

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Масалов Владимир Николаевич
Должность: ректор
Дата подписания: 16.07.2022 22:33:38
Уникальный программный ключ:
f31e6db16690784ab6b50e564da26971fd24641c

С.И. Головин
А.А. Жосан
М.М. Ревякин

Устройство автомобиля

Часть 8 Сухое фрикционное сцепление



УДК 62-97/-98
ББК 39.33-01

Составители: к.т.н., доцент С.И. Головин, к.т.н., доцент А.А. Жосан, к.т.н., доцент М.М. Ревякин.

Рецензенты:

профессор кафедры автомобилей и автомобильного хозяйства Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Юго-Западный Государственный Университет», доктор технических наук Агеев Евгений Викторович

заведующий кафедрой механизации технологических процессов в АПК Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», кандидат технических наук Булавинцев Роман Алексеевич.

Г61 Устройство автомобиля. Часть 8 Сухое фрикционное сцепление / С.И. Головин, А.А. Жосан, М.М. Ревякин – Орел: Орловский ГАУ, 2020. – 43 с.

Учебно-методическое пособие по изучению конструкции автомобилей предназначено бакалаврам, обучающимся по направлениям подготовки 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов и 23.03.01 – Технология транспортных процессов, а также специалистам, обучающимся по специальности 23.05.01 – Наземные транспортно-технологические средства.

© С.И. Головин, А.А. Жосан, М.М. Ревякин 2020.
© Издательство Орловский ГАУ, 2020.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Сухое фрикционное сцепление.....	7
1.1 Принципиальная схема сухого фрикционного сцепления.....	8
1.2 Конструкция однодискового сцепления легкового автомобиля	9
1.3 Работа сухого фрикционного сцепления.....	11
1.4 Предохранение трансмиссии от динамических нагрузок	12
1.5 Привод выключения сцепления	14
1.5.1 Механический привод сцепления.....	14
1.5.2 Гидравлический привод управления сцеплением	19
1.6 Конструкция двухдискового сцепления грузовых автомобилей и пневмогидравлические усилители привода сцепления	21
1.6.1 Пневмогидравлические усилители.....	23
1.6.2 Принцип работы	24
1.7 Неисправности и сервисное обслуживание сухого фрикционного сцепления.....	26
1.7.1 Неполное выключение сцепления (сцепление «ведет»)	26
1.7.2 Неполное включение сцепления (сцепление «буксует»).....	27
1.7.3 Рывки при работе сцепления.....	28
1.7.4 Повышенный шум при выключении сцепления.....	28
2 Тенденции развития систем управления сцеплениями.....	29
Заключение	37
Список использованной литературы.....	38

ВВЕДЕНИЕ

Сцепление – механизм, компонент трансмиссии, работа которого основана на действии силы трения скольжения (фрикционная муфта); предназначен для передачи крутящего момента.

Основной назначение сцепления – подключение или отключение соединения двигателя внутреннего сгорания с коробкой передач. Изобретение сцепления приписывают Карлу Бенцу.

Сцепление служит для временного разобщения коленчатого вала двигателя с силовой передачей автомобиля, что необходимо при переключении шестерён в коробке передач и при торможении автомобиля вплоть до полной его остановки. Кроме того, сцепление даёт возможность плавно (без рывков) трогать автомобиль с места.

Существует много различных типов сцепления, но большинство основано на одном или нескольких фрикционных дисках, плотно сжатых друг с другом или с маховиком пружинами. Фрикционный материал очень похож на используемый в тормозных колодках и раньше почти всегда содержал асбест, в последнее время используются безасбестовые материалы. Плавность включения и выключения передачи обеспечивается проскальзыванием постоянно вращающегося ведущего диска, присоединённого к коленчатому валу двигателя, относительно ведомого диска, соединённого через шлиц с коробкой передач.

Усилие от педали сцепления передается на механизм механическим (рычажным или тросовым) или гидравлическим приводом.

Нажатие на педаль сцепления (выжимание, выключение) разводит диски сцепления, в итоге оставляя между ними свободное пространство, а отпускание педали (включение) приводит к плотному сжатию ведущего и ведомого дисков.

Ведомый диск сцепления состоит из собственно диска с пружинными пластинами, к которым приклёпаны или приклеены независимо друг от друга

две фрикционные накладки. Такое крепление накладок обеспечивает их расхождение при выключенном сцеплении, при включении пружинные пластины постепенно сжимаются, обеспечивая плавное включение. Центральная часть диска сцепления – ступица – имеет шлицевое соединение и перемещается по первичному валу коробки передач. Ступица соединена с диском подвижно, через демпферные пружины и фрикционные шайбы гасителя крутильных колебаний (видны на снимке), служащие для выравнивания колебаний крутящего момента, неизбежно возникающих под влиянием переменных нагрузок и инерции массы при передаче его от двигателя к ведущим колёсам и обратно. При некоторых условиях эти колебания могут привести к поломке валов.

Типы сцепления:

По способу управления – сцепления с механическим, гидравлическим, электрическим или комбинированным приводом (например, гидромеханическим).

По виду трения – на сухие (фрикционные накладки работают в воздушной среде) и работающие в масляной ванне («мокрые»).

По режиму включения – постоянно замкнутые и непостоянно замкнутые.

По числу ведомых дисков – однодисковые и многодисковые;

По типу и расположению нажимных пружин – с расположением нескольких цилиндрических пружин по периферии нажимного диска и с центральной диафрагменной пружиной.

На первом этапе работы по включению сцепления – приотпускаем педаль, то есть даем возможность пружинам нажимного диска подвести ведомый диск к маховику до их легкого соприкосновения. За счет сил трения диск, проскальзывая некоторое время относительно маховика, тоже начнет вращаться, а ваш автомобиль потихоньку ползти.

На втором этапе – удерживаем ведомый диск от какого-либо перемещения, то есть на две – три секунды удерживаем педаль сцепления в средней по-

зиции для того, чтобы скорость вращения маховика и диска уравнились. Машина при этом немного увеличивает скорость движения.

На третьем этапе – маховик вместе с нажимным и ведомым дисками уже вращаются вместе без проскальзывания и с одинаковой скоростью, стопроцентно передавая крутящий момент к коробке передач и далее на ведущие колеса автомобиля. Это соответствует состоянию механизма сцепления – включено, автомобиль едет. Теперь остается только полностью отпустить педаль сцепления и убрать с нее ногу.

Для выключения сцепления водитель нажимает на педаль, при этом нажимной диск отходит от маховика и освобождает ведомый диск, прерывая передачу крутящего момента от двигателя к коробке передач. Нажимать на педаль сцепления следует достаточно быстрым, но не резким, спокойным движением до конца хода педали.

1 СУХОЕ ФРИКЦИОННОЕ СЦЕПЛЕНИЕ

Хотя сцепление и располагается в картере, закрепленном на двигателе, и установлено на маховике двигателя, по своему функциональному назначению оно все же относится к трансмиссии, поэтому учебные материалы, касающиеся устройства и обслуживания сухого фрикционного сцепления, мы разместили в этом Учебном пособии.

Сцепление предназначено для:

- Отсоединения двигателя от коробки переключения передач при переключении их ступеней а также для разъединения потока мощности при кратковременной остановке и торможении автомобиля;
- Плавного (безударного) соединения двигателя с агрегатами трансмиссии при трогании с места;
- Предотвращения передачи ударных нагрузок и крутильных колебаний как от двигателя к трансмиссии, так и от трансмиссии к двигателю.

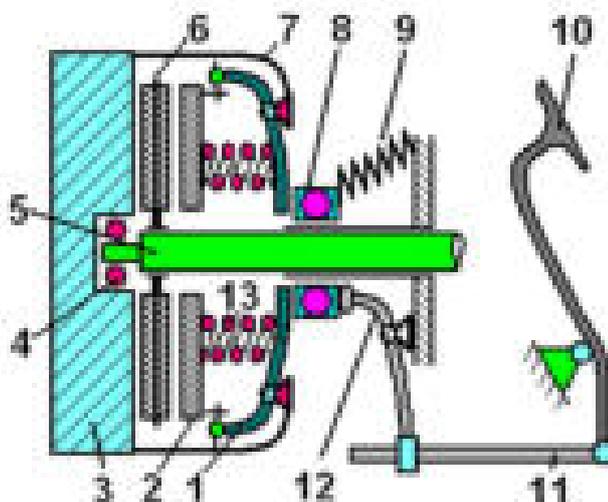
По характеру связи между ведущими и ведомыми элементами автомобильное сцепление классифицируют на гидравлическое и фрикционное, а по характеру работы – на постоянно замкнутое и постоянно разомкнутое. Постоянно разомкнутое фрикционное сцепление применяют для передачи крутящего момента между звеньями автоматической трансмиссии, а для передачи крутящего момента от маховика к агрегатам трансмиссии в автомобилях применяют постоянно замкнутое фрикционное сцепление.

На легковых автомобилях и грузовых автомобилях малой и средней грузоподъемности, а также на автобусах малой вместимости устанавливают одноступенчатое сухое сцепление. Двухдисковые сцепления применяют для грузовых автомобилей высокой грузоподъемности.

Привод сцепления легковых автомобилей – простой и достаточно надежный тросовый механический, или более сложный гидравлический. На грузовых автомобилях устанавливается комбинированный привод – в основном это гидравлический с пневматическим усилителем.

1.1 Принципиальная схема сухого фрикционного сцепления

Рассмотрим схему однодискового фрикционного сцепления с периферийными нажимными пружинами.



1 – рычаги выключения сцепления (лапки); 2 – нажимной диск; 3 – маховик; 4 – подшипник передней опоры первичного вала коробки передач; 5 – первичный вал коробки передач; 6 – ведомый диск с фрикционными накладками; 7 – кожух (корзина) сцепления; 8 – выжимной упорный подшипник; 9 – оттяжная пружина; 10 – педаль выключения сцепления; 11 – регулируемая тяга привода сцепления; 12 – вилка выключения сцепления.

Рисунок 1.01 – Схема однодискового сухого сцепления с периферийными пружинами.

Ведущими частями сцепления являются маховик двигателя 3 к которому болтами крепится кожух 7 (корзина) сцепления. К корзине шарнирно крепятся рычаги выключения сцепления 1.

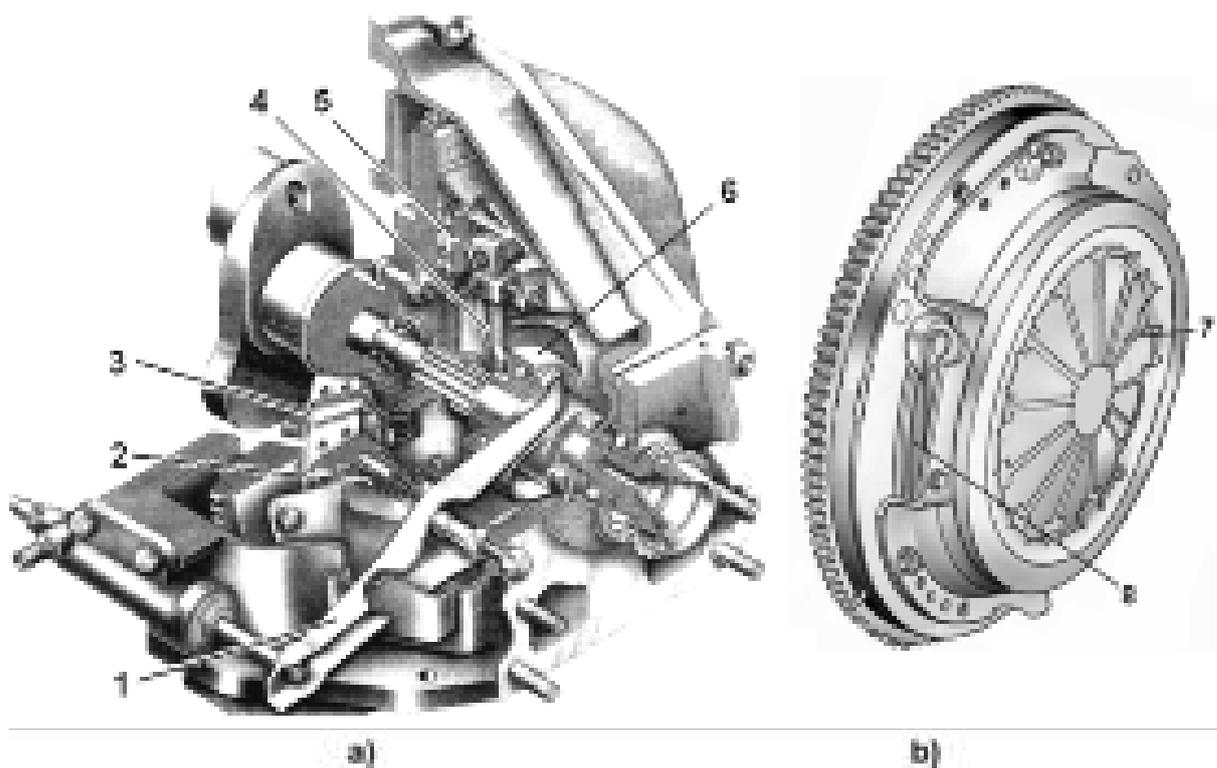
Нормальное состояние сухого автомобильного фрикционного сцепления – включенное. Этому способствуют периферийные пружины 13, установленные между кожухом 7 и нажимным диском 2, который с помощью упругих пластин крепится к кожуху сцепления. Ведомый диск 6 сцепления, установленный на шлицах первичного вала 5 коробки передач, прижат нажимным

диском 2 к поверхности маховика. Сила прижатия периферийных пружин достаточна, чтобы крутящий момент от маховика 3 к ведомому диску 6 передавался без пробуксовки.

Выключение сцепления производится перемещением вилки сцепления 12, которая, в свою очередь, перемещает выжимной подшипник 8 вдоль специального удлинителя, накрывающего шлицевую часть первичного вала коробки передач. Рычаги выключения сцепления 1, которые в обиходе называют лапками, шарнирно закреплены на кожухе сцепления, при воздействии выжимного подшипника 8 на рычаги, последние оттягивают нажимной диск 2, освобождая ведомый диск 6 сцепления, передающий вращение первичному валу коробки передач.

1.2 Конструкция однодискового сцепления легкового автомобиля

На рисунке 1.02 изображена конструкция сухого однодискового сцепления с периферийными пружинами (позиция а) выключение которого производится вилкой сцепления 1, приводимой в движение гидравлическим цилиндром, закрепленным на картере маховика. Установленная на промежуточной опоре вилка 1 при нажатии на педаль тормоза воздействует на упорный выжимной подшипник 6, помещенный в специальную обойму. Рабочая поверхность выжимного подшипника давит на лапки 4, шарнирно прикрепленные к корзине сцепления, которые оттягивают нажимной диск 5 от поверхности ведомого диска 3. Во включенном состоянии нажимной диск прижат к ведущему диску сцепления периферийными пружинами 2, установленными между корзиной сцепления и нажимным диском через специальные термостойкие шайбы.



a) – с периферийными пружинами; b) – с диафрагменной пружиной; 1 – вилка включения сцепления; 2 – периферийные пружины; 3 – ведомый диск сцепления с приклепанными фрикционными накладками; 4 – рычаги (лапки) выключения сцепления; 5 – нажимной диск; 6 – выжимной упорный подшипник; 7 – диафрагменная пружина; 8 – упругая соединительная планка.

Рисунок 1.02 – Конструкция однодискового фрикционного сцепления.

Современные легковые автомобили комплектуются сцеплением с диафрагменной пружиной 7 (см. рисунок 1.02b), отштампованной из листовой пружинной стали. В свободном состоянии диафрагменная пружина имеет форму усеченного конуса, имеющего радиальные прорезы, делящими этот конус на лепестки. Диафрагменная пружина с помощью заклепок и колец крепится к корзине (кожуху) сцепления. Наружный край диафрагменной пружины, соприкасается с нажимным диском и силой своей упругости прижимает его к ведомому диску сцепления.

От проворачивания нажимной диск удерживается упругими пластинами 8, установленными между ним и кожухом сцепления.

Выключение сцепления производится путем нажатия рабочей поверхностью выжимного подшипника на концы лепестков диафрагменной пружины.

1.3 Работа сухого фрикционного сцепления

Если после временного разъединения двигателя от трансмиссии, например, для включения передачи, водитель резко отпустит педаль сцепления, то соединение двигателя с трансмиссией произойдет мгновенно. Угловая скорость вращения коленчатого вала двигателя при этом резко снизится, что может привести к остановке двигателя. Следовательно, резкое включение сцепления возможно только при переключении передач на движущемся автомобиле, когда вращающиеся ведомые элементы сцепления, соединенные с колесами движущегося автомобиля не позволят двигателю остановиться. Однако и в этом случае на детали двигателя и трансмиссии будут действовать ударные нагрузки, которые могут привести к быстрым поломкам деталей трансмиссии или двигателя.

Если же включение сцепления производится плавно, часть мощности двигателя будет расходоваться на ускорение автомобиля и преодоление сопротивления движению, а часть на преодоление сил трения в трансмиссии. Однако в этом случае соединение ведущих и ведомых звеньев сцепления будет происходить плавно, безударных динамических нагрузок, что положительно скажется на долговечности и надежности механизмов трансмиссии и двигателя.

Сцепление автомобиля должно обеспечивать возможность передачи крутящего момента, превышающего крутящий момент двигателя. При износе фрикционных накладок или при ослаблении сжимающих пружин, сцепление начинает работать с пробуксовкой. Длительное буксование сцепления приводит к интенсивному перегреву его деталей и интенсивному износу поверхностей трения.

Наибольшую плавность включения имеют многодисковые сцепления,

применяемые на автомобилях высокой грузоподъемности. На однодисковых сцеплениях плавность включения достигается применением специальных фрикционных материалов, обеспечивающих включение с проскальзыванием, использованием упругих ведомых дисков, имеющих лепестковые диафрагменные пружины или пластинчатые лепестковые пружины 5 (см рисунок 1.03), соединяющие ведомый диск 3 с фрикционными накладками 4.

Для обеспечения полноты выключения требуется полное разъединение двигателя и трансмиссии. В однодисковых сцеплениях отвод ведущих элементов фрикционного сцепления от его ведомого диска достигается за счет диафрагменных пружин, установленных на так называемом нажимном диске, а также за счет пластинчатых лепестковых пружин, соединяющие ведомый диск с фрикционными накладками.

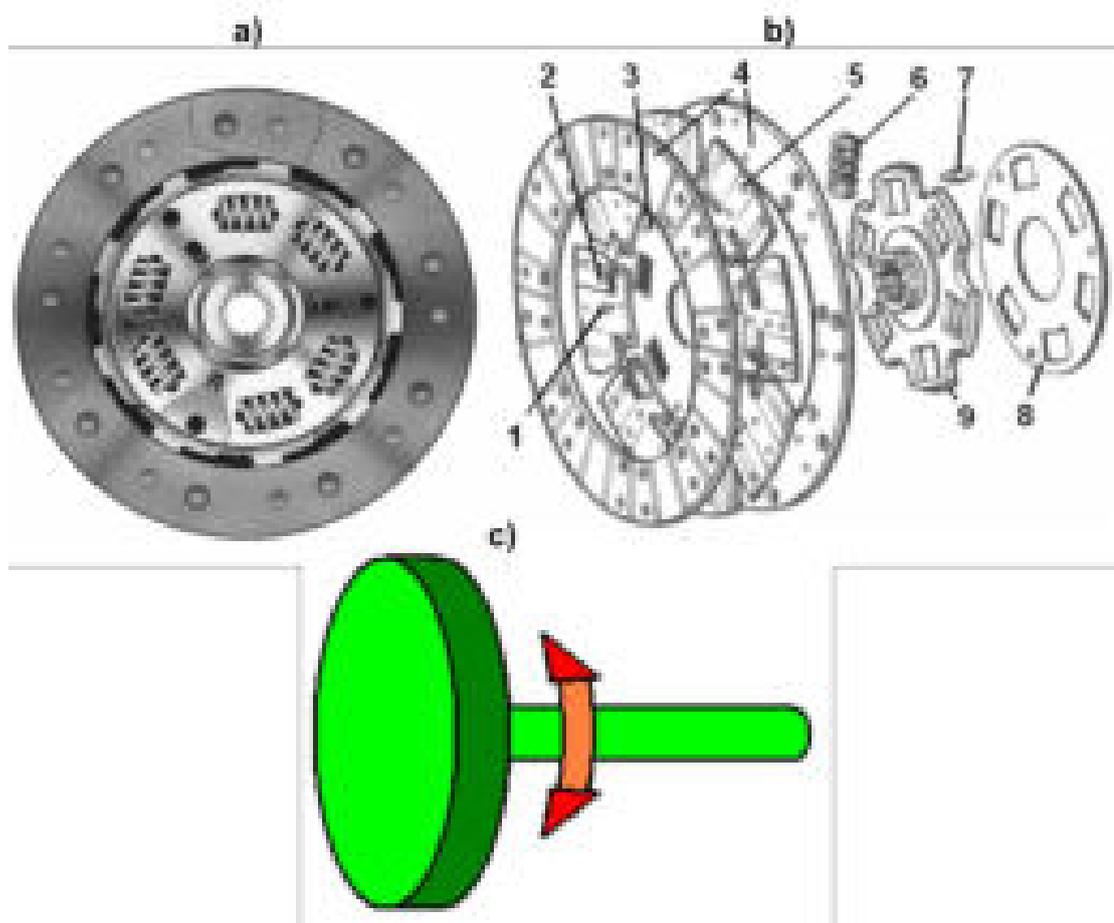
В многодисковых сцеплениях для принудительного отвода внутреннего диска от ведомого фрикционного диска предусматривается установка специальных устройств, действующих за счет центробежных сил или силы сжатия специальных пружин, устанавливаемых между маховиком и средним ведущим диском сцепления.

1.4 Предохранение трансмиссии от динамических нагрузок

В процессе работы двигателя его коленчатый вал испытывает так называемые крутильные колебания.

Крутильные колебания возникают в упругих валах, передающих крутящий момент. Причину возникновения крутильных колебаний можно увидеть, рассмотрев приведенную на рисунке 1.03с схему.

Если к зажатому одним концом упругому валу прикрепить массивный диск и приложить к этому диску пару сил, вал получит деформацию скручивания.



1 и 2 – заклепка крепления фрикционной накладки к пружинным лепесткам ведомого диска; 3 – ступица лепесткового ведомого диска; 4 – фрикционные накладки ведомого диска; 5 – упругий лепесток ведомого диска; 6 – спиральная пружина; 7 – пальцы-стяжки ступицы ведомого диска; 8 – задняя часть ступицы ведомого диска; 9 – шлицевая ступица с окнами для периферийных пружин.

Рисунок 1.03 – Конструкция ведомого диска сцепления и схема возникновения крутильных колебаний.

Отпустив диск, можно увидеть, что вал распрямится, повернув массивный диск, затем диск по инерции скрутит вал, но уже в другом направлении. Такое вращение диска будет продолжаться довольно долго, постепенно снижая величину угла закручивания вала. Подобные колебания возникают из-за неравномерности вращения коленчатого вала, появление которой обусловлено чередованием работы цилиндров двигателя. Неравномерность угловой скорости коленчатого вала вызывает появление динамических нагрузок в деталях

коробки передач, карданного вала и других элементах трансмиссии. Кроме того, эти крутильные колебания вызывают повышенный шум работы трансмиссии.

Для гашения крутильных колебаний широко используются гасители упруго-фрикционного типа.

Основное назначение гасителя крутильных колебаний – поглощать энергию колебаний при совершении работы трения фрикционных элементов, размещенных в гасителе.

Ступица ведомого диска 9 (см. рисунок 1.03) и сам ведомый диск (детали 3 и 8) связаны между собой установленными в окна спиральными пружинами 6. Колебания, возникающие в трансмиссии, вызывают угловое перемещение ведомого диска относительно его ступицы 9 за счет деформации пружин 6 гасителя, сопровождающееся трением фрикционных элементов гасителя.

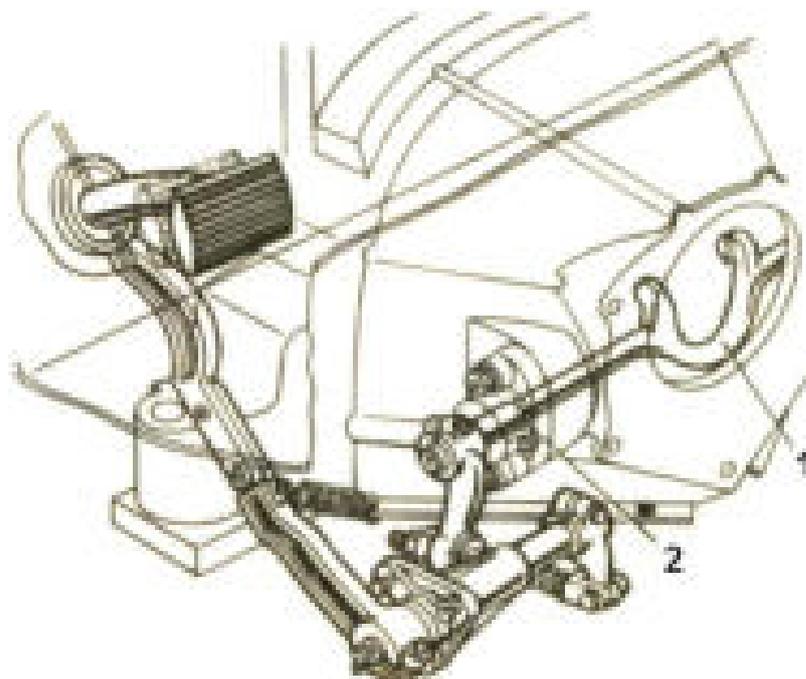
1.5 Привод выключения сцепления

1.5.1 Механический привод сцепления

На автомобилях середины прошлого столетия применялся механический привод сцепления (см. рисунок 1.04). Водитель, нажимая на педаль сцепления, оказывал воздействие на выжимной подшипник через систему тяг рычагов 2 и тяг, которые соединяли педаль сцепления свилкой 1 выключения сцепления.

Так как в сцеплении грузового автомобиля применяется большое количество нажимных пружин, например в автомобиле МАЗ-5335 установлено 28 пружин, усилие, необходимое для их сжатия, оказывает сильное утомляющее действие на водителя. Чрезмерно большое усилие управление сцеплением приводит к профессиональным заболеваниям водителя. Так, например, водителю автобуса, выполняющим перевозку пассажиров по городскому маршруту, за смену приходится прибегать к управлению сцеплением свыше 2000

раз. Работа, затрачиваемая на управление сцеплением не должна превышать строго определенного значения, например, для грузового автомобиля и автобуса эта работа не должна быть выше 30 Дж, а для легкового автомобиля – 25 Дж. Уменьшить усилие на педали можно только за счет увеличения её хода, но и это не допустимо, так как с точки зрения эргономики (науки, изучающей систему «человек – машина») увеличение хода педали вызовет не меньшее утомление водителя, чем большое усилие на педали.



1 – вилка выключения сцепления; 2 – система валов и регулировочных тяг привода выключения сцепления.

Рисунок 1.04 – Механический привод сцепления грузового автомобиля.

Из вышесказанного следует, что на легковом автомобиле применение механического привода сцепления допустимо, однако на грузовых автомобилях и автобусах необходима установка специальных усилителей, которые, не изменяя величину хода педали, значительно снижают усилие, необходимое для выключения сцепления.

На легковых автомобилях, как уже ранее упоминалось, широкое применение нашел тросовой привод сцепления.

Усилие от педали тормоза передается на гибкий стальной трос (см. ри-

сунок 1.05), размещенный в специальной гибкой оплетке, которая может передавать значительные осевые усилия, не испытывая значительной осевой деформации. Оба конца гибкой оплетки закреплены в кронштейнах. При нажатии на педаль сцепления трос вытягивается из стальной оплетки, закрепленной в кронштейне за педалью сцепления. С противоположной стороны трос втягивается в стальную оплетку, конец которой закреплен в кронштейне, установленном на кожухе сцепления. Усилие передается на вилку управления сцеплением, которая, воздействуя на выжимной подшипник, выключает сцепление.

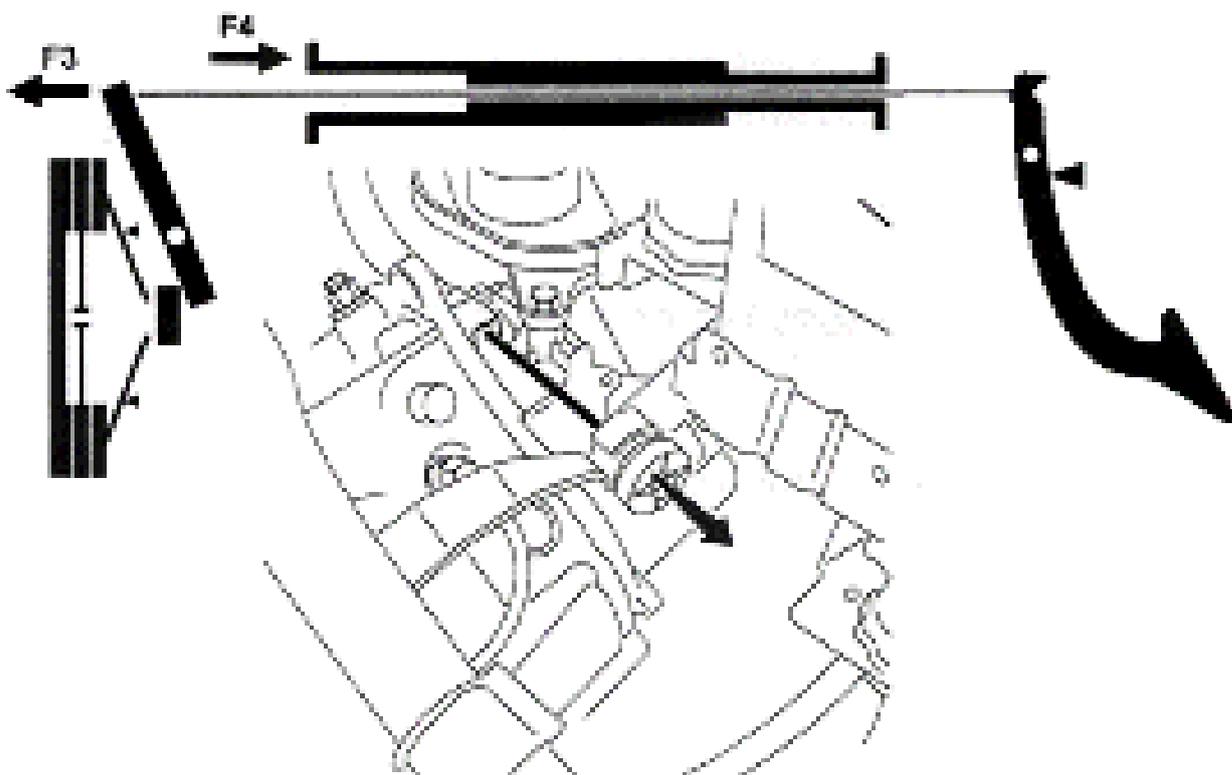
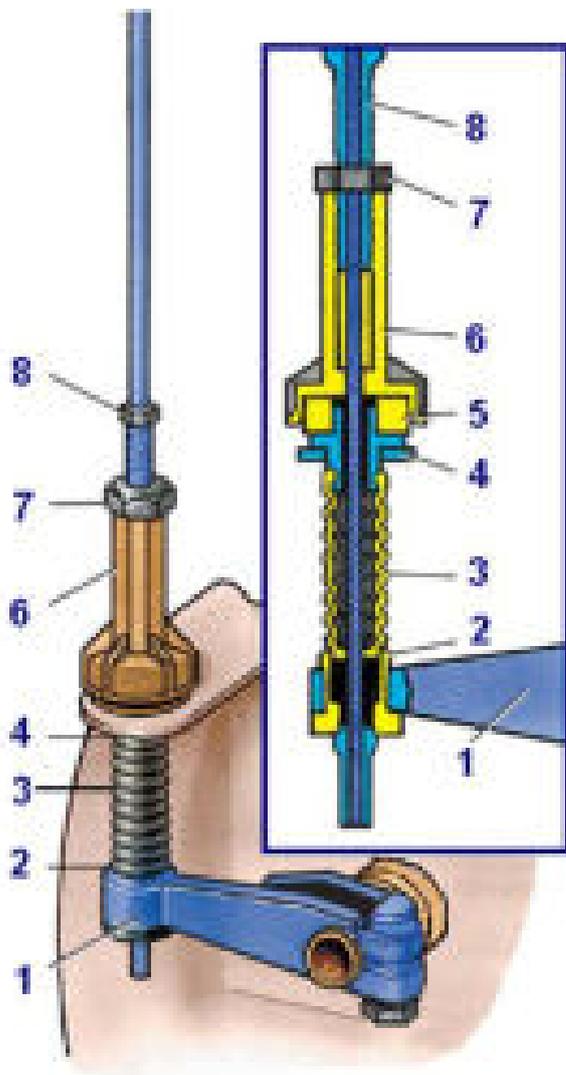


Рисунок 1.05 – Тросовой механический привод выключения сцепления легкового автомобиля.

В процессе эксплуатации длина троса может измениться, так как трос «вытягивается» за счет деформации его сердцевины, пропитанной пластичной смазкой. Компенсировать увеличение длины троса можно механическим способом, уменьшив его длину.

На рисунке 1.06 показан механизм регулировки, применяемый на отечественном автомобиле АЗЛК-2141. Для регулировки необходимо отпустить контргайку 7 на 2-3 витка, затем, вращая пластмассовую резьбовую втулку,

увеличивают длину оплетки, укорачивая величину троса, выступающего из оплетки. После этого, заворачиваем контр гайку 7. Гайка 8 служит для удержания оплетки троса в процессе регулировки. Примерно такую же конструкцию имеет механический тросовый привод сцепления старых автомобилей «Ford», «Opel» и др.



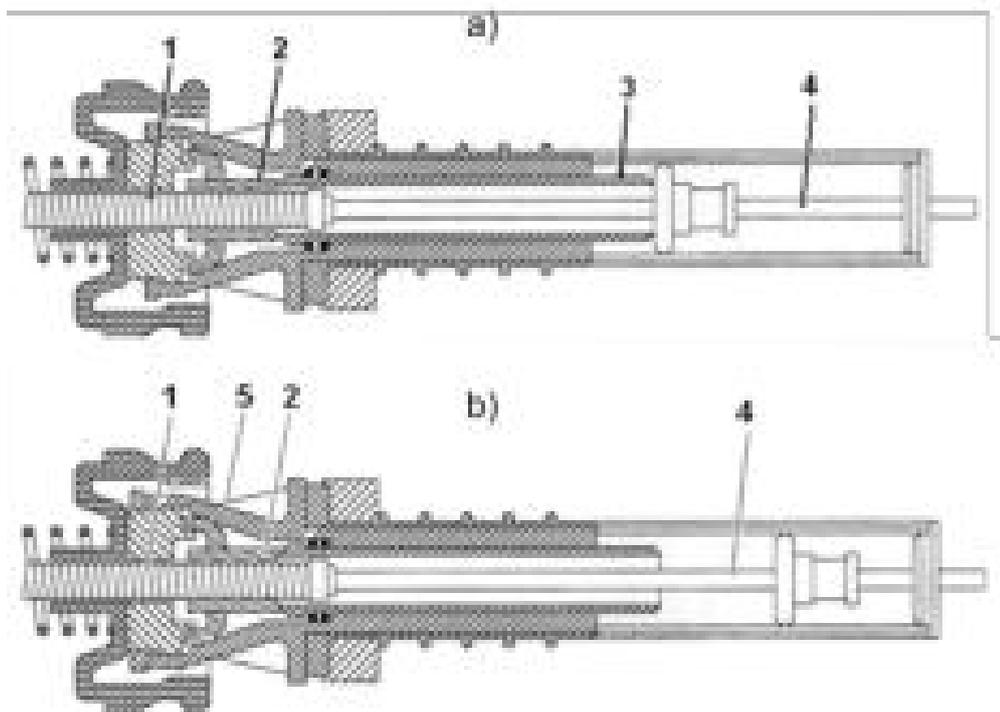
1 – вилка выключения сцепления; 2 – пластмассовая упорная втулка; 3 – пружина; 4 – упорный элемент; 5 – пластмассовая резьбовая насадка; 6 – гайка-удлиннитель; 7 – контргайка; 8 – держатель оплетки троса.

Рисунок 1.06 – Механизм регулировки длины троса привода сцепления автомобиля Москвич.

Современные автомобили имеют механизмы автоматической регулировки длины троса привода управления сцеплением.

Рассмотрим примерное устройство этого устройства.

При отпущенной педали сцепления (см. рисунок 1.07а) трос 4 действием силы сжатия пружины, расположенной на механизме привода со стороны вилки, вытянут из оплетки



1 – оплетка троса; 2 – разрезная втулка; 3 – винтовой удлинитель; 4 – трос выключения сцепления; 5 – коническая насадка механизма регулировки.

Рисунок 1.07 – Саморегулирующийся механизм механического тросового привода выключения сцепления.

При нажатии на педаль сцепления (см. рисунок 1.07b) трос 4 втягивается в оплетку. Перемещаясь внутри механизма регулировки, трос тянет за собой охватывающую разрезную втулку 2, которая, двигаясь по внутренней поверхности конической насадки 5, зажимает винтовой удлинитель 3. Дальнейшее перемещение троса приведет в движение вилки управления сцеплением. Повторное включение сцепления приводит к вытягиванию троса из оплетки и подготовке всего механизма к новому этапу регулировки.

Постепенное вытягивание троса должно было бы вызвать уменьшение хода педали сцепления, как это и наблюдается на автомобилях, не оборудованных системой автоматической регулировки длины троса. Например, в автомобилях Ford или Opel для регулировки длины троса необходимо было носком ботинка потянуть педаль на себя, и этого достаточно, так как трос вместе с винтовым удлинителем проталкивается внутрь механизма. Последующее

нажатие на педаль сцепления приведет к охвату разрезной втулкой нового места на удлинителе, более близкого к тросу. Это равнозначно укорочению троса и, следовательно, необходимой регулировки механизма управления сцеплением.

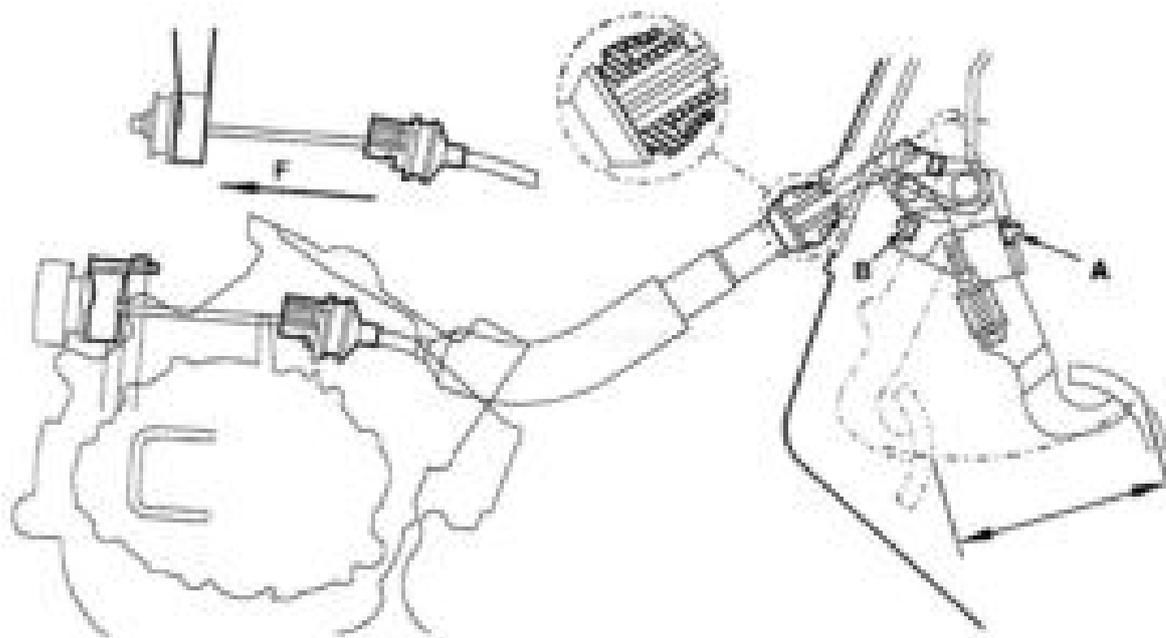


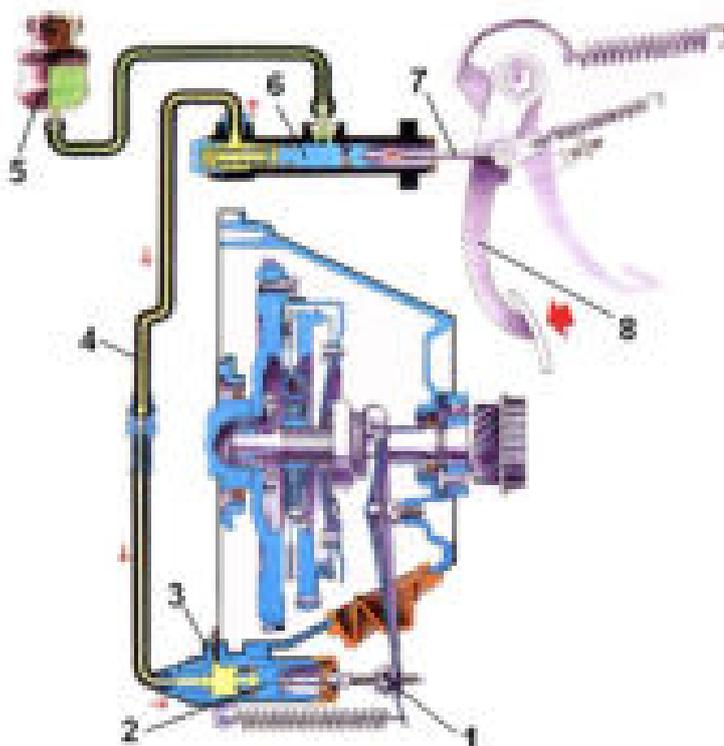
Рисунок 1.08 – Параметры регулирования тросового привода.

В системе регулировки, изображенной на рисунке 1.08 на педали установлена возвратная пружина, которая самостоятельно переводит её до соприкосновения с упором (А). Ограничительный упор предохраняет трос от чрезмерного растягивающего воздействия и поломки механизма регулировки хода троса управления сцеплением. Механизм регулировки может работать довольно длительное время, выдерживая необходимую величину хода, включая необходимую величину свободного хода педали сцепления.

1.5.2 Гидравлический привод управления сцеплением

Гидравлический привод управления сцеплением длительное время являлся единственным, применяемым на отечественных легковых автомобилях. Только после появления переднеприводных автомобилей автопром внедрил тросовый привод управления сцеплением. По мнению авторитетных источни-

ков, гидравлический привод управления сцеплением обеспечивает более плавное включение сцепления и уменьшает усилие, необходимое для выключения сцепления. Передаточное число привода сцепления определяется из условия, что усилие на педали при отсутствии какого-либо усилителя не должно превосходить для легковых автомобилей 150 Н, а для грузовых автомобилей – 250 Н. При этом ход педали сцепления должен лежать в пределах 120...190 мм, включая свободный ход педали.



1 – механизм регулировки привода выключения сцепления; 2 – исполнительный цилиндр; 3 – клапан выпуска воздуха из цилиндра; 4 – гидравлическая линия подачи тормозной жидкости в исполнительный цилиндр; 5 – резервный бачок; 6 – главный цилиндр выключения сцепления; 7 – толкатель; 8 – педаль сцепления.

Рисунок 1.09 – Общая схема гидравлического привода сцепления.

В гидравлический привод управления сцеплением (см. рисунок 1.09) входят: педаль сцепления 8, главный цилиндр 7 с бачком 5 и толкателем 7, рабочий цилиндр 2 с клапаном для выпуска воздуха 3, штоком с механизмом регули-

ровки 1, вилки включения сцепления и соединяющий эти два цилиндра трубопровод 4.

Оба цилиндра устроены очень просто.

Уплотнение цилиндров достигается установкой резиновых манжет перед поршнем. При нажатии на педаль манжета не допускает утечки тормозной жидкости в резервный бачок. Возврат в исходное положение осуществляется пружиной, установленной внутри цилиндра.

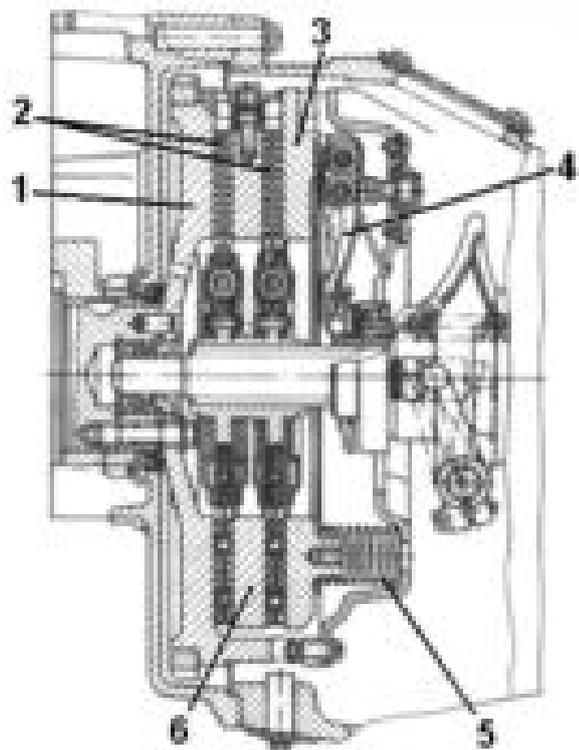
Какой-либо сложности в ремонте приборов гидравлического привода управления сцеплением нет. Подтекание тормозной жидкости через шток или толкатель устраняется заменой манжет и кольцевых уплотнений. Однако все чаще прибегают в замене всего узла, так как стоимость его ремонта порой превосходит стоимость нового цилиндра.

1.6 Конструкция двухдискового сцепления грузовых автомобилей и пневмогидравлические усилители привода сцепления

Ведущими элементами двухдискового сцепления (см. рисунок 1.10), применяемого на грузовых автомобилях, является маховик двигателя 1 с привернутым к нему болтами кожухом, соединенных посредством специальных пальцев с нажимным 3 и средним 6 диском.

Ведомыми элементами являются два диска 2 с фрикционными накладками и гасителями крутильных колебаний. Включение сцепления производится силой сжатия периферийных пружин 5, установленных внутри кожуха сцепления. Во избежание ослабления пружин в результате их перегрева от нажимного диска, они опираются на термоизоляционные прокладки, установленные между нажимным диском и пружинами.

Работа двухдискового сцепления мало отличается от работы однодискового сухого сцепления легковых автомобилей. Мы говорили ранее об особенностях процесса разведения дисков при выключении сцепления. На этом и остановимся...



1 – маховик двигателя; 2 – два ведомых диска сцепления; 3 – нажимной диск; 4 – рычаги (лапки) выключения сцепления; 5 – периферийные пружины; 6 – средний диск.

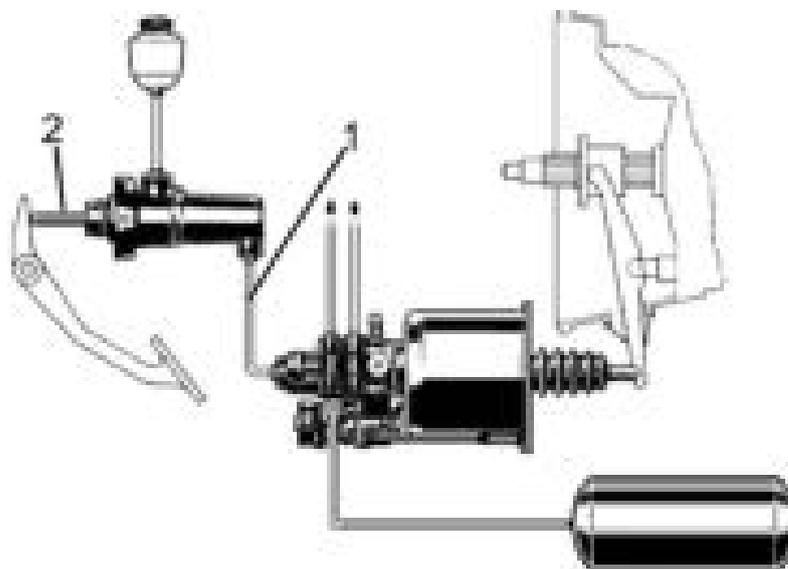
Рисунок 1.10 – Двухдисковое сцепление грузового автомобиля.

Не будем повторяться и перейдем сразу к приводу управления двухдисковым сцеплением.

Особенностью выключения двухдискового сцепления является необходимость разведения дисков на величину, в два раза превосходящую величину разведения дисков в однодисковом сцеплении. Отсюда и проблема: как развести диски на достаточное друг от друга расстояние, при этом не увеличить допустимую величину усилия, прилагаемого к педали сцепления. Если это делать путем увеличения передаточного числа привода, то значительно увеличится ход педали. Если же ход педали оставить на той же величине, увеличится усилие на педали. Вывод нашли простой. Установить усилитель, который преобразует допустимое перемещение педали сцепления в значительно большее по величине перемещение ведущих элементов двухдискового сцепления.

1.6.1 Пневмогидравлические усилители

Конструкция привода с усилителем (см. рисунок 1.11) включает следующие элементы: главный гидравлический цилиндр 2, со штоком и толкателем, мало отличающимся от обычного главного цилиндра гидравлического привода управления сцеплением легкового автомобиля; трубопроводам 1, по которым тормозная жидкость подается из главного цилиндра в усилитель; самого пневматического усилителя со штоком, перемещающим вилку привода управления сцеплением.



1 – гидравлическая линия; 2 – главный цилиндр выключения сцепления.

Рисунок 1.11 – Компоновка пневмогидравлического усилителя грузового автомобиля.

Назначение пневмогидравлического усилителя – снижение усилия нажатия на педаль сцепления и обеспечение качественного процесса сцепления с целью плавного начала передачи крутящего момента от двигателя к трансмиссии.

Пневмогидравлический усилитель состоит из трех частей:

- Гидравлического цилиндра;
- Распределительного клапана;
- Пневматического сервоцилиндра.

1.6.2 Принцип работы

Пневмогидравлический усилитель (см. рисунок 1.12) через вывод 1 соединяется с ресивером сжатого воздуха, предназначенного для снабжения дополнительных потребителей и через вывод 1-4 соединен с гидравлическим цилиндром, из которого поступает тормозная жидкость при нажатии на педаль сцепления.

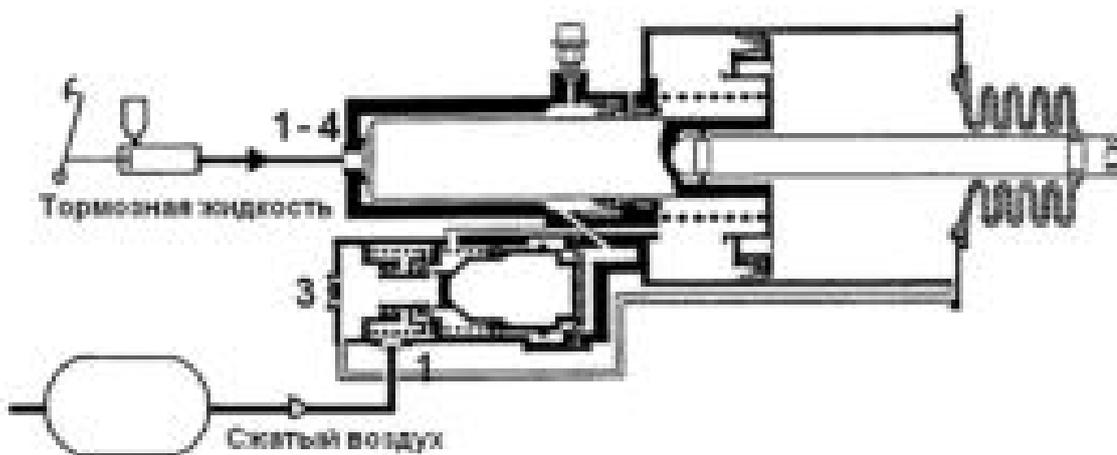
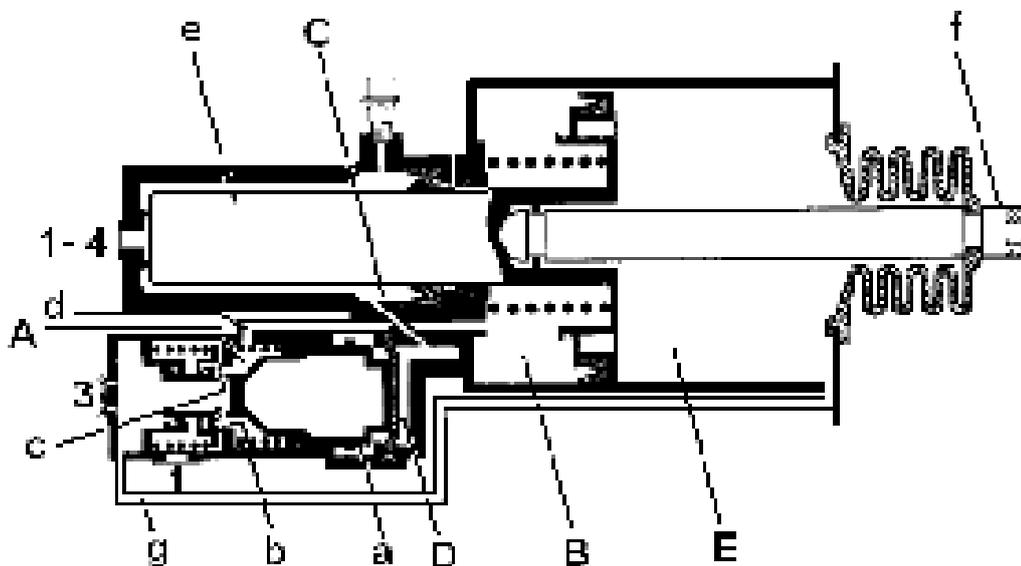


Рисунок 1.12 – Подключение пневмогидравлического усилителя к внешним линиям.

При нажатии на педаль сцепления тормозная жидкость поступает через вывод (1-4) в камеры (C) и (D). Поршень (а) в результате действия на него давления тормозной жидкости перемещается влево, закрывая выпускное отверстие (с) и открывая впускное отверстие (b). Таким образом, освобождается проход сжатому воздуху, поступающему через вывод (1) в камеру (A) из которой по каналу (d) он попадает в камеру (B). Под воздействием пневматического и гидравлического давления поршень (е) перемещается вправо, размыкая диски сцепления с помощью штока (f). Воздух из камеры (E) по каналу (g) перетекает к выпускному отверстию (3). Давление сжатого воздуха в камере (A) становится равным гидравлическому давлению тормозной жидкости в камере (D), действующей с противоположной стороны на поршень (а). Наступает динамическое равновесие, в результате которого давление воздуха и дав-

ление тормозной жидкости выравниваются. Давление в камере (В) пропорционально давлению тормозной жидкости, но поршень сервоусилителя по площади в несколько раз больше поршня (а), следовательно усилие, создаваемое поршнем сервоусилителя и передаваемое через шток на вилку выключения сцепления, также получает значительное увеличение.



1 – канал подачи сжатого воздуха из ресивера; 1 – 4 – канал подачи тормозной жидкости из главного цилиндра привода сцепления; 3 – отверстие для сброса воздуха в атмосферу; а – пневматическая камера клапана усилителя; б – рабочая (поршневая) камера усилителя; с – гидравлическая камера усилителя; d – гидравлическая камера клапана усилителя; e – штоковая полость пневматического усилителя; а – поршень клапана усилителя; б – выпускное отверстие; с – впускное отверстие; d – канал подачи воздуха в рабочую камеру; e – поршень гидравлического цилиндра выключения сцепления; f – шток привода вилки сцепления; g – перепускной канал.

Рисунок 1.13 – Устройство пневмогидравлического усилителя.

Если водитель отпускает педаль сцепления тормозная жидкость из камеры (D) перетекает в камеру (C) откуда возвращается в главный цилиндр. Поршень (а) возвращается в исходное положение, при этом впускное отверстие (с) закрывается, а через открывшееся выпускное отверстие (b) и выпуск (3) осуществляется сброс воздуха из камер (A) и (B).

Гидравлическое и пневматическое давление на поршне (e) снижаются,

давая возможность сцеплению переключиться в рабочее положение.

Давление воздуха в камере (В) при нажатии на педаль сцепления или при его плавном отпуске остается пропорциональным гидравлическому давлению в камере (С), обеспечивая водителю полный контроль над сцеплением.

Если давление воздуха недостаточно, то возможно выключение сцепления только одним гидравлическим давлением, которое воздействует на поршень (е). Однако потребуется более сильное нажатие на педаль.

1.7 Неисправности и сервисное обслуживание сухого фрикционного сцепления

Неисправностей сцепления не так уж много. Некоторые неисправности можно устранить регулировкой, некоторые только заменой поломанных или изношенных деталей.

Предлагается коротко остановиться на этих неисправностях.

1.7.1 Неполное выключение сцепления (сцепление «ведет»)

Эта неисправность появляется в результате увеличения зазоров в приводе выключения сцепления, то есть у педали сцепления чрезмерный свободный ход, что препятствует полному (качественному) разъединению ведущего и ведомого звена.

Устранить эту неисправность можно регулировкой привода выключения сцепления.

«Ведение» сцепления может возникнуть в результате коробления ведомого диска. Устранить эту неисправность можно только после разборки сцепления. Выпрямьте диск или замените его новым. Допустимое (торцевое) биение ведомого диска не более 0,5 мм.

«Ведение» может возникнуть и в результате появления неровностей и забоин на рабочих поверхностях фрикционных накладок ведомого диска.

Устранить эту неисправность можно тоже после разборки сцепления путем зачистки рабочих поверхностей фрикционных накладок. Если забоины или задиры глубоки, или фрикционные накладки имеют трещины, замените ведомый диск.

После разборки сцепления обязательно проверьте состояние заклепок. Если заклепки ослабли – замените ведомый диск. Перед сборкой сцепления обязательно проверьте биение ведомого диска.

Неполное выключение сцепления может произойти из-за заедания ступицы ведомого диска на шлицах первичного вала коробки передач. Устранить эту неисправность можно, зачистив шлицы и смазав их тугоплавкой смазкой. Если причиной заедания является смятие шлицов – замените первичный вал коробки передач или ведомый диск.

Причиной неполного выключения сцепления может стать появление воздуха в системе или утечка тормозной жидкости из системы через неплотности трубопроводов или изношенные резиновые уплотнения.

Внимательно осмотрите гидравлический привод сцепления. При обнаружении следов утечки обязательно выясните причины их появления и замените изношенные или поломанные детали. Заполните гидравлическую систему новой тормозной жидкостью, прокачайте систему гидропривода для удаления из неё воздуха.

Возможна до смешного простая причина «ведения» сцепления.

В крышке резервного бачка выполнено вентиляционное отверстие малого диаметра. Если это отверстие засорится во время нажатия на педаль сцепления в главном цилиндре будет возникать разрежение, что вызовет подсос воздуха через уплотнения

1.7.2 Неполное включение сцепления (сцепление «буксует»)

Проверить качество включения сцепления довольно просто, попробуйте въехать на пригорок. Если сцепление буксует, вы сразу это заметите.

Пробуксовка сцепления может возникнуть при отсутствии свободного хода педали сцепления. Эту неисправность можно устранить регулировкой свободного хода педали.

Чрезмерный износ или перегрев (пригорание) фрикционных накладок ведомого диска может вызвать буксование сцепления. Эта неисправность устраняется заменой ведомого диска.

Пробуксовка может возникнуть в результате замасливания фрикционных накладок ведомого диска, рабочей поверхности маховика и нажимного диска.

Тщательная промывка деталей сцепления обязательна, но перед сборкой выясните причину попадания масла на трущиеся поверхности. Ведь не с ведра же оно туда попало?

1.7.3 Рывки при работе сцепления

Рывки при включении сцепления могут появиться в результате заедания ступицы ведомого диска на шлицах первичного вала, или заедание в механизме привода сцепления. Эти неисправности устраняются заменой деталей или зачисткой их рабочих поверхностей. Рывки могут появиться при чрезмерном износе или замасливании рабочих поверхностей. Об устранении возникших неисправностей сказано выше.

1.7.4 Повышенный шум при выключении сцепления

Если при выключении сцепления слышен шум, причиной его появления может быть поломка или потеря упругости демпфирующих пружин гасителя крутильных колебаний. Шум может возникать и при разрушении выжимного подшипника. Но в этом случае он будет исчезать при нажатии на педаль привода сцепления.

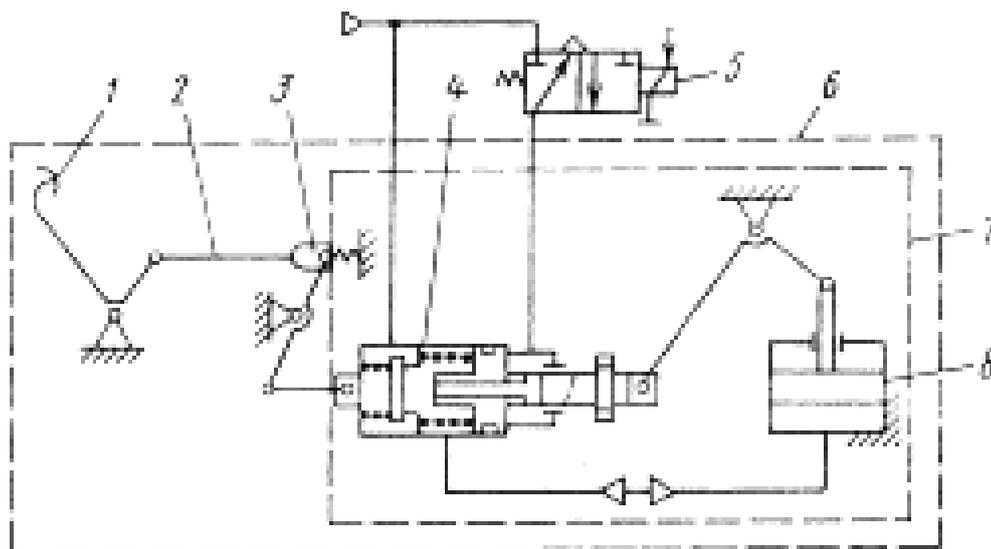
2 ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СЦЕПЛЕНИЯМИ

На большегрузных грузовых автомобилях и автопоездах сцепление передает значительный крутящий момент, поэтому на них применяют системы управления сцеплением с пневматическими или гидропневматическими усилителями. Эти системы относятся к классу *автоматизированных*. На их базе создаются системы полуавтоматического управления, где автоматизируется лишь процесс переключения передач.

Наиболее простой вариант полуавтоматического управления сцеплением – пневмомеханический привод 6 (рисунок 2.01) с пневмоусилителем 7 и дополнительным трехлинейным двухпозиционным электромагнитным клапаном 5, подключенным к атмосферному выходу распределительного клапана 4.

Команды на выключение и включение сцепления подает электронный блок (на схеме не показан). Так, чтобы выключить сцепление, блок подает электропитание на обмотку клапана 5, в результате чего открывается доступ воздуха из ресивера к распределительному клапану 4, а от него – в рабочую полость исполнительного цилиндра. Сцепление выключается. Чтобы включить сцепление, блок обесточивает обмотку клапана 5, благодаря чему рабочая полость исполнительного цилиндра по линии «клапан 4 – клапан 5» соединяется с атмосферой.

В системе сохранена возможность непосредственного управления сцеплением педалью 1. В этом случае темп его выключения и включения задает водитель. Кроме того, в схеме предусмотрена «скользящая» вилка 3, обеспечивающая независимую работу привода как при трогании автомобиля (автопоезда) с места, так и в процессе переключения передач.



1 – педаль управления сцеплением; 2 – система рычагов и тяг; 3 – «скользящая» вилка; 4 – распределительный клапан; 5 – двухпозиционный электромагнитный клапан; 6 – пневмомеханический привод; 7 – пневмоусилитель; 8 – исполнительный цилиндр сцепления.

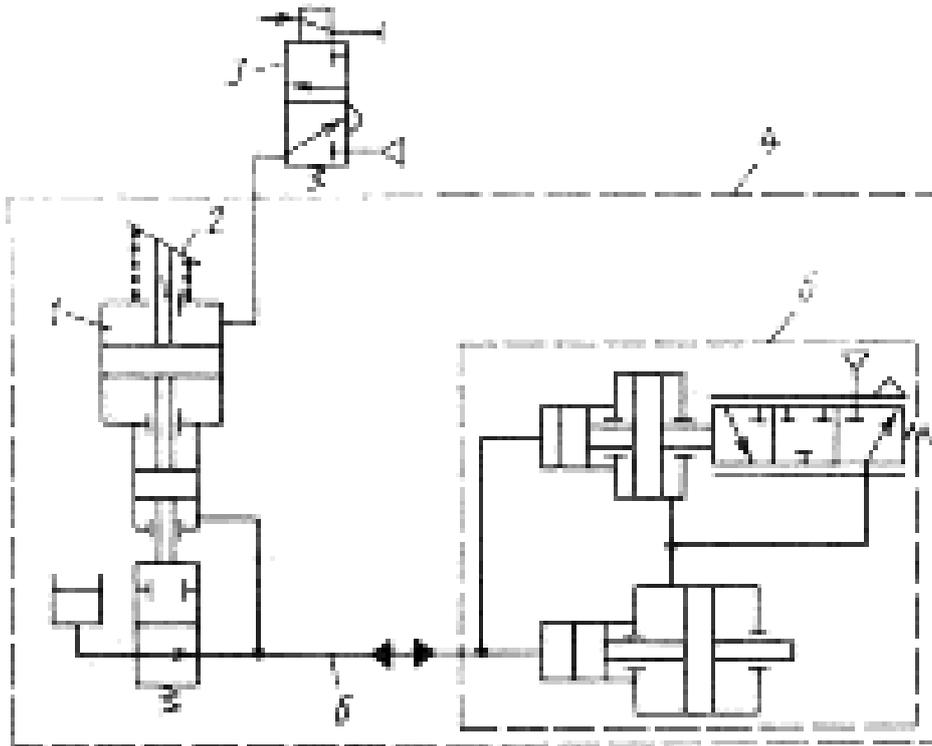
Рисунок 2.01 – Схема полуавтоматического пневмомеханического привода сцепления.

Гидропневматический привод (рисунок 2.02) по конструкции более сложный. В таком приводе для переключения передач должно изменяться давление в управляющей гидравлической магистрали 6, поэтому шток подпедального цилиндра 1 педали управления сцеплением 2 выполнен скользящим.

В другой схеме (рисунок 2.03) в управляющую магистраль пневмоусилителя 5 устанавливается гидропневмоцилиндр 1 релейного действия, который управляется электромагнитным клапаном 3. В этом случае не требуется доработка подпедального цилиндра 6, упрощается механизм передачи усилия от педали управления к пневмоусилителю и повышается КПД привода.

Приведенные схемы полуавтоматического управления сцеплением достаточно просты и позволяют с минимальными затратами дооборудовать обычный (неавтоматический) привод сцепления. С точки зрения функциональных возможностей они одинаковы. Однако пневмомеханический привод (см. рисунок 2.01) проще: во-первых, в нем нет сопряжений гидравлических и

пневматических магистралей, что упрощает схему; во-вторых, в режиме переключения передач непосредственная подача давления в рабочую полость исполнительного цилиндра исключает работу распределительного клапана 4, что упрощает предварительную настройку системы и снижает влияние работы клапана на переходный процесс переключения передач (педаль управления сцеплением в такой системе используется только при трогании автомобиля с места).

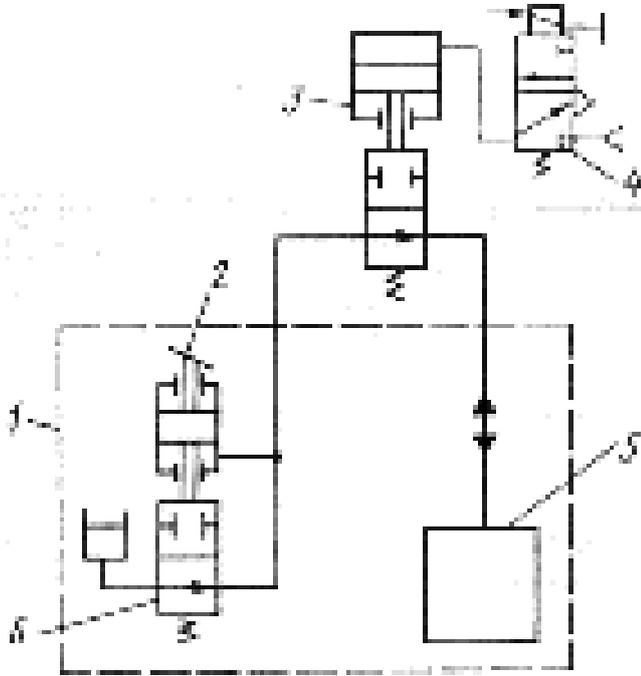


1 – подпедальный цилиндр; 2 – педаль управления; 3 – двухпозиционный электромагнитный клапан; 4 – гидропневматический привод; 5 – пневмоусилитель; 6 – управляющая гидравлическая магистраль.

Рисунок 2.02 – Схема полуавтоматического гидропневматического привода сцепления.

Полуавтоматические системы с гидропневматическим приводом целесообразны для сочлененных транспортных средств, у которых двигатель расположен в задней части второго звена. В этом случае привод сцепления упрощается и повышается его КПД, снижается инерционность работы привода, связанная с деформацией тяг значительной длины и трением на осях вращения рычагов, а также трудоемкость его технического обслуживания, связанная с

необходимостью периодического регулирования. Однако эти системы не лишены недостатков, связанных с большим числом подвижных механических элементов, трущихся пар и пружин гидропневмоаппаратов, а также значительными дроссельными потерями.



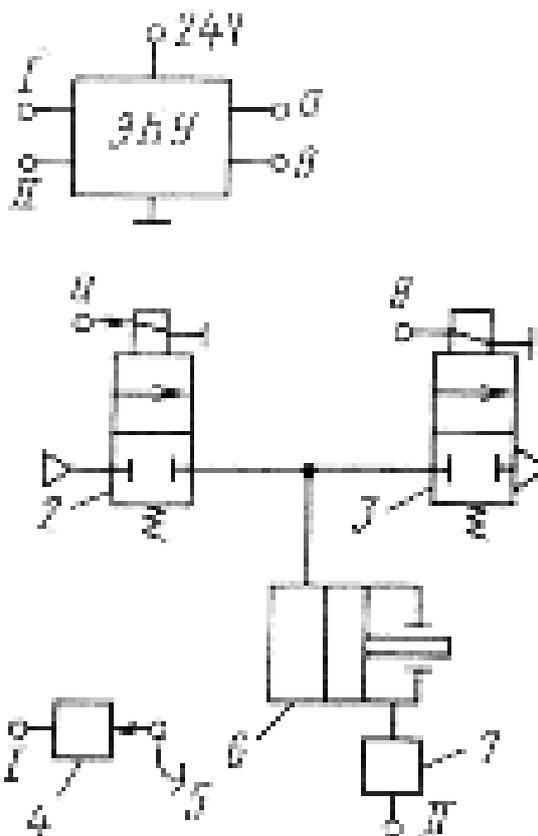
1 – гидропневматический привод; 2 – педаль управления; 3 – гидропне-
моусилитель релейного действия; 4 – электромагнитный клапан; 5 – пневмо-
усилитель; 6 – цилиндр подпедальный.

Рисунок 2.03 – Схема полуавтоматического гидропневматического при-
вода сцепления.

В связи с этим, в последнее время находят все большее распространение системы управления сцеплением, базирующиеся на электроприводе. В таких системах сведено к минимуму число входящих в них гидропневмоаппаратов и существенно упрощена схема дистанционного управления сцеплением, что позволяет достичь малой инерционности систем управления.

Функции управления в такой схеме (см. рисунок 2.04) переданы элек-
тронному блоку управления, который по сигналам датчиков I и II вырабаты-
вает наиболее рациональный закон управления сцеплением (выходные сиг-
налы а и в). За пневмоаппаратурой остаются лишь силовые функции: клапаны

2 впуска и клапаны 3 выпуска подают или выпускают воздух из рабочей полости исполнительного цилиндра 6. При наличии электропневматического привода управления сцеплением водителем, воздействуя на педаль подачи топлива, задает скоростной режим движения автопоезда, а все функции по управлению сцеплением, выбору и переключению передач выполняет автоматика. Управление автопоездом становится двухпедальным. Одновременно повышается и долговечность самого сцепления, потому что оно всегда включается по наиболее рациональному закону управления.



I и II (а и в) – входные (выходные) сигналы электронного блока управления; 2 – клапан впуска; 3 – клапан выпуска; 4 – подпедальный датчик; 5 – педаль управления; 6 – исполнительный цилиндр; 7 – датчик обратной связи.

Рисунок 2.04 – Схема электропневматического привода сцепления.

Дальнейшим развитием систем управления сцеплением являются **микропроцессорные системы автоматического управления сцеплением**, которые позволяют полностью отказаться от педали управления. Как правило, они представляют собой составные части более общих систем – управления трансмиссией или силовой установкой автомобиля.

Система автоматического управления сцеплением состоит из измерительно-информационного блока, блока преобразования информации, электронного блока управления (ЭБУ), усилительного устройства, исполнительного механизма сцепления, устройства отображения информации и блока питания. Блок преобразования информации и усилительное устройство образуют устройство сопряжения.

Измерительно-информационный блок предназначен для выдачи информации о скорости движения автомобиля, положении педали подачи топлива, состоянии исполнительного механизма сцепления (датчик положения штока исполнительного цилиндра сцепления – датчик обратной связи), коробки передач (концевые выключатели передач), двигателя (датчик частоты вращения коленчатого вала). Работу автомобиля в целом этот блок отражает по датчику угловой скорости вторичного вала коробки передач.

Полученная от датчиков информация (сигналы) проходит блок преобразования информации, который обрабатывает сигналы и приводит их к удобному для работы ЭБУ виду. Задача ЭБУ – формирование требуемого закона изменения момента трения сцепления, а также контроль величины рассогласования рассчитанного параметра регулирования и параметра, фиксируемого датчиком обратной связи.

Далее ЭБУ выдает сигналы в усилительное устройство, откуда они идут в исполнительные механизмы (приводы) управления двигателем, коробкой передач и сцеплением. При этом гидравлические или пневматические исполнительные механизмы сцепления и коробки передач в процессе трогания автомобиля с места, движения с низкой скоростью при буксующем сцеплении, а также при переключении передач работают синхронно.

Функции по индикации режимов работы ЭБУ и состоянию системы автоматического управления сцеплением возложены на устройство отображения информации.

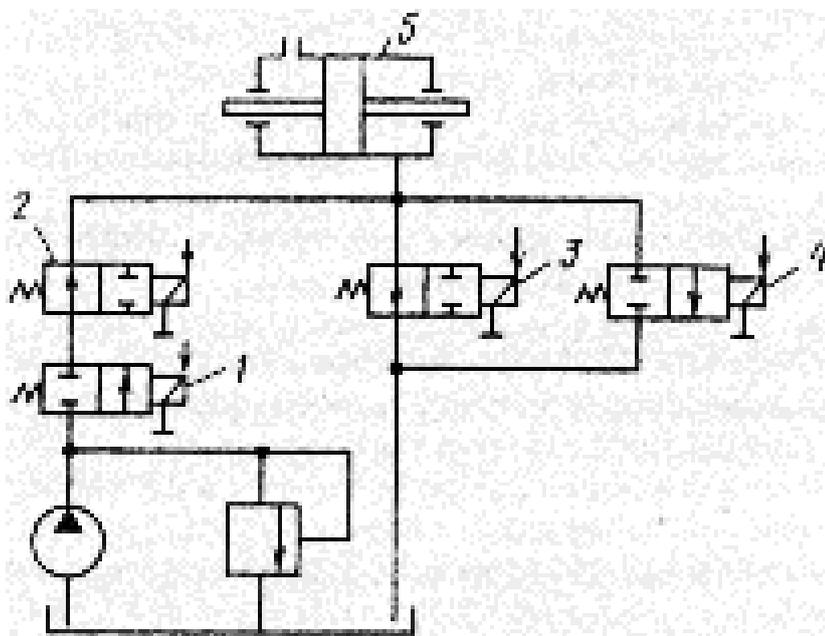
Блок питания имеет устройство стабилизации выходного напряжения,

что необходимо для устойчивой работы всей системы при эксплуатации автомобиля.

Типичная для систем электрогидравлического автоматического и дистанционного управления сцеплением схема (рисунок 2.05), разработанная фирмой «Isuzu Motors», включает исполнительный механизм, который управляется быстродействующими электромагнитными клапанами впуска (1 и 2) и выпуска (3 и 4). Различия сводятся к типу, числу и размерам условных проходных сечений электромагнитных клапанов, которые могут быть двухлинейными двухпозиционными, двухлинейными трехпозиционными и трехлинейными трехпозиционными.

Варианты управления сцеплением следующие:

- клапаны 3 и 4 закрыты, клапан 2 открыт, жидкость под давлением подается в рабочую полость исполнительного цилиндра 5, выключая сцепление;
- клапаны 2, 3 и 4 закрыты, цилиндр 5 удерживает буксующее сцепление в заданном промежуточном положении;
- клапан 2 закрыт, клапаны 3 и 4 открыты – сцепление включено.



1, 2, 3 и 4 – электромагнитные клапаны; 5 – исполнительный гидроцилиндр.

Рисунок 2.05 – Схема системы электрогидравлического автоматического управления сцеплением.

Темп включения сцепления задается за счет импульсного способа подачи электропитания на обмотки клапанов 3 и 4, которые, открываясь и закрываясь с большой частотой, обеспечивают плавное включение сцепления, не допуская значительных колебаний давления в рабочей полости исполнительного цилиндра 5.

Как работает система автоматического управления сцеплением можно рассмотреть на примере самого сложного из режимов – трогания автомобиля с места.

В этом режиме водитель, воздействуя на педаль подачи топлива, увеличивает частоту вращения коленчатого вала двигателя. Получив данный сигнал, блок управления дает команду на повышение длительности импульсов, проходящих через обмотки электромагнитных клапанов 3 и 4. В результате возрастает общая продолжительность открытого их состояния, и момент, передаваемый сцеплением, плавно нарастает, а автомобиль столь же плавно разгоняется. В момент, когда клапаны закрываются, сцепление полностью включается.

Реализацию закона управления сцеплением обеспечивают три программы:

- первая – программа информационных параметров, необходимых для режимов переключения передач, плавного трогания с места и выдержки момента сцепления на заданном уровне при парковке автомобиля;
- вторая – программа параметров импульсного регулирования электроклапанов, работающая на основе анализа информации, полученной с датчика обратной связи положения штока исполнительного цилиндра 5;
- третья – программа, активизирующая клапаны 1, 2, 3 и 4.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сцепление автомобиля должно отвечать многим требованиям, таким как: надежная передача крутящего момента от двигателя, полнота включения, полнота («чистота») выключения, плавное включение, предохранение трансмиссии и двигателя от перегрузок и динамических нагрузок, обеспечение нормального теплового режима работы и высокой износостойкости, легкость и удобство управления и другие. Существует несколько конструкций сцеплений, однако большинство из них применяется только на специализированных машинах. На автомобилях обычно применяется сухое фрикционное сцепление с созданием нажимного усилия пружинами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Головин С.И. Анализ диагностических информаторов / С.И. Головин // В сборнике: Сборник докладов молодых ученых факультета агротехники и энергообеспечения. 2003-2004 гг. – Орел, 2005. С. 59-62.
2. Головин С.И. Анализ эксплуатации тракторов / С.И. Головин, А.А. Жосан // В сборнике: Особенности технического и технологического оснащения современного сельскохозяйственного производства. / Сборник материалов международной научно-практической конференции. – Орел, 2013. – С. 119-126.
3. Головин С.И. Безразборные технологии увеличения эксплуатационного ресурса автотранспортной техники / С.И. Головин, Е.А. Ерохин // В сборнике: Сборник докладов молодых ученых факультета агротехники и энергообеспечения. – Орел, 2007. С. 78-83.
4. Головин С.И. Мониторинг изнашивания деталей дизеля как средство оптимизации системы технического обслуживания: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / С.И. Головин. – Москва, 2007
5. Головин С.И. Мониторинг изнашивания деталей дизеля, как средство оптимизации системы технического обслуживания: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / С.И. Головин. – Москва, 2007.
6. Головин С.И. Надежность и безотказность тракторов / С.И. Головин, А.А. Жосан // В сборнике: Особенности технического и технологического оснащения современного сельскохозяйственного производства. / Сборник материалов международной научно-практической конференции. – Орел, 2013. – С. 126-134.
7. Головин С.И. Особенности государственного технического осмотра / С.И. Головин, А.А. Жосан, А.Д. Полудницын // В сборнике: Состояние и перспективы энерго- и ресурсосберегающих технологий в АПК. / Материалы Международной научно-практической конференции. – Орел, 2009. С. 47-51.
8. Головин С.И. Оценка состояния двигателя по показателям моторного

масла / С.И. Головин, А.А. Жосан // Тракторы и сельхозмашины. – Москва, 2007. № 4. С. 52-53.

9. Головин С.И. Повышение качества моторных масел как способ достижения заявленного ресурса дизелей / С.И. Головин // Агротехника и энергообеспечение. – 2017. № 2 (15). – Орел, 2017. – С. 44-49.

10. Головин С.И. Проблема реализации ресурса двигателей / С.И. Головин, Е.В. Рябцев // В сборнике: Сборник докладов молодых ученых факультета агротехники и энергообеспечения. – Орел, 2007. С. 139-142.

11. Головин С.И. Прогнозирование остаточного ресурса дизелей / С.И. Головин, Н.М. Деревягин // В сборнике: Сборник докладов молодых ученых факультета агротехники и энергообеспечения. – Орел, 2007. С. 111-114.

12. Головин С.И. Реализации назначенного ресурса дизеля / С.И. Головин // В сборнике: Особенности технического оснащения современного сельскохозяйственного производства. / Сборник материалов к Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Орел, 2012. С. 87-91.

13. Головин С.И. Структура и состав МТП в отечественном сельском хозяйстве / С.И. Головин, А.А. Жосан, М.Р. Михайлов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – Москва, 2008. № 6. С. 3.

14. Головин С.И. Тенденции развития тракторостроения / С.И. Головин, А.А. Жосан // В сборнике: Особенности технического и технологического оснащения современного сельскохозяйственного производства. / Сборник материалов международной научно-практической конференции. – Орел, 2013. – С. 134-138.

15. Головин С.И. Техническое состояние АМТС как один из критериев, влияющих на безопасность дорожного движения / С.И. Головин, А.А. Жосан, А.Д. Полудницын // Мир транспорта и технологических машин. – Орел, 2009. № 4 (27). С. 54-58.

16. Головин С.И. Устройство автомобиля. Глава I Ходовая часть / С.И. Головин, А.А. Жосан, М.М. Ревякин, А.А. Солнцев – Орел: Орловский ГАУ, 2019. – 204 с.

17. Головин С.И. Устройство автомобиля. Глава II Тормозные системы / С.И. Головин, А.А. Жосан, М.М. Ревякин, А.А. Солнцев – Орел: Орловский ГАУ, 2019. – 227 с.
18. Головин С.И. Устройство автомобиля. Часть 1 Подвижной состав автомобильного транспорта / С.И. Головин, А.А. Жосан, М.М. Ревякин – Орел: Орловский ГАУ, 2018. – 33 с.
19. Головин С.И. Устройство автомобиля. Часть 2 Автомобильные колеса и шины / С.И. Головин, А.А. Жосан, М.М. Ревякин – Орел: Орловский ГАУ, 2018. – 85 с.
20. Головин С.И. Устройство автомобиля. Часть 3 Подвеска / С.И. Головин, А.А. Жосан, М.М. Ревякин – Орел: Орловский ГАУ, 2018. – 118 с.
21. Головин С.И. Устройство автомобиля. Часть 4 Тормозные системы / С.И. Головин, А.А. Жосан, М.М. Ревякин – Орел: Орловский ГАУ, 2018. – 108 с.
22. Головин С.И. Устройство автомобиля. Часть 5 Пневматические тормозные системы / С.И. Головин, А.А. Жосан, М.М. Ревякин – Орел: Орловский ГАУ, 2018. – 133 с.
23. Головин С.И. Устройство автомобиля. Часть 6 Рулевое управление / С.И. Головин, А.А. Жосан, М.М. Ревякин – Орел: Орловский ГАУ, 2018. – 78 с.
24. Головин С.И. Устройство автомобиля. Часть 7 КПП и раздаточные коробки / С.И. Головин, А.А. Жосан, М.М. Ревякин – Орел: Орловский ГАУ, 2020. – 93 с.
25. Головин С.И. Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине «Конструкция и эксплуатационные свойства автомобилей» / С.И. Головин, А.А. Жосан, М.М. Ревякин. – Орёл, 2017. – 123 с.
26. Жосан А.А. Анализ эксплуатации зарубежной техники в России / А.А. Жосан, М.Р. Михайлов, С.И. Головин // Тракторы и сельхозмашины. Москва, 2009. № 4. С. 52-53.
27. Жосан А.А. К вопросу управления техническим состоянием дизеля / А.А. Жосан, С.И. Головин // В сборнике: Механизация интенсивных технологий в АПК. – Орел, 2006. С. 134-137.

28. Жосан А.А. Мониторинг изнашивания деталей дизеля, как средство оптимизации системы технического обслуживания / А.А. Жосан, С.И. Головин // Монография. – Орел, 2017. – 156 с.
29. Жосан А.А. Обеспечение ресурса двигателей тракторов агропромышленного комплекса путем контроля условий эксплуатации по химмотологическому параметру моторного масла / А.А. Жосан, С.И. Головин // Монография. – Орел, 2013. – 189 с.
30. Жосан А.А. Перспективы импорта сельскохозяйственной техники / А.А. Жосан, М.Р. Михайлов, С.И. Головин // В сборнике: Состояние и перспективы энерго- и ресурсосберегающих технологий в АПК. / Материалы Международной научно-практической конференции. – Орел, 2009. С. 35-38.
31. Жосан А.А. Пути улучшения технических, экономических и экологических показателей дизельных двигателей / А.А. Жосан, С.И. Головин, О.А. Кореньков // В сборнике: Ресурсосбережение - XXI век. Сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Орел, 2005. С. 46-48.
32. Жосан А.А. Система РИКОС как способ обеспечения и поддержания целевой динамичности мобильных энергетических средств / А.А. Жосан, С.И. Головин, М.М. Ревякин // В сборнике: Состояние и перспективы энерго- и ресурсосберегающих технологий в АПК. / Материалы Международной научно-практической конференции. – Орел, 2009. С. 52-57.
33. Жосан А.А. Система РИКОС как способ обеспечения и поддержания целевой динамичности мобильных энергетических средств / А.А. Жосан, С.И. Головин, М.М. Ревякин // В сборнике: Состояние и перспективы энерго- и ресурсосберегающих технологий в АПК Материалы Международной научно-практической конференции. – Орел, 2009. С. 52-57.
34. Жосан А.А. Увеличение ресурса дизелей / А.А. Жосан, С.И. Головин // Тракторы и сельхозмашины. – Москва, 2006. № 12. С. 35.
35. Жосан А.А. Ультразвуковое диспергирование как способ повышения устойчивости присадок в моторных маслах и достижения заявленного ресурса

дизелей / А.А. Жосан, М.М. Ревякин, С.И. Головин // Агротехника и энергообеспечение. – 2017. № 4 (17). – Орел, 2017. – С. 122-128.

36. Жосан А.А. Учебно-методическое пособие для выполнения контрольной работы по дисциплине «Силовые агрегаты» и задания для контрольной работы для обучающихся по направлению подготовки 23.03.03 - «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» заочной формы обучения / А.А. Жосан, С.И. Головин, М.М. Ревякин, А.В. Кондыков. – Орёл, 2017. – 77 с.

37. Жосан А.А. Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине «Эксплуатация машинно-тракторного парка» / А.А. Жосан, С.И. Головин, М.М. Ревякин, А.В. Кондыков. – Орёл, 2017. – 129 с.

38. Жосан А.А. Эффективность эксплуатации зарубежной сельскохозяйственной техники в России / А.А. Жосан, М.Р. Михайлов, С.И. Головин // В сборнике: Обеспечение устойчивого развития АПК в условиях глобального экономического кризиса. / Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. Орловский государственный аграрный университет. – Орел, 2009. С. 108-112.

39. Карелина М.Ю. Выпускная квалификационная работа бакалавра: учебное пособие / М.Ю. Карелина, М.М. Ревякин, А.А. Жосан, И.Н. Кравченко, А.В. Коломейченко, С.И. Головин, Е.В. Яковлева. – Орел, 2016. – 328 с.

40. Карелина М.Ю. Электронные системы управления работой дизельных двигателей: учебное пособие / М.Ю. Карелина, И.Н. Кравченко, А.В. Коломейченко, С.И. Головин, А.А. Жосан, М.Н. Ерофеев. – М. Инфра-М, 2020. – 160 с.

41. Карелина М.Ю. Электронные системы управления работой дизельных двигателей: учебное пособие / М.Ю. Карелина, И.Н. Кравченко, А.В. Коломейченко, С.И. Головин, А.А. Жосан, М.Н. Ерофеев. – М. Инфра-М, 2017. – 160 с.

42. Михайлов М.Р. Оптимизация использования зерноуборочных комбайнов по параметрам надежности / М.Р. Михайлов, С.И. Головин, А.А. Жосан // Монография – Орел: Орловский ГАУ, 2018. – 144 с.

43. Пучин Е.А. Тенденции развития тракторостроения / Е.А. Пучин, А.А. Жосан, С.И. Головин // В сборнике: Инновационные технологии механизации, автоматизации и технического обслуживания в АПК. / Материалы Международной научно-практической интернет-конференции. – Орел, 2008. С. 61-64.
44. Ревякин М.М. А.А. Повышение эксплуатационной надежности технических систем как аспект стратегии ресурсосбережения мобильных энергетических средств агропромышленного комплекса / М.М. Ревякин, А.А. Жосан, С.И. Головин // Агротехника и энергообеспечение. – 2017. № 4 (17). – Орел, 2017. – С. 115-121.
45. Ревякин М.М. Выпускная квалификационная работа бакалавра: учебное пособие / М.М. Ревякин, А.А. Солнцев, С.И. Головин, А.А. Жосан. – Орел, 2019. – 331 с.
46. Ревякин М.М. К вопросу о надежности мобильных энергетических средств предприятий АПК / М.М. Ревякин, А.А. Жосан, С.И. Головин // Международная научная конференция, посвященная 130-летию Н.И. Вавилова Москва, 05-07 декабря 2017 г. – Москва, 2018. С. 258-260.
47. Ревякин М.М. Повышение эксплуатационной надежности технических систем как аспект стратегии ресурсосбережения мобильных энергетических средств агропромышленного комплекса / М.М. Ревякин, А.А. Жосан, С.И. Головин // Материалы XV международной научно-практической интернет-конференции. Орёл, 15 марта-30 июня 2017 г. Энерго- и ресурсосбережение - XXI век. – Орел, 2017. С. 158-162.
48. Ревякин М.М. Увеличение ресурса двигателя и ресурсосбережение / М.М. Ревякин, А.А. Жосан, С.И. Головин // В сборнике: Ресурсосберегающие технологии при хранении и переработке сельскохозяйственной продукции. Сборник статей международного научно-практического семинара. – Орел, 2006. С. 17-19.