ДВИГАТЕЛЬ | ПОДВЕСКА | СЕРВИС

ТЕХНИЧЕСКАЯ БРОШЮРА
КОМПОНЕНТЫ КЛАПАННОГО МЕХАНИЗМА



RUVILLE
YOUR PARTNER

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ИСТОРИЯ

История развития гидравлических компенсаторов зазора клапанов уходит в начало 30-х годов 20-го века: именно тогда родилась эта идея и в США были зарегистрированы первые патенты. В Америке конца 50-х годов уже 80 % двигателей в легковых автомобилях были в серийном исполнении оснащены гидрокомпенсаторами зазоров клапанов.

В Европе того времени по экономическим причинам разрабатывались относительно малообъёмные, высокооборотные двигатели. Серийное производство автомобилей с гидрокомпенсаторами в Федеративной Республике Германия было начато в 1971 году. Уже в 1987 году многочисленные немецкие, английские, шведские, испанские и японские марки автомобилей были оснащены гидравлическими компенсаторами зазоров клапанов. Число марок автомобилей с гидрокомпенсаторами постоянно увеличивалось, а с 1989 года эта прогрессивная технология начала применяться также во французских и итальянских легковых автомобилях.
Перед инженерами и техниками, занятыми разработкой новых двигателей, встают всё более сложные требования, в частности, требования в отношении:

- экологичности
- уровня шума
- надёжности
- экономичности
- затрат на техническое обслуживание
- мощности

Все эти требования необходимо учитывать при проектировании механизма клапанного газораспределения и его компонентов независимо от конструкции двигателя (верхнеклапанные или нижнеклапанные двигатели). Главной всегда остаётся задача исключить зазор клапанов и обеспечить стабильность рабочих характеристик двигателя в течение всего срока его службы.

В механической системе газораспределения температурное изменение длины и износ деталей газораспределительного механизма неконтролируемо меняют рабочий зазор. В результате этого фазы клапанного газораспределения отклоняются от оптимальной величины.

Гидравлические компенсаторы зазоров клапанов компании RUVILLE согласованы с требованиями, предъявляемыми к механизму клапанного газораспределения в современных двигателях.

Применение гидрокомпенсаторов делает двигатели:

- **малотоксичными**
  Конструктивно оптимизированные фазы газораспределения двигателя, а значит, и показатели состава ОГ, остаются практически неизменными в течение всего срока службы и при любых режимах работы двигателя.
- **малошумными**
  Уровень шума двигателя снижается за счёт предотвращения шумообразующего зазора в клапанах.
- **долговечными**
  Износ замедляется, поскольку между компонентами клапанного механизма постоянно обеспечена жёсткая кинематическая связь, и за счёт этого скорость посадки клапанов остаётся на постоянно низком уровне.
- **экономичными**
  Нет необходимости в регулировке зазора клапанов при первичной сборке.
- **не нуждающимися в техобслуживании**
  Нет необходимости в регулировке зазора клапанов в течение всего срока службы двигателя.
- **высокооборотными**
  Специальная облегчённая конструкция гидрокомпенсаторов компании RUVILLE обеспечивает возможность длительной работы двигателя на высоких оборотах.

2. КЛАПАННЫЙ МЕХАНИЗМ

Для работы двигателя внутреннего сгорания необходимы цикличная подача свежего воздуха и отвод отработанного газа. В четырёхтактном двигателе впуск свежего воздуха и выпуск отработанного газа называют газообменом. В процессе газообмена органы управления цилиндров (впускные и выпускные каналы) периодически открываются и закрываются запорными органами (впускными и выпускными клапанами). Запорные органы призваны выполнять определённые задачи, в частности

- открывать максимально возможное проходное сечение,
- быстро выполнять открывание и закрывание,
- обладать формой, способствующей улучшению характеристик потока, чтобы свести к минимуму потери давления,
- эффективно герметизировать в закрытом состоянии,
- обладать высокой стойкостью.

2.1 Требования

Клапанный механизм подвергается воздействию резких ускорений и замедлений. Связанные с этим силы инерции увеличиваются с ростом числа оборотов и оказывают высокую нагрузку на конструкцию. Кроме того, выпускные клапаны должны выдерживать высокие температуры выходящих отработанных газов. Чтобы компоненты клапанного механизма безупречно работали в таких условия, они должны соответствовать определённым требованиям. В частности, они должны

- обладать высокой прочностью (причём в течение всего срока службы двигателя),
- работать с малыми потерями на трение,
- обеспечивать необходимый отвод тепла от клапанов (особенно это касается выпускных клапанов).

Дополнительно необходимо следить за тем, чтобы компоненты клапанного механизма не направляли ударные импульсы обратно в систему, что может вызвать потерю контакта между жёстко соединёнными компонентами.

2.2 Варианты конструкции

Клапанные механизмы выпускаются нескольких конструкций. Общее для всех конструкций – это привод через распредвал. Клапанные механизмы различают по

- числу клапанов, которые они приводят в действие, и
- числу и положению распредвалов, от которых они получают приводное усилие.

Распредвалы могут быть установлены в двигателе сверху или снизу и называются соответственно верхними или нижними распредвалами.



Клапанный механизм верхнего расположения: расположенные внизу распредвалы установлены под линией раздела между головкой блока цилиндров и блоком цилиндров. Клапанный механизм в таких двигателях называют верхнеклапанным механизмом (Overhead-Valves, тип OHV).



Клапанный механизм с верхним распредвалом: расположенные сверху распредвалы установлены над линией раздела между головкой блока цилиндров и блоком цилиндров. Если используется только один распредвал, конструкция называется: распределительный вал верхнего расположения (Overhead Camshaft, тип OHC).



Клапанный механизм с двумя верхними распредвалами: если установлены два распредвала, конструкцию называют клапанным механизмом с двойным верхним распредвалом (Double Overhead Camshaft, тип DOHC).

Верхнеклапанный механизм
На **фрагменте изображения (1)** показан так называемый верхнеклапанный механизм со штангой толкателя и расположенным внизу распредвалом. При такой конструкции требуется много промежуточных компонентов для передачи движения кулачка на клапан – толкатель, штанга толкателя, двуплечее коромысло, опора коромысла. Усовершенствование двигателей всегда связано с повышением числа оборотов, ведь двигатели должны становиться мощнее, компактнее и легче. Динамика такого развития привела к тому, что верхнеклапанный газораспределительный механизм со штангами толкателей, обладая недостаточной общей жёсткостью, перестал удовлетворять возросшим требованиям в отношении числа оборотов. Необходимо было сократить число подвижных компонентов клапанного механизма.

Фрагмент изображения (2):
Распредвал был перенесён в головку блока цилиндров, что позволило отказаться от штанги толкателя.

Клапанный механизм с верхним распредвалом
Фрагмент изображения (3):
В нижнеклапанном механизме с верхним распредвалом толкатель не используется, распредвал расположен значительно выше, и движение кулачка может передаваться напрямую через двуплечее или кулисное коромысло.

Фрагмент изображения (4):
Данный ГРМ с кулисными коромыслами обладает наиболее жёсткой конструктивной формой из всех рычажно-клапанных механизмов.

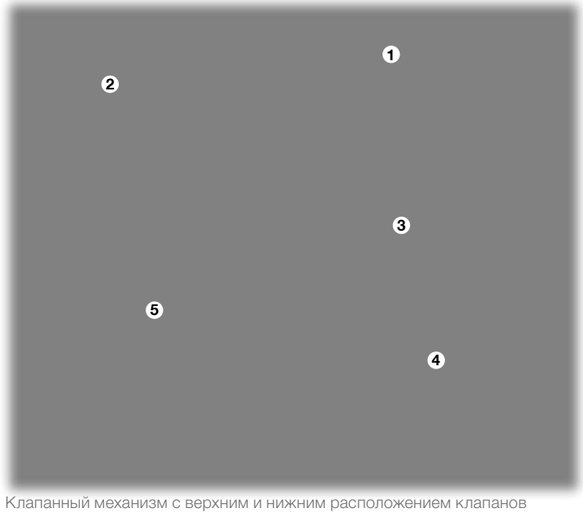
Фрагмент изображения (5):
Клапанные механизмы с верхним распредвалом, клапаны которого приводятся в действие непосредственно тарельчатыми толкателями, пригодны для работы с максимальными числами оборотов. Данный механизм обходится без двуплечих или кулисных коромысел.

Сегодня в серийных двигателях используются все конструктивные исполнения механизма клапанного газораспределения **(фрагменты изображения с (1) по (5)).** В зависимости от того, что является приоритетным при конструировании, – мощность, крутящий момент, рабочий объём, компоновка, производственные расходы и т.д. – инженеры должны взвесить все преимущества и недостатки и принять решение в пользу одного из вариантов конструкции, поэтому все типы механизмов клапанного газораспределения – от газораспределительного механизма со штангами толкателей до компактного клапанного механизма с верхним распредвалом и с непосредственным управлением клапанами – имеют право на существование.

2.3 Зазор в клапанах

В закрытом состоянии система привода клапанов должна иметь заданный зазор – т.н. клапанный зазор. Он служит для компенсации изменения длины и размеров компонентов, появляющихся в условиях меняющейся температуры или в результате износа, например

- из-за колебаний температуры различных компонентов двигателя (напр., в головке блока цилиндров),
- из-за применения материалов с различными коэффициентами теплового расширения,
- из-за износа мест контакта между распредвалом и клапаном,
- из-за износа мест контакта между клапаном и седлом клапана.



Клапанный механизм с верхним и нижним расположением клапанов

2.4 Регулировка зазоров клапанов

При первичной сборке механического клапанного механизма, а затем через определённые интервалы, по-прежнему необходима регулировка зазора в клапанах с помощью регулировочных винтов или регулировочных колец. Наряду с этим утвердилась также автоматическая регулировка зазоров клапанов с помощью гидрокомпенсаторов. Гидрокомпенсаторы обеспечивают снижение нестабильности перекрытия кривых профилей кулачков во всех рабочих циклах в течение всего срока службы двигателя и, тем самым, неизменно низкий уровень токсичности выбросов.

Последствия слишком маленького или слишком большого зазора в клапанах – от появления шумов в клапанном механизме до повреждения двигателя. Ещё один важный момент – более высокий уровень загрязнения окружающей среды из-за ухудшения показателей токсичности ОГ. Ниже приведены возможные последствия слишком маленького или слишком большого зазора в клапанах.

Слишком маленький клапанный зазор

Клапан открывается раньше и закрывается позже

- Из-за сокращённого времени закрытия теплоотвод от тарелки к седлу клапана недостаточен.
- Тарелка выпускного клапана нагревается, а при перегреве клапан срывает.
  - повреждение двигателя

Клапан закрывается не полностью

- Есть вероятность, что выпускной или впускной клапан при горячем двигателе закрывается не полностью.
- Выпускной клапан всасывает отработанный газ, а из впускного клапана пламя бьёт назад во впускной тракт.
- Возникают потери горючей смеси и мощности, мощность двигателя падает.
  - ухудшение показателей токсичности ОГ
- Клапаны перегреваются из-за постоянно проходящих мимо горячих отработанных газов, а в результате тарелки и седла клапанов прогорают.

Высокая механическая нагрузка на клапан

- Появление шумов в клапанном механизме

Слишком большой клапанный зазор

Клапан открывается позже и закрывается раньше

- В результате время открытия короче, а проходное сечение меньше.
- В цилиндр попадает слишком мало горючей смеси, мощность двигателя падает.
  - ухудшение показателей токсичности ОГ

Высокая механическая нагрузка на клапан

- Появление шумов в клапанном механизме.
- Шейка клапана изгибается.
  - повреждение двигателя

Подробные сведения по регулировке зазоров клапанов при использовании тарельчатых толкателей, а также кулисных и двуплечих коромысел можно найти в следующей, 3-й главе «Конструкция и принцип действия компонентов клапанного механизма».

3. КОНСТРУКЦИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ КОМПОНЕНТОВ КЛАПАННОГО МЕХАНИЗМА

3.1 Тарельчатые толкатели

Привод клапанов с тарельчатыми толкателями – это клапанный механизм с непосредственным приводом. Между клапаном и распредвалом нет никаких передаточных звеньев. Движение кулачка передаётся через торец тарельчатого толкателя непосредственно на клапан. Непосредственные приводы отличаются очень хорошими показателями жёсткости и одновременно сТ этим небольшим весом движущихся масс. Поэтому даже при высоком числе оборотов они обладают хорошими характеристиками. Тарельчатые толкатели передают усилие со скольжением, т.е. при этом возникают потери из-за трения между торцом тарелки толкателя и кулачком. За счёт подбора подходящих материалов эти потери можно снизить до минимума. Для снижения износа кулачок отшлифован по косой и установлен с боковым смещением по отношению к тарельчатому толкателю, чтобы при каждом соприкосновении тарельчатый толкатель поворачивался на определённый угол.



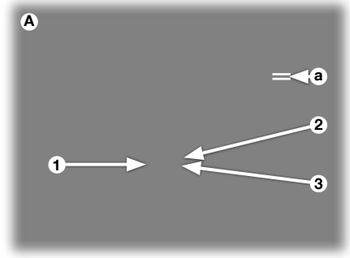
Привод клапанов с тарельчатыми толкателями

1. Паз для выемки
2. Регулировочное кольцо
3. Тарелка толкателя
4. Торец тарелки толкателя
5. Тарелка толкателя
6. Регулировочное кольцо
7. Тарелка толкателя

3.1.1 Механический тарельчатый толкатель

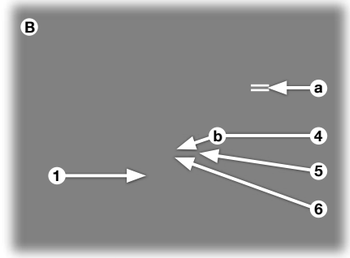
Свойства механического тарельчатого толкателя:

- корпус из стали
- непосредственный привод клапана
- клапанный зазор регулируется механическим способом



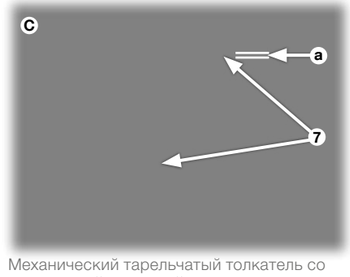
Механический тарельчатый толкатель с верхним регулировочным кольцом

Свойства
Регулировочное кольцо
- вставлено в корпус без фиксации,
- предлагается различной толщины,
- богатый выбор колец из различных материалов, прошедших различную термическую обработку,
- определяет своей толщиной клапанный зазор **(a).**



Механический тарельчатый толкатель с нижним регулировочным кольцом

Свойства
- толщина регулировочного кольца задаёт базовый зазор **(b)** между основной окружностью кулачка и торцом тарелки толкателя
- очень низкая масса тарельчатого толкателя, что снижает усилие пружины клапана и мощность трения
- большая зона контакта с кулачком



Механический тарельчатый толкатель со ступенчатой толщиной торца

Свойства
- клапанный зазор регулируется толщиной торца тарельчатого толкателя **(a)**
- минимальный вес тарельчатого толкателя
- усилие пружины клапана (а тем самым и мощность трения) снижаются
- большая зона контакта с кулачком
- могут производиться с очень малыми затратами

1. История
2. Клапанный механизм
3. Конструкция и принцип действия компонентов клапанного механизма
4. Системы регулирования фаз газораспределения
5. Текущий ремонт и сервисное обслуживание
6. Диагностика повреждений, оценка повреждений

3.1.2 Гидравлический тарельчатый толкатель

Свойства

- непосредственный привод клапана
- очень высокая жёсткость клапанного механизма
- клапанный зазор компенсируется автоматически
- не нуждается в техобслуживании в течение всего срока службы
- клапанный механизм работает с очень низким уровнем шума
- постоянный низкий уровень токсичности ОГ в течение всего срока службы

A. Тарельчатый толкатель с предохранителем утечки
Во время фазы покоя двигателя масло из внешнего резервуара вытечь не может, что улучшает характеристики многократного запуска.

B. Тарельчатый толкатель с нижним всасыванием
Имеющийся объём масла лучше используется, что улучшает характеристики многократного запуска.

C. Тарельчатый толкатель с лабиринтом

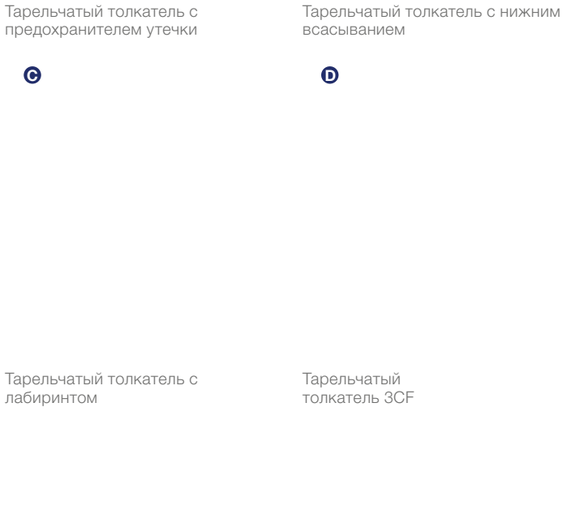
- комбинация предохранителя утечки и нижнего всасывания
- значительно улучшенные характеристики многократного запуска

D. Тарельчатый толкатель 3CF (3CF = цилиндрическая контактная поверхность кулачка)

- с цилиндрической контактной поверхностью кулачка для обеспечения блокировки вращения
- простота подачи масла
- ускорение открывания и закрывания
- за счёт применения направляющей толкателя объёмный расход масла на 80 % меньше
- низкое удельное давление при контакте с кулачком
- обеспечена более эффективная характеристика перемещения клапана при меньшем диаметре толкателя, а за счёт этого...
  - минимальная масса толкателя,
  - максимальная жёсткость,
  - пониженная мощность трения



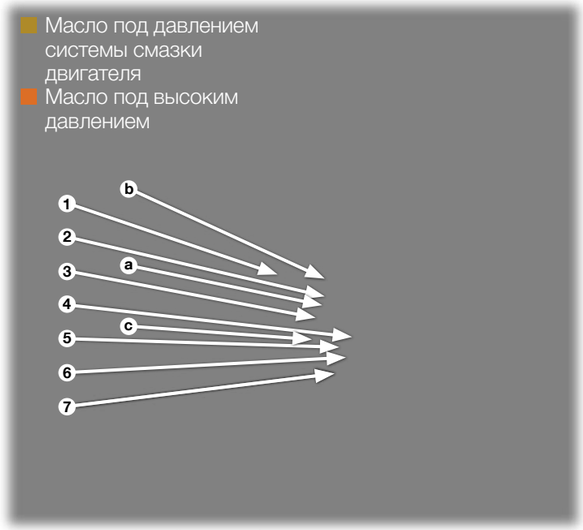
Гидравлический тарельчатый толкатель



Тарельчатый толкатель с предохранителем утечки | Тарельчатый толкатель с нижним всасыванием

Тарельчатый толкатель с лабиринтом | Тарельчатый толкатель 3CF

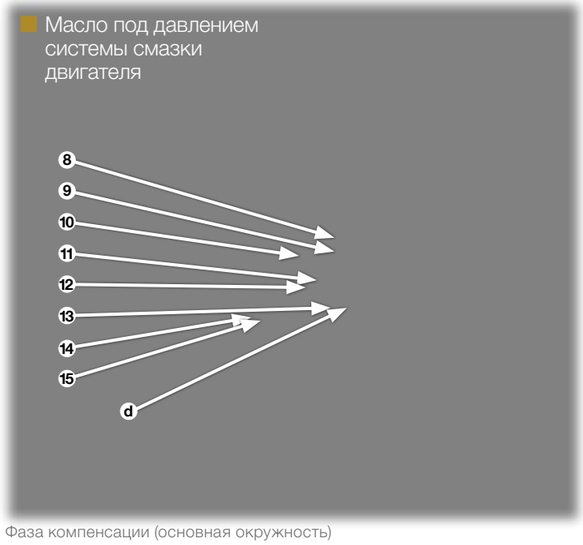
Гидравлическая компенсация зазоров клапанов при использовании тарельчатого толкателя



Фаза опускания (подъём кулачка)

- На тарельчатый толкатель действуют усилие пружины клапана двигателя и силы инерции.
- Расстояние между поршнем и внутренним корпусом сокращается, а за счёт этого из камеры высокого давления через пропускной зазор выжимается небольшое количество масла **(a)** и отводится назад в масляный резервуар **(b).**
- В конце фазы опускания возникает небольшой клапанный зазор.
- Через входное отверстие и/или направляющий зазор выжимается небольшое количество масла с воздухом **(c).**

1. Наружный корпус
2. Поршень
3. Внутренний корпус
4. Шарик клапана
5. Пружина клапана
6. Колпачок клапана
7. Возвратная пружина



Фаза компенсации (основная окружность)

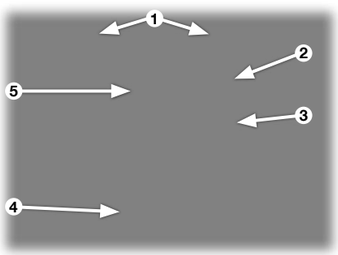
- Возвратная пружина разжимает поршень и внутренний корпус, компенсируя тем самым клапанный зазор.
- За счёт разности давления в камере высокого давления и в масляном резервуаре (поршня) открывается шариковый обратный клапан.
- Масло из масляного резервуара **(10)** через маслоперепуск, масляный резервуар **(9)** и шариковый обратный клапан перетекает в камеру высокого давления **(d).**
- Шариковый обратный клапан закрывается; в клапанном механизме вновь создана жёсткая кинематическая связь.

8. Маслоперепуск
9. Масляный резервуар (поршня)
10. Масляный резервуар (наружный корпус)
11. Пропускной зазор
12. Направляющий зазор
13. Камера высокого давления
14. Маслоподводящий паз
15. Входное отверстие

1. История
2. Клапанный механизм
3. Конструкция и принцип действия компонентов клапанного механизма
4. Системы регулирования фаз газораспределения
5. Текущий ремонт и сервисное обслуживание
6. Диагностика повреждений, оценка повреждений

3.2 Кулисные коромысла с опорным компенсатором

Кулисные коромысла изготавливаются преимущественно из стального листа. Контакт с кулачком обычно создаёт ролик, установленный на подшипнике качения (роликовое кулисное коромысло). Помимо этого кулисные коромысла могут изготавливаться из стали по методу прецизионного литья. По сравнению с тарельчатыми толкателями короткие коромысла создают более низкие моменты инерции и дают возможность создавать конструкции с меньшей массой на стороне клапанов. Однако в отношении жёсткости роликовые кулисные коромысла значительно уступают тарельчатым толкателям. Для различных конструкций клапанного механизма требуются кулачки различных форм. Кулачки для привода клапанов с роликовыми кулисными коромыслами – по сравнению с кулачками для привода клапанов с тарельчатыми толкателями – обладают большим радиусом скругления вершины и вогнутыми боковыми поверхностями, обеспечивая – в зависимости от передаточного отношения – меньший ход кулачков. Распредвал находится над роликом, который обычно располагается по центру между клапаном и опорным компенсатором. Такое расположение кулисного коромысла хорошо подходит для четырёхклапанных дизельных двигателей. В этих двигателях клапаны расположены параллельно или под небольшим углом друг к другу, поэтому достаточное расстояние между распредвалами образуется только при использовании кулисных коромысел.



Кулисное коромысло с опорным компенсатором

1. Распредвалы
2. Роликовое кулисное коромысло
3. Пружина клапана
4. Клапан
5. Опорный гидрокомпенсатор

Свойства кулисного коромысла
- контакт между коромыслом и кулачком преимущественно с помощью кулачкового ролика, установленного на подшипнике качения
- очень низкое трение в клапанном механизме
- простота монтажа головки блока цилиндров
- простота подачи масла в головку блока цилиндров
- требует лишь незначительного монтажного пространства



Кулисное коромысло из стального листа

Свойства
- изготовлено из листовой стали методом пластической деформации
- свободный выбор высоты направляющих серёг на клапане
- на выбор: с масляным жиклёром
- на выбор: с предохранительной скобой, которая упрощает монтаж головки блока цилиндров
- очень высокая доля несущей поверхности на участке сферического гнезда и опоры клапана
- экономически очень выгодно



Литое кулисное коромысло

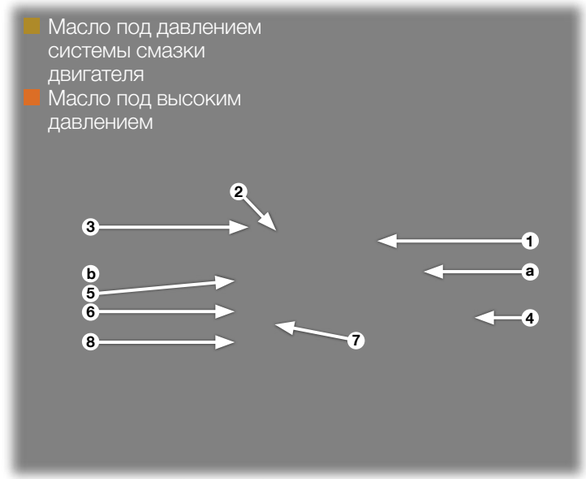
Свойства
- возможна сложная форма коромысла
- выдерживает высокие нагрузки
- высокая жёсткость, зависит от варианта конструкции
- низкий момент инерции массы, зависит от варианта конструкции



Опорный гидрокомпенсатор

Свойства
- защищёно от разборки с помощью многоугольного кольца
- надёжно гасит высокие поперечные силы

Гидравлическая компенсация зазоров клапанов при использовании кулисного коромысла
Опорный гидрокомпенсатор **(b)** нагружается усилием пружины клапана и силами инерции, что ведёт к уменьшению расстояния между поршнем **(5)** и корпусом **(6).** Из камеры высокого давления через пропускной зазор выжимается небольшое количество масла и возвращается в масляный резервуар через маслосборную канавку и входное отверстие. В конце фазы опускания возникает небольшой зазор в клапанном механизме. Небольшое количество масла с воздухом выжимается через входное отверстие **(8)** и пропускной зазор.

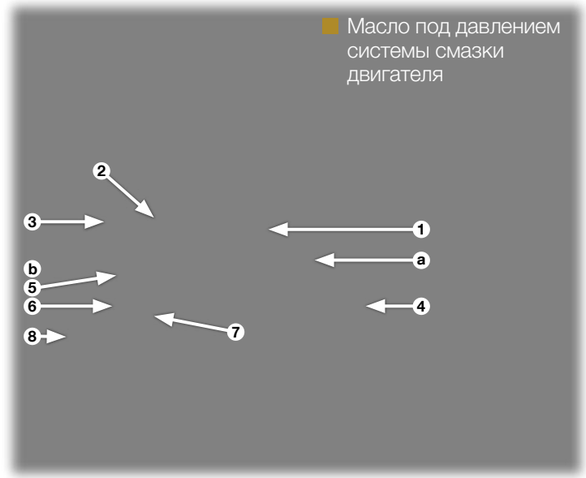


Фаза опускания (подъём кулачка)

Возвратная пружина разжимает поршень **(5)** и корпус **(6),** компенсируя тем самым клапанный зазор. За счёт разности давления в камере высокого давления и в масляном резервуаре открывается обратный клапан. Масло через обратный клапан перетекает из масляного резервуара в камеру высокого давления. Обратный клапан закрывается, а в клапанном механизме вновь создаётся жёсткая кинематическая связь.

1. Кулачковый ролик
2. Масляный жиклёр (факультативно)
3. Предохранительная скоба (факультативно)
4. Направляющая серьга
5. Поршень
6. Корпус
7. Удерживающее кольцо (многоугольное кольцо)
8. Отверстие для удаления воздуха/ отверстие для сброса давления

a. Кулисное коромысло из стального листа, с кулачковым роликом
b. Опорный компенсатор



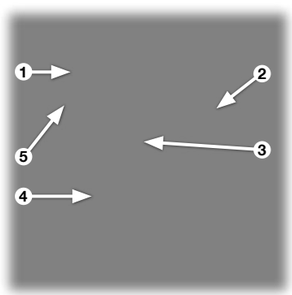
Фаза компенсации (основная окружность)

1. История
2. Клапанный механизм
3. Конструкция и принцип действия компонентов клапанного механизма
4. Системы регулирования фаз газораспределения
5. Текущий ремонт и сервисное обслуживание
6. Диагностика повреждений, оценка повреждений

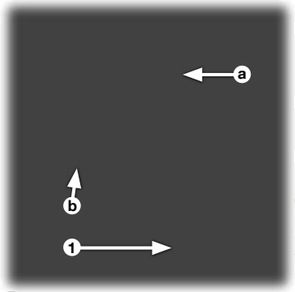
3.3 Двуплечее коромысло со вставным компенсатором

В приводах клапанов с двуплечими коромыслами распредвал расположен под одним из концов коромысла. Движение кулачков передаётся на коромысло усилием скольжения или через ролик (роликовое двуплечее коромысло). Для уменьшения потерь на трение в современных двуплечих коромыслах используются кулачковые ролики, установленные на игольчатых подшипниках. На другом конце двуплечего коромысла находится гидравлический компенсатор зазоров клапанов (напр., вставной гидрокомпенсатор) или подстроечный винт для механической регулировки зазора клапанов. Этот конец двуплечего коромысла приводит в действие впускной или же выпускной клапан. Точка контакта между компенсатором (вставным компенсатором) и клапаном всегда должна находиться на конце стержня клапана. Двуплечее коромысло выполняет качательные движения, поэтому поверхность контакта вставного компенсатора с органом управления клапаном должна быть слегка выпуклой (сферической) формы. Это обеспечивает очень малую площадь прилегания, что приводит к относительно большому удельному давлению на конец стержня клапана. Если это давление оказывается слишком высоким, используют вставные компенсаторы с поворотной ножкой или ползуном. Поворотная ножка (или ползун) соединена со вставным компенсатором с помощью шарового шарнира и поэтому всегда плоско прилегает к концу стержня клапана. Площадь контакта увеличивается, и удельное давление на конец стержня клапана уменьшается.

1. Двуплечее коромысло
2. Вставной гидрокомпенсатор
3. Распредвал
4. Клапан
5. Пружина клапана



Кулисное коромысло с опорным компенсатором

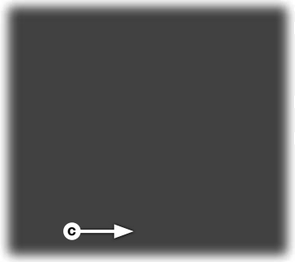


Двуплечее коромысло

Свойства
- Корпус **(a)** двуплечего коромысла изготавливают преимущественно из алюминия

В корпус встроены:
- кулачковый ролик, установленный на игольчатом подшипнике **(1)**
- вставной гидрокомпенсатор **(b)**

Благодаря использованию двуплечего коромысла трение в клапанном механизме чрезвычайно низкое. Кроме того, достаточно лишь небольшого монтажного пространства, т.к. все клапаны могут приводиться в действие одним распредвалом.



Вставной гидрокомпенсатор с ползуном

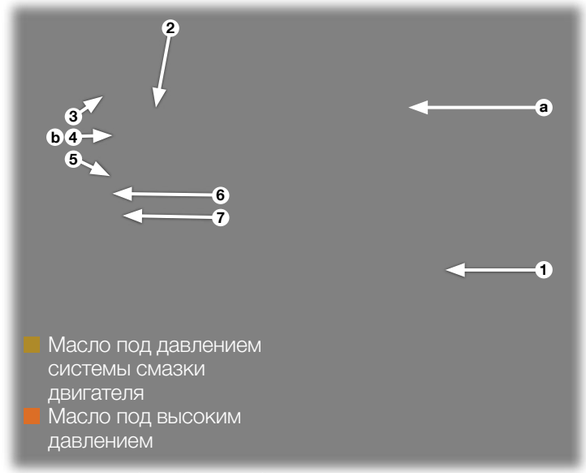
Свойства
- ползун установлен на вставном компенсаторе с помощью шарового соединения, что позволяет ему поворачиваться
- ползун (c) изготовлен из закалённой стали
- очень низкое удельное давление при контакте с клапаном


Вставной гидрокомпенсатор без ползуна

Свойства
- Вдостаточно лишь небольшого монтажного пространства
- малый вес (незначительная движущаяся масса)
- экономически очень выгоден

Общие свойства вставных гидрокомпенсаторов
- компенсируют зазор клапанов автоматически
- не нуждаются в техобслуживании
- отличаются очень низким уровнем шума
- обеспечивают постоянный низкий уровень токсичности ОГ в течение всего срока службы
- подача масла во вставные компенсаторы выполняется через ось двуплечего коромысла, от которой отверстия в коромысле ведут к вставным компенсаторам

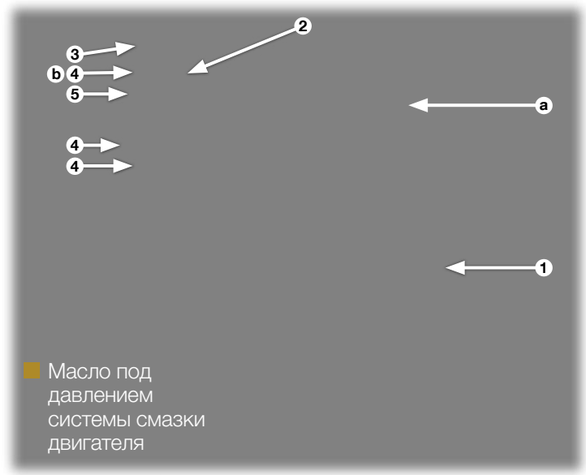
Гидравлическая компенсация зазоров клапанов при использовании двуплечего коромысла
Вставной гидрокомпенсатор **(b)** нагружается усилием пружины клапана и силами инерции, что ведёт к уменьшению расстояния между поршнем **(4)** и корпусом **(5).** Из камеры высокого давления через пропускной зазор выжимается небольшое количество масла и возвращается в масляный резервуар через маслосборную канавку и входное отверстие. В конце фазы опускания возникает небольшой зазор в клапанном механизме. Небольшое количество масла с воздухом выжимается через входное отверстие и пропускной зазор.



Фаза опускания (подъём кулачка)

Возвратная пружина разжимает поршень **(4)** и корпус **(5),** компенсируя тем самым клапанный зазор. За счёт разности давления в камере высокого давления и в масляном резервуаре открывается шариковый обратный клапан. Масло через шариковый обратный клапан перетекает из масляного резервуара в камеру высокого давления. Шариковый обратный клапан закрывается, а в клапанном механизме вновь создаётся жёсткая кинематическая связь.

1. Кулачковый ролик
2. Масляный канал
3. Опорная шайба
4. Поршень
5. Корпус
6. Обойма из стального листа или пластика
7. Ползун
a. Двуплечее коромысло
b. Вставной компенсатор



Фаза компенсации (основная окружность)

3.4 Качающееся коромысло со вставными компенсаторами

В приводах клапанов с качающимися коромыслами распредвал расположен поверх коромысла и может приводить в действие несколько клапанов одновременно. Приведение в действие выполняется двумя кулачками, которые через два ролика (роликовое



1. История
2. Клапанный механизм
3. Конструкция и принцип действия компонентов клапанного механизма
4. Системы регулирования фаз газораспределения
5. Текущий ремонт и сервисное обслуживание
6. Диагностика повреждений, оценка повреждений

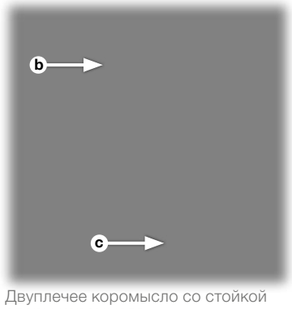
3.5 Верхнеклапанный механизм

В двигателях с нижним расположением распредвала расстояние между кулачками и коромыслами относительно большое. В этом случае возвратно-поступательное движение кулачка передаётся на коромысло с помощью штанги толкателя. Штанги толкателя используются в сочетании со специальными повторителями кулачков, или толкателями. Они создают контакт с кулачком через поверхность скольжения (плоские или грибовидные толкатели) или через ролик (роликовые толкатели), а кроме того, обеспечивают ведение штанги толкателя.



Гидравлический роликовый толкатель

Свойства
- оснащён специальной внутренней маслопроводной системой (лабиринтная конструкция)
- улучшает способность работы в аварийном режиме, даже если система подачи масла под давлением не оптимальна
- автоматически компенсирует зазор клапанов
- не нуждается в техобслуживании
- отличается очень низким уровнем шума
- обеспечивает постоянный низкий уровень токсичности ОГ в течение всего срока службы

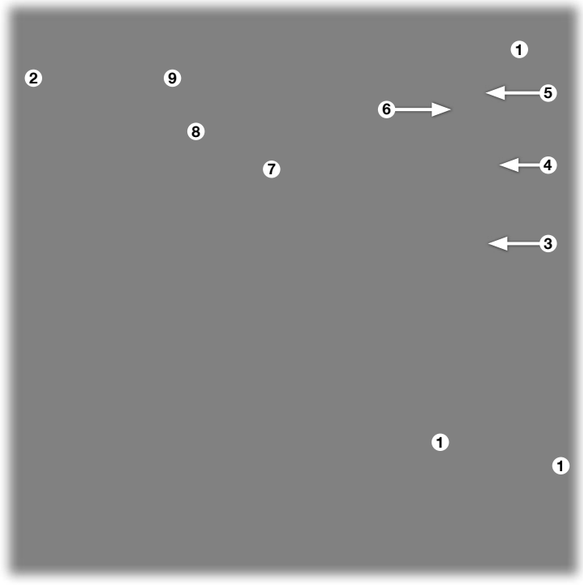


Двуплечее коромысло со стойкой опоры коромысла

Свойства
- поставляется в виде монтажного узла коромысла в сборе с опорой коромысла
- двуплечее коромысло является поворотным
- двуплечее коромысло **(b)** установлено на игольчатом подшипнике **(6)** на стойке опоры коромысла **(c)**
- движется с малыми потерями на трение



Элементы верхнеклапанного механизма



1. Гидравлический роликовый толкатель
2. Двуплечее коромысло
3. Кулачковый ролик
4. Корпус
5. Поршень
6. Предохранитель от проворачивания
7. Штанга толкателя
8. Стойка опоры двуплечего коромысла
9. Игольчатый подшипник

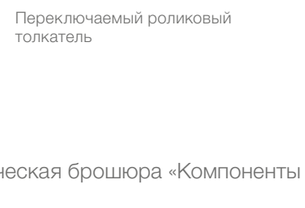
3.6 Переключаемые компенсаторы зазоров клапанов

Инженеры-термодинамики и конструкторы двигателей ещё в начале 20-го века работали над передачей на клапан движения кулачков с различными кривыми профиля, о чём свидетельствует множество патентов. Ужесточение предписаний по уровню токсичности ОГ и снижению расхода топлива при одновременном повышении запросов к возможностям автомобиля, в частности, в отношении мощности, крутящего момента и управляемости, приводит к повышению требований к эксплуатационной гибкости клапанного механизма. Сегодня уже реализованы системы изменения профиля кулачков с различными повторителями кулачков, такими как переключаемые двуплечие коромысла, кулисные коромысла и тарельчатые толкатели. Изменение профиля кулачков используется для того, чтобы можно было в зависимости от рабочей точки реализовать различные кривые перемещения клапанов, т.е. добиться оптимального хода клапанов. Для этого необходимо, чтобы для каждого альтернативного хода клапана имелся собственный кулачок, выполняющий роль элемента передачи движения; это не относится к случаям нулевого хода, т.е. приостановки клапана, – тогда элемент, действующий на клапан, опирается на кулачок без выступа.
Отключение цилиндров (приостановка работы клапанов) используется преимущественно в многоцилиндровых двигателях с большим рабочим объёмом (напр., с 8-ю, 10-ю или 12-ю цилиндрами). Данный метод преследует целью свести до минимума потери на процессы газообмена (наносные или дроссельные потери), т.е. перенести рабочую точку. На основе равноотстоящего (равномерного) порядка зажигания можно «переключить» распространённые V-образные 8- и 12-цилиндровые силовые агрегаты, превратив их в 4- и 6-цилиндровые рядные двигатели. Испытания, проведённые с V-образным 8-цилиндровым двигателем, показали, что при обычных ездовых циклах отключение цилиндров приводит к экономии топлива на 8-15 %. Для приостановки работы клапана устанавливают второй кулачок без выступа для каждого повторителя кулачка. В этом случае элемент, передающий движение кулачка, разобщается с клапаном.

Движение элемента передачи усилия выполняется вхолостую, поэтому говорят о «мёртвом» ходе. При этом пропадает связь с пружиной клапана, поэтому возникающие силы инерции необходимо компенсировать с помощью другой пружины (т.н. пружины мёртвого хода). Та часть клапанного механизма, для которой не запланирована приостановка (отключение цилиндров), продолжает без изменений выполнять возвратно-поступательные движения. На деактивированных цилиндрах распредвал лишь противодействует усилиям пружин мёртвого хода, которые в четыре-пять раз меньше усилий соответствующих пружин клапанов. За счёт этого снижаются потери на трение.

Переключаемый механический тарельчатый толкатель

Переключаемый опорный компенсатор



Переключаемый роликовый толкатель

Работа переключаемого тарельчатого толкателя

Фаза основной окружности (процесс переключения)

- Опорная пружина **(7)** прижимает внешний толкатель **(6)** к упору внутреннего толкателя **(5).**
- Внутренний толкатель **(5)** находится в контакте с внутренним кулачком **(2);** между наружным кулачком **(1)** и внешним толкателем **(6)** имеется небольшой зазор.
- При пониженном давлении масла в системе смазки двигателя подпружиненный блокирующий поршень **(4)** соединяет внешний толкатель **(6)** с внутренним толкателем **(5).**
- Когда давление масла в системе смазки двигателя превышает давление переключения, управляющий поршень **(3)** отжимает блокирующий поршень **(4)** назад во внешний толкатель **(6),** в результате чего внешний толкатель **(6)** разобщается с внутренним толкателем **(5).**
- Гидрокомпенсатор **(8)** во внутреннем толкателе **(5)** компенсирует клапанный зазор.

Фаза подъёма кулачка, с разблокировкой (нулевой или частичный ход)

- Наружная кулачковая пара **(1)** перемещает внешний толкатель **(6)** вниз против усилия опорной пружины **(7).**
- Клапан двигателя следует профилю внутреннего кулачка **(2).**
- Если все клапаны цилиндра деактивированы (внешний толкатель **(6)** разблокирован), цилиндр можно отключить, что значительно сокращает расход топлива.

Фаза подъёма кулачка, с блокировкой (полный ход)

- Наружная кулачковая пара **(1)** перемещает сблокированные друг с другом внешний толкатель **(6)** и внутренний толкатель **(5)** вниз и открывает клапан двигателя.
- Гидрокомпенсатор **(8)** оказывается под нагрузкой.
- Небольшое количество масло выжимается из камеры высокого давления через пропускной зазор.
- При переходе в фазу основной окружности клапанный зазор ликвидируется.



Положения переключения переключаемого механического тарельчатого толкателя

1у Наружный кулачок

1. Поршень
2. Направляющая
3. Возвратная пружина
4. Блокирующий поршень
5. Внутренний толкатель
6. Внешний толкатель
7. Опорная пружина (пружина «мёртвого хода»)

4. СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ФАЗ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

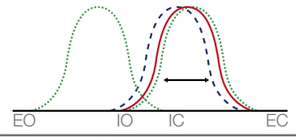
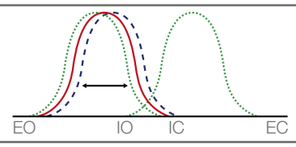
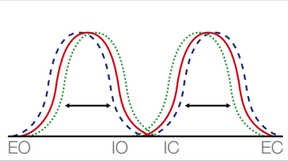
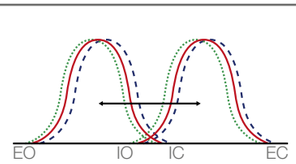
4.1 Общие сведения

Целью регулировки распредвала является изменение фаз газораспределения газообменных клапанов в двигателе внутреннего сгорания. При этом возможна регулировка фаз газораспределения как на впуске, так и на выпуске, а также их комбинация. За счёт регулировки распредвала снижаются уровень токсичности ОГ и расход топлива. Типичные углы регулировки – между 20 и 30° для распредвала и между 40 и 60° для коленвала.

Системы регулирования фаз газораспределения используются в двигателях с цепным и ремённым приводами. При этом конструкции разного размера выполняют различные требования в отношении занимаемого ими места.



4.2 Обзор различных концепций регулировки фаз газораспределения

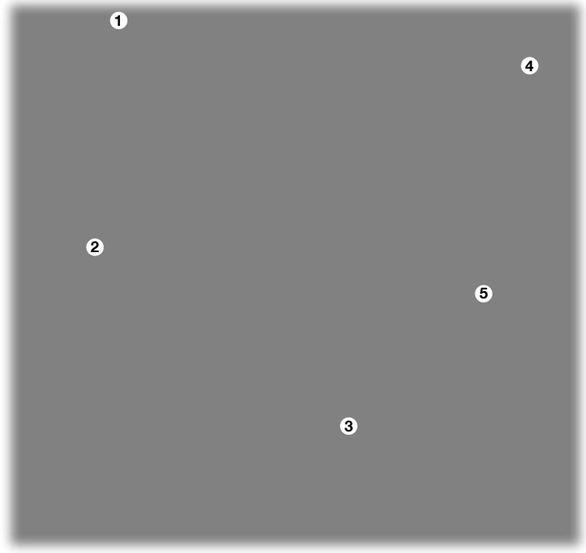
Концепция	Преимущества	Кривые подъёма газообменных клапанов
Регулировка фаз газораспределения на впуске	■ снижение токсичности ОГ ■ снижение расхода топлива ■ повышение комфортабельности езды (понижение числа оборотов на холостом ходу) ■ повышение крутящего момента и мощности	
Регулировка фаз газораспределения на выпуске	■ снижение токсичности ОГ ■ снижение расхода топлива ■ повышение комфортабельности езды (понижение числа оборотов на холостом ходу)	
Независимая регулировка впускного и выпускного распредвалов (тип DOHC с двумя верхними распредвалами)	■ снижение токсичности ОГ ■ снижение расхода топлива ■ повышение комфортабельности езды (понижение числа оборотов на холостом ходу) ■ повышение крутящего момента и мощности	
Синхронная регулировка впускного и выпускного распредвалов (тип DOHC с двумя верхними распредвалами, тип SOHC с одним верхним распредвалом)	■ снижение токсичности ОГ ■ снижение расхода топлива	

Разные концепции регулировки обеспечивают различные преимущества:

- регулятор в позднем положении
- регулятор в раннем положении
- отрегулированное положение (регулятор находится в угловом положении)

EO > выпуск открыт
IO > впуск открыт
EC > выпуск закрыт
IC > впуск закрыт

4.3 Компоненты системы регулирования фаз газораспределения и их назначение



1. Регулятор фаз газораспределения
2. Клапан управления
3. Система управления двигателем
4. Задающая звёздочка и датчик положения распредвала
5. Задающая звёздочка и датчик положения коленвала

■ камера под давлением масла в системе смазки двигателя
■ камера со сброшенным давлением, слив масла

Регулировка фаз газораспределения, контур регулирования
Распредвал непрерывно регулируется в закрытом контуре регулирования. Система регулировки работает под действием давления масла в системе смазки двигателя:

- В системе управления двигателем **(3)** из параметрического поля считывается угол фаз газораспределения газообменных клапанов, заданный в зависимости от степени нагрузки, температуры и числа оборотов двигателя.
- Действительный угол фаз газораспределения газообменных клапанов рассчитывается в блоке управления двигателя **(3)** по сигналам датчиков положения распредвала **(4)** и коленвала **(5),** а затем сравнивается с заданным углом.
- При отклонении действительного угла от заданного ток на клапане управления **(2)** изменяется таким образом, чтобы масло из контура циркуляции масла в системе смазки двигателя перетекло в расширяемую масляную камеру в регуляторе распредвала **(1),** а масло из сужаемой камеры слилось в масляный поддон.
- В зависимости от объёмного потока масла происходит более или менее быстрый поворот распредвала относительно коленвала, т.е. смещение фаз газораспределения газообменных клапанов к более раннему или более позднему моменту открытия и закрытия.
- Расчёт действительного угла и сравнение его с заданным углом в блоке управления двигателя **(3)** происходит непрерывно и с высокой частотой.

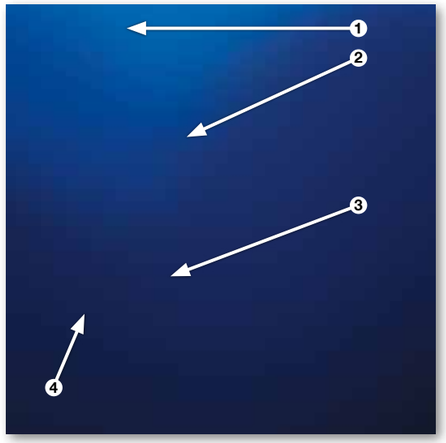
Преимущества контура регулирования:
- скачки заданного угла выравниваются очень быстро
- удерживается постоянный заданный угол с высокой угловой точностью

1. История
2. Клапанный механизм
3. Конструкция и принцип действия компонентов клапанного механизма
4. Системы регулирования фаз газораспределения
5. Текущий ремонт и сервисное обслуживание
6. Диагностика повреждений, оценка повреждений

4.4 Регуляторы фаз газораспределения

В настоящее время серийно производятся две конструкции: аксиально-поршневой регулятор и пластинчатый регулятор.





Основные компоненты аксиально-поршневого регулятора

1. Приводная шестерня
2. Регулирующий поршень
3. Приводная ступица
4. Центральный болт

4.4.1 Аксиально-поршневой регулятор

Свойства

- Аксиально-поршневые регуляторы предлагаются как для цепных, так и для ремённых приводов ГРМ.
- В зависимости от принципа действия и монтажного пространства масляные каналы к камерам регулятора герметизируются более или менее сложными способами:
  - чаще всего на распредвал (в районе подшипника распредвала) надеваются уплотнительные кольца (стальные или пластиковые)
  - в качестве альтернативы масло можно подавать на распредвал через простые пазы в подшипнике скольжения
- Монтаж аксиально-поршневого регулятора на распредвале осуществляется с помощью центрального болта.
- Подача масла осуществляется через первый подшипник распредвала и распредвал.
- Данный тип регуляторов отличается прочной конструкцией, малыми утечками масла и высокой точностью регулирования

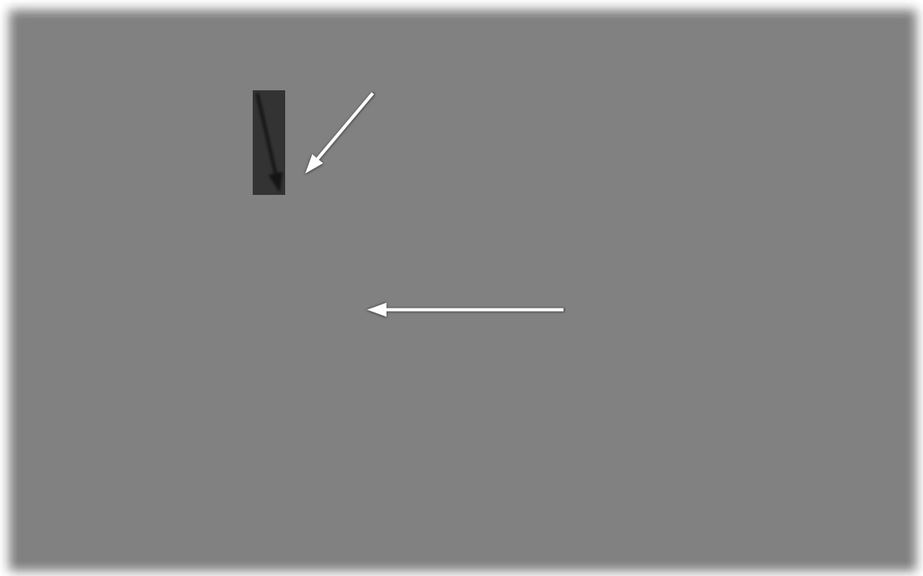
Принцип действия аксиально-поршневого регулятора

- При необходимости на электромагнит **(7)** подаётся ток, что позволяет гидравлической задвижке **(8)** – в гидравлической части **(6)** клапана управления – регулировать поток масла в одной из двух масляных камер регулятора.
- Приводная шестерня **(1)** и приводная ступица **(3)** попарно соединены друг с другом через косозубое шлицевое зацепление.
- За счёт осевого перемещения регулирующего поршня **(2),** выполняющего роль связующего звена между приводной шестернёй **(1)** и приводной ступицей **(3),** осуществляется поворот распредвала и коленвала относительно друг друга.
- Типичный диапазон регулировки для распредвала **(C)** составляет 20-30°, для коленвала – 40-60°.
- Регулирующий поршень **(2),** который служит для удержания постоянного углового положения, в режиме регулирования **(B)** гидравлически напряжён; с обеих сторон на него действует давление масла.

A. Основное положение
B. Положение регулировки
C. Угол кулачка

1. Приводная шестерня
2. Регулирующий поршень
3. Приводная ступица
4. Задающая звёздочка распредвала
5. Уплотнительное кольцо
6. Клапан управления, гидравлическая часть
7. Клапан управления, электромагнит
8. Гидравлическая задвижка
9. Пружина

I. Камера, находящаяся под давлением масла в системе смазки двигателя
II. Камера со сброшенным давлением, слив масла



1. История
2. Клапанный механизм
3. Конструкция и принцип действия компонентов клапанного механизма
4. **Системы регулирования фаз газораспределения**
5. Текущий ремонт и сервисное обслуживание
6. Диагностика повреждений, оценка повреждений

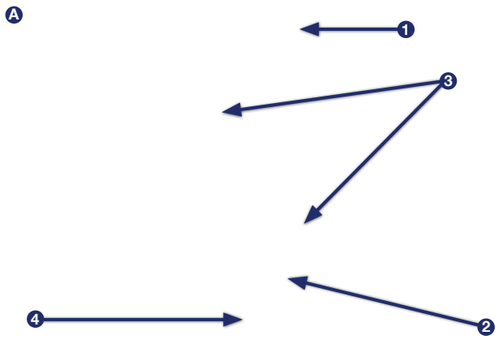
4.4.2 Пластинчатый регулятор

Свойства

- Пластинчатые регуляторы предлагаются как для цепных **(A),** так и для ремённых приводов ГРМ **(B).**
- Статор **(1)** через газораспределительный механизм соединён с коленвалом, а ротор **(2)** – через центральный болт с распредвалом.
- Ротор **(2)** установлен с возможностью поворота между двумя концевыми упорами в статоре **(1).**
- Типичный диапазон регулировки составляет от 20 до 30° для распредвала и от 40 до 60° для коленвала.
- Вставленные в ротор и подпружиненные «пластины» **(3)** вместе с сегментами в статоре **(1)** образуют составные масляные камеры, которые при работе полностью заполнены маслом.
- Передача крутящего момента от статора **(1)** на ротор **(2)** осуществляется через гидравлически напряжённые «пластины» **(3).**
- Число пластин в типичном случае составляет 3-5, в зависимости от требований к скорости регулировки и от общих нагрузок на систему.
- Блокирующий элемент **(4)** механическим способом жёстко соединяет друг с другом привод и отвод мощности во время пуска двигателя. В тот момент, когда регулятор должен переместиться из основного положения, происходит гидравлическое отпирание.

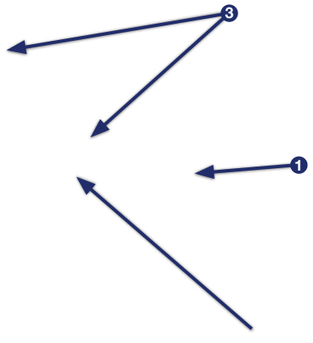
Основные компоненты пластинчатых регуляторов

A



Пластинчатый регулятор для цепных приводов

B



Пластинчатый регулятор для ремённых приводов

1. Статор (приводная шестерня)
2. Ротор (приводная ступица)
3. «Пластины»
4. Блокирующий элемент

4.4.3 Различия между цепным и ремённым регуляторами

- Ремённый регулятор **(B)** снаружи должен быть абсолютно герметичен. Для регуляторов в цепном приводе **(A)** этого не требуется, т.к. цепной привод сам герметично изолирован крышкой.
- Герметизация ремённого регулятора осуществляется с помощью уплотнительных элементов в регуляторе, с помощью задней крышки, выполненной в виде контактной поверхности, примыкающей к сальнику, а также с помощью переднего колпачка, который герметично закрывает регулятор спереди после установки центрального болта.
- Различная конструкция «беговой дорожки» в зависимости от того, что используется в ГРМ для привода – цепь или зубчатый ремень.

A

Регулятор для цепного привода

B

Регулятор для ремённого привода

1. История
2. Клапанный механизм
3. Конструкция и принцип действия компонентов клапанного механизма
4. Системы регулирования фаз газораспределения
5. Текущий ремонт и сервисное обслуживание
6. Диагностика повреждений, оценка повреждений

4.4.4 Различия между регулировкой фаз газораспределения на впуске и на выпуске

Регулировка фаз газораспределения на впуске с помощью пластинчатого регулятора в цепном приводе

Регулятор в основном положении **(A)**
- Фаза клапанного газораспределения находится в положении «поздно».
- Блокирующий элемент **(4)** зафиксирован.
- Параллельно давление масла в масляной камере **(B)** односторонне действует на «пластины» **(3),** прижимая их к концевому упору.
- Клапан управления обесточен.

Регулятор в режиме регулирования **(B)**
- На клапан управления подаётся ток.
- Масло направляется во вторую камеру **(A).**
- Здесь масло отпирает блокирующий элемент **(4)** и поворачивает ротор **(2).**
- При этом распредвал поворачивается в направлении «рано».

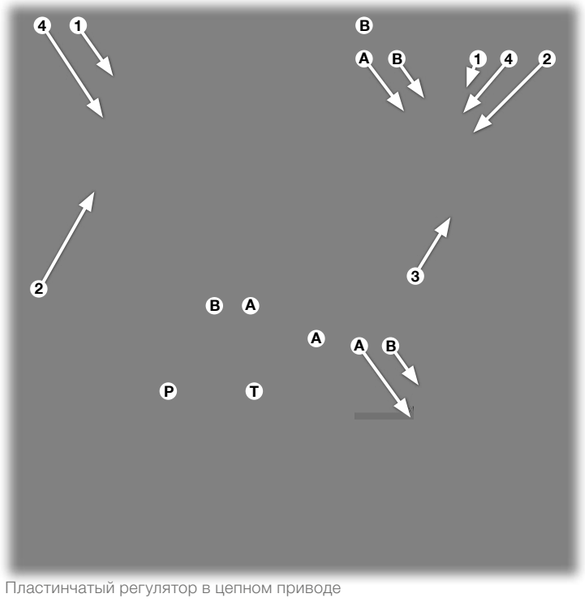
Для пребывания в промежуточном положении клапан управления переводится в т.н. положение регулировки. При этом все масляные камеры практически полностью закрыты. Выполняется лишь компенсация возможной утечки масла.

A. Основное положение
B. Положение регулировки

1. Статор
2. Ротор
3. «Пластины»
4. Блокирующий элемент

A. и **B.** Масляные камеры

I. Камера, находящаяся под давлением масла в системе смазки двигателя
II. Камера со сброшенным давлением, слив масла



Пластинчатый регулятор в цепном приводе

Регулировка фаз газораспределения на выпуске с помощью пластинчатого регулятора в ремённом приводе

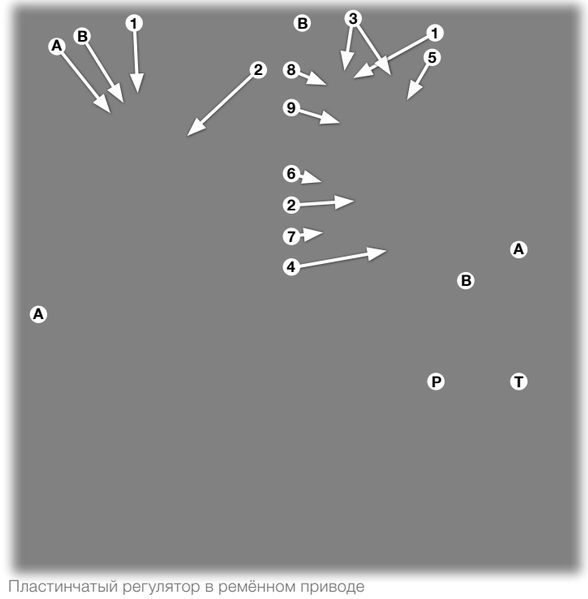
Регулятор в основном положении **(A)**
- Фаза клапанного газораспределения находится в положении «рано» или «поздно».
- Блокирующий элемент зафиксирован.
- Фрикционное трение распредвала оказывает тормозящее действие в направлении «поздно».
- Момент спиральной пружины **(7)** превышает момент сил трения распредвала.
- Спиральная пружина **(7)** закреплена в крышке **(8)** и в центре соединена с ротором **(2)** посредством установочной пластины **(9),** находящейся в зажимной ленте центрального болта.

Регулятор в режиме регулирования **(B)**
- На клапан управления подаётся ток.
- Масло направляется во вторую камеру **(A).**
- Масло отпирает блокирующий элемент и поворачивает ротор **(2).**
- При этом распредвал поворачивается в направлении «поздно».

A. Основное положение
B. Положение регулировки

1. Статор
2. Ротор
3. Уплотнительные элементы
4. Задняя крышка
5. Сальник
6. Передний колпачок
7. Пружина
8. Крышка
9. Установочная пластина

I. Камера, находящаяся под давлением масла в системе смазки двигателя
II. Камера со сброшенным давлением, слив масла



Пластинчатый регулятор в ремённом приводе

1. История
2. Клапанный механизм
3. Конструкция и принцип действия компонентов клапанного механизма
4. Системы регулирования фаз газораспределения
5. Текущий ремонт и сервисное обслуживание
6. Диагностика повреждений, оценка повреждений

4.5 Клапан управления



4.5.1 Вставной клапан



Основные рабочие компоненты вставного клапана

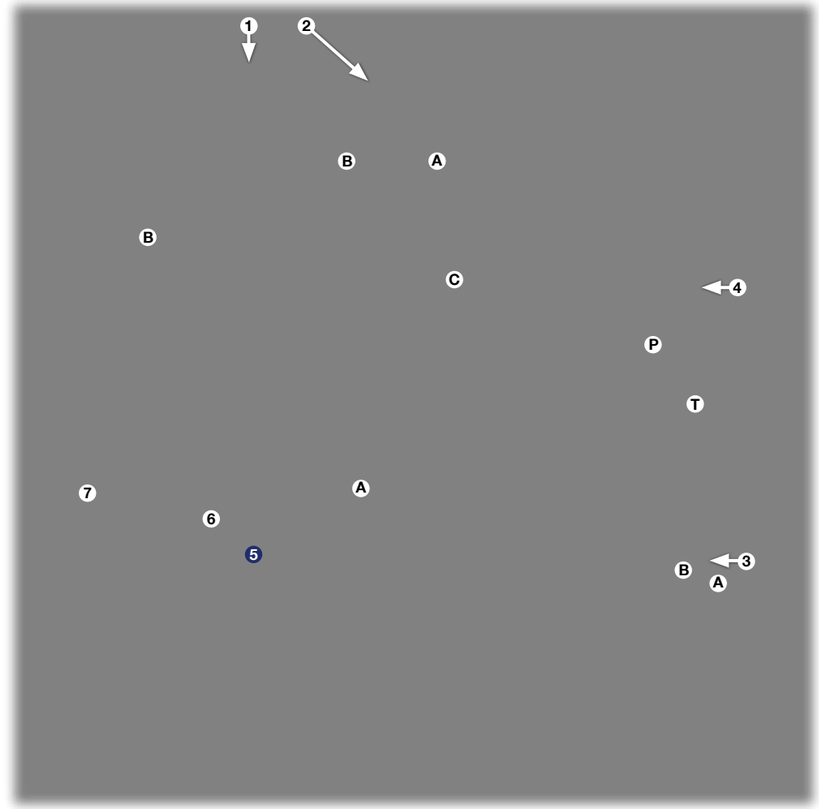
1. Электромагнит
2. Гидравлическая часть
Клапан управления выполнен как пропорциональный клапан с 4-мя присоединениями, которые служат для соединения с:
P. масляным насосом
T. обратной линией
рабочей камерой **A.** регулятора распредвала
рабочей камерой **B.** регулятора распредвала

Свойства

- Конструкция клапана компактная, но выполнена по модульную принципу, что позволяет модифицировать клапан для любого конкретного случая применения. Например, можно варьировать положение и форму штекера и крепёжной накладки, а также подачу масла под давлением (боковая или с торца) и положение уплотнения между «мокрой» гидравлической частью и «сухим» участком штекера.
- Вставной клапан управления предлагается в двух вариантах:
  - встраиваемый непосредственно в головку блока цилиндров
  - монтируемый в переходном корпусе
- Клапан электрически соединён с блоком управления двигателя.
- Гидравлическая задвижка находится в отверстии с присоединениями для подачи масла, а также для соединения с рабочими камерами регулятора распредвала и с линией масловозврата.
- Задвижка по оси нагружается пружиной в направлении основного положения и смещается против усилия этой пружины при прохождении тока по электромагниту.
- Приток и отток масла в обеих камера изменяется.
- В т.н. положение регулировки все масляные каналы практически полностью закрыты, поэтому ротор жёстко зажат в регуляторе распредвала.

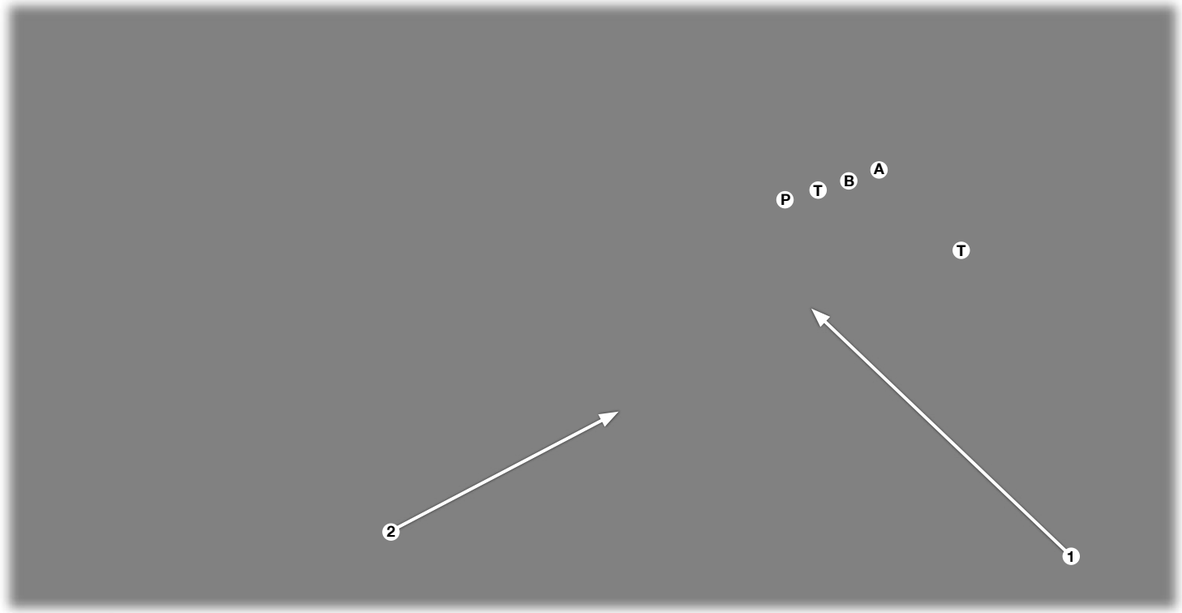
Принцип действия вставного клапана
Электромагнит **(1)** при подаче на него тока смещает внутренний гидрораспределитель **(2)** против усилия пружины в гидравлической части клапана, переключая давление масла между рабочими камерами **(A)** и **(B).** Рабочая камера, которая не находится под давления масла, соединяется с обратной линией **(T).** Для фиксации положения фаз газораспределения клапан удерживается в т.н. нейтральном положении; при этом все присоединения практически полностью разобщены друг с другом.

A. Основное положение
B. Положение регулировки
C. Угол кулачка
1. Электромагнит
2. Гидрораспределитель
3. Подача масла в масляную камеру
4. Обратная линия **T.**
5. Блок управления двигателя
6. Соединение с датчиком положения коленвала
7. Соединение с датчиком положения распредвала
I. Камера, находящаяся под давлением масла в системе смазки двигателя
II. Камера со сброшенным давлением, слив масла



1. История
2. Клапанный механизм
3. Конструкция и принцип действия компонентов клапанного механизма
4. Системы регулирования фаз газораспределения
5. Текущий ремонт и сервисное обслуживание
6. Диагностика повреждений, оценка повреждений

4.5.2 Центральный клапан



Основные рабочие компоненты центрального клапана

1. Гидравлическая часть
2. Электромагнит

Свойства

- Перед центральным клапаном, на одной с ним оси, расположен отдельный центральный электромагнит.
- Центральный клапан ввинчен в распредвал.
- Регулятор распредвала жёстко (с помощью сварного соединения) установлен на распредвале.
- Короткие масляные каналы между центральным клапаном и регулятором распредвала обеспечивают малые потери давления масла и высокую скорость регулировки.

Центральный клапан выполнен как пропорциональный клапан с 5-ю присоединениями, которые служат для соединения с:
масляным насосом **P.** обратной линией **T.** (2 шт.)
рабочей камерой **A.** регулятора распредвала
рабочей камерой **B.** регулятора распредвала

Принцип действия

Соосно расположенный электромагнит **(2)** при подаче на него тока смещает внутренний гидрораспределитель против усилия пружины в гидравлической части клапана, переключая давление масла между рабочими камерами. Рабочая камера, которая не находится под давления масла, соединяется с обратной линией.
Для фиксации положения фаз газораспределения клапан удерживается в т.н. нейтральном положении; при этом все присоединения практически полностью разобщены друг с другом.

5. ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ И СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Важное указание:
- Для предотвращения неполадок из-за попадания чужеродных частиц необходимо соблюдать ЧИСТОТУ!
- Даже малейшие загрязнения могут негативно повлиять на работу компонентов и привести к полному выходу их из строя!
- Необходимо соблюдать правильность установки компонентов (сферическое гнездо на шаровой головке и поверхность прилегания на стержне клапана)
- По причине конструктивных различий двуплечих коромысел необходимо обратить внимание на правильность их монтажного положения (изгиб)
- Из-за высокой точности гидравлических компенсаторов зазоров клапанов их нельзя демонтировать
- Двигатели разрешается заправлять только допущенными марками масла

5.1 Замена механических тарельчатых толкателей

При первичной сборке все производственные допуски между основной окружностью кулачка и седлом клапана компенсируются с помощью регулировочных колец различной толщины.

Важное указание:
После выполнения регулировки между основной окружностью кулачка и регулировочным кольцом должен оставаться заданный базовый зазор. Этот базовый зазор служит для компенсации изменений длины клапанного механизма
- в результате теплового расширения
- в результате процесса усадки
- в результате износа

Если измеренный установочный размер отклоняется от указаний производителя (зазор в клапанах слишком мал или слишком велик), следует заменить соответствующее регулировочное кольцо (демонтажа распредвала не требуется!)

Если измеренный установочный размер отклоняется от указаний производителя (зазор в клапанах слишком мал или слишком велик), следует заменить соответствующее регулировочное кольцо (для этого необходимо демонтировать распредвал и тарелку!)

Если измеренный установочный размер отклоняется от указаний производителя (зазор в клапанах слишком мал или слишком велик), следует заменить соответствующую тарелку (для этого необходимо демонтировать распредвал!)

5.2 Замена гидравлических тарельчатых толкателей

Важное указание: замену всех гидравлических компонентов следует выполнять в соответствии с указаниями производителей. Приведённые здесь методы, в принципе, распространяются на все типы. Существует множество конструктивных вариантов гидравлических тарельчатых толкателей. Несмотря на внешнее сходство и одинаковые размеры некоторых вариантов они сильно отличаются по своей внутренней конструкции, т.е. гидравлические тарельчатые толкатели не взаимозаменяемы.



Причины этого:
- различное время опускания гидрокомпенсаторов
- отличия по дозировке количества масла
- отличия спецификаций масел
- отличия структуры поверхности торцов тарелок (напр., закалённые или азотированные)
- различное давление масла
- тип толкателя (лабиринтный, с предохранителем утечки или тарельчатый толкатель с внутренней циркуляцией)
- различные усилия пружин обратного клапана
- различный ход (длина хода в мм)

5.3 Замена кулисного коромысла с опорным гидрокомпенсатором

Для предотвращения многократных ремонтов, которые для клиента означают увеличение его расходов, необходимо при выполнении текущего ремонта устанавливать только кулисные коромысла в сборе. При монтаже опорного компенсатора со старым кулисным коромыслом между сферическим гнездом кулисного коромысла и головкой опорного компенсатора возникают неблагоприятные условия контакта, что ведёт к повышенному износу.



Важное указание: отличия между различными опорными гидрокомпенсаторами заключаются, в основном, во времени опускания. При установке с кулисным коромыслом неподходящего опорного гидрокомпенсатора могут возникнуть значительные неполадки в клапанном механизме двигателя, что может привести к серьёзному повреждению последнего.

5.4 Замена двуплечего коромысла со вставным гидрокомпенсатором

Повреждённые двуплечие коромысла следует заменять вместе со вставным гидрокомпенсатором!



Причины этого:
- Посадочное отверстие двуплечего коромысла точно подогнано под наружный диаметр вставного гидрокомпенсатора (посадочный размер).
- Вставной гидрокомпенсатор очень сложно извлечь из двуплечего коромысла; это можно сделать только «с применением губой силы», т.е. с помощью инструмента (напр., клещей); при этом посадочное отверстие вставного гидрокомпенсатора «сминается», т.е. повреждается.
- Если отверстия или каналы для подачи масла закупорены из-за отложений старого масла, то подача масла во вставной гидрокомпенсатор нарушается.
- Кулачковый ролик (игольчатый подшипник) двуплечего коромысла постоянно подвергается износу из-за контакта с кулачком распредвала.

Важное указание: отличия между различными вставными гидрокомпенсаторами заключаются, в основном, во времени опускания. При установке с двуплечим коромыслом неподходящего вставного гидрокомпенсатора могут возникнуть серьёзные повреждения двигателя.

1. История
2. Клапанный механизм
3. Конструкция и принцип действия компонентов клапанного механизма
4. Системы регулирования фаз газораспределения
5. Текущий ремонт и сервисное обслуживание
6. Диагностика повреждений, оценка повреждений

5.5 Общая информация для СТО

Настоящую информацию общего характера для СТО необходимо учитывать при монтаже клапанного механизма. Помимо этого, следует обязательно пользоваться информацией производителя.

Замена после 120 тыс. км
При переборке двигателя с пробегом более 120 тыс. км необходимо заменить гидрокомпенсаторы зазоров клапанов. После такого срока эксплуатации предельный износ гидрокомпенсаторов ввиду жёстких допусков в большинстве случаев уже достигнут или даже превышен.

Менять всегда в комплекте!
При неисправности одного или нескольких гидрокомпенсаторов клапанного зазора замену следует выполнять в комплекте. При замене только отдельных компонентов единообразный ход клапана не обеспечивается из-за различий при выдавливании масла. Это может вызвать ошибки при закрытии клапана, что часто приводит к прожиганию седла клапана. Для предотвращения многократных ремонтов, которые для клиента означают увеличение его расходов, необходимо при выполнении текущего ремонта устанавливать кулисные коромысла только в сборе.

Новый распредвал – новые гидравлические тарельчатые толкатели
При замене гидравлических тарельчатых толкателей вместе с ними необходимо менять и распредвал, и наоборот. Из-за наличия пятен контакта на торце тарельчатого толкателя и на рабочей поверхности кулачка комбинация новых и уже бывших в употреблении компонентов прослужит недолго.

Замена гидрокомпенсаторов
Главные критерии при выборе гидрокомпенсаторов – эффективная конструктивная длина (не всегда соответствует общей длине гидрокомпенсатора), наружный диаметр, а также размер и расположение масляных канавок. В принципе, следует устанавливать только те гидрокомпенсаторы, которые приведены в комплектовочных ведомостях и каталогах. Внимание: необходимо иметь в виду, что гидравлические тарельчатые толкатели нельзя устанавливать в расточенные отверстия головки блока цилиндров!

Заправка гидрокомпенсаторов
Гидравлические гидрокомпенсаторы, предлагаемые на рынке запчастей, иногда уже заправлены предписанным количеством масла или же в них залито масло, достаточное для начальной фазы работы. В частично заправленных компенсаторах высота гидравлического поршня автоматически настраивается на нужную величину при первом запуске перебранного двигателя. За этот короткий промежуток времени из системы автоматически удаляется воздух, однако в отличие от полностью заправленных компенсаторов при этом до заполнения гидрокомпенсатора маслом из системы смазки двигателя слышны стучащие шумы в районе головки блока цилиндров. Гидрокомпенсаторы поставляются в положении для транспортировки, поэтому они опускаются и принимают индивидуальное монтажное положение только после установки и после того, как на них начинает действовать нагрузка от распредвала. Во время этой фазы не следует поворачивать распредвал. Как правило, фаза опускания при комнатной температуре длится от 2 до 10 минут. После этого распредвал можно поворачивать, т.е. можно запустить двигатель.

Общее руководство по монтажу
- слить моторное масло
- очистить маслосистему, в частности, масляные каналы, ведущие к гидрокомпенсаторам; при необходимости демонтировать и очистить масляный поддон и сетчатый масляный фильтр
- установить новый масляный фильтр
- скорректировать уровень масла и проконтролировать подачу масла
- укомплектовать головку блока цилиндров
- прежде чем поворачивать распредвал или запускать двигатель, подождать, пока гидрокомпенсаторы опустятся (время опускания).

5.6 Рекомендации по удалению воздуха из гидравлических компенсаторов зазоров клапанов в двигателе

При определённых условиях эксплуатации (многократный пуск, холодный пуск, первичная сборка двигателя) в клапанном механизме могут возникать шумы. Быстрое удаление воздуха из камер высокого давления и масляных резервуаров гидрокомпенсаторов обеспечивается при соблюдении следующих рекомендаций:
- Дать двигателю поработать примерно 4 минуты при постоянном числе оборотов около 2500 об/мин или при меняющемся числе оборотов (от 2000 до 3000 об/мин).
- Затем дать двигателю поработать примерно 30 секунд на холостом ходу.
- Если после этого шумов из клапанного механизма не слышно, значит, воздух из гидрокомпенсаторов удалён. Если шумы из клапанного механизма всё ещё слышны, повторить первые две операции.



В 90 % всех случаев все неполадки устраняются после первого ходового цикла. В немногих отдельных случаях может потребоваться повторить описанный выше ходовой цикл 5-6 раз. Если шумы из клапанного механизма после 5-го раза всё ещё отчётливо слышны, рекомендуется заменить соответствующие компенсаторы и повторить проверку.

5.7 Рекомендации по замене регуляторов фаз газораспределения

Стержень для установки момента впрыска
У некоторых регуляторов распредвала (регуляторов фаз газораспределения) имеется стержень для установки момента впрыска. При монтаже следует следить за тем, чтобы этот стержень вошёл в соответствующее отверстие распредвала, иначе распределитель перекашивает. В результате теряется работоспособность, а привод ремнём или цепью не осуществляется должным образом.

Сальник
При замене регулятора фаз газораспределения рекомендуется непременно поменять также сальник, герметизирующий место соединения между распредвалом и блоком цилиндров двигателя.

Центральный болт (a)
При замене регулятора фаз газораспределения необходимо заменить также центральный болт, соединяющий регулятор с распредвалом. За счёт момента затяжки, значение которого в разных марках автомобилей различно и который обязательно нужно соблюдать, болт пластически деформируется. Поэтому повторное использование запрещено.

Резьбовая заглушка (b)
При замене регулятора фаз газораспределения рекомендуется заменить также резьбовую заглушку, которая герметизирует регулятор снаружи. В заглушке установлено уплотнение, которое может быть повреждено при ослаблении болта.



6. ДИАГНОСТИКА ПОВРЕЖДЕНИЙ, ОЦЕНКА ПОВРЕЖДЕНИЙ

6.1 Общая оценка повреждений

В условиях полусухого трения в металлических парах трения наблюдаются абразивные и адгезивные процессы износа. Оба эти вида износа, а также усталостный износ, ведущий к изъязвлению поверхностей, часто приводят к полному выходу из строя пар скольжения. Износ может быть вызван также различными видами коррозии.

- Под абразивным действием обычно понимают съём или соскабливание материала.
- Адгезия (слипание) может возникнуть при непосредственном соприкосновении основного и сопряжённого элементов.

На износ оказывают влияние многие параметры:

- материалы (подбор соприкасающихся материалов, термическая обработка, покрытие)
- геометрические параметры контакта (макро- и микрогеометрия, точность формы, шероховатость, доля воспринимаемой нагрузки)
- нагрузка (усилия, моменты, контактное смятие)
- кинематические параметры (относительная скорость, гидродинамическая скорость, удельное давление)
- смазка (масло, вязкость, количество, состав присадок, загрязнение, окисление)

6.1.1 Шумы во время прогрева двигателя

Шумы во время прогрева двигателя в большинстве случаев не являются причиной для беспокойства и не могут служить причиной рекламации. При заглушенном двигателе некоторые клапаны могут находиться в открытом положении; в этом случае гидрокомпенсатор зазора нагружен пружиной клапана. За счёт этого масло выжимается из камеры высокого давления; во время прогрева двигателя масло постепенно поступает в камеру высокого давления.
При этом находящаяся в гидрокомпенсаторе воздушная прослойка сжимается и вызывает упомянутые выше стучащие шумы, которые быстро проходят.

6.1.2 Появление шумов, когда двигатель прогрет

Появление шумов, когда двигатель прогрет, часто объясняется недостаточной подачей масла. Причинами этого могут быть:

- заклинивание гидравлического поршня из-за загрязнения масла
- вспенивание масла из-за слишком высокого или слишком низкого уровня масла в системе смазки двигателя
- негерметичность на стороне всасывания масляного насоса
- слишком низкое давление масла из-за негерметичности маслопроводов

6.1.3 Появление шумов при «нагнетании»

Источниками этой неполадки могут быть:

- неисправные, потерявшие упругость или неподходящие пружины клапанов (неправильное согласование компонентов)
- неисправные направляющие втулки клапанов или стержни клапанов
- превышение допустимого числа оборотов двигателя

В результате этого двигающиеся вместе контактные поверхности клапанного механизма приподнимаются, что приводит к непропорционально большому ходу поршня. Поэтому при нагрузке на гидрокомпенсатор в течение короткого промежутка времени вытесняется недостаточное количество масла.

Следствие: клапан закрывается не полностью, что может привести к потере мощности и даже к прожиганию клапана. Ещё одно вероятное последствие: клапан, ударяя по днищу поршня, способен вызвать серьёзное повреждение двигателя. Из-за чрезвычайно жёстких допусков компенсаторы очень чутко реагируют на загрязнения в моторном масле. Загрязнения в гидравлической системе компенсации клапанных зазоров кроме повышенного износа подвижных частей вызывают ещё и стучащие шумы.

6.2 Остаточная грязь

При проверке компонентов, возвращённых в процессе рекламаций, зачастую в большом количестве обнаруживаются частицы остаточной грязи. Это грязь, напр., частицы алюминия, которая осталась после обработки головки блока цилиндров.



Частицы алюминия, оставшиеся после обработки головки блока цилиндров

Часто в моторном масле обнаруживаются волокна от чистящих салфеток или обтирочных концов, а также остаточные продукты сгорания из дизельных двигателей.



Остаточные продукты сгорания дизельного топлива

6.3 Оценка повреждений компонентов клапанного механизма

Важное указание:
Проверку предположительно неисправных гидравлических компонентов следует выполнять в соответствии с указаниями производителей. Приведённые здесь методы, в принципе, распространяются на все типы.

Визуальный осмотр
Гидравлические компоненты с видимыми повреждениями, такими как бороздки, царапины или следы заедания, следует обязательно заменить. Также необходимо проконтролировать их посадочную поверхность в клапанном механизме. У гидравлических тарельчатых толкателей особое внимание следует обратить на торцы. Данная контактная поверхность подвергается в двигателе самой высокой нагрузке давлением.
В первоначальном состоянии фосфатированная упорная поверхность торцов толкателей VW имеет выпуклую форму. Верхний слой снимается в процессе приработки. Поэтому критерием оценки износа тарельчатого толкателя служит не внешний вид покрытия, а профиль торца толкателя. Если после определённого времени работы его поверхность становится вогнутой, то необходимо заменить все тарельчатые толкатели вместе с распредвалом.

Ручной контроль
Простой, но эффективный контроль в условиях СТО – проверка гидрокомпенсатора зазоров клапанов сжиманием рукой. Заправленный гидрокомпенсатор не должен быстро поддаваться сжатию рукой. Однако проверку следует выполнять осторожно, т.к. в противном случае можно выдавить масло через пропускной масляный зазор. Если заправленный компенсатор можно легко сжать рукой, его обязательно следует заменить. Более точное функциональное испытание гидрокомпенсаторов возможно только с применением сложного контрольно-испытательного оборудования. Это испытание включает, в частности, определение величины опускания, которое может быть выполнено только непосредственно компанией-производителем.

1. История
2. Клапанный механизм
3. Конструкция и принцип действия компонентов клапанного механизма
4. Системы регулирования фаз газораспределения
5. Текущий ремонт и сервисное обслуживание
6. **Диагностика повреждений, оценка повреждений**

6.3.1 Оценка повреждений тарельчатых толкателей

Обычный износ
- нормальный внешний вид поверхности скольжения тарельчатого толкателя
- круговые следы обусловлены вращением толкателя и не могут служить причиной рекламации

Мера:
никаких мер не требуется – внешний вид поверхности тарелки в порядке.

Повышенный износ
- сильные следы износа на торце тарелки
- при таком внешнем виде поверхности скольжения можно предположить высокий уровень съёма материала из-за износа торца тарелки

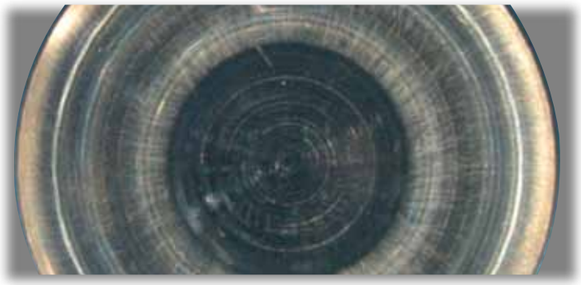
Мера:
тарельчатый толкатель и распредвал необходимо заменить.

Сильный износ
адгезивно-абразивный износ, вплоть до полного выхода из строя

Мера:
тарельчатый толкатель требует замены. Необходим также интенсивный контроль положения распредвала.

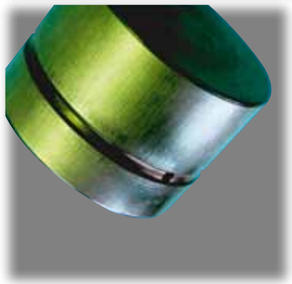
На корпусе тарельчатого толкателя и на направляющем отверстии видны бороздки

Причина: слишком высокое содержание остаточной грязи в моторном масле.
Следствие: тарельчатый толкатель заклинивает в посадочном отверстии.
Мера:
- очистить двигатель (промыть)
- при установке нового тарельчатого толкателя обратить особое внимание на чистоту









Тарельчатый толкатель



Направляющее отверстие

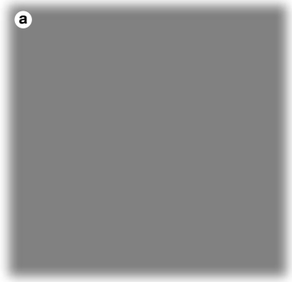
6.3.2 Оценка повреждений кулисных коромысел

Явления износа на кулисном коромысле и опорном компенсаторе

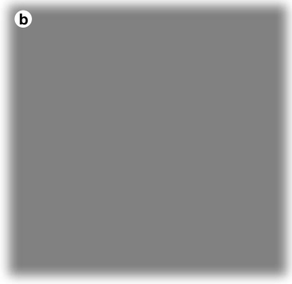


Направление взгляда для иллюстраций с a) до d)

Обычный износ



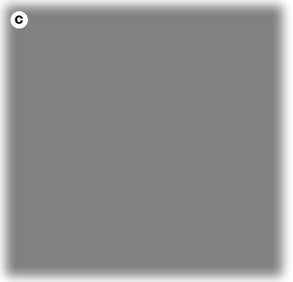
- полированный след на участке контакта со сферическим гнездом кулисного коромысла
- нормальные следы для данной продолжительности работы



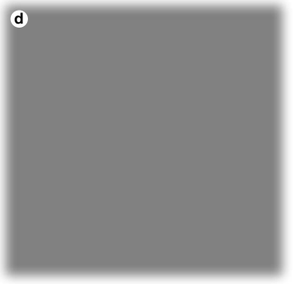
Полированный след на участке контакта с шаровой головкой

Мера: никаких мер не требуется – внешний вид рабочей поверхности в порядке.

Повышенный износ



Сильный абразивный износ на шаровой головке критического размера; износ повлёк за собой изменение геометрической формы шаровой головки.



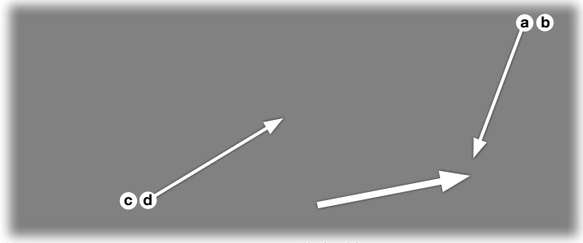
Сильный абразивный износ в сферическом гнезде критического размера; износ повлёк за собой изменение геометрической формы сферического гнезда.

Мера: опорный гидрокомпенсатор и соответствующее кулисное коромысло необходимо заменить.

Volkswagen Technical Site: http://vwts.ru http://volkswagen.msk.ru http://vwts.info
огромный архив документации по автомобилям Volkswagen, Skoda, Seat, Audi

1. История
2. Клапанный механизм
3. Конструкция и принцип действия компонентов клапанного механизма
4. Системы регулирования фаз газораспределения
5. Текущий ремонт и сервисное обслуживание
6. **Диагностика повреждений, оценка повреждений**

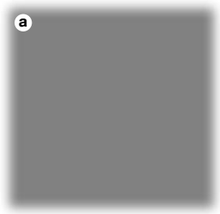
Явления износа на опоре клапана кулисного коромысла



Направление взгляда для иллюстраций a) и b)

Обычный износ

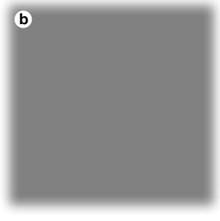
- незначительные полированные следы на опоре клапана из-за движения кулисного коромысла и клапана относительно друг друга
- нормальные следы для такого срока эксплуатации



Мера: никаких мер не требуется – внешний вид рабочей поверхности в порядке.

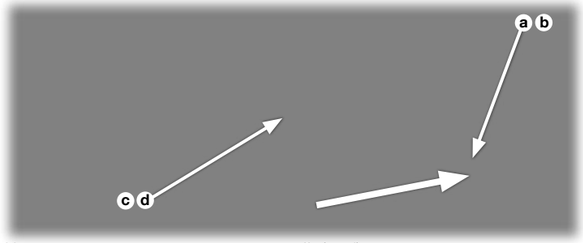
Сильный износ

- сильный абразивный износ опоры клапана
- отчётливо видимые кромки по краям зоны контакта указывают на глубину износа на данном участке в несколько десятых долей
- при дальнейшей эксплуатации существует опасность поломки коромысла.



Мера: опорный гидрокомпенсатор и соответствующее кулисное коромысло необходимо заменить. Стержень клапана следует проверить.

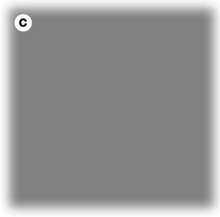
Явления износа на наружном кольце распредвала



Направление взгляда для иллюстраций c) и d)

Обычный износ

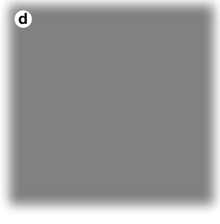
- на наружном диаметре кулачкового ролика нет видимого износа. Следы по окружности являются нормальными и обусловлены мелкими чужеродными частицами между распредвалом и кулачком.
- нормальные следы для данной продолжительности работы



Мера: никаких мер не требуется – внешний вид рабочей поверхности в порядке.

Сильный износ

сильный износ по наружному диаметру кулачкового ролика и отчётливо видимые изменения геометрической формы кулачкового ролика



Мера: опорный гидрокомпенсатор и соответствующее кулисное коромысло необходимо заменить. Кроме того, следует проверить соответствующее положение распредвала.

Явления износа на пальце ролика кулисного коромысла



Проверка радиального зазора пальца ролика

Радиальный зазор можно определить достаточно просто, подвигав кулачковый ролик в радиальном направлении вверх и вниз.

При радиальном зазоре в несколько десятых долей зона нагрузки пальца ролика изношена, и кулисное коромысло необходимо заменить.

Сильный износ



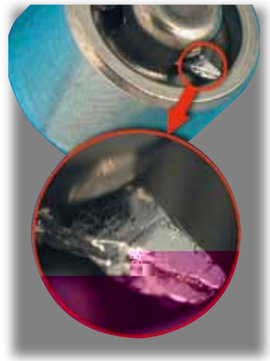
сильный износ зоны нагрузки пальца ролика



конечная стадия износа: иглы пальца ролика уже не держатся в обойме

Мера: опорный гидрокомпенсатор и соответствующее кулисное коромысло необходимо заменить.

Неисправность опорного компенсатора



Обратный клапан опорного компенсатора

Причина: загрязнения в виде чужеродных частиц вместе с моторным маслом попали в компенсатор зазоров клапанов.

Следствие: обратный клапан не работает должным образом.

Внимание!
Гарантийные обязательства производителя аннулируются в случае, если до окончания гарантийного срока в автомастерской была проведена разборка компонентов! По причине предписанной высокой точности опорного гидрокомпенсатора разобранные компоненты запрещается вновь монтировать, т.к. их работоспособность более не может быть обеспечена.

6.3.3 Оценка повреждений системы регулировки фаз газораспределения



EGON VON RUVILLE GmbH
Billbrookdeich 112 • 22113 Гамбург • Германия
Тел.: +49 (0)40 73344-0 • факс: +49 (0)40 73344-199
info@ruville.de • www.ruville.de

GERMAN
KNOW-HOW
ENGINEERED WORLDWIDE