

4 Системы смазки и охлаждения двигателя

4.1 Система смазки

Смазочная система выполняет следующие функции:
уменьшение коэффициента трения за счет масляной пленки между трущимися поверхностями, это также уменьшает их износ и повышает КПД двигателя;

- охлаждающая – отвод теплоты от омываемых маслом поверхностей;
- моющая – отвод продуктов износа и других загрязнений от омываемых поверхностей;
- антикоррозионная – предотвращение образования коррозии на поверхностях деталей двигателя благодаря наличию масляной пленки;
- вентиляция картера – отвод из картера прорвавшихся отработанных газов, предотвращение отвода вместе с газами масляного тумана, подвод в картер очищенного воздуха;
- очистка масла от загрязнений.

Виды трения

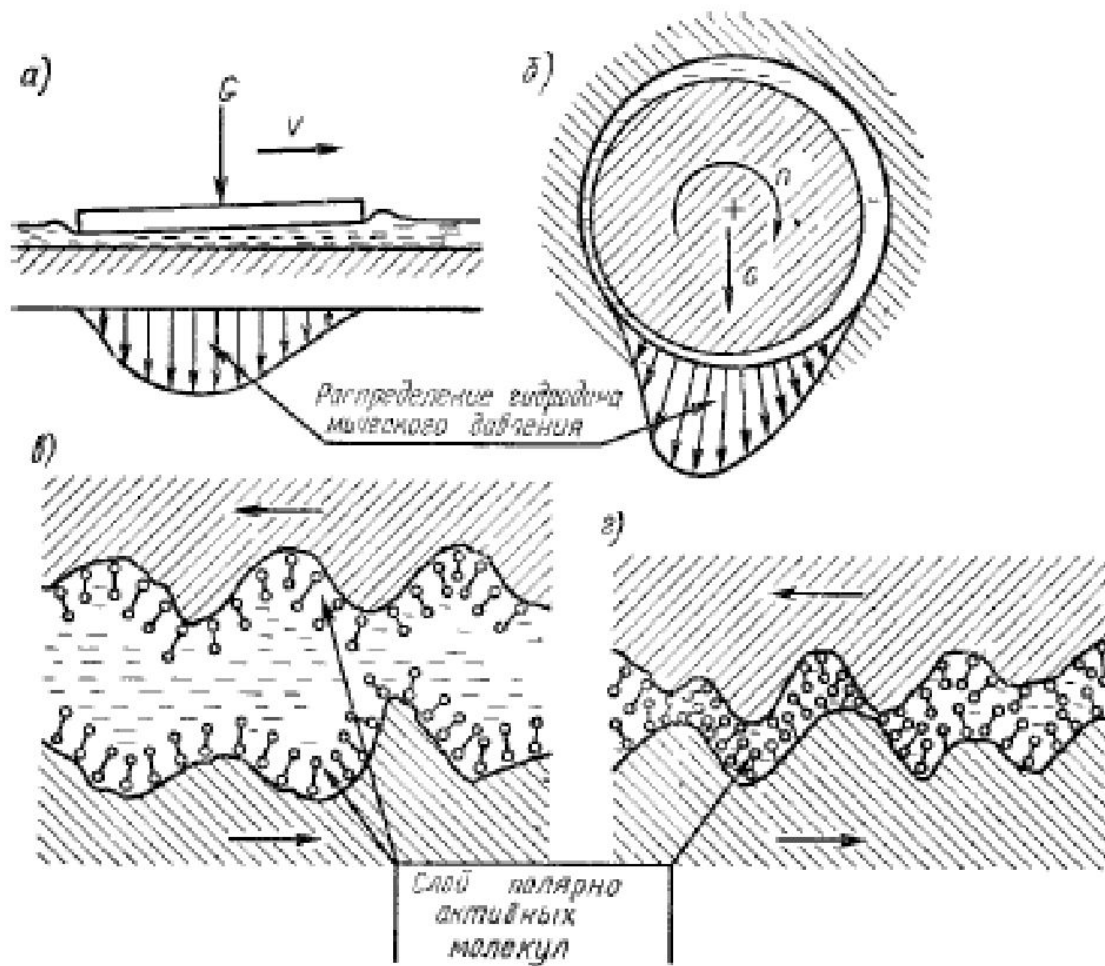


Рис. 1. Виды смазки:

Масла для двигателей

Классы вязкости моторных масел

М-8Г2к

Таблица 1.

Класс вязкости по ГОСТ 17.479.1	Вязкость кинематическая при температуре 100°С		Вязкость кинематическая при температуре минус 18°С, мм ² /с (сСт), не более
	Не менее	Не более	
-	Не менее	Не более	-
3з	3,8	-	1250
4з	4,1	-	2600
5з	5,6	-	6000
6з	5,6	-	10400
6	5,6	7,0	-
8	7,0	9,3	-
10	9,3	11,5	-
12	11,5	12,5	-
14	12,5	14,5	-
16	14,5	16,3	-
20	16,3	21,9	-
24	21,9	26,1	-
3з/8	7,0	9,5	1250
4з/6	5,6	7,0	2600
4з/8	7,0	9,3	2600
4з/10	9,3	11,5	2600
5з/10	9,3	11,5	6000
5з/12	11,5	12,5	6000
5з/14	11,5	13,0	6000
6з/10	9,3	11,5	6000
6з/12	11,5	12,5	10400
6з/14	12,5	14,5	10400
6з/16	14,5	16,3	10400

Таблица 2.

Обозначение группы по ГОСТ 17.479.1		Характеристики, области применения
А		Нефорсированные бензиновые двигатели и дизели
Б	Б ₁	Малофорсированные бензиновые двигатели, работающие в условиях, способствующих образованию высокотемпературных отложений и коррозии подшипников
	Б ₂	Малофорсированные дизели
В	В ₁	Среднефорсированные бензиновые двигатели, работающие в условиях, способствующих окислению масла и образованию всех видов отложений
	В ₂	Среднефорсированные дизели, предъявляющие повышенные требования к антикоррозионным и противоизносным свойствам масел, а также склонности к образованию высокотемпературных отложений
Г	Г ₁	Высокофорсированные бензиновые двигатели, работающие в тяжелых условиях, способствующих окислению масла и образованию всех видов отложений, коррозии и ржавлению
	Г ₂	Высокофорсированные дизели без наддува или с умеренным наддувом, работающие в условиях, способствующих образованию высокотемпературных отложений
Д	Д ₁	Высокофорсированные бензиновые двигатели, работающие в эксплуатационных условиях, более тяжелых чем для масел группы Г ₁
	Д ₂	Высокофорсированные дизели с наддувом, работающие в тяжелых эксплуатационных условиях или когда применяемое топливо требует использования масел с высокой нейтрализующей способностью, антикоррозионными и противоизносными свойствами, малой склонностью к образованию всех видов отложений
Е	Е ₁	Высокофорсированные бензиновые и дизельные двигатели, работающие в эксплуатационных условиях, более тяжелых, чем для масел группы Д ₁ и Д ₂ .
	Е ₂	Отличаются повышенной диспергирующей способностью, лучшими противоизносными свойствами

5W-40,

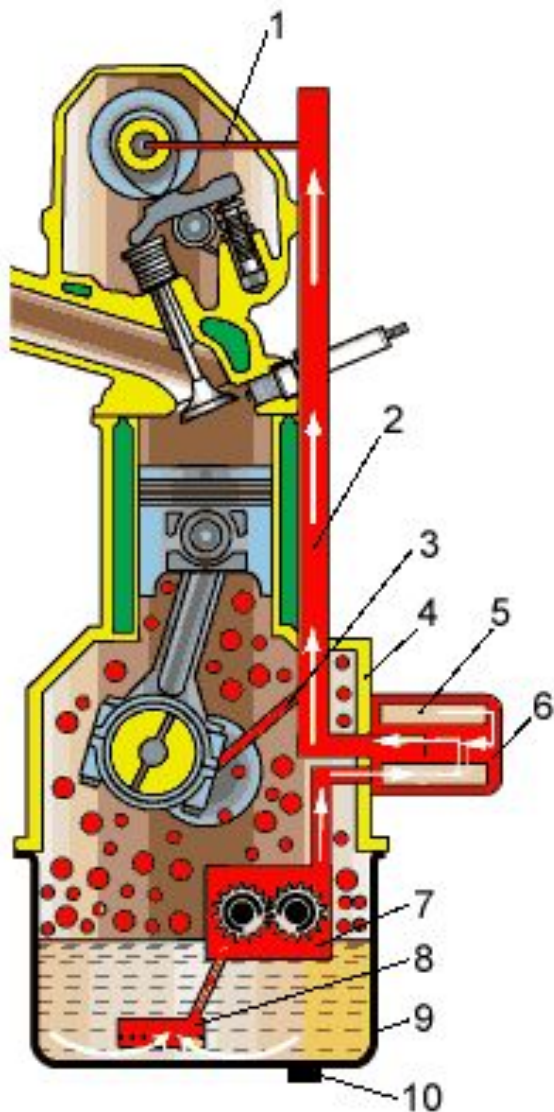
Соответствие классов вязкости моторных масел по ГОСТ 17479.1-85 классам по SAE:

Класс вязкости	Класс по SAE	Класс вязкости	Класс по SAE
3з	5W	3з/8	5W20
4з	10W	4з/6	10W20
6з	20W	4з/10	10W30
6	20	5з/10	15W30
8	20	5з/12	15W30
10	30	5з/14	15W40
12	30	6з/10	20W30
14	40	6з/14	20W40
16	40	6з/16	20W40
20	50		

В зависимости от условий с которыми подается масло к деталям, различают следующие виды смазки:

- **под давлением** (0,25...0,45 МПа – для карбюраторных, 0,4 – 0,7 – для дизелей), для наиболее нагруженных деталей (шейки коленвала, распредвала);
- **под пульсирующим давлением**, для менее нагруженных деталей (ось коромысел), одна из схем получения пульсации представлена на рис. 4.2;
- **самотеком**, для ненагруженных деталей (привод клапанной группы, привод масляного насоса);
- **разбрызгиванием** – при совпадении отверстия в шатунной шейке со специальными отверстиями в шатуне и вкладыше струя масла под давлением ударяется о стенку гильзы цилиндра и, разбрызгиваясь, смазывает детали цилиндро-поршневой группы;
- **масляный туман** – выполняет антикоррозионную функцию и смазывает остальные детали двигателя, масляный туман образуется распыление масла, просачиваемого между шатунными шейкой и вкладышами под действием центробежных сил, также туман образуется при задевании противовесами масляной ванны на неровностях дороги.

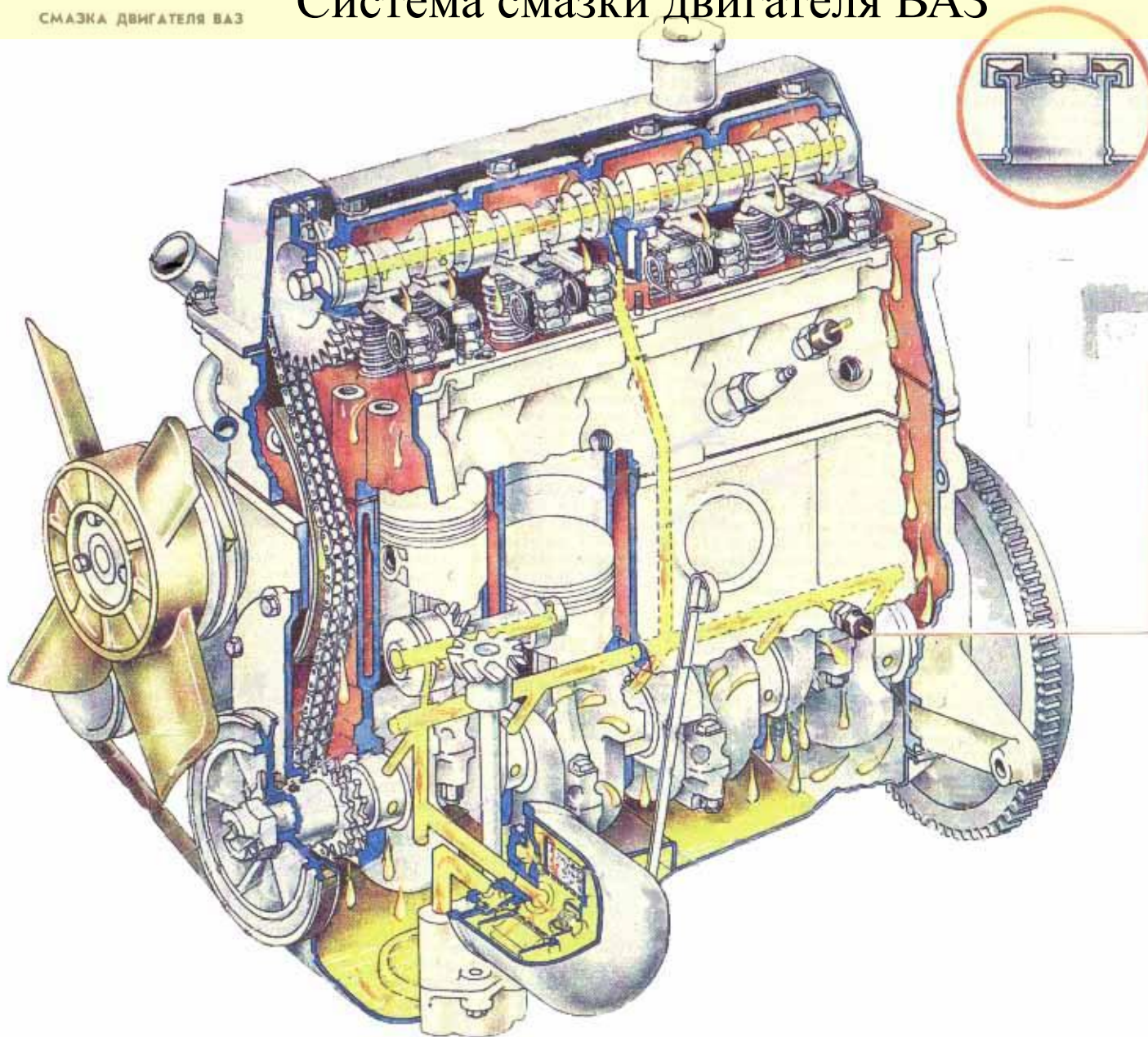
Общее устройство и работа системы смазки



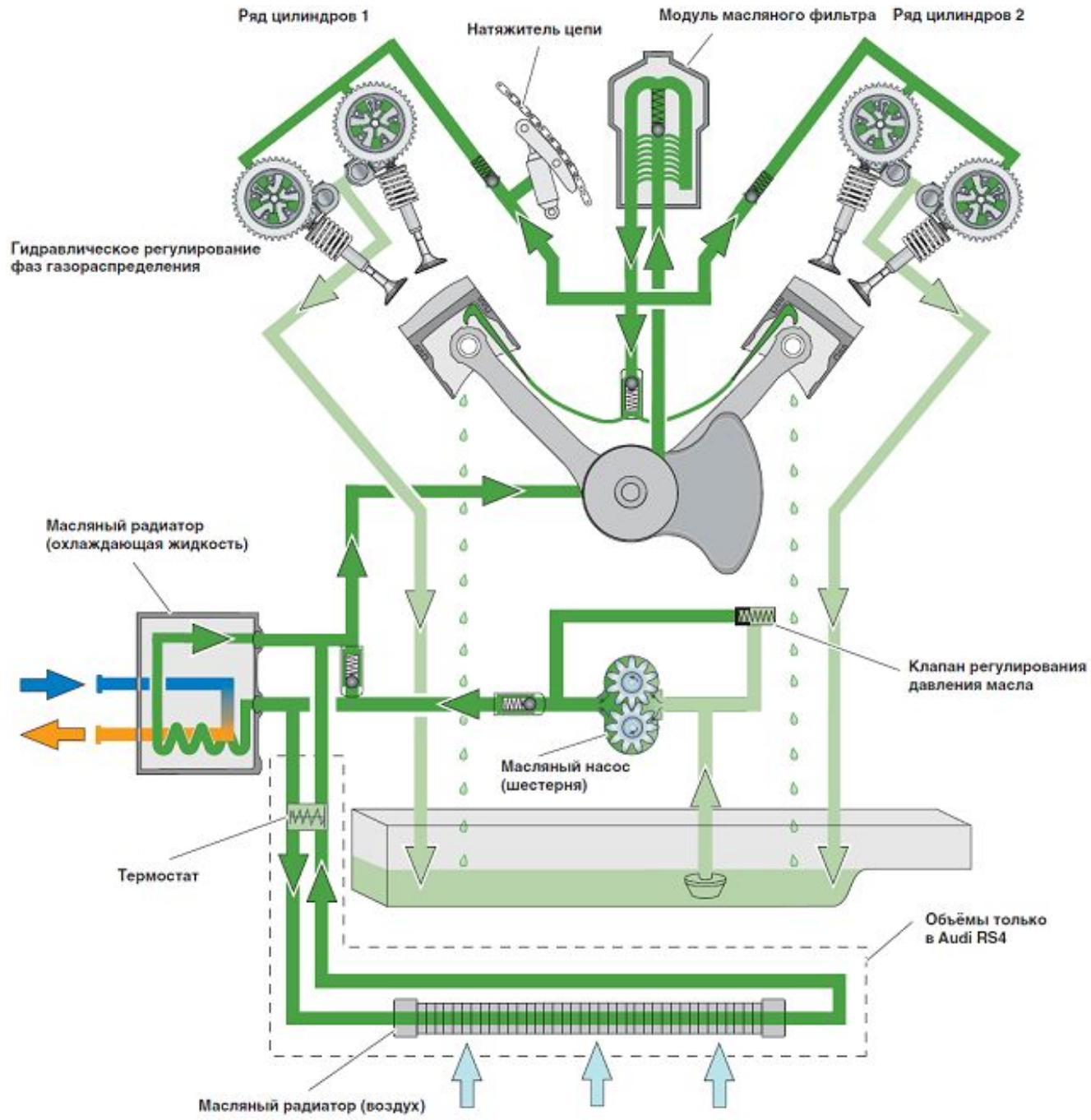
- 1 - канал подачи масла к газораспределительному механизму;
- 2 - главная масляная магистраль;
- 3 - канал подачи масла к подшипникам коленчатого вала;
- 4 - картер двигателя;
- 5 - фильтрующий элемент;
- 6 - корпус масляного фильтра;
- 7 - масляный насос;
- 8 - маслоприемник с сетчатым фильтром;
- 9 - поддон картера;
- 10 - пробка для слива масла

Схема системы смазки двигателя

Система смазки двигателя ВАЗ

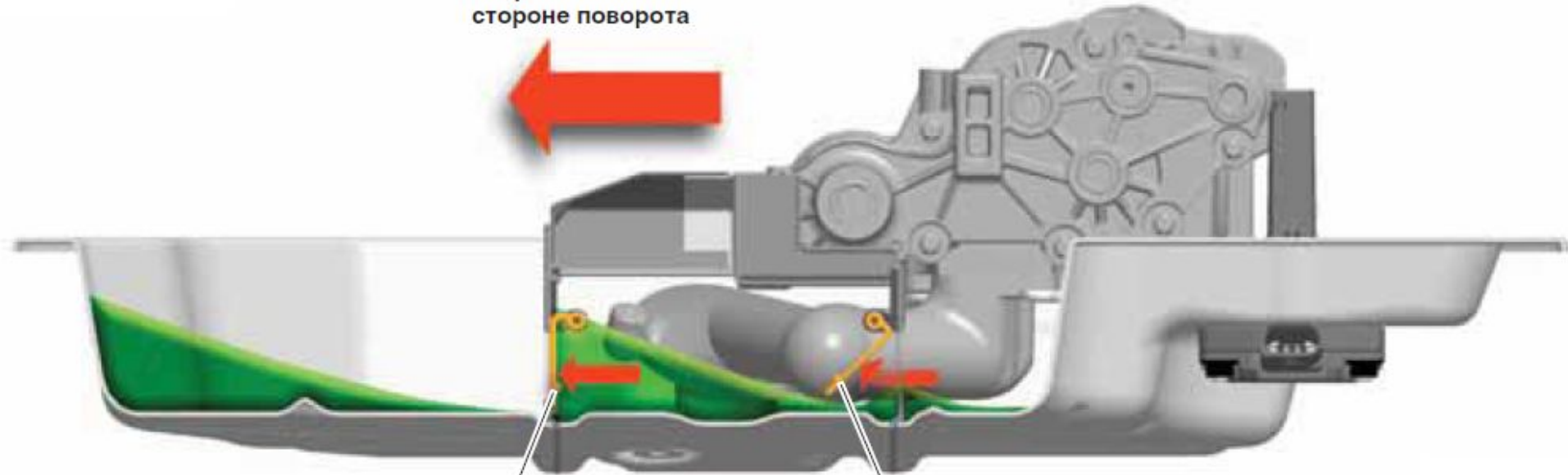


Система смазки двигателя 4,2 л V8 TSI автомобиля Audi Q7



Система смазки двигателя 4,2 л V8 TSI автомобиля Audi Q7 (предотвращение отлива масла от маслозаборника)

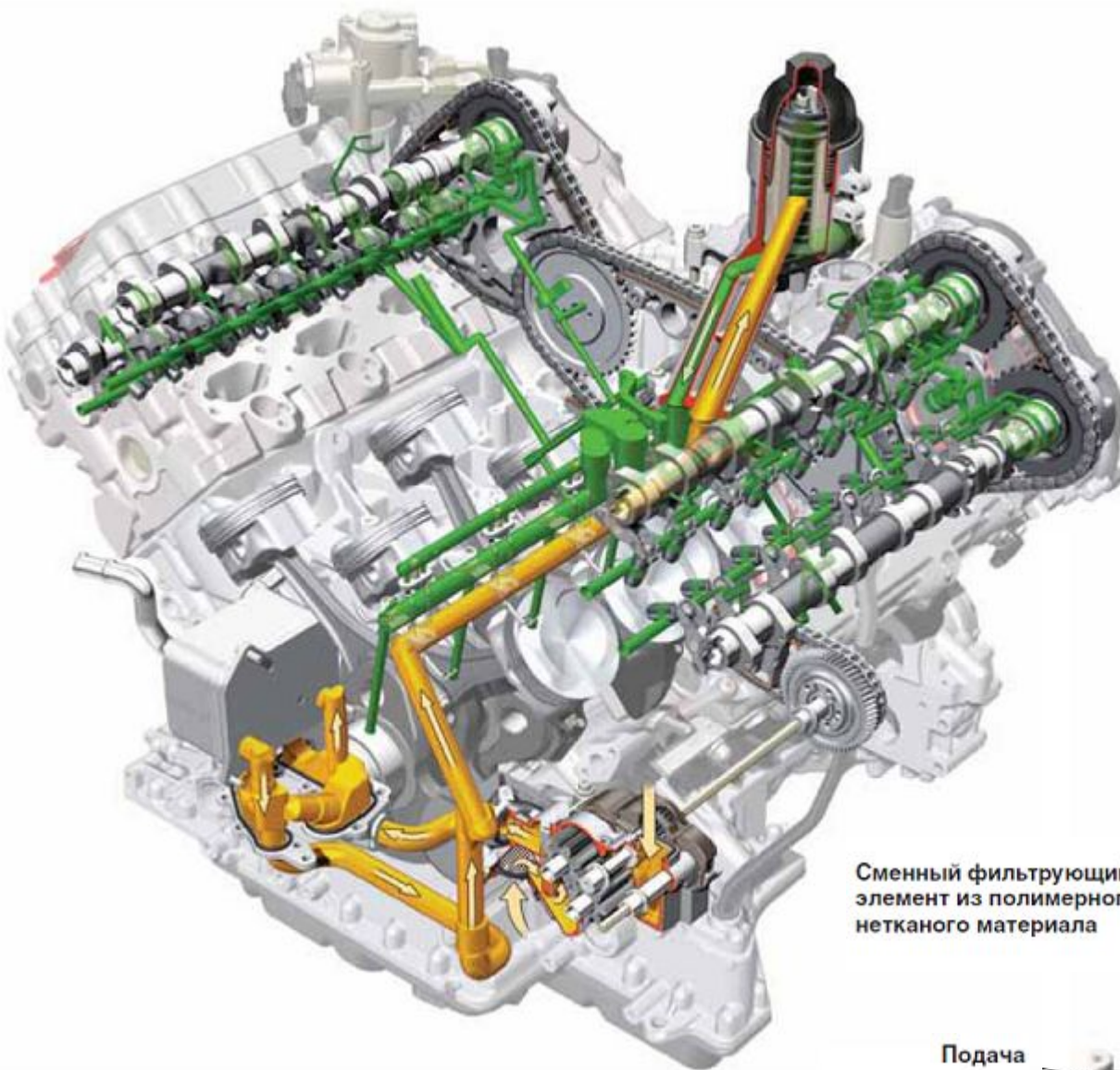
Центробежные силы,
направленные к внешней
стороне поворота



Заслонка закрывается
(масло скапливается)

Заслонка открывается (масло
течёт в промежуточное
пространство)

Система смазки двигателя 4,2 л V8 TSI автомобиля Audi Q7



Масляный фильтр

Колпачок

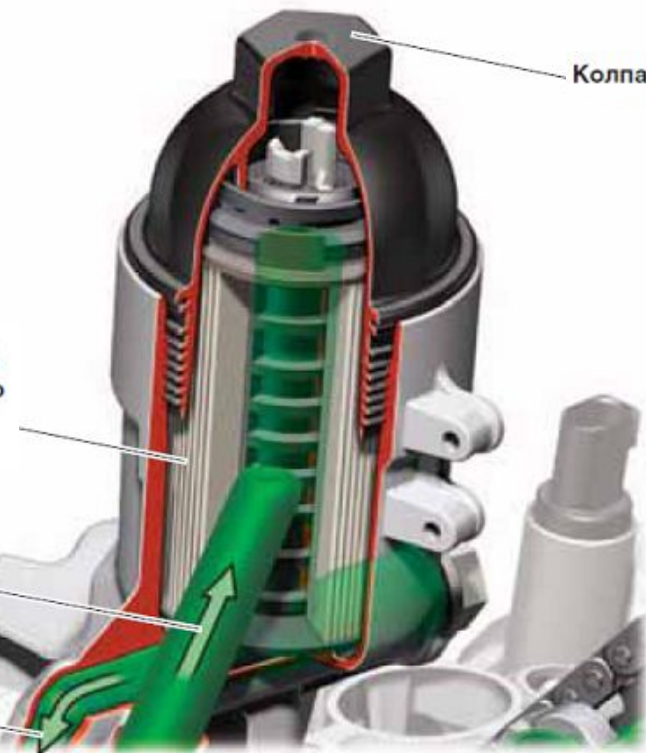
Сменный фильтрующий элемент из полимерного нетканого материала

Подача

Отток

Напорная магистраль после фильтра

Напорная магистраль до фильтра



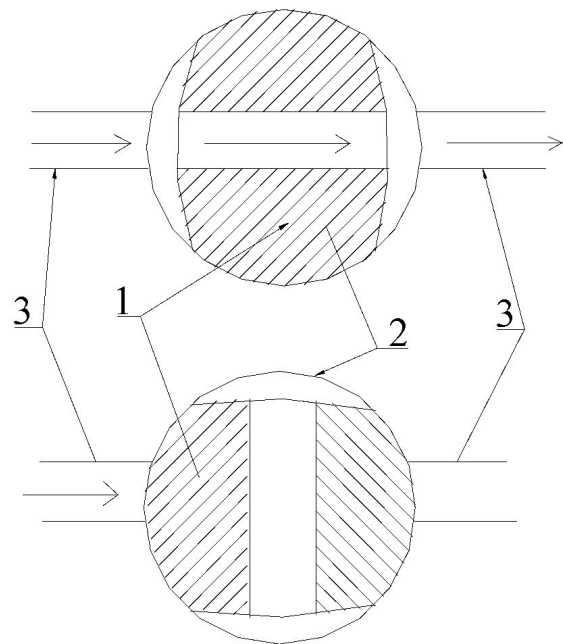
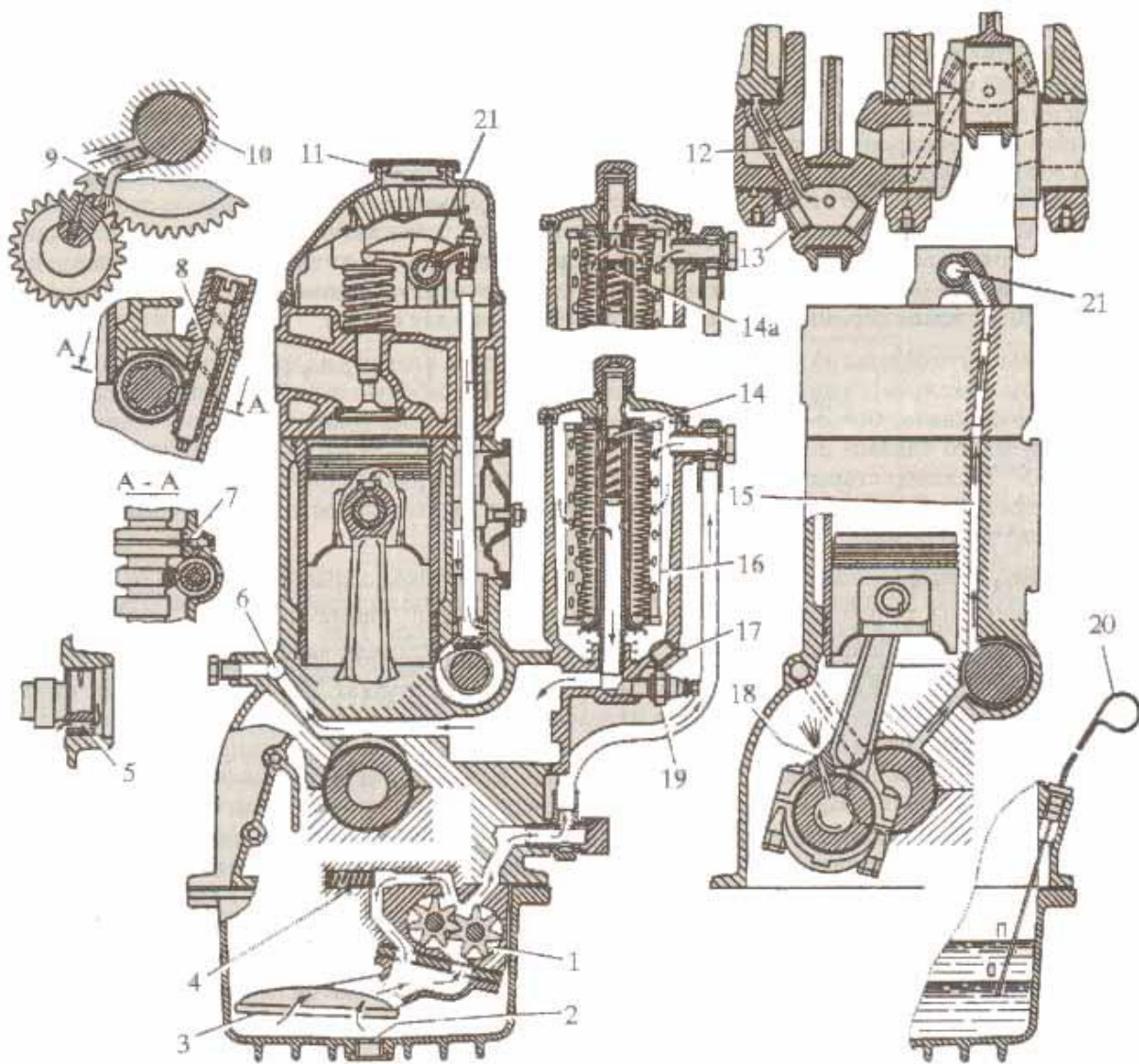


Схема образования
пульсирующего давления:
1 – опорная шейка
распредвала,
2 – втулка опорной шейки,
3 – каналы

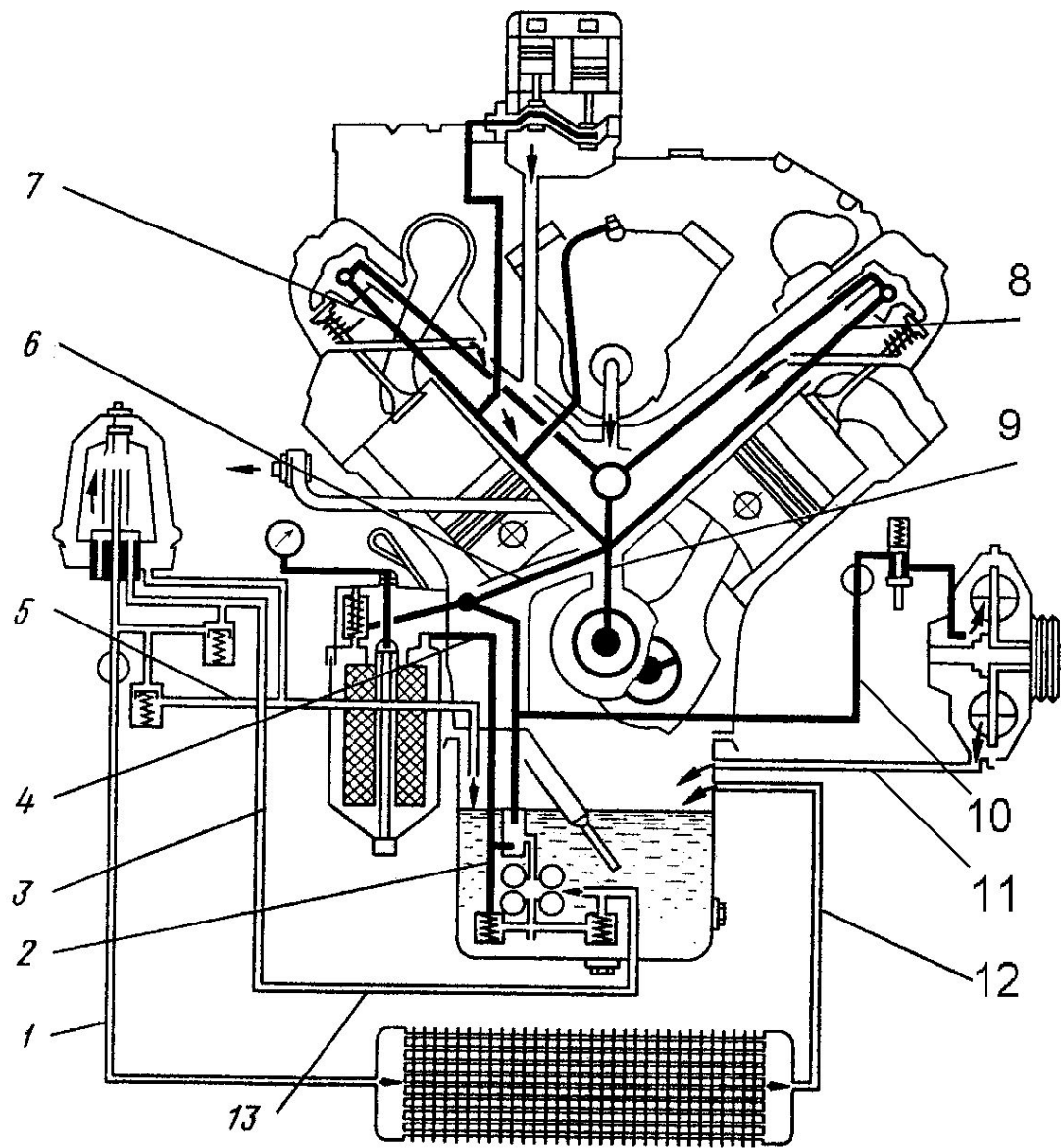
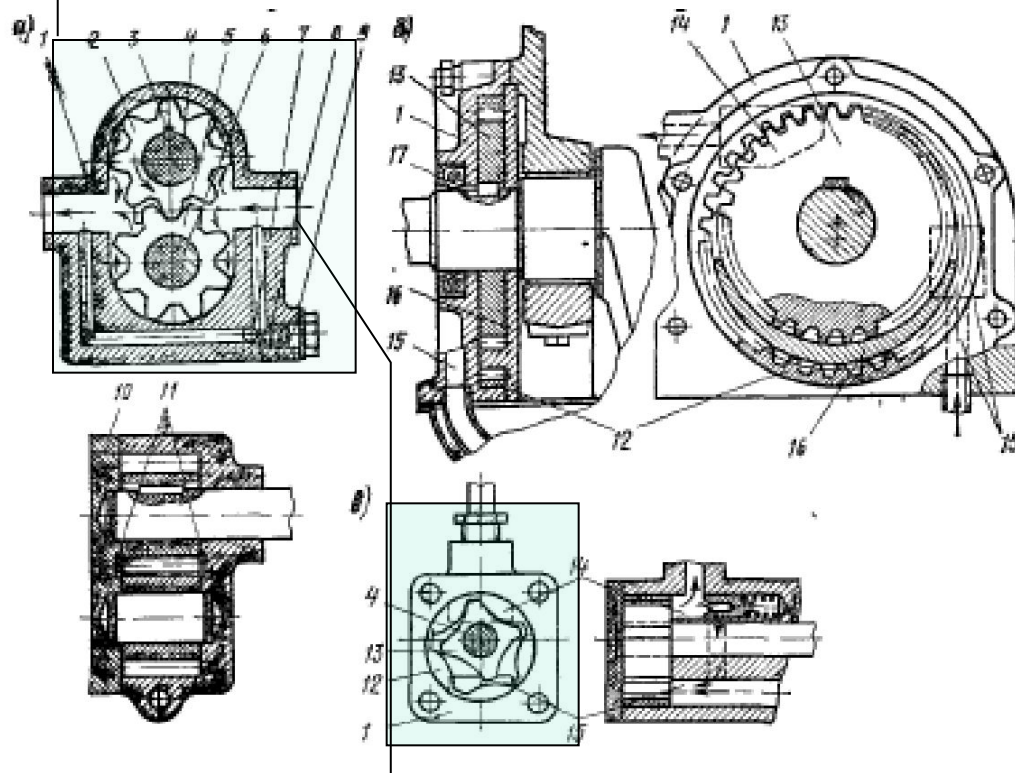


Рис. 18. Смазочная система двигателя автомобиля КамАЗ

Масляные насосы, применяемые в системе смазки современных двигателей, бывают двух типов

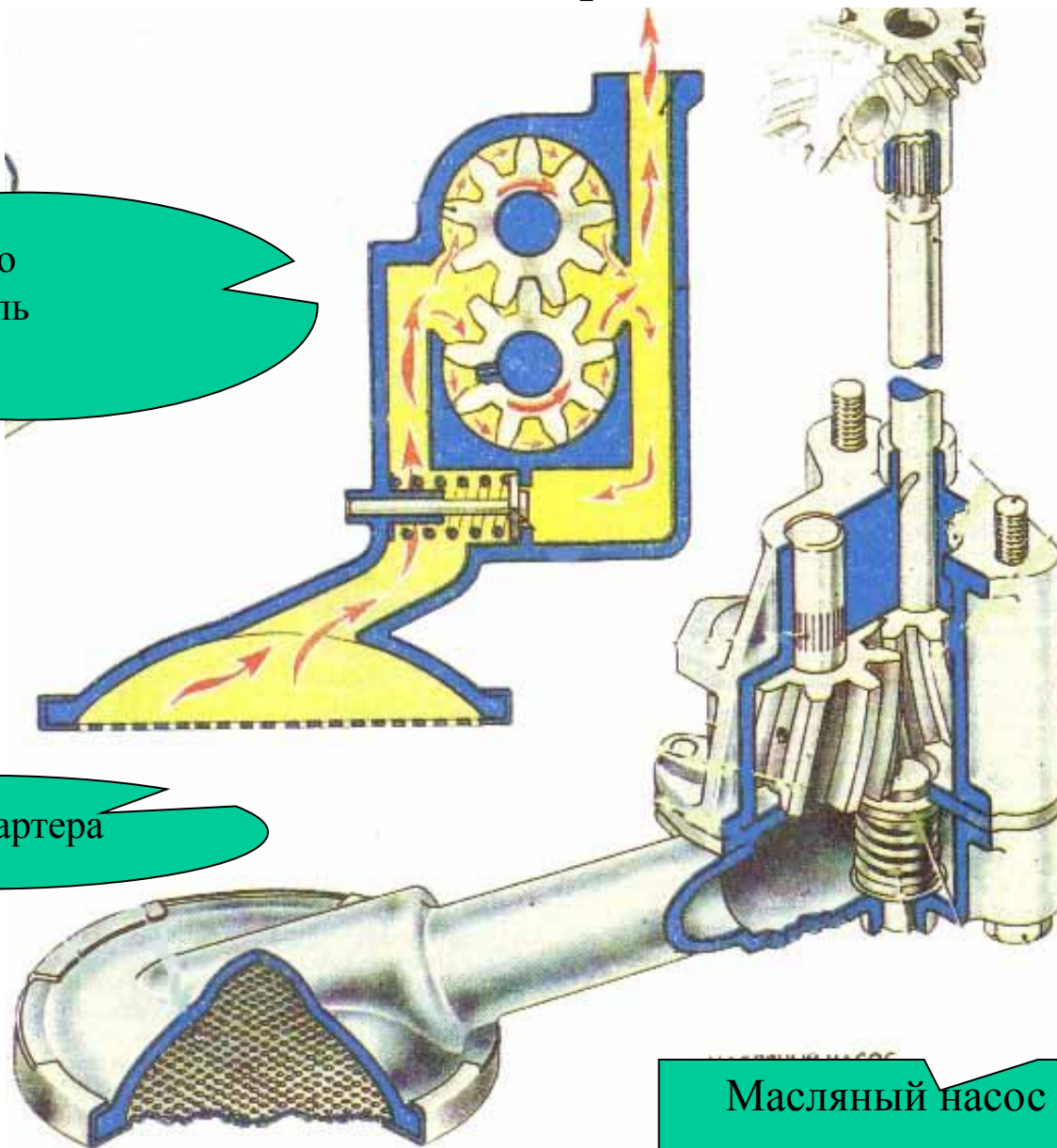
- шестеренные с внешним зацеплением зубьев
- роторные с внутренним



Масляный насос шестеренчатого типа

В главную магистраль

С поддона картера



Масляный насос

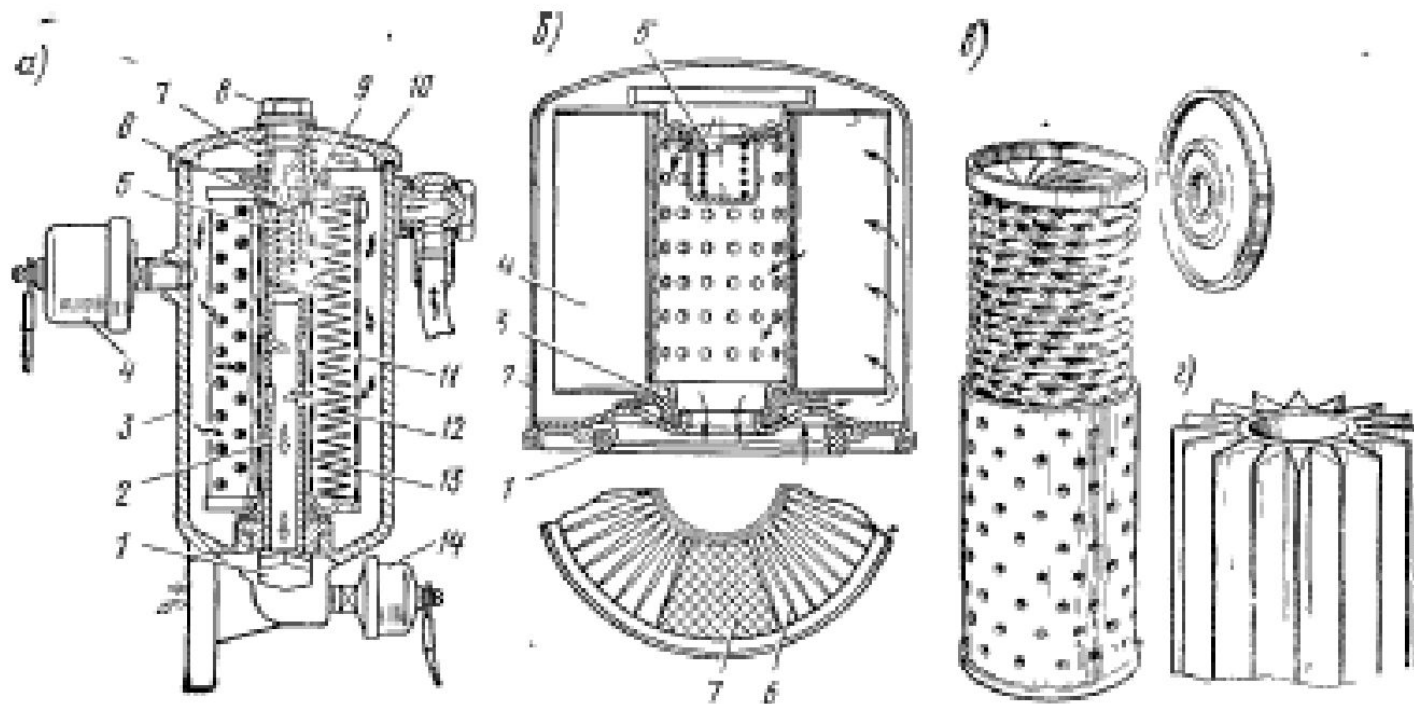
Масляные фильтры.

Их по размеру задерживаемых частиц разделяют:
на фильтры грубой очистки (отсеивающие частицы более 40 мкм)
и фильтры тонкой очистки (до 1—2 мкм).

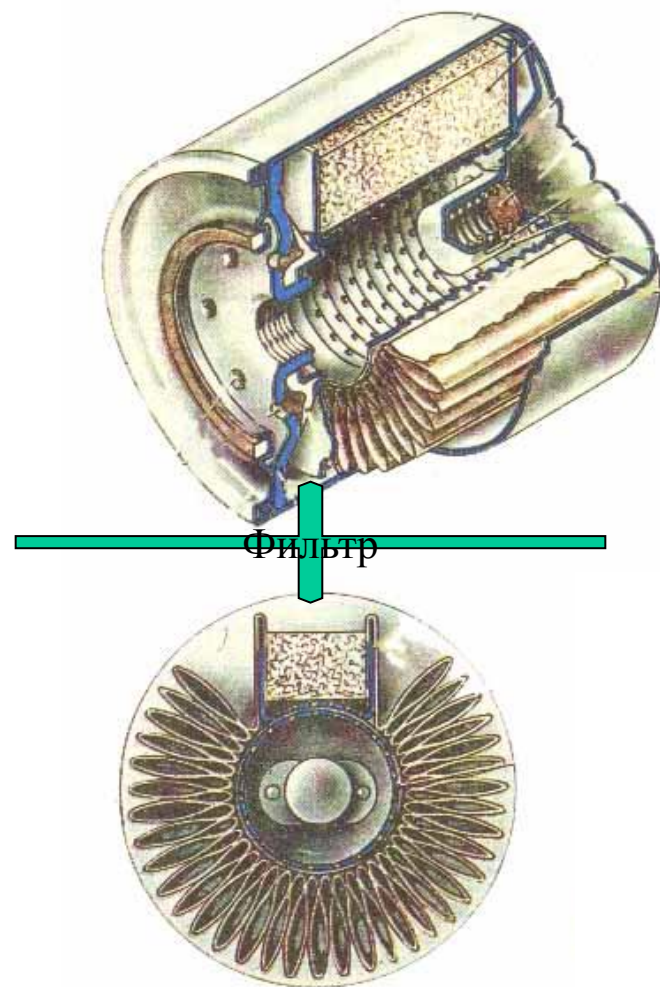
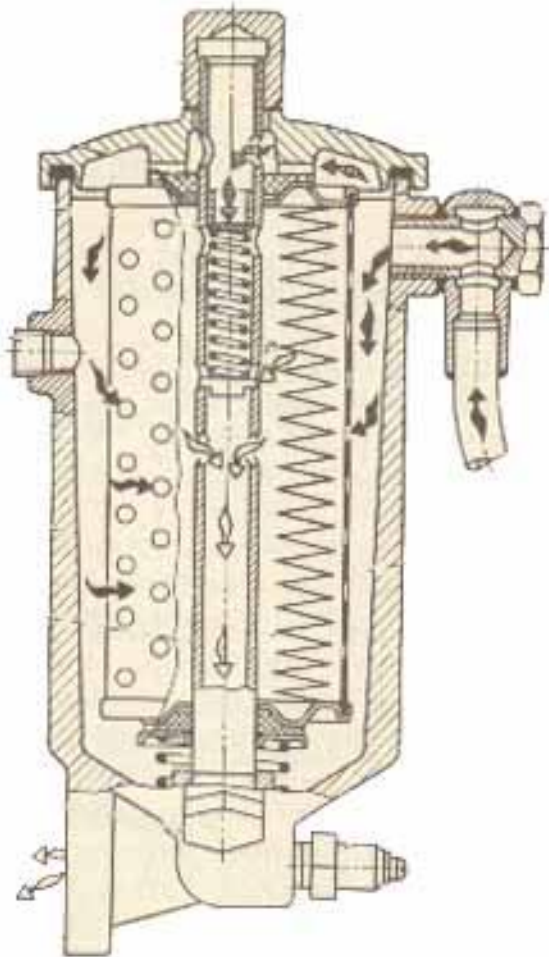
По принципу действия:

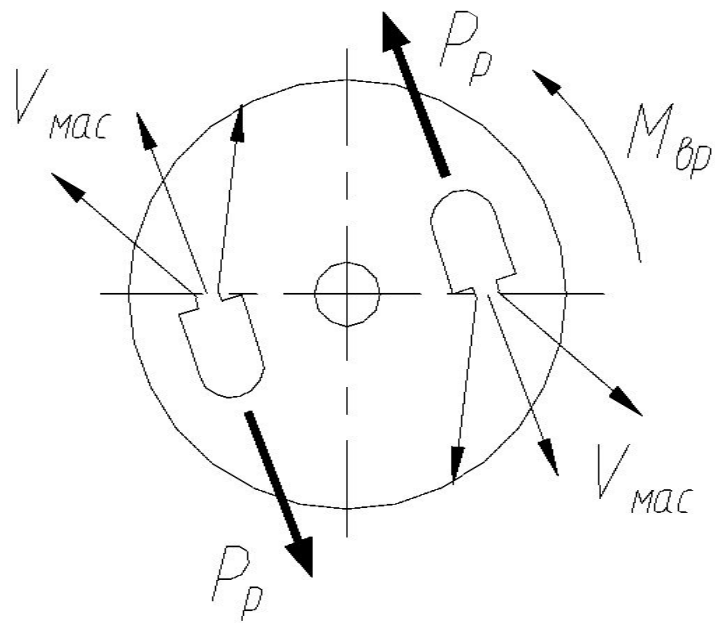
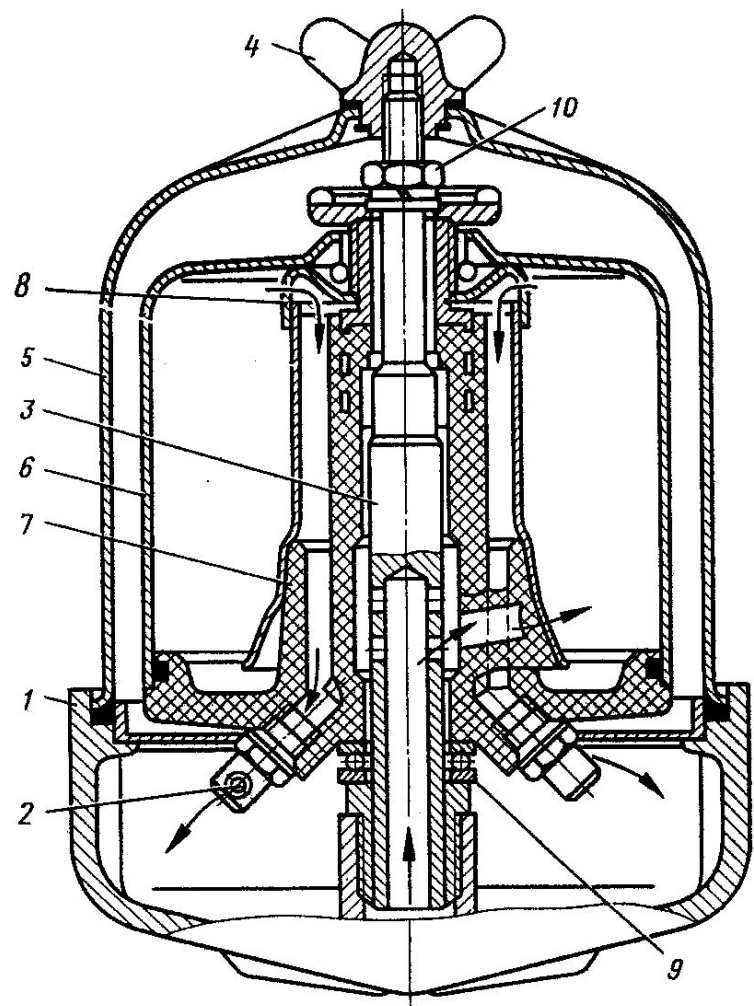
на щелевые

и центробежные.



В последнее время широкое распространение получили полнопоточные фильтры тонкой очистки с большой фильтрующей поверхностью. Такие фильтры могут снабжать также секцией грубой очистки. Фильтры тонкой очистки, включенные в магистраль последовательно, обязательно имеют перепускные клапаны.





Фильтр центробежной очистки масла

Система вентиляции картера

СХЕМА СМАЗКИ И ВЕНТИЛЯЦИИ ДВИГАТЕЛЯ

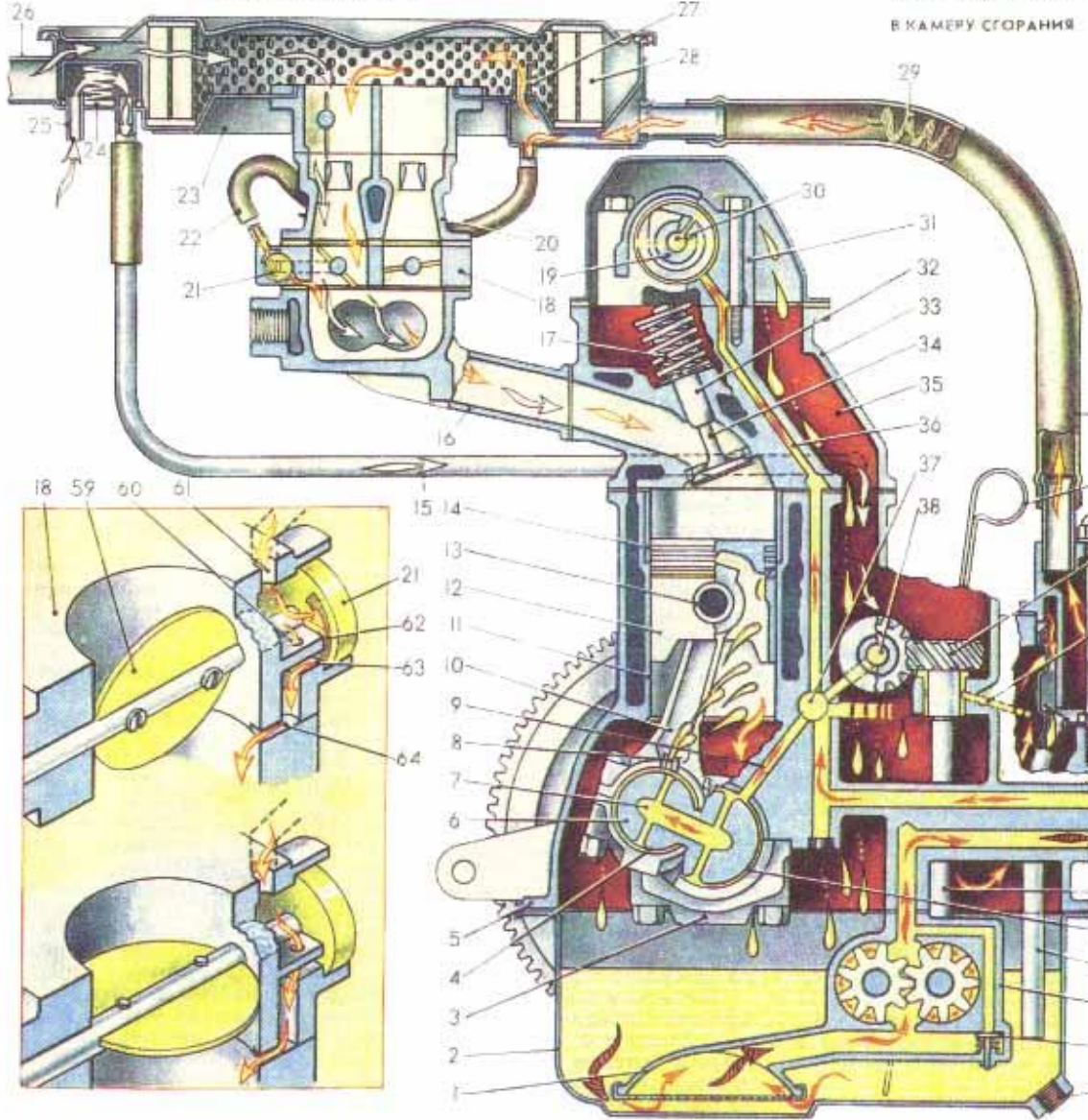
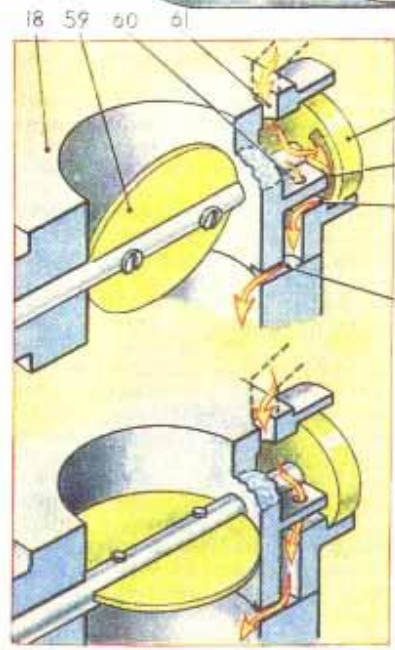
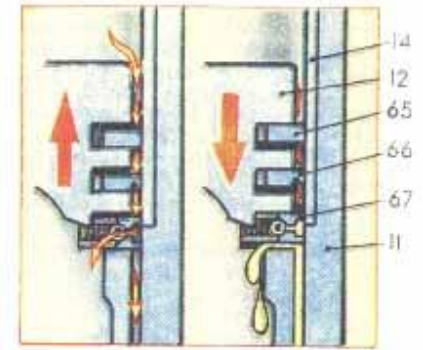


СХЕМА ПРОРЫВА ГАЗОВ В КАРТЕР ДВИГАТЕЛЯ И ПРОХОДА МАСЛА В КАМЕРУ СГОРАНИЯ



-  Холодное масло
-  Горячее масло
-  Газы
-  Воздух

Система охлаждения

Система охлаждения предназначена для принудительного отвода от деталей двигателя лишнего тепла и передачи его окружающему воздуху.

Охлаждение двигателя применяется в целях принудительного отвода тепла от нагретых деталей для обеспечения оптимального теплового состояния двигателя и его нормальной работы.

Температура в течение рабочего цикла двигателя изменяется от 80—120 °С (минимальная) в конце впуска до 2000—2200 °С (максимальная) в конце сгорания смеси.

Преобразование энергии

Если энергию топлива взять за 100%, то обычный двигатель расходует:

- около **32%** этой энергии в виде тепла охлаждающей жидкости
- около **34%** - в виде тепла отработанных газов
- около **3%** - на рассеивание тепла двигателя
- около **5%** - трение двигателя

На то, чтобы двигать поршни двигателю остаются всего лишь около **26%**

Системы охлаждения

A blue oval with a black outline, containing the text "Жидкостная".

Жидкостная

A cyan oval with a black outline, containing the text "Воздушная".

Воздушная

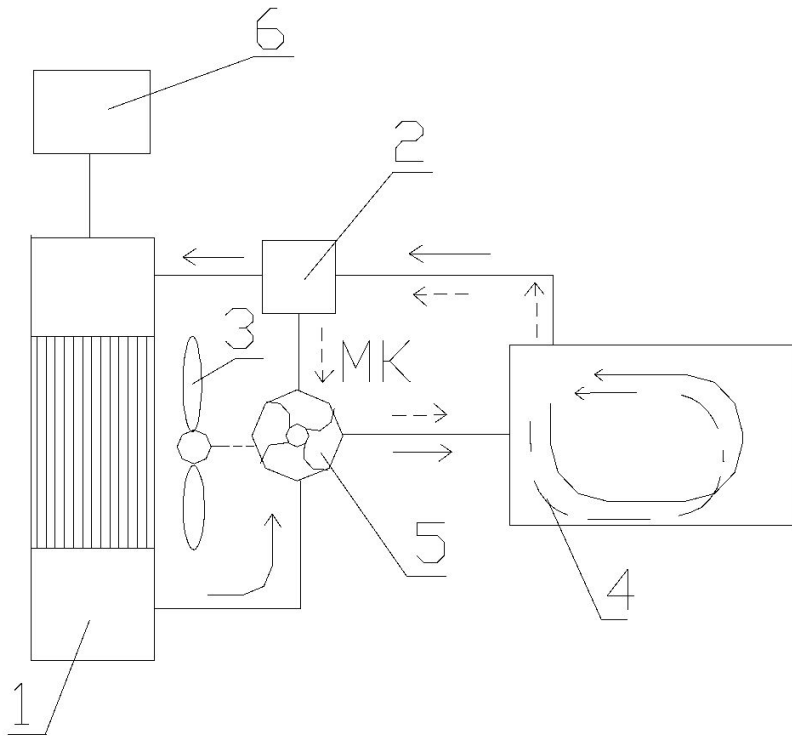


Рис.1 Жидкостная система охлаждения

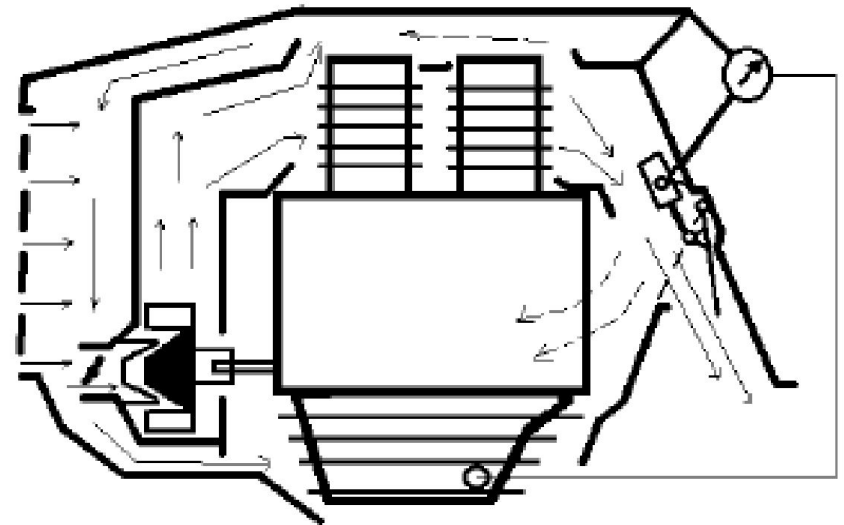


Рис. 2 Воздушная система охлаждения.

К преимуществам

жидкостного охлаждения следует отнести:

1. более эффективный отвод тепла от нагретых деталей двигателя при любой тепловой нагрузке;
2. быстрый и равномерный прогрев двигателя при пуске;
3. допустимость применения блочных конструкций цилиндров двигателя;
4. меньшая склонность к детонации в бензиновых двигателях;
5. более стабильное тепловое состояние двигателя при изменении режима его работы;
6. меньшие затраты мощности на охлаждение и возможность использования тепловой энергии, отводимой в систему охлаждения.

Недостатки системы жидкостного охлаждения:

1. большие затраты на обслуживание и ремонт в эксплуатации;
2. пониженная надежность работы двигателя при отрицательных температурах окружающей среды и большая чувствительность к ее изменению.

К преимуществам воздушной системы охлаждения

относят следующие:

1. простота и удобство в эксплуатации из-за отсутствия жидкости;
2. меньшая масса двигателя с воздушным охлаждением по сравнению с массой аналогичного двигателя с жидкостным охлаждением;
3. пониженная чувствительность к колебаниям температуры, особенно ценная при эксплуатации автомобиля в районах с жарким или холодным климатом.

К недостаткам двигателей с воздушным

охлаждением относятся следующие:

1. значительный расход мощности на привод вентилятора;
2. некоторое ухудшение наполнения цилиндра, приводящее к тому, что при одинаковых частотах вращения коленчатого вала и других параметрах двигатель с воздушным охлаждением развивает несколько меньшую мощность, чем двигатель с жидкостным охлаждением;
3. повышенный шум при работе;
4. большая тепловая напряженность отдельных деталей.

Жидкостные системы охлаждения

Жидкостные

Проточные

Циркуляционные

Термосифонные

Принудительные

Открытые

Закрытые

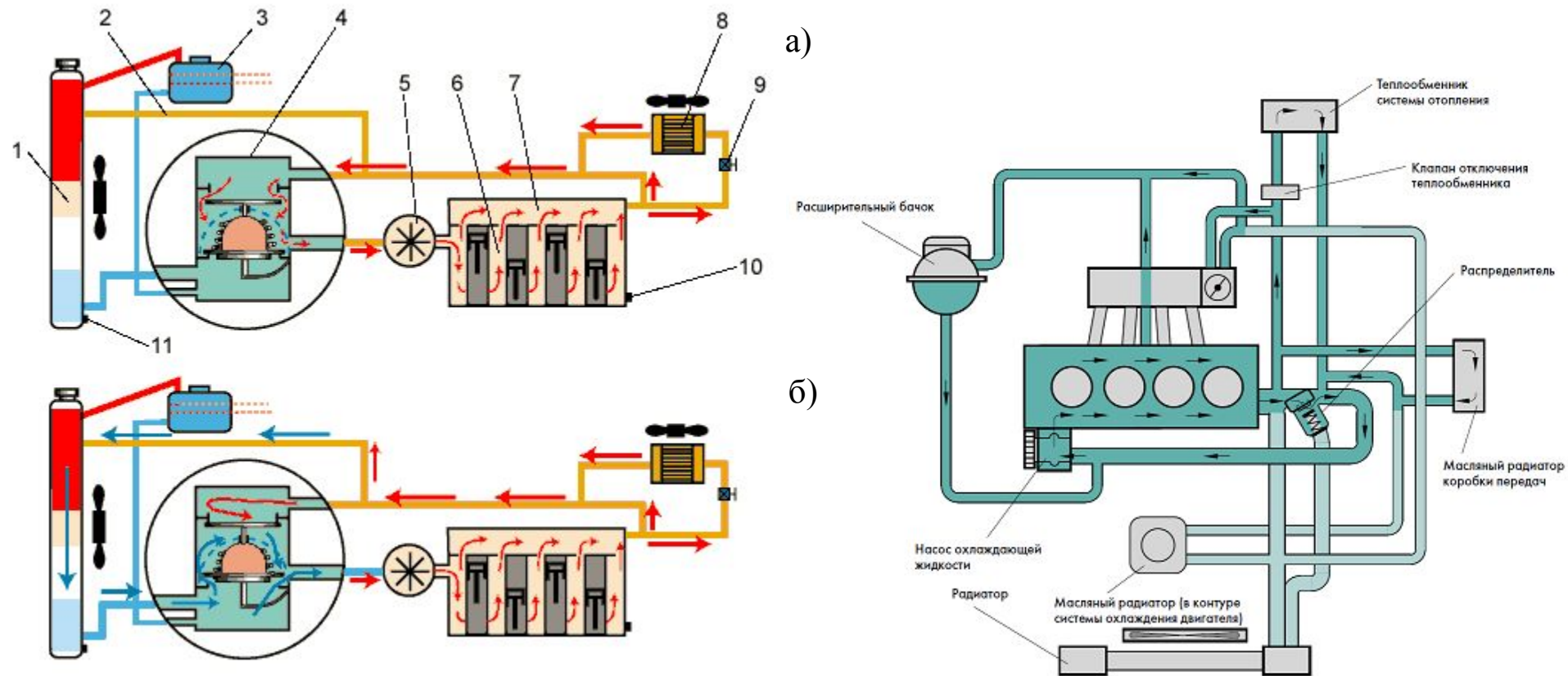


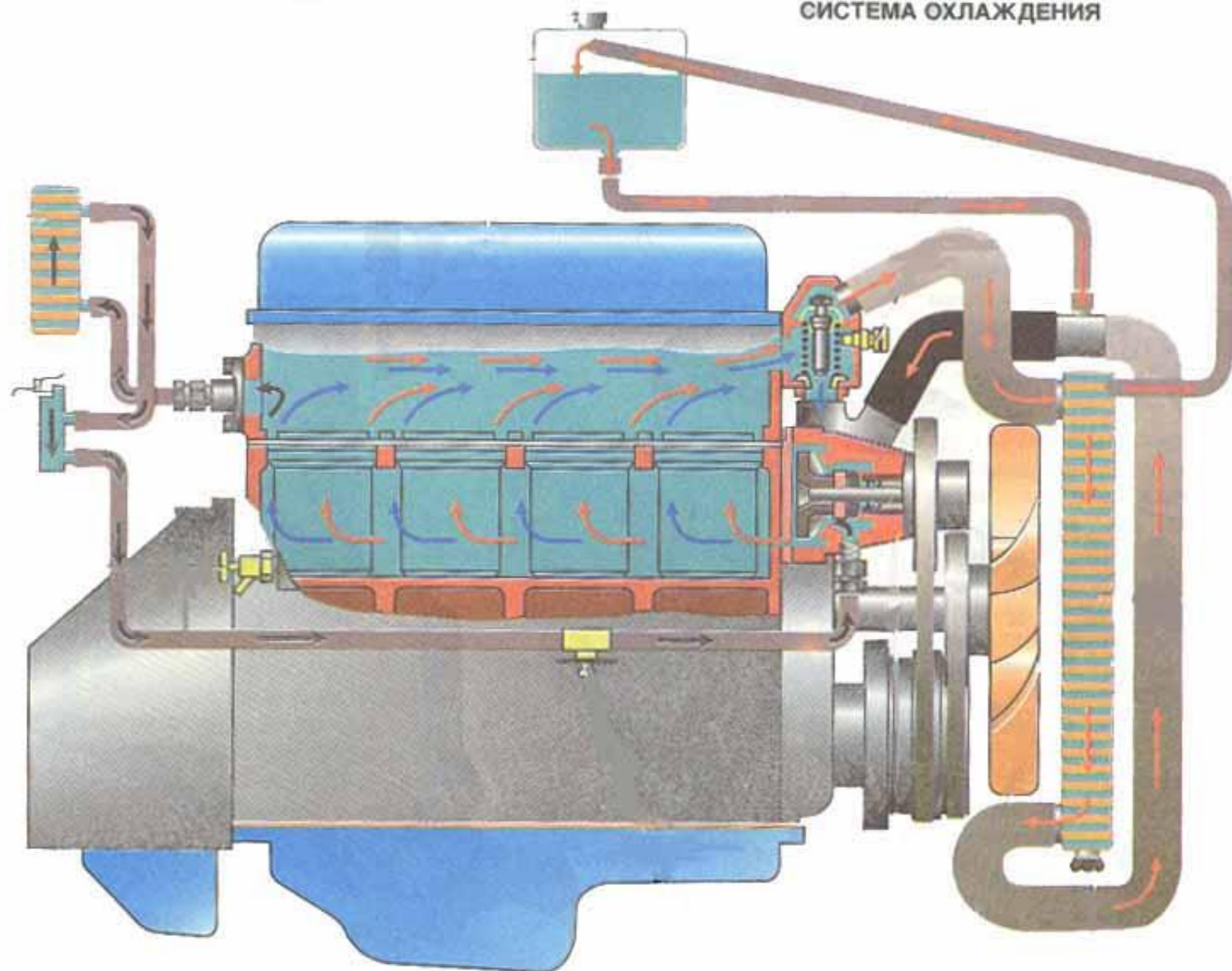
Рис. 25 Схема системы охлаждения двигателя

а) малый круг циркуляции

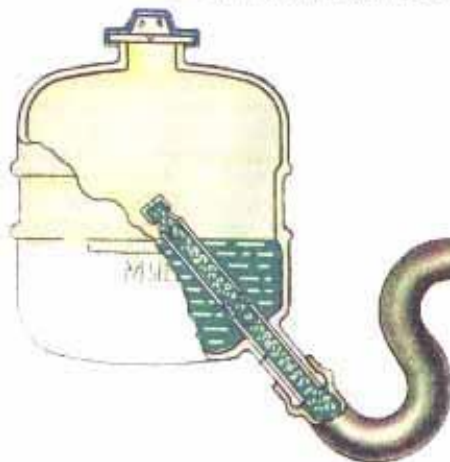
б) большой круг циркуляции

1 - радиатор; 2 - патрубок для циркуляции охлаждающей жидкости; 3 - расширительный бачок; 4 - термостат; 5 - водяной насос; 6 - рубашка охлаждения блока цилиндров; 7 - рубашка охлаждения головки блока; 8 - радиатор отопителя с электровентилятором; 9 - кран радиатора отопителя; 10 - пробка для слива охлаждающей жидкости из блока; 11 - пробка для слива охлаждающей жидкости из радиатора; 12 - вентилятор

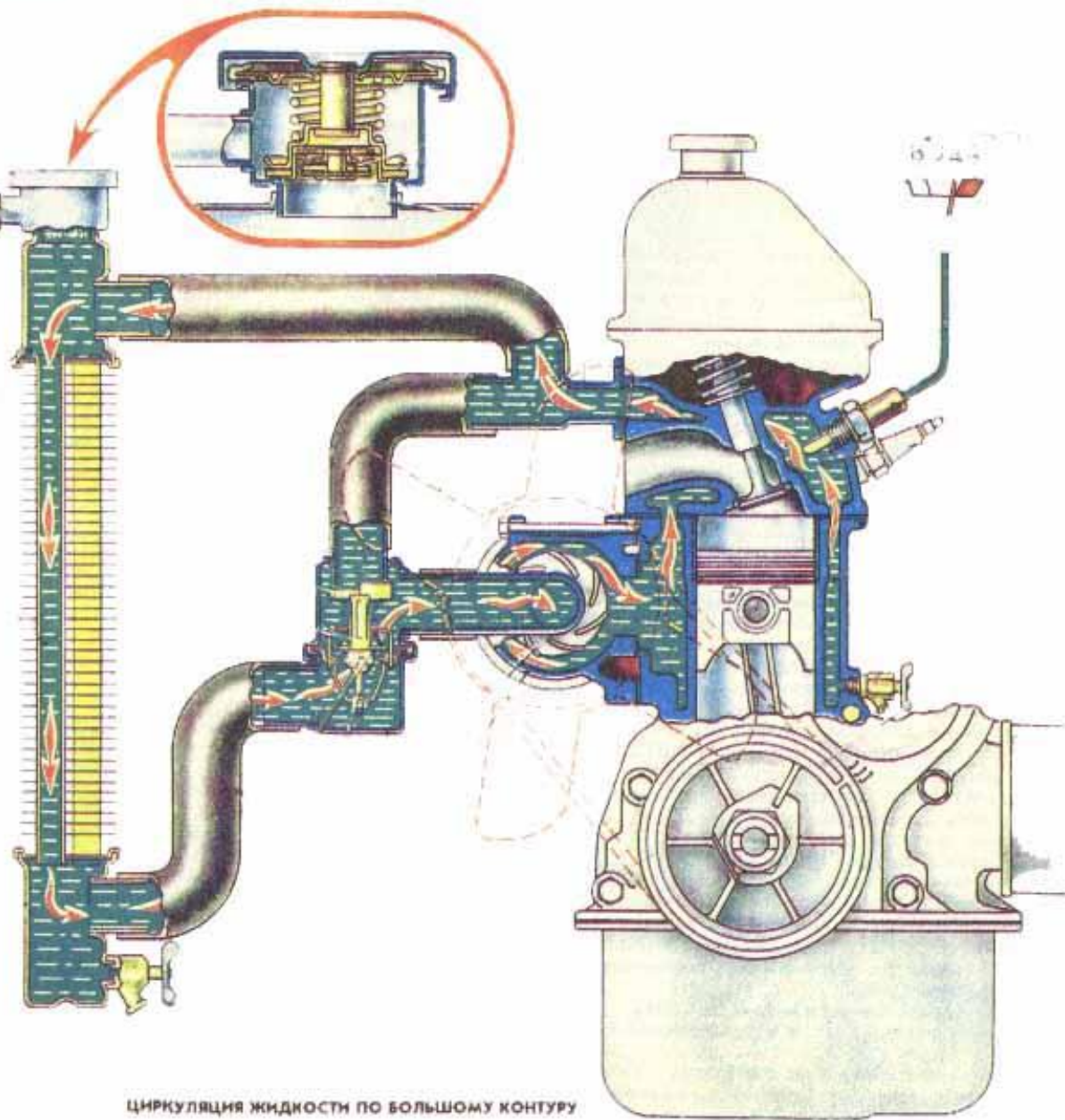
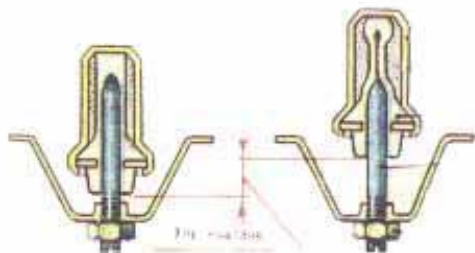
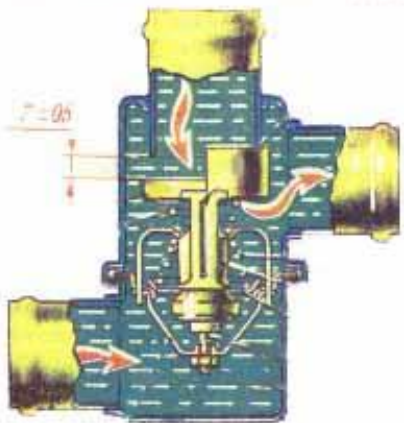
СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ



- циркуляция жидкости по большому кругу
- циркуляция жидкости по малому кругу
- циркуляция жидкости при открытом кране в головке



РАБОТА ТЕРМОСТАТА В МАЛОМ КОНТУРЕ



ЦИРКУЛЯЦИЯ ЖИДКОСТИ ПО БОЛЬШОМУ КОНТУРУ

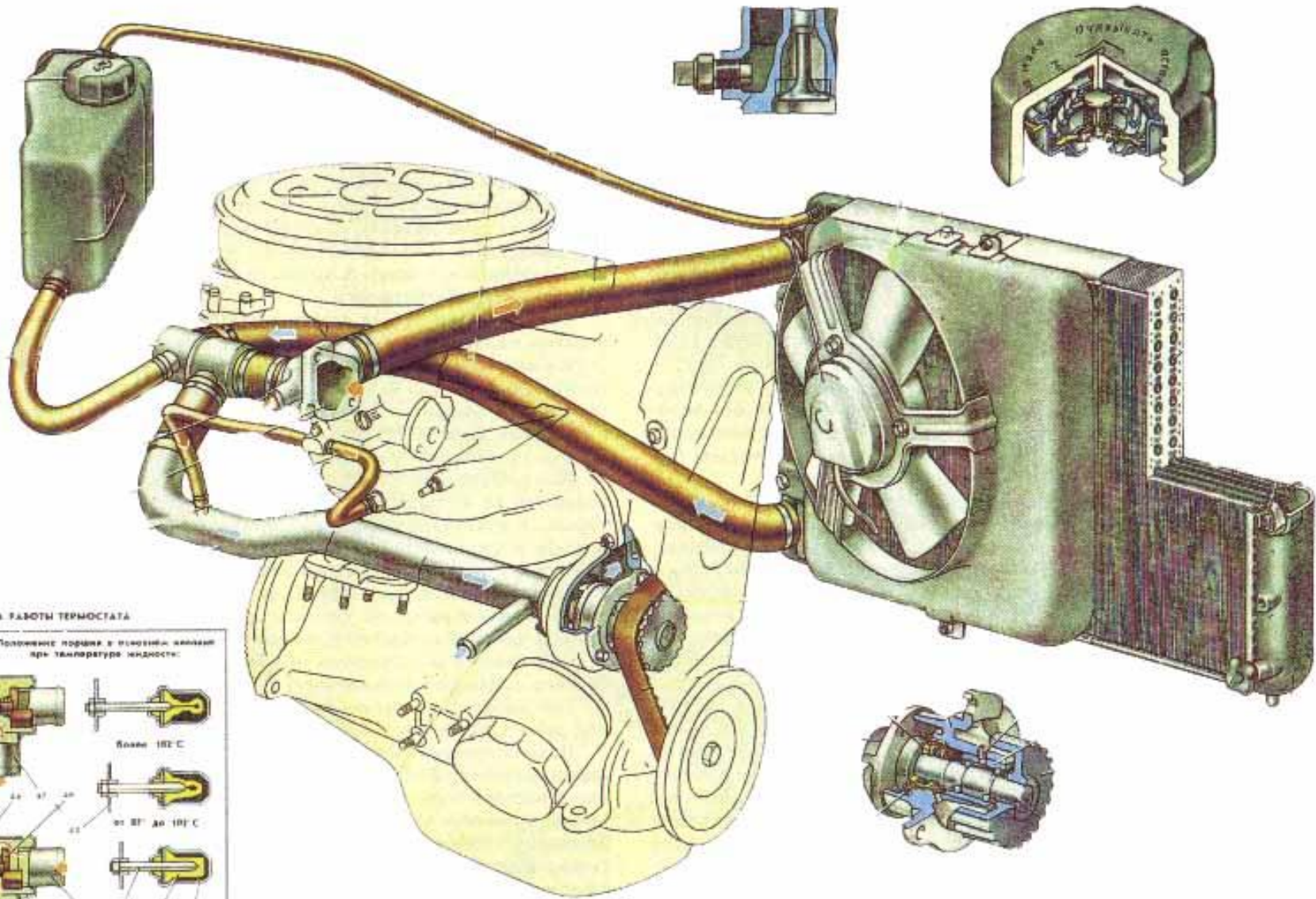
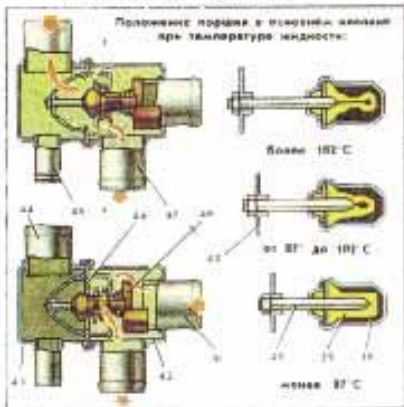


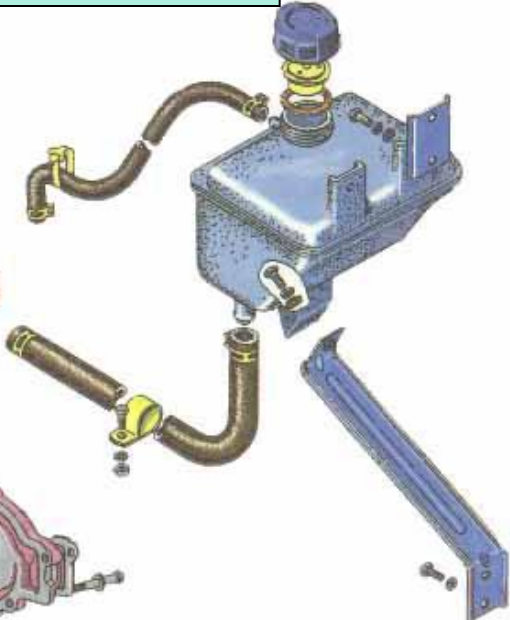
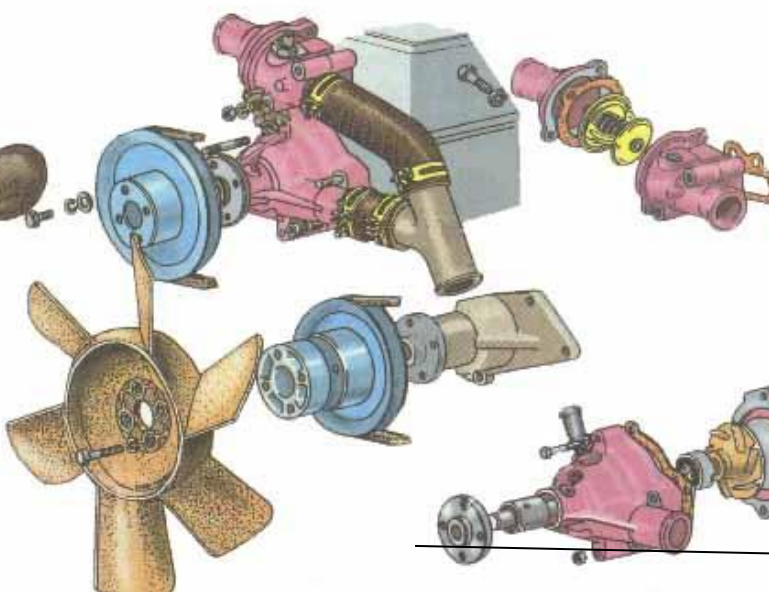
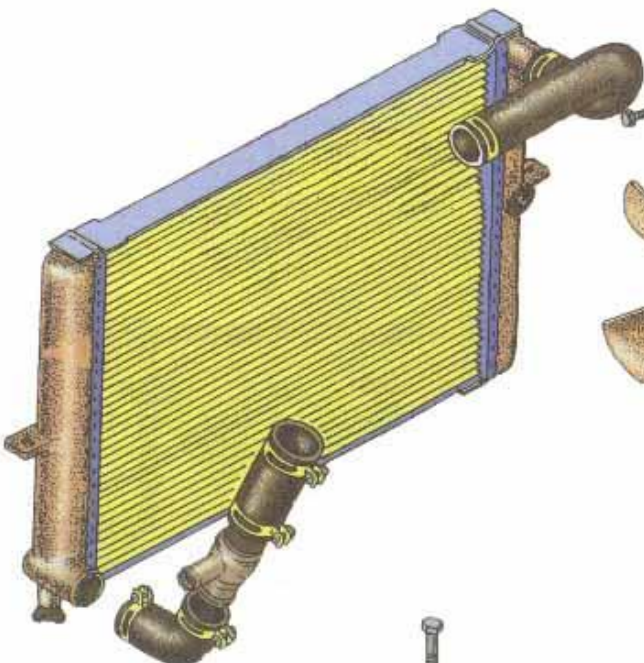
СХЕМА РАБОТЫ ТЕРМОСТАТА



Радиатор

Жидкостной насос

Расширительный бачок



Термостат



Вентилятор

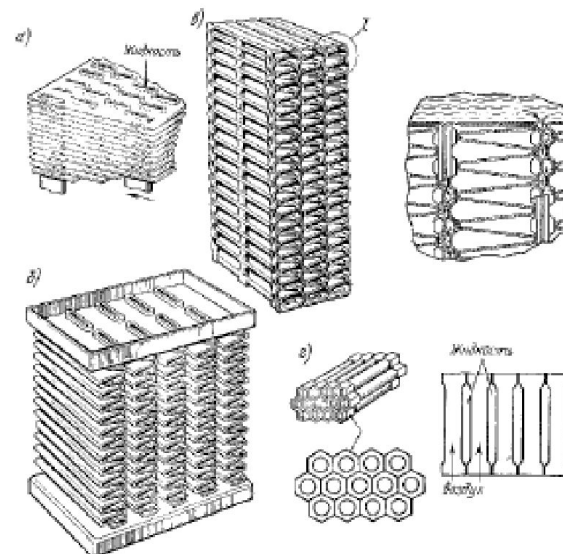
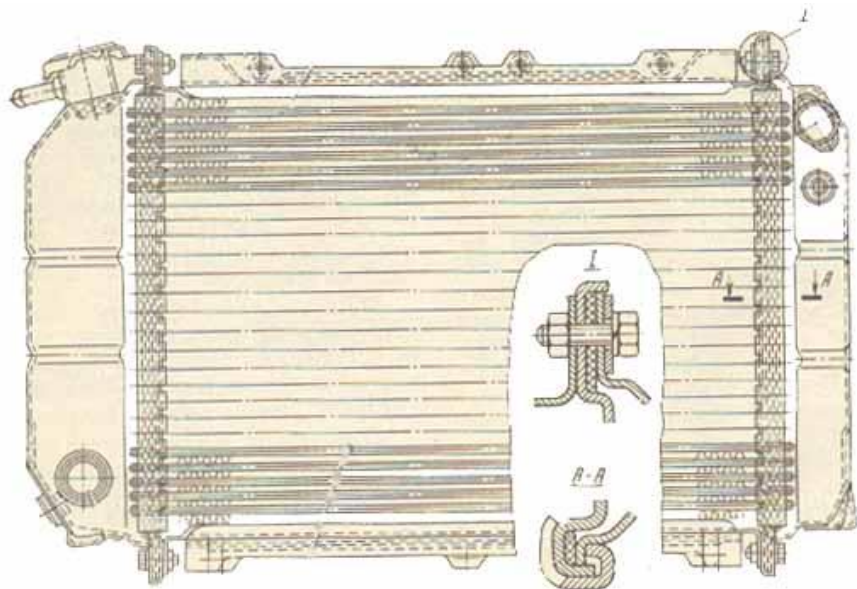
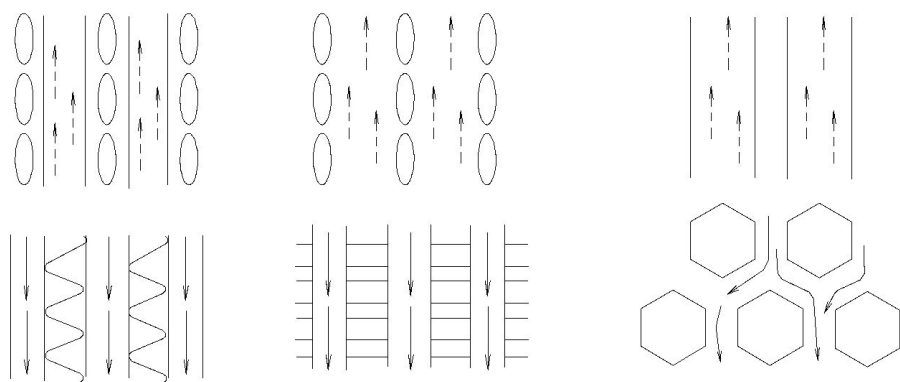


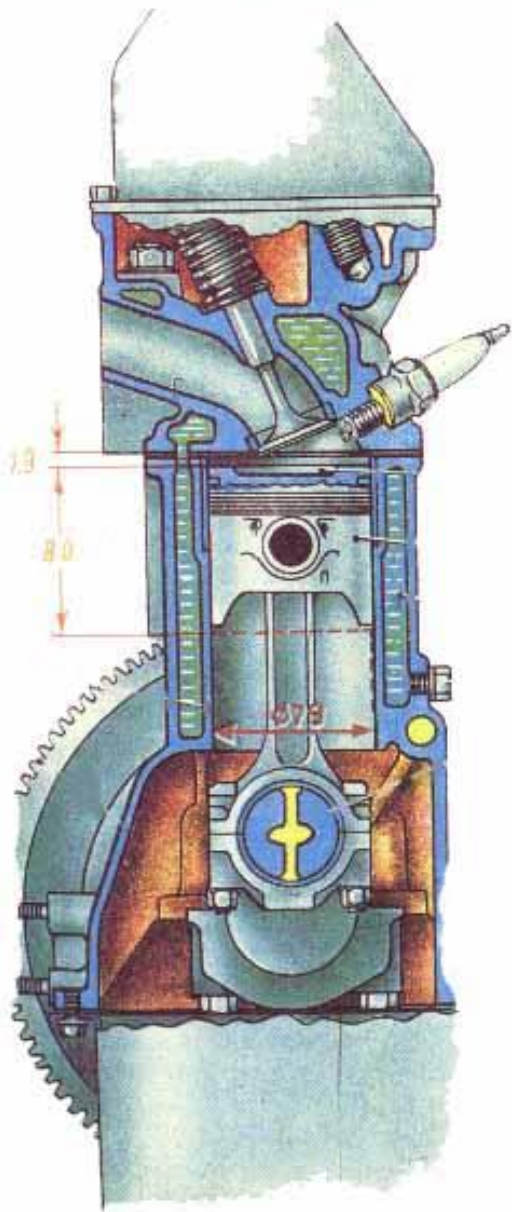
Рис. 12 Решетки радиаторов трубчато-пластинчатого (а); трубчато-ленточного (б); пластинчатого (в); сотового (г).



ВОЗДУХ \dashrightarrow **ВОДА** \longrightarrow

Рисунок 4.8 Типы радиаторов: а) трубчато-ленточный, б) трубчато-пластинчатый, в) сотовый

ДВИГАТЕЛЬ ВАЗ-2104



СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ВАЗ-2104 И ВАЗ-2103

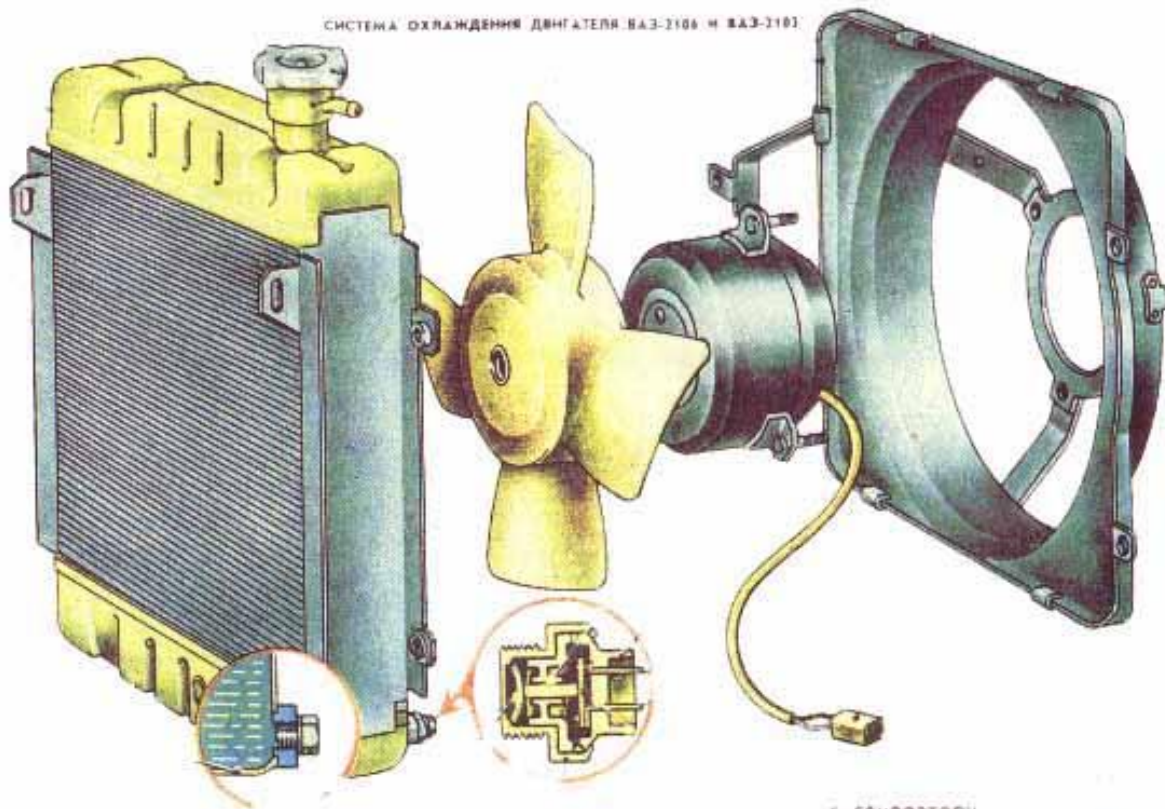
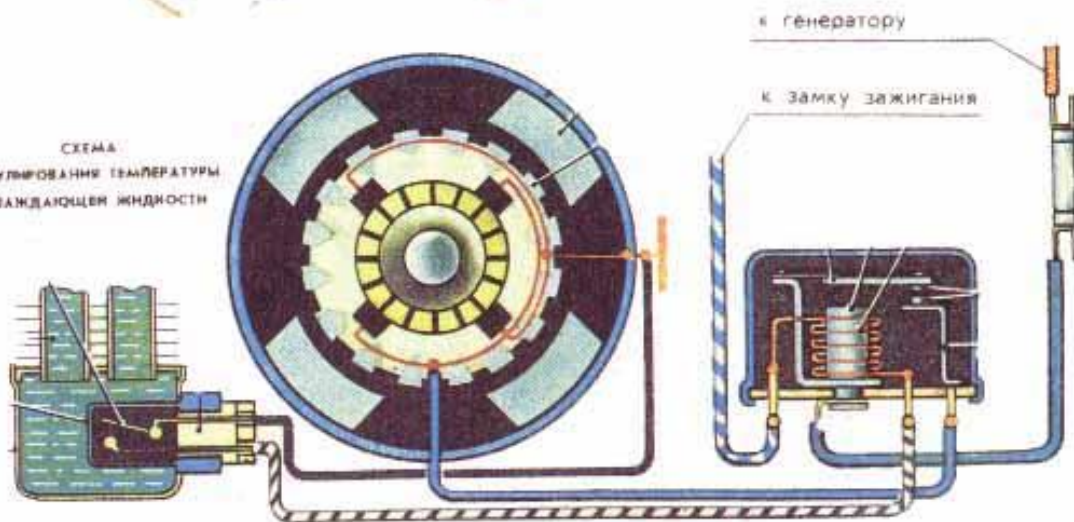
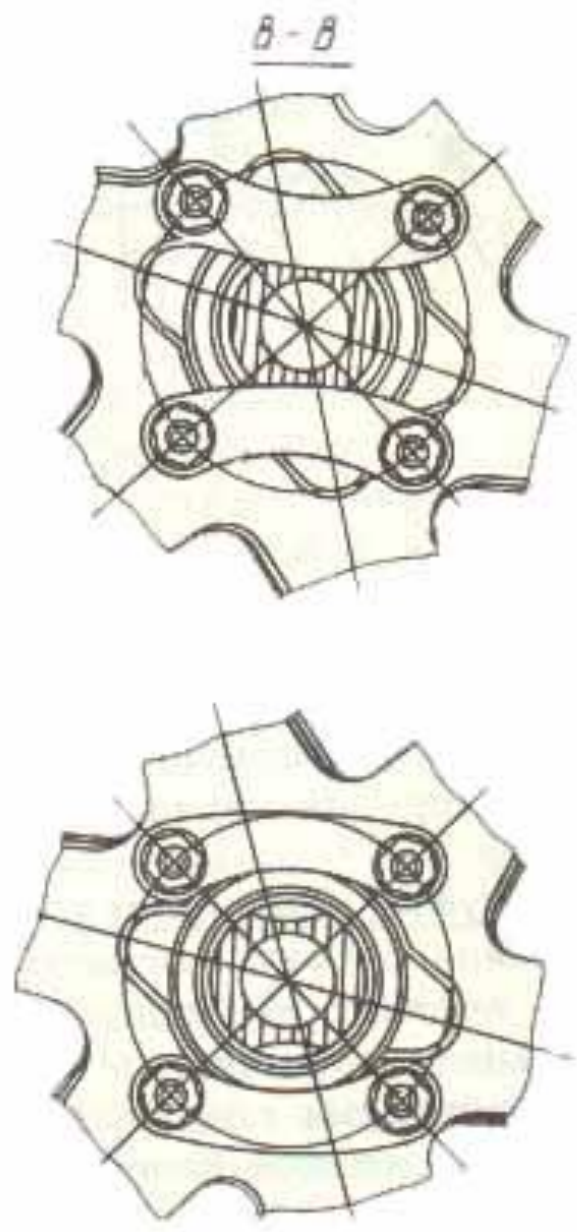
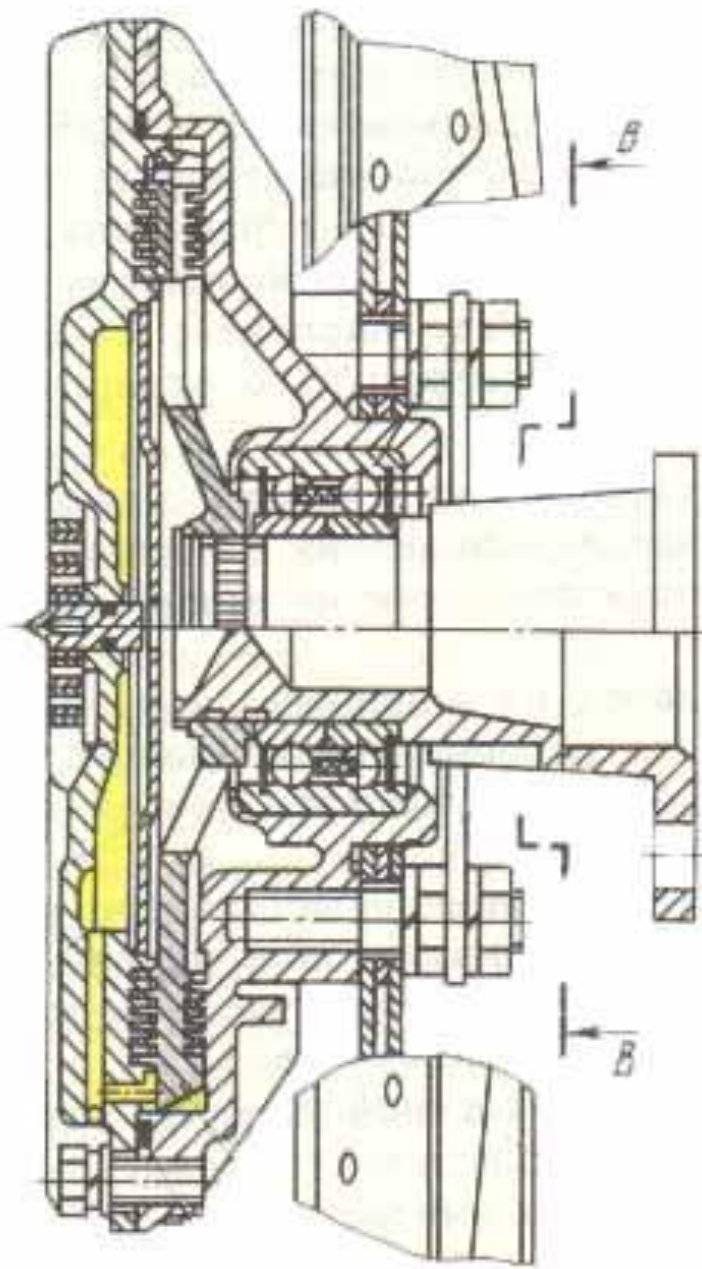
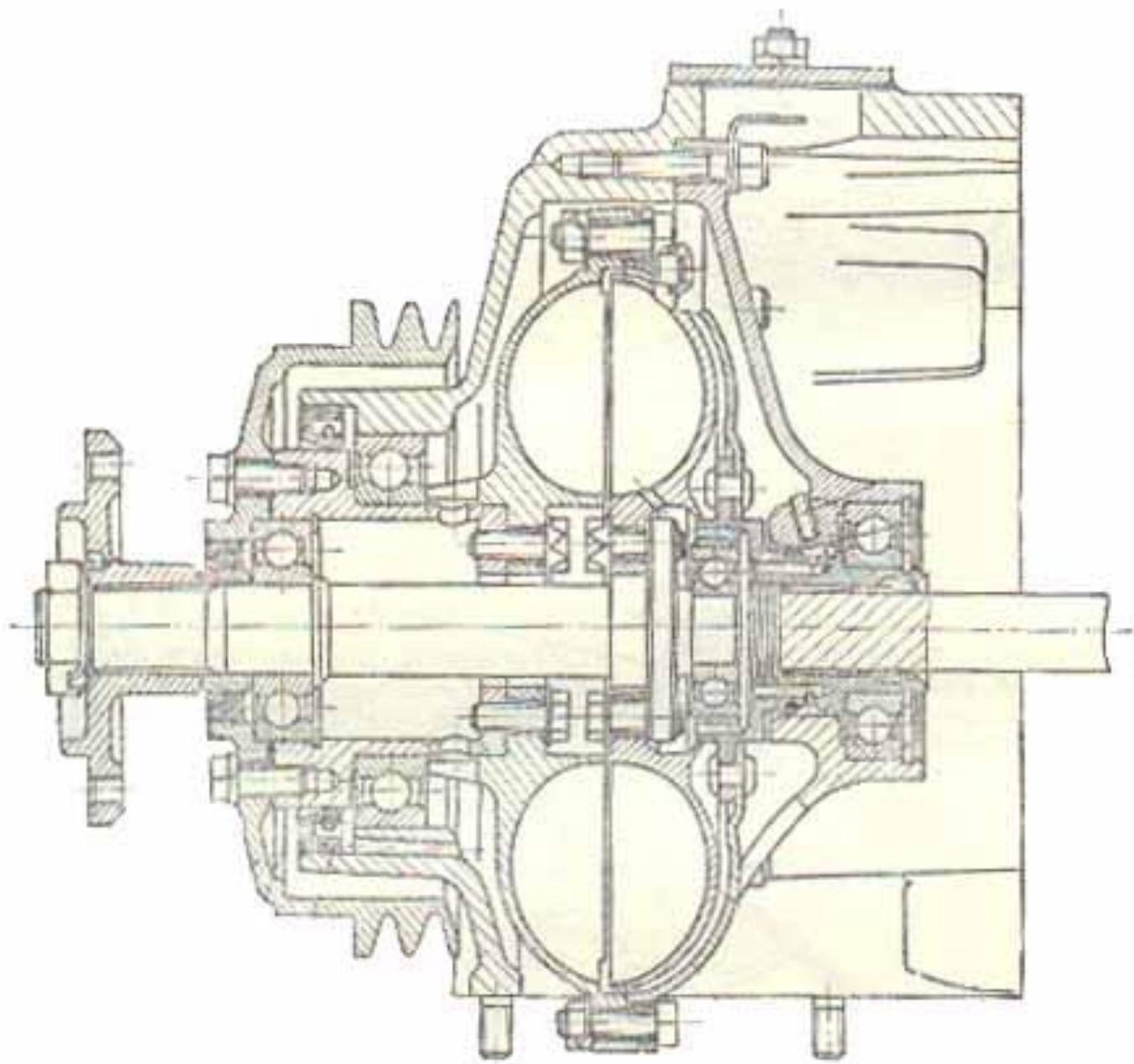
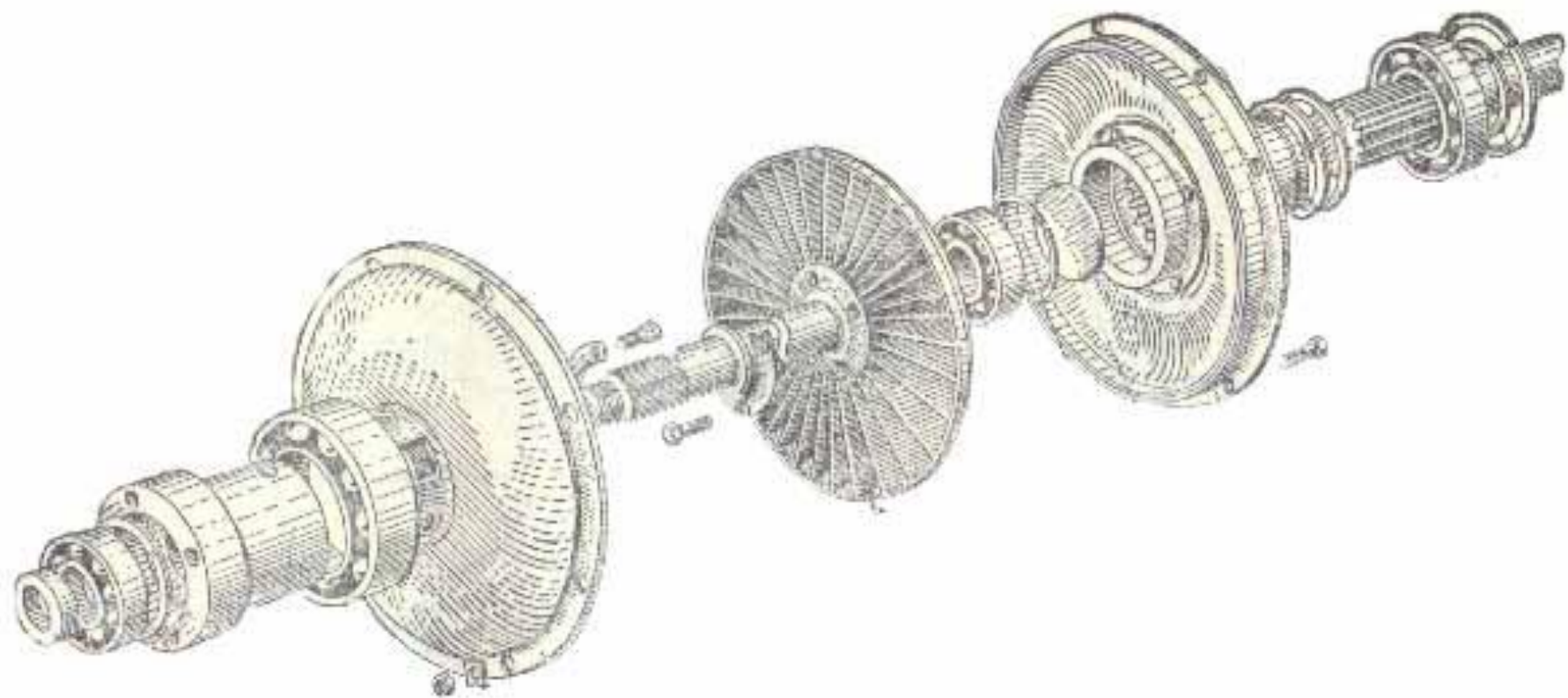


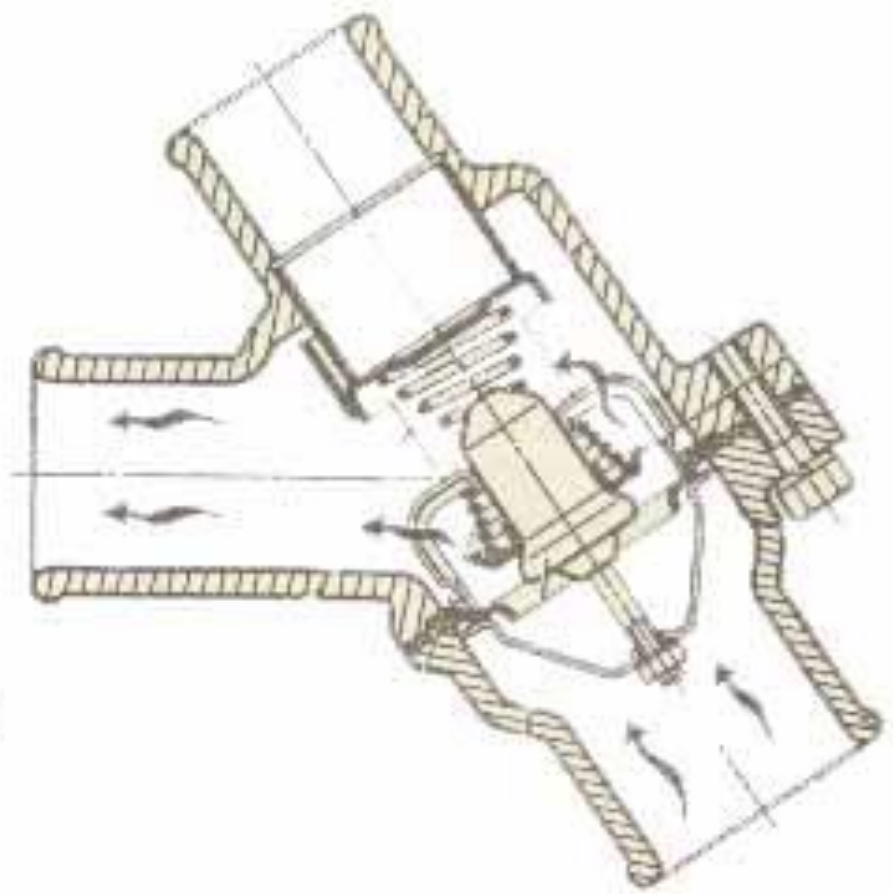
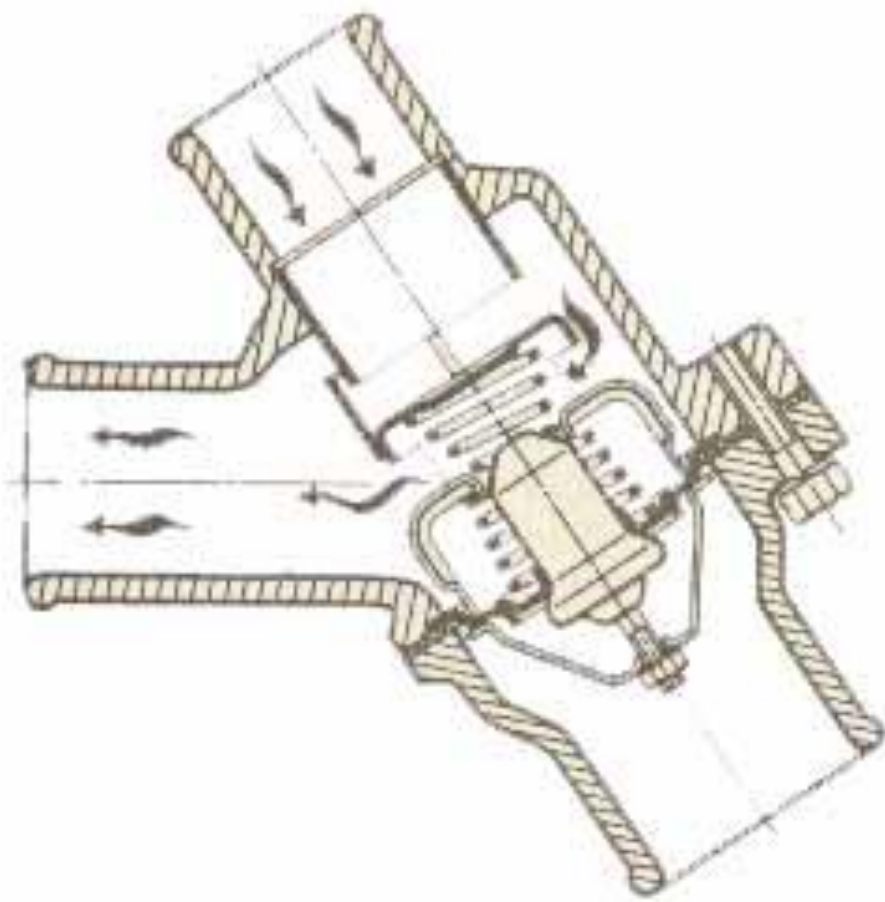
СХЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ



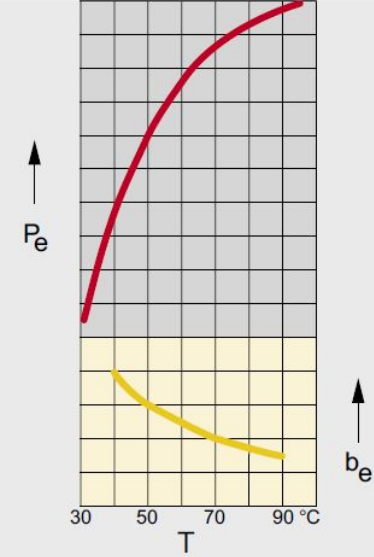






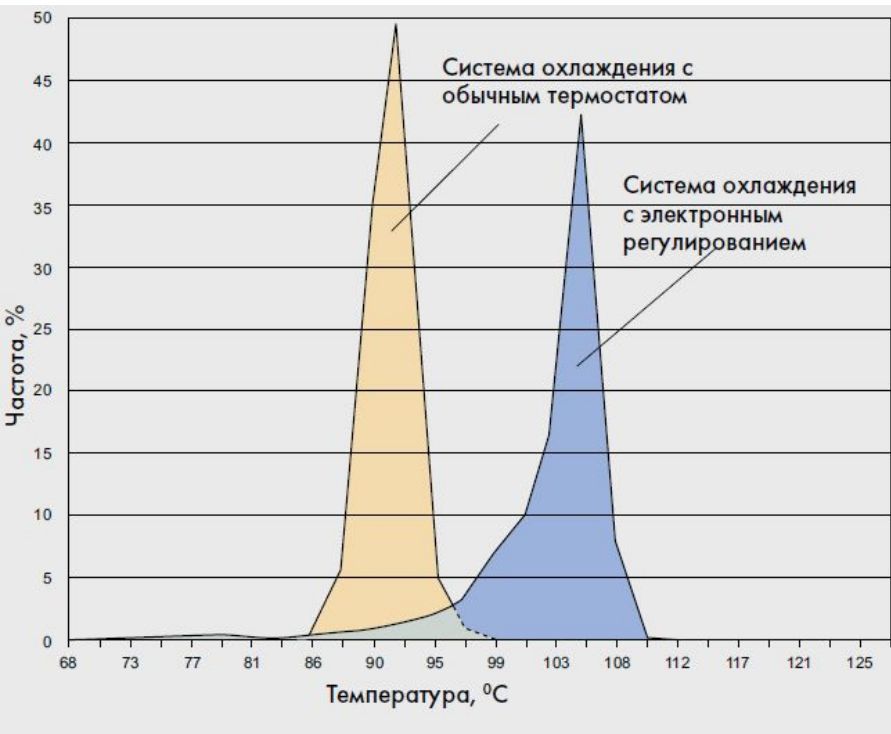


Состав компонентов обеспечивающих электронное регулирование температуры охлаждающей жидкости

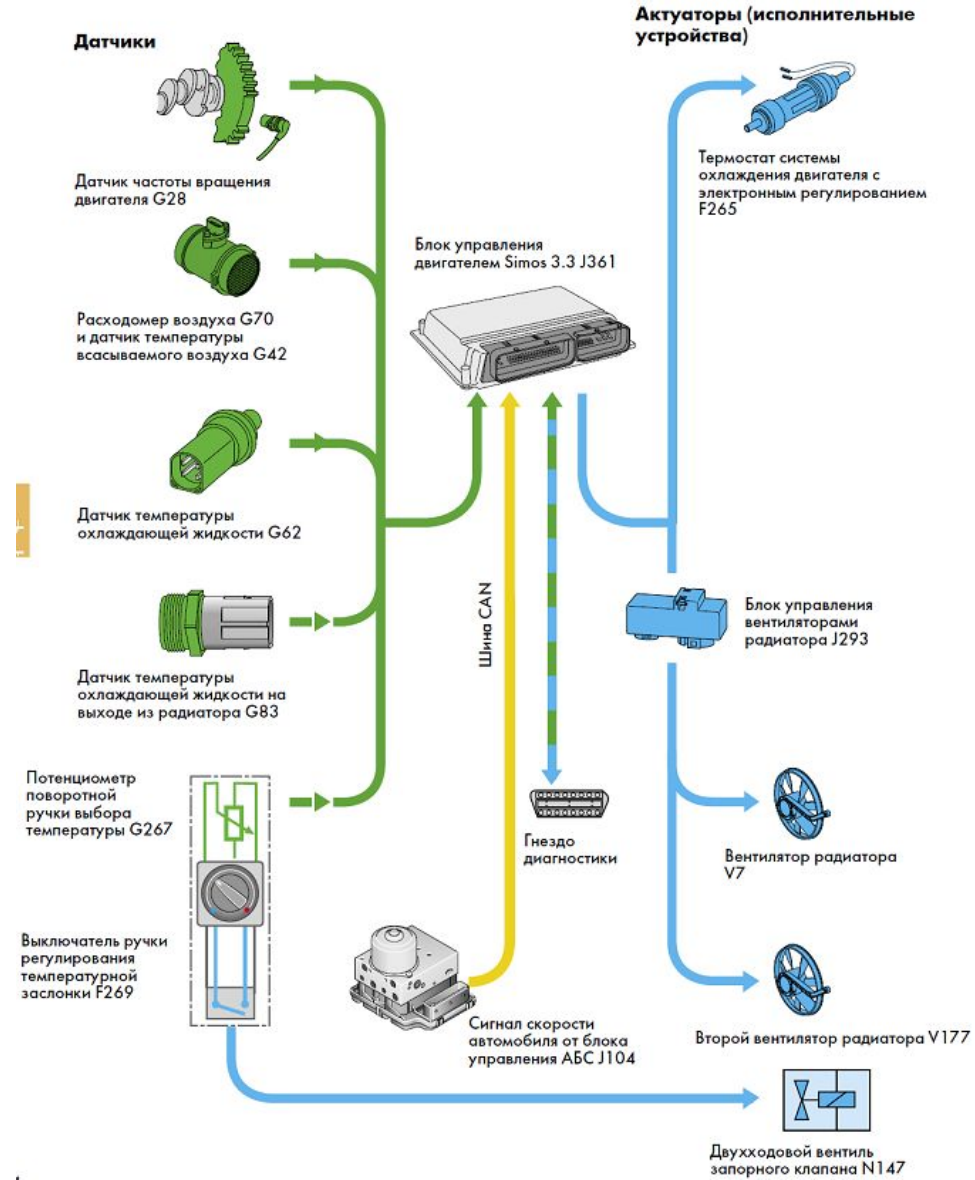


Частота температуры охлаждающей жидкости

P_e = Мощность двигателя
 b_e = Расход топлива
 T = Температура двигателя

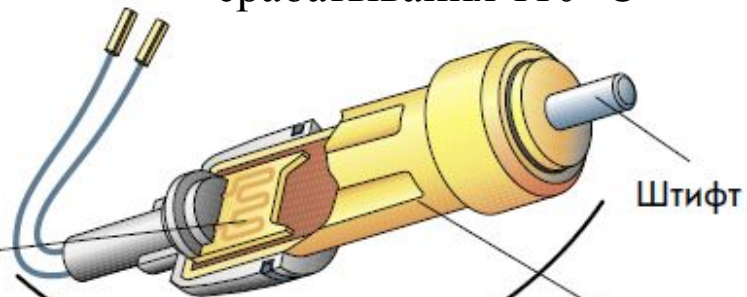
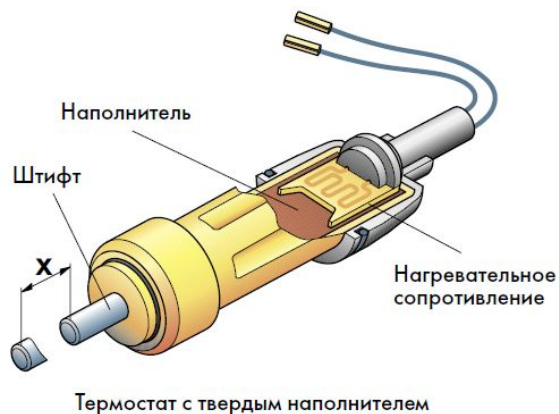


Температура охлаждающей жидкости на выходе из двигателя



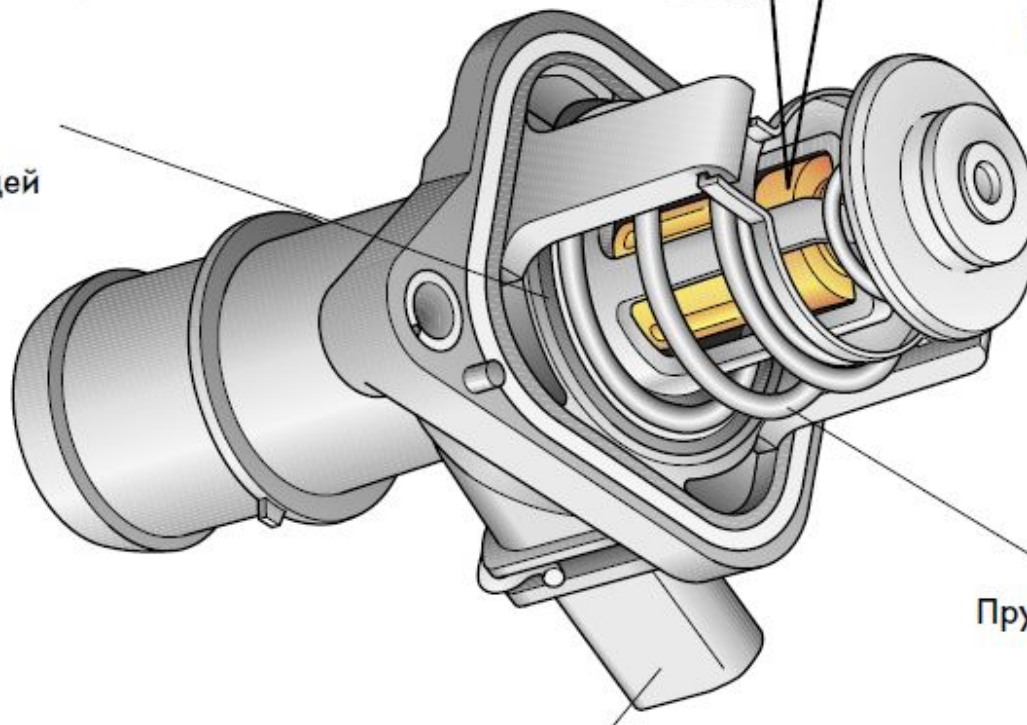
Термостат с электронным управлением

Твёрдый наполнитель термостата, без дополнительного подогрева, рассчитан на температуру срабатывания 110 °С



Нагревательное сопротивление

Большая клапанная тарелка для запираания большого круга циркуляции охлаждающей жидкости



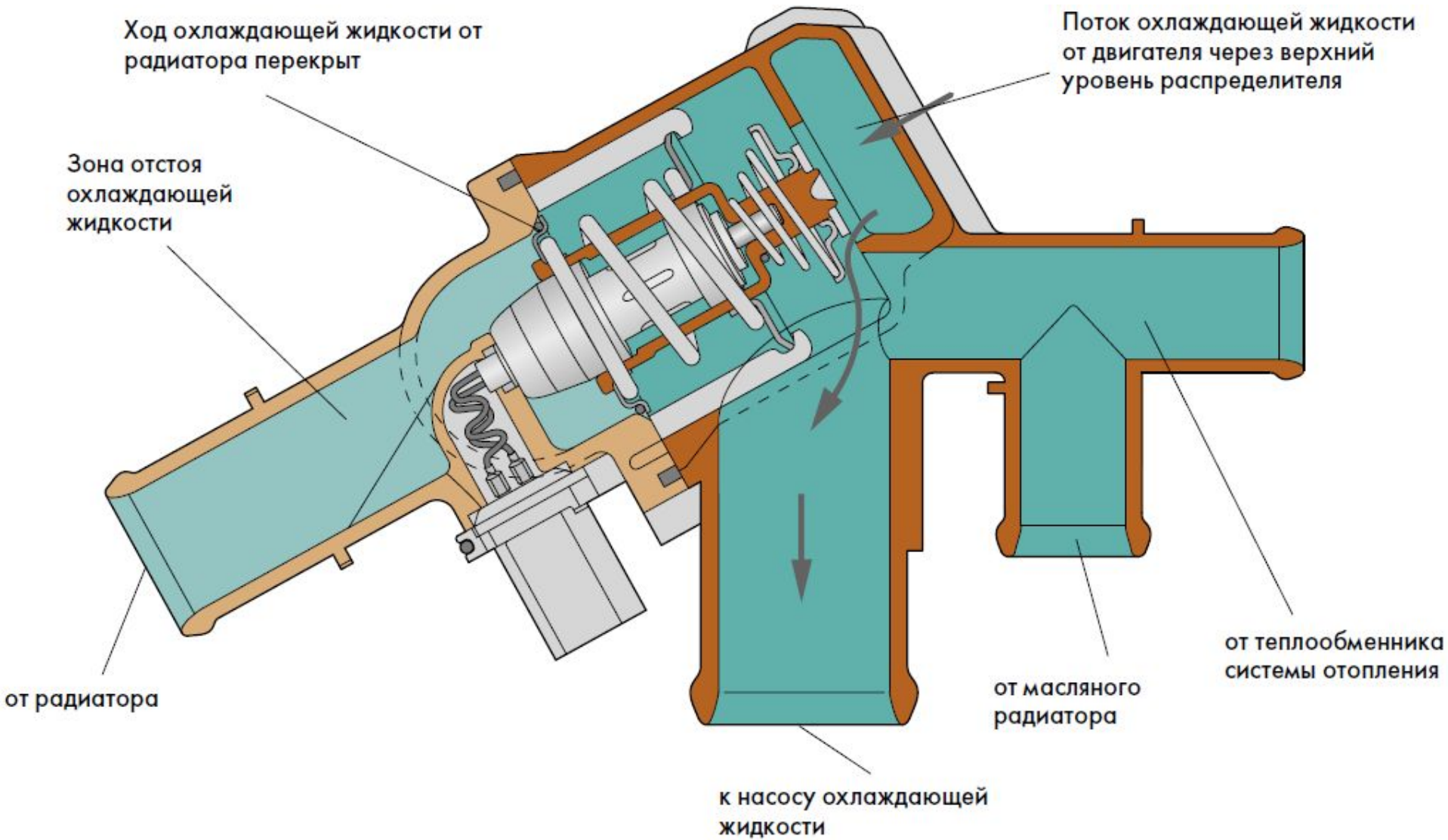
Термостат с твердым наполнителем

Малая клапанная тарелка для запираания малого круга циркуляции охлаждающей жидкости

Пружина

Штекерное соединение подогрева термостата

Ход охлаждающей жидкости по малому кругу циркуляции охлаждающей жидкости



Ход охлаждающей жидкости по большому кругу циркуляции охлаждающей жидкости

