и се създава обратен въртящ момент, поради което страничното плъзгане се намалява.

Устойчивостта на АТК срещу страничното плъзгане зависи и от някои негови конструктивни особености. Когато центърът на тежестта (ЦТ) му е изместен назад, задният мост е по-устойчив на странично плъзгане. В такъв случай обаче се влошава управляемостта, защото намалява сцеплението на предните колела с пътя. Избира се такова разположение на ЦТ, което да удовлетворява задоволително и двете изисквания. От гледна точка на устойчивостта на АТК срещу странично плъзгане товарът трябва да се разпределя равномерно. При по-ниско разположение на ЦТ устойчивостта срещу странично плъзгане също се увеличава. Освен това колкото гумите са по-твърди в странична посока, по-широки и по-plosки, толкова по-благоприятно се отразяват на тази устойчивост. Тя зависи и от начина на управление на АТК. При влизане в



завой центробежното ускорение е положително (расте), а при излизане от завой е отрицателно (намалява). Ето защо праволинейното ускорение трябва да му противодействува — да се намалява при влизане в завой и да се увеличава при излизане от него. Практически това се постига, като при влизане в завоя се освободи педалът за газ и кормилното колело се завърти бавно, а при излизане от завой педалът се натиска и кормилното колело се изправя бързо.

Тъй като при търкаляне на колелата тяхното сцепление с пътя е по-голямо, отколкото при плъзгане, за предпазване от странично плъзгане е необходимо да не се допуска блокиране на колелата. За тази цел сега се използват и автоматични антиблокиращи устройства.

Като критерий на устойчивост на колесния АТК срещу *преобръщане* служи най-големият наклон на пътя, на който тя може да стои, без да се преобръне.

Надлъжното преобръщане може да се получи главно, когато се теглят товари (тракторите) или се носят на относително голяма височина от опорната повърхност (карите). Обръщането е около мислената ос, която минава през опорните точки на предните или задните колела. Ъгълът на надлъжното преобръщане назад е толкова по-голям, колкото ЦТ е по-напред и по-ниско.

Напречното преобръщане на колесния АТК е около мислената ос, която минава през средата на опорната повърхност на левите или десните колела. Напречната устойчивост е толкова по-голяма, колкото АТК е по-широк и ЦТ му е по-ниско.

Най-големите ъгли на устойчивост на съвременните колесни машини срещу преобръщане са за надлъжна устойчивост от  $33$  до  $50^\circ$ , а за напречна — от  $29$  до  $46^\circ$ . Тези ъгли значително намаляват при действие на допълнителни сили — вятър, инерция (при завой), високо разполагане на товара и др.

#### Въпроси и задачи

1. Какви условия трябва да се спазват, за да се намали възможността за странично плъзгане на колесния АТК? Какви действия се извършват за спиране на страничното плъзгане?
2. Как се повишава надлъжната и напречната устойчивост на колесния АТК?

## Приложение I

### СПРАВКА ЗА ВЪЗНИКВАНЕТО И РАЗВИТИЕТО НА МОТОРНИТЕ ПРЕВОЗНИ СРЕДСТВА

1763 г. — руският механик И. И. Ползунов създава тежка стационарна парна машина с периодично действие за повдигане на тежести в ковашкото производство.

1769 г. — френският изобретател Кюно създава първата самоходна пътна машина, задвижвана с пара (сухопътен параход). Поради големите си размери, бавноходност и икономичност тя скоро е изоставена.

1784 г. — Джеймс Уат (Англия) създава нова постояннодействаща парна машина за задвижване на текстилни машини с  $\eta_p = 2+4\%$ , която, усъвършенствуваща, намира широко разпространение.

1796—1832 г. — френският изследовател Сади Карно разработва теоретичните основи на термодинамиката и оптималните условия за превръщане на топлинната енергия в механична, с което се разкриват широки възможности за усъвършенстване на топлинните двигатели.

1860 г. — Етиен Леноар (Франция) построява първия двигател, в който за разлика от парната машина горивото (светилен газ) се изгаря в работния цилиндър и топлинната енергия се превръща непосредствено в механична работа с  $\eta_p = 2+4\%$ . Горивната смес се запалва през втората половина на всмукването, без да се съгъства. Поради ниския к.п.д. и тежката конструкция той не се разпространява.

1862 г. — французинът Бо де Рош разработва цикъл на четиритактов двигател, в който се предвижда съгъстване на горивната смес преди запалването ѝ.

1876 г. — немският изобретател Николаус Ото с помощта на инж. Ойген Ланген създава първия ДВГ ( $P_p = 2 \text{ kW}$  и  $\eta_p = 0,08+0,10$ ), в който се прилага четиритактов цикъл. За гориво се използва светилен газ, който се запалва след съгъстване, когато буталото премине ГМТ. Принципът на действие на този двигател (значително подобрен) е запазен и в съвременните карбураторни двигатели.

1879 г. — О. С. Костович (Русия) конструира мощен четиритактов двигател, в който за гориво се използва бензин и за източник на електрическа искра — акумулатор (изработен през 1885 г.).

1879 г. — руският механик Ф. А. Блинов получава патент на верижен трактор, задвижван с две парни машини (по една за всяка верига). С регулирането на парата в тях се постига и завои на трактора (изработен през 1888 г.).

1879 г. — Дугал Клерк (Англия) завършва успешно опитите на много рационализатори да опростят конструкцията на четиритактовия двигател, като създава първия двутактов двигател.

1885 г. — немските инженери Карл Бенц и Готлиб Даймлер построяват независимо един от друг МПС (триколки), задвижвани първата с двутактов, а втората с четиритактов двигател. Някои историци на техниката смятат тези самоходни средства за първите предтечи на съвременните автомобили.

1886 г. — в САЩ е пуснат в движение първият трактор, задвижван с керосинов карбураторен двигател.

1897 г. — немският инженер Рудолф Дизел пуска в ход свой бутален двигател с нов принцип на действие — горивото (петрол) се вкарва в цилиндъра с компресор в края на съгъстването на чист въздух и се самозапалва. Двигателят има  $\eta_p = 0,27$  (10 пъти по-висок от к.п.д. на парната машина и 3 пъти от двигателя на Ото). По-късно двигателите, действащи на този принцип, са наречени на неговото име. Работата по този двигател е продължила около 15 години.

1901 г. — проф. Г. В. Тринклер (Русия) създава усъвършенстван дителов двигател с въпъскване на тежко гориво (газъл) с помпа, който с много подобрения се използва и сега.

1911 г. — инж. Я. В. Мамин построява трактор, задвижван с безкомпресорен дителов двигател.

В началото на века в редица страни започва масово производство на автомобили и трактори. То се разраства значително след Първата световна война. Известни производители на тези машини стават фирмите: Форд, Кадилак, Дженерал-моторс, Шевролет, Катерпилар, Джон Дир и др. в САЩ; Мерцедес-Бенц, Опел, МАН, Дойц и др. в Германия; Щер — в Австрия; Фордън — в Англия; Рено — във Франция; Шкода и Зетор в Чехословакия и др.

1924 г. — започва производството в московския завод за товарни автомобили, а през 1932 г. влиза в действие и Горкиевският автомобилен завод (ГАЗ).

1930—1931 г. — започват производството на трактори гигантските заводи в Сталинград (Волгоград) и Харьков.

След Втората световна война производството на АТК се увеличава и модернизира във всички развити в индустриално отношение страни.

1949 г. — в Карлово (завод 15) е произведен и първият български трактор „Мофак-2“ с мощност на двигателя 30 к.с., а в София (завод 12) — първият товарен автомобил „Димитровски“.

1958 г. — в София (завод „Средец“) започва производството на български електрокари.



1959 г. — Завод 15 произвежда по собствени проекти дизелови двигатели с мощност 40 к.с. за дъждовални и други машини, а през 1961 г. започва серийно производство на лозарския трактор „Болгар“ — ТП 30.

1966 г. — започва серийно производство на автобусите „Чавдар“ в Ботевград.

1967 г. — открива се новият завод „Балкан“ в Ловеч за сглобяване на леки автомобили.

1970 г. — Шуменският автомобилен завод започва серийно производство на товарни автомобили.