

МОДИФИКАЦИЯ МУФТЫ ПРИВОДА ВЕНТИЛЯТОРА ДЛЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

А.З. Гогопов

gotopovayusha07@gmail.com

*МАОУ «Агинская окружная гимназия-интернат», пгт Агинское, Забайкальский край,
Российская Федерация*

Проведена исследовательская работа по изучению муфты и вискомуфты вентилятора: рассмотрены виды существующих муфт, изучена их роль в работе автомобильного двигателя. Выявлены причины и последствия перегрева двигателя, а также основные причины износа муфты. Разработаны две муфты привода вентилятора: зубчатая и фрикционная. Выбрана оптимальная модель для дальнейшей разработки натурной модели муфты вентилятора — фрикционного типа. В разработанной фрикционной муфте улучшены такие характеристики, как энергоэффективность, надежность, срок службы. Снижен риск перегрева двигателя, что позволяет существенно уменьшить расходы на техническое обслуживание автомобиля. На 3D-принтере напечатана натурная модель муфты. Разработанную модель фрикционной муфты можно устанавливать на различные транспортные средства (грузовые автотранспортные средства, легковые автомобили, специальные автотранспортные средства) с изменениями характеристик крепления фланца муфты, что делает ее универсальной.

Ключевые слова: муфта, вискомуфта, дилатантная жидкость, охлаждающая жидкость, блок цилиндров, головка блока цилиндров, фрикционная передача, зубчатая передача

Введение. Система охлаждения является теплотехнической системой, принцип работы которой обусловлен термодинамическими и тепловыми процессами. Система охлаждения служит неотъемлемой частью двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Ее назначение — отводить от двигателя избыточную теплоту.

На автомобилях широко применяются муфты и другие устройства включения вентилятора или регулирования частоты его вращения. Как ни парадоксально, принцип действия жидкостного охлаждения ДВС автомобилей и другой мобильной техники на протяжении уже более чем 100 лет остается неизменным. Конструкцию систем охлаждения совершенствуют путем введения прогрессивных составляющих компонентов. Качественные характеристики систем обеспечивают введением новых узлов или агрегатов [1].

Классический постоянный привод вентилятора и водяного насоса отнимает часть мощности двигателя, при этом на относительно больших установившихся скоростях (движение по шоссе) работа вентилятора часто

не нужна [2]. Поэтому разработка нового типа муфты вентилятора является актуальной.

Анализ существующих вискомуфт. Вискомуфта — это устройство для передачи силы с помощью вязкостных свойств специальных жидкостей. Американец Мелвин Северн изобрел вискомуфту в 1917 г., но практическое применение устройство нашло лишь через полвека. На британском спортивном автомобиле Jensen Interceptor FF, первом в мире серийном легковом полноприводном автомобиле, вискомуфта отвечала за блокировку межосевого дифференциала. С тех пор вискомуфты в автомобилестроении применялись для автоматического подключения полного привода, блокировки дифференциалов, в системе охлаждения ДВС [3].

Вискомуфта вентилятора — это устройство для передачи крутящего момента с коленчатого вала на вентилятор благодаря вязкостным свойствам специальных жидкостей.

Вентилятор системы охлаждения включается с помощью вискомуфты для поддержания требуемой температуры охлаждающей жидкости. Конструкция вискомуфты содержит рабочую камеру с ведущим шкивом, подсоединенным к валу специальным фланцем; резервную камеру с промежуточной шайбой, соединяющейся с корпусом муфты благодаря силам трения [4].

Внутри вискомуфты имеется специальная жидкость с вязкой структурой, потому механизм часто называют вязкостным. В качестве специальной жидкости обычно используют силикон. Для этой жидкости характерны уникальные особенности, которые определяют ее эффективное использование: при увеличении интенсивности перемешивания возрастает показатель вязкости; при нагреве повышается коэффициент расширения [5].

Принцип работы вискомуфты вентилятора охлаждения основан на функционировании биметаллического датчика. Он находится перед вискомуфтой вентилятора. Этот элемент реагирует на температуру, которая передается через радиатор системы охлаждения:

1) при понижении температуры чувствительный датчик заставляет клапан сжиматься. Это приводит к сохранению масла внутри вискомуфты в пределах резервуара. Муфта на вентиляторе деактивируется и продолжает вращаться со скоростью 20 % от скорости вращения мотора;

2) при повышении температуры до рабочего уровня датчик расширяется и заставляет клапан вращаться. Это приводит к перемещению масла по камере к внешним краям. Активизируется сцепление с вентилятором и скорость вращения муфты увеличивается с 20 до 80 % [6].

Основными причинами неисправности вискомуфты служат утечка жидкости с корпуса, износ деталей, неисправность или заклинивание подшипника.

Неисправности вискомуфты привода вентилятора охлаждения приводят к перегреву двигателя, способствуют снижению срока службы помпы охлаждения и увеличению расхода топлива.

Основными недостатками вискомуфты служат ее сложная конструкция, тяжелая ремонтпригодность, наличие погрешности включения и отключения вентилятора охлаждения. На высоких оборотах имеет место повышенный уровень шума; необходимо периодически выполнять дозаправку жидкости; вискомуфта частично «забирает» мощность двигателя [7].

На грузовых транспортных средствах привод вентилятора потребляет мощность от 10 до 30 кВт (например, на грузовых автомобилях КамАЗ, УРАЛ, КрАЗ). Поэтому в данных условиях реализация электропривода вискомуфты практически неосуществима [2].

Из основных видов муфт для привода вентилятора больше всего подходит тип управляемых муфт, поскольку привод с двигателя на вентилятор должен подключаться и отключаться по командам электронного блока управления (ЭБУ).

Основными видами управляемых муфт для передачи крутящего момента с одного вала на другой служат зубчатая и фрикционная муфты.

Основные преимущества зубчатой муфты закрытого типа — простота конструкции и ее надежность. Однако недостатки этой муфты преобладают над ее преимуществами.

Данные муфты — закрытого типа, т. е. они закрыты от воздействия внешней среды. Но муфту привода вентилятора конструктивно невозможно сделать закрытого типа с небольшими размерами: муфта либо будет иметь огромные размеры, а это нецелесообразно для муфты вентилятора. Муфта открытого типа с меньшими размерами будет подвержена воздействию воды, влаги, грязи и т. д., что отрицательно скажется на ресурсе и работоспособности муфты в результате коррозионного повреждения поверхности. Также заметим, что вилка включения и муфта не будут смазываться из-за отсутствия герметичного корпуса, в котором будет находиться масло. К тому же на муфте будет скапливаться дорожная пыль, а песок — это в первую очередь абразив. Без смазки при наличии абразива будет происходить повышенный износ элементов муфты, а ресурс муфты снизится во много раз.

Основной недостаток данной муфты заключается в следующем. Ее можно подключить только при невращающихся ведущих и ведомых валах, поскольку скорости их вращения различаются. Следовательно, муфта не сможет войти в зацепление с зубьями ступицы либо синхронизация скоростей валов будет происходить благодаря трению между зубьями муфты и ступицы, а это снижает ресурс муфты и увеличивает износ зубьев. Поэтому включение муф-

ты будет возможно только при заглушенном двигателе. В итоге использовать данную муфту не имеет смысла, поскольку она должна подключаться на запущенном двигателе при достижении рабочей температуры или увеличению оборотов двигателя. Поэтому было принято решение: не брать принцип данной муфты в основу муфты вентилятора.

Принцип работы фрикционных муфт основан на трении между фрикционными накладками. Чем больше сила сжатия накладок, тем больший крутящий момент может быть передан. Однако слишком большое трение может привести к износу накладок, перегреву и повреждению муфты. Фрикционные муфты широко используются в различных механизмах, таких как автомобильные трансмиссии, промышленные машины и оборудование. Фрикционные муфты применяют для плавного соединения и разъединения валов под нагрузкой при частых пусках и остановках.

При включении фрикционных муфт крутящий момент возрастает постепенно по мере увеличения силы нажатия на поверхности трения. Это позволяет соединять валы под нагрузкой и с большой разностью начальных угловых скоростей. В процессе включения муфта пробуксовывает, разгон ведомого вала происходит плавно, без удара.

Разработка собственных моделей вискомуфты. Было решено разработать модели муфт двух разных типов (фрикционную и зубчатую синхронизированную), чтобы в последующем сравнении выбрать лучшую по параметрам муфту. Муфты разрабатывали в программном комплексе (ПК) «КОМПАС-3D».

Разработку моделей осуществляли на базе рядного пятицилиндрового дизельного двигателя внутреннего сгорания OM602.911. При разработке моделей были учтены и перенесены все размеры и положения креплений для вышеуказанного двигателя. Сначала необходимо изобразить эскиз (рис. 1).

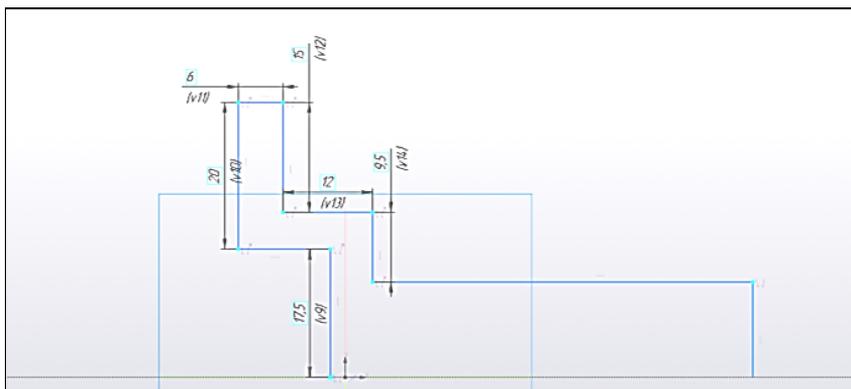


Рис. 1. Эскиз вала с фланцем в ПК «КОМПАС-3D»

После разработки и создания всех деталей в ПК «КОМПАС-3D» была выполнена их сборка.

Разработанная нами модель зубчатой муфты состоит из следующих деталей: вал с фланцем, корпус с зубчатым кольцом, подшипники, синхронизатор, втулка, муфта, ступица муфты, передняя крышка корпуса катушки с обмоткой (рис. 2).

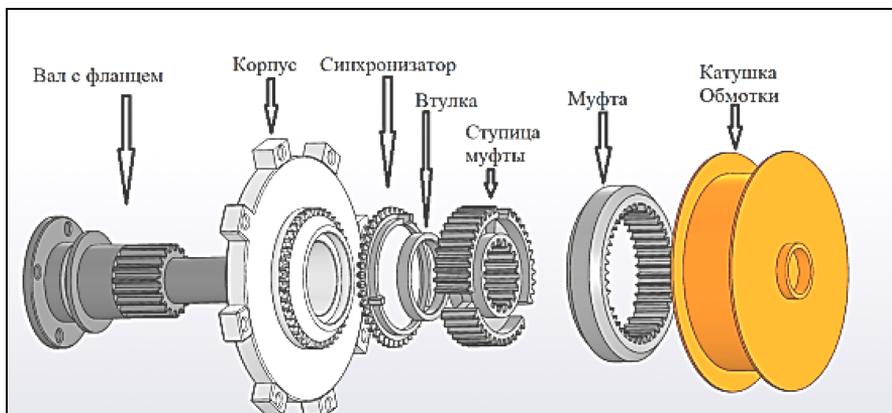


Рис. 2. Схема зубчатой муфты разработки автора в ПК «КОМПАС-3D»

В основе данной разработанной муфты привода вентилятора лежит принцип зубчатой муфты. В традиционных зубчатых муфтах двигателем служит вилка включения, которая вводит в зацепление или выводит из зацепления саму муфту. В разработанной модели муфты роль двигателя играет катушка (соленоид) с подвижным сердечником (роль подвижного сердечника выполняет муфта). Ток, подающийся на обмотку, создает электромагнитное поле, поэтому муфта будет втягиваться вовнутрь сердечника. Когда муфта входит в зацепление с зубчатым кольцом на корпусе, синхронизируются скорость корпуса, на котором установлен вентилятор, и скорость вала, после чего муфта вводится в зацепление с корпусом.

Разработка фрикционной муфты. При разработке фрикционного диска необходимо знать мощность вентилятора или крутящий момент, действующий на вал при вращении вентилятора на максимальных оборотах двигателя. Исходя из этого необходимо определить силу, которая должна действовать на фрикционный диск для его наилучшего прижатия к корпусу. Это необходимо для того, чтобы выбрать оптимальные размеры фрикционного диска. Если площадь фрикционной накладки будет мала, то при включении муфты на высоких оборотах двигателя муфта будет пробуксовывать, а фрикционный диск

будет изнашиваться быстрее. Если сила прижатия будет слишком мала, то муфта будет пробуксовывать. После расчета силы, необходимой для прижатия диска, требуется разработать подходящий электромагнит. После всех расчетов переходят к проектированию и созданию трехмерной модели.

В первую очередь была спроектирована модель фрикционного узла, а именно модель корпуса муфты и модель диска. Модель корпуса представляет собой две трубы, прикрепленные к круглой пластине. На круглой пластине имеются 12 прорезей в форме дуги (рис. 3). Они необходимы для того, чтобы увеличить силу тяги на внутренней трубке, а между концами обеих труб — ослабить, а также для того, чтобы уменьшить силу тяги корпуса к сердечнику электромагнита. В разрабатываемом фрикционном узле диск с корпусом работают в одноименной паре трения «сталь — сталь». Эта пара трения отличается простотой изготовления, сравнительно высокой износостойкостью и хорошей теплопроводностью.

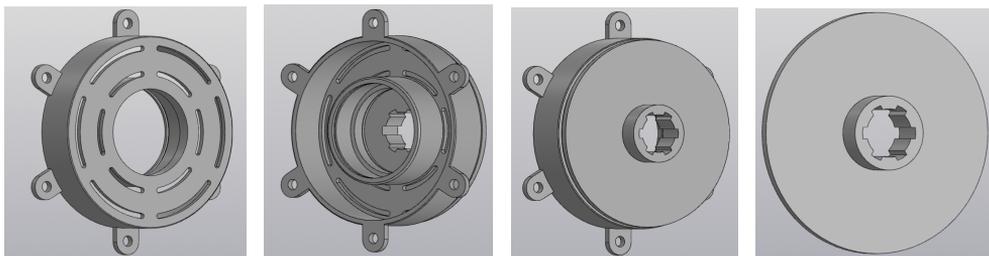


Рис. 3. Модели корпуса и диска

После создания корпуса с диском перешли к разработке модели электромагнита (рис. 4). В основе создания электромагнита лежал принцип Ш-образных электромагнитов. На внутренней трубе находится обмотка из медного провода, через которую проходит ток. Это создает магнитное поле, которое распространяется от внутренней трубки к наружной через пластину. Линии магнитного поля замыкаются между концами трубок, что в результате создает силу тяги электромагнита на их концах.

Следующий шаг — создание модели вала (рис. 5). Вал имеет многоступенчатую конструкцию, где каждая ступень предназначена для установки определенного подшипника. Размеры ступеней вала соответствуют размерам выбранных подшипников из таблицы ГОСТ 520–2011, которые подобраны под конкретные размеры электромагнита и корпуса. На валу также имеется фланец для крепления муфты к шкиву и валу помпы.

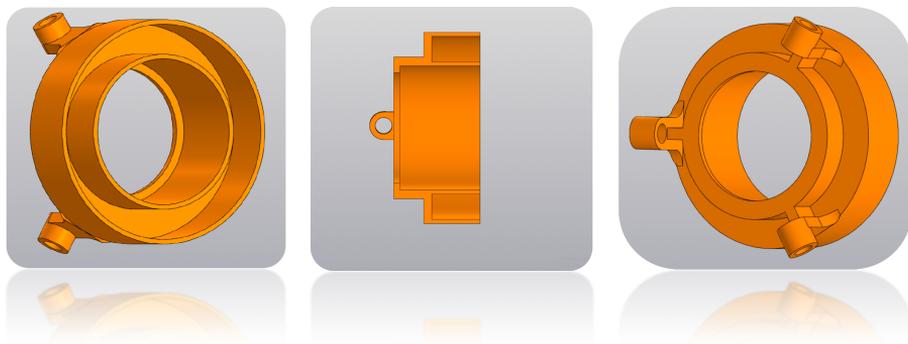


Рис. 4. Модель сердечника

После создания вала была разработана модель помпы, включающая в себя корпус, вал, крыльчатку и фланец. На модели помпы имеются три кронштейна, отстоящие друг от друга на 60° , чтобы обеспечить жесткое крепление сердечника к корпусу помпы. Сердечник дополнительно будет закреплен на валу с помощью рядного шарикового подшипника для увеличения жесткости. Посадочные прорези для стопорных колец, стопорящих наружные обоймы подшипников, были выполнены в корпусе согласно ГОСТ 13942–86.



Рис. 5. Модель вала

После создания всех моделей деталей была подготовлена единая сборка модели в сечении (рис. 6), учитывающая все соосности, совпадения элементов и т. д. Полученная модель муфты в сборе позволила выявить и устранить все недоработки и недочеты.

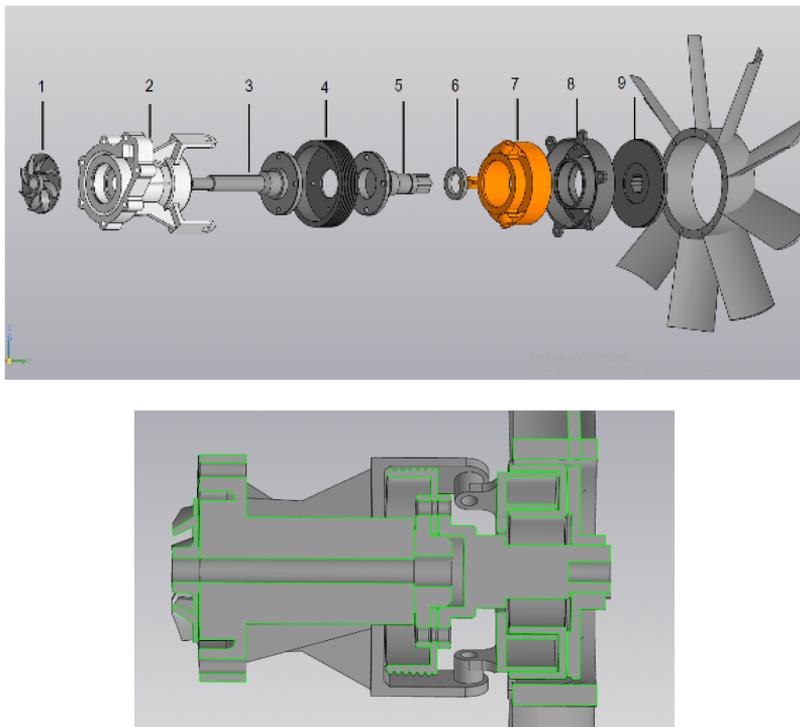


Рис. 6. Итоговая сборка:

1 — крыльчатка водяного насоса охлаждения; 2 — корпус водяного насоса охлаждения с кронштейнами крепления сердечника; 3 — вал насоса; 4 — шкив; 5 — вал фрикционной муфты; 6 — шайба; 7 — сердечник; 8 — корпус; 9 — фрикционный диск

Результаты анализа двух моделей, разработанных в проекте, сведены в таблицу.

Результаты анализа моделей

Характеристика	Зубчатая муфта	Фрикционная муфта
Преимущества	<ol style="list-style-type: none"> 1. Возможность передачи большего крутящего момента благодаря жесткому подключению валов 2. Надежность 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Надежность по причине простоты конструкции 2. Высокий срок службы благодаря уменьшению числа трущихся деталей 3. Низкое потребление тока по причине высокого КПД обмотки 4. Простота конструкции 5. Высокая эффективность (в отличие от вискомуфты) 6. Контроль включения

Окончание таблицы

Характеристика	Зубчатая муфта	Фрикционная муфта
Недостатки	1. Для работы муфты требуется большой ток 2. Сложность конструкции 3. Большие габариты муфты	1. Неудобства в обслуживании (сложности при замене фрикционного диска) 2. Конструктивно тяжело установить муфту в блок цилиндров

В результате выбрана оптимальная модель для создания натурального макета из пластика — фрикционная муфта.

Расчеты. Для обмотки электромагнита выбран одножильный медный провод диаметром 0,5 мм с сечением 0,2 мм². Необходимо было рассчитать силу тока, протекающего в обмотке с учетом летней жары, так, чтобы обмотка не перегревалась при температуре 30 °С. Для этого существует таблица допустимого длительного тока для проводов с медными жилами. В таблице было указано, что для провода с сечением 0,2 мм², для длительной работы ток составляет 0,6 А. Узнав необходимую силу тока для обмотки, я выразил сопротивление: стандартное бортовое напряжение в легковом автомобиле составляет 12 В, при токе равном 0,6 А, сопротивление будет составлять 20 Ом.

Необходимую длину провода рассчитывали по формуле

$$R = \frac{\rho l}{S},$$

где R — сопротивление, Ом; ρ — удельное сопротивление вещества проводника (меди, 0,0175 Ом · мм²/м); l — длина проводника, м; S — площадь поперечного сечения проводника, мм². Длина провода по расчетам составила 233,6 м.

Определим теперь количество витков. Минимальный диаметр намотки составляет 0,066 м, а в каждом последующем слое диаметр увеличивается на 1 мм. Соответственно, с каждым слоем длина одного витка увеличивается. С помощью таблицы в Excel получено количество витков — 960.

Напряженность магнитного поля рассчитывали по формуле

$$H = \frac{NI}{L},$$

где H — напряженность магнитного поля, А/м; N — число витков; I — сила тока, А; L — длина соленоида, м.

Напряженность магнитного поля составила 21 333,3 А/м.

Магнитную индукцию на оси электромагнита определяли по формуле

$$B = \mu H,$$

где B — магнитная индукция, Тл; μ — магнитная постоянная; H — напряженность магнитного поля, А/м. Расчетная индукция составила 0,02688 Тл.

Теоретическую силу тяги электромагнита с учетом магнитопроницаемости сердечника рассчитывали по формуле

$$F = 40550 B^2 S \mu, \quad (*)$$

где F — сила тяги электромагнита, кГ (сила измеряется также в ньютонах, 1 кГ = 9,81 Н, или 1 Н = 0,102 кГ); B — индукция, Тл; S — площадь сечения электромагнита, м²; μ — магнитная проницаемость материала.

Сердечник из трансформаторной стали, следовательно, магнитопроницаемость сердечника равна 7500. Сечение сердечника в построенной модели составляет 0,0004 м². По расчету теоретическая сила тяги электромагнита с учетом магнитопроницаемости сердечника без учета воздушного зазора составит 87,9 кг.

Для расчета массы муфты был использован ПК «КОМПАС-3D». В данном проекте все детали муфты изготовлены из стали, включая сердечник, корпус, диск и вал. Плотность материала сталь равна 7800 кг/м³. Была выбрана сталь-10, и определена масса модели, подключив только детали муфты к расчету.

Общая масса разработанной модели составила 1,95 кг, масса штатной вискомуфты составляет 1,25 кг. Увеличение массы муфты приводит к увеличению нагрузки на подшипники помпы.

Момент инерции муфты можно определить расчетным путем, используя данные чертежа. Для этого каждую деталь муфты необходимо разделить на простые фигуры и по отдельности определить моменты инерции. Тело корпуса следует разбить на кольцевые элементы с простейшей геометрией сечения. В каждом элементе нужно определить центр поперечного сечения.

Формула нахождения общей инерции корпуса имеет вид

$$J_{\text{общ}} = J_{\text{наружн.обода}} + J_{\text{диска}} + J_{\text{внутр.обода}} + J_{\text{внутр.кольца}}$$

$$J = m_{\text{об}} r^2,$$

где $m_{\text{об}}$ и $R_{\text{ср}}$ — соответственно масса, кг, и расстояние, м, от оси вращения до центра поперечного сечения.

Расчеты момента инерции проведем на примере корпуса муфты:

– момент инерции наружной трубы:

$$J = 0,219 \text{ кг} \cdot 0,002601 \text{ м}^2 = 0,0005 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

– момент инерции диска:

$$J = 0,071 \text{ кг} \cdot 0,000 4 \text{ м}^2 = 0,000 028 4;$$

– момент инерции внутреннего обода:

$$J = 0,129 \text{ кг} \cdot 0,000 784 = 0,0001 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

– момент инерции внутреннего кольца:

$$J = 0,024 \text{ кг} \cdot 0,000 625 = 0,000015 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

– суммарный момент инерции корпуса составил:

$$J = 0,000 643 4 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

– суммарный момент инерции всей модели составил

$$J_{\text{общ}} = J_{\text{корпуса}} + J_{\text{диска}} + J_{\text{вала}} = 0,0123 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Площадь фрикционной части диска в моей модели равна $0,006 \text{ м}^2$. Через площадь выразим давление, оказываемое на диск:

$$p = \frac{F}{S},$$

где p — давление; F — сила, действующая на диск; S — площадь фрикционной накладки.

По данным в таблице предельных допустимых удельных давлений в разных пар трения сделан вывод, что давление, оказываемое на диск, не превышает допустимого значения.

После выбора усредненного коэффициента трения пары «сталь — сталь» по формуле (*) была рассчитана сила трения, которая составила $172,6 \text{ Н}$. Далее был рассчитан момент трения, возникающий в фрикционном узле: для этого силу трения следовало умножить на усредненный радиус фрикционного диска. Максимальный момент, передаваемый муфтой, был равен $6,4 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

По эскизам детали фрикционной муфты были распечатаны на 3D-принтере Creality Ender3. Распечатанные детали в масштабе $1 : 1$ показаны на рис. 7.

Заключение. Муфту разработанной модели (рис. 8) можно устанавливать практически на любой двигатель внутреннего сгорания с прямым расположением двигателя, но с изменениями всех размеров корпуса, электромагнита, вала, креплений и др. Это объясняется тем, что, во-первых, на каждый двигатель в зависимости от его мощности требуется определенный поток воздуха для охлаждения радиатора и в последующем охлаждения самого двигателя. Для каждого двигателя внутреннего сгорания фрикционную муфту следует рассчитывать и изготавливать индивидуально. А во-вторых, на каждом ДВС крепления помпы и вентилятора разные.

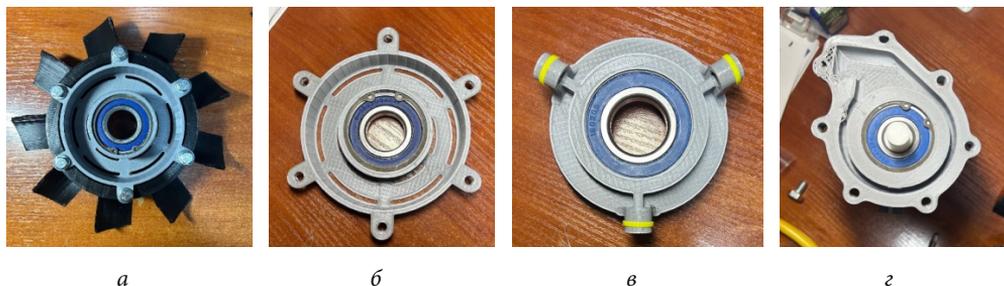


Рис. 7. Модели деталей фрикционной муфты:
 а — вентилятора; б — корпуса; в — сердечника; г — помпы

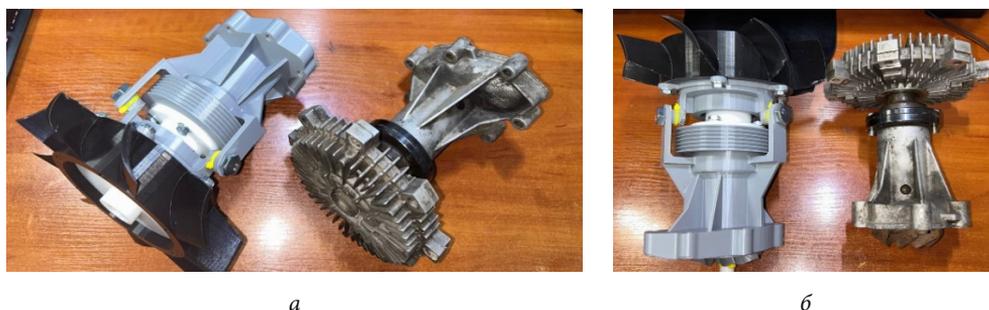


Рис. 8. Модель напечатанной фрикционной муфты собственной разработки в сборе с насосом охлаждения (а) и штатной вискомуфты в сборе с насосом охлаждения (б)

Доведение разработанной муфты до практической реализации возможно при соблюдении следующих условий:

- наличие токарных и фрезерных станков для вытачивания металлических деталей (корпус, вал, диск, сердечник). Например, чтобы точно выточить многоступенчатый вал, он должен вытачиваться на токарном станке. А шлицы должны вытачиваться на фрезерном станке.

- разработка химического состава сплава стали для деталей с расчетом срока службы, прочности материалов, износостойкости, морозостойкости и т. д.

В домашних условиях создание данной модели невозможно. Полноценную рабочую модель можно создать только в специальных условиях с помощью различных станков.

Литература

- [1] Якубович А.И., Кухаренок Г.М., Тарасенко В.Е. *Системы охлаждения двигателей тракторов и автомобилей. Исследования, параметры и показатели.* Минск, БНТУ, 2014, 300 с.

- [2] Труханов К.А. *Синтез гидропривода с дискретно управляемым движением выходного звена*. Дис. ... канд. техн. наук. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013.
- [3] *Вискомуфта в машине: что это такое, зачем она нужна и почему ломается*. URL: <https://www.autonews.ru/news/62bf09689a794794053f843a> (дата обращения 15.05.2024).
- [4] *Принцип работы вискомуфты вентилятора*. URL: <https://autolirika.ru/teoriya/viskomufta-ventilyatora.html> (дата обращения 15.05.2024).
- [5] *Как устроена вискомуфта вентилятора, зачем нужна, почему и как ломается*. URL: <https://drivertip.ru/osnovy/ustroystvo-printsip-raboty-viskomufty-ventilyatora.html> (дата обращения 15.05.2024).
- [6] *Как устроена вискомуфта вентилятора, зачем нужна, почему и как ломается*. URL: <https://ekskavator-pogruzshik.ru/perevozki/viska-mufta-cto-eto-takoe.html> (дата обращения 15.05.2024).
- [7] *Что такое вискомуфта: принцип работы, устройство и проверка*. URL: https://avtozavod-online.ru/avtobrendy/gidromufta-ventilyatora-ohlazhdeniya.html?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F (дата обращения 15.05.2024).

Поступила в редакцию 03.07.2024

Готовов Аюша Зоригтуевич — ученик 10 класса, МАОУ «Агинская окружная гимназия-интернат», пгт Агинское, Забайкальский край, Российская Федерация.

Научный руководитель — Дондоков Тимур Цыренович, учитель информатики МАОУ «Агинская окружная гимназия-интернат», пгт Агинское, Забайкальский край, Российская Федерация. E-mail: nodrumit@gmail.com

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Готовов А.З. Модификация муфты привода вентилятора для дизельного двигателя. *Политехнический молодежный журнал*, 2024, № 06 (95). URL: <https://ptsj.bmstu.ru/catalog/pmc/ejrknx/1008.html>

MODIFICATION OF THE COOLING FAN CLUTCH FOR A DIESEL ENGINE

A.Z. Gotopov

gotopovayusha07@gmail.com

Municipal Autonomous General Educational Institution “Aginskaya District Boarding school”, Aginskoye settlement, Transbaikal region, Russian Federation

The paper presents results of studying the fan clutch and the viscous clutch. It considers types of the existing clutches and analyzes their role in operation of the vehicle engine. The paper identifies causes and consequences of the engine overheating, as well as main causes of the clutch wear. Two fan drive clutches are developed: the toothed and the friction. The paper proposes an optimal model for further development of the fan clutch full-scale model, i.e. the friction type. The developed friction clutch improves such characteristics as energy efficiency, reliability and service life. The engine overheating risk is reduced, which could significantly lower the vehicle maintenance cost. The clutch full-scale model was printed on the 3D printer. It becomes possible to install the friction clutch developed model in various vehicles (trucks, cars, special vehicles) with alteration in characteristics of the flange fastening, which makes it universal.

Keywords: clutch, viscous clutch, dilatant fluid, coolant, cylinder block, cylinder head, friction transmission, gear transmission

Received 03.07.2024

Gotopov A.Z. — 10th Grade Student, Municipal Autonomous General Educational Institution “Aginskaya District Boarding School”, Aginskoye settlement, Transbaikal region, Russian Federation.

Scientific advisor — Dondokov T.T., Lecturer, Municipal Autonomous General Educational Institution “Aginskaya District Boarding School”, Aginskoye settlement, Transbaikal region, Russian Federation. E-mail: nodrumit@gmail.com

Please cite this article in English as:

Gotopov A.Z. Modification of the cooling fan clutch for a diesel engine. *Politekhnicheskiy molodezhnyy zhurnal*, 2024, no. 06 (95). (In Russ.). URL: <https://ptsj.bmstu.ru/catalog/pmc/ejrknx/1008.html>