УДК62-722.1

Теоретическое исследование системы смазки коробки передач ZF16S1820 в программном комплексе FlowVision.

РазяповМахмутМагдутович
Гусев Д.А.,
Жумагулов А.Х.

Аннотация

Ключевые **слова:**
Коробка передач; система смазки; кинематическая вязкость; FlowVision, 3Dмодель; визуализация; давление.

РазяповМахмутМагдутович кандидат технических наук, ассистент кафедры «Тракторы и автомобили» ФГБОУ ВПО Башкирский ГАУ.г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34.,каб. 380 тел. 8 (961) 368-25-55, e-mail: mahmut_23@mail.ru

Гусев Дмитрий Александрович – ассистент кафедры Начертательной геометрии и графики ФГБОУ ВПО Башкирский ГАУ, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34.,каб. 402 тел. 8 (347) 2-52-13-77, e-mail: d-a-gusev@yandex.ru

Жумагулов Айдар Хаджимуратович аспирант кафедры «Тракторы и автомобили» ФГБОУ ВПО Башкирский ГАУ.г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34.,каб. 149. тел. 8 (960) 394-34-07, e-mail: uschaly@rambler.ru

Автомобили КАМАЗ сегодня являются наиболее доступными для большинства предприятий, что обуславливает их широкое применение во всех регионах России, в том числе в регионах с холодным климатом. Продукция ОАО «КАМАЗ» комплектуется как узлами и агрегатами собственного производства, так и зарубежного. Одним из таких агрегатов является коробка передач (КП) фирмы ZFс принудительной системой смазки.

При выходе из строя или нарушении работы системы смазки, режим работы агрегата и его деталей нарушается, что может привести к поломке. КП данной фирмы зарекомендовали себя как надежные агрегаты трансмиссии, тем не менее, в эксплуатации отмечены случаи выхода их из строя по различным причинам. Анализ гарантийных обращений в сервисный центр фирмы ZF КАМА связанных с отказом КПв период с 2007 по 2014 г. показал, что основной их причиной является не конструктивные, а эксплуатационные факторы, причем в большинстве

связанные с человеческим фактором при эксплуатации в холодное время года.

Одним из способов снижения влияния низких температур на рабочий процесс КП является изменение конструктивных параметров системы смазки. Практическое исследование такой оптимизации весьма затруднительно, поэтому предпочтительнее выглядит теоретическая проверка, например, эффективности изменения конструктивных параметров системы смазки КП, с моделированием ее 3D-модели в реальных размерах в программном комплексе КОМПАС-3D-12V,как по отдельности (рис. 1),так и в сборе (рис. 2), и последующее исследование ее в программной средеFlowVision. Причем, при исследовании канала «первичный вал-переходник-вторичный вал- водило мультипликатора» вторичному валу придавалось движение вокруг оси.

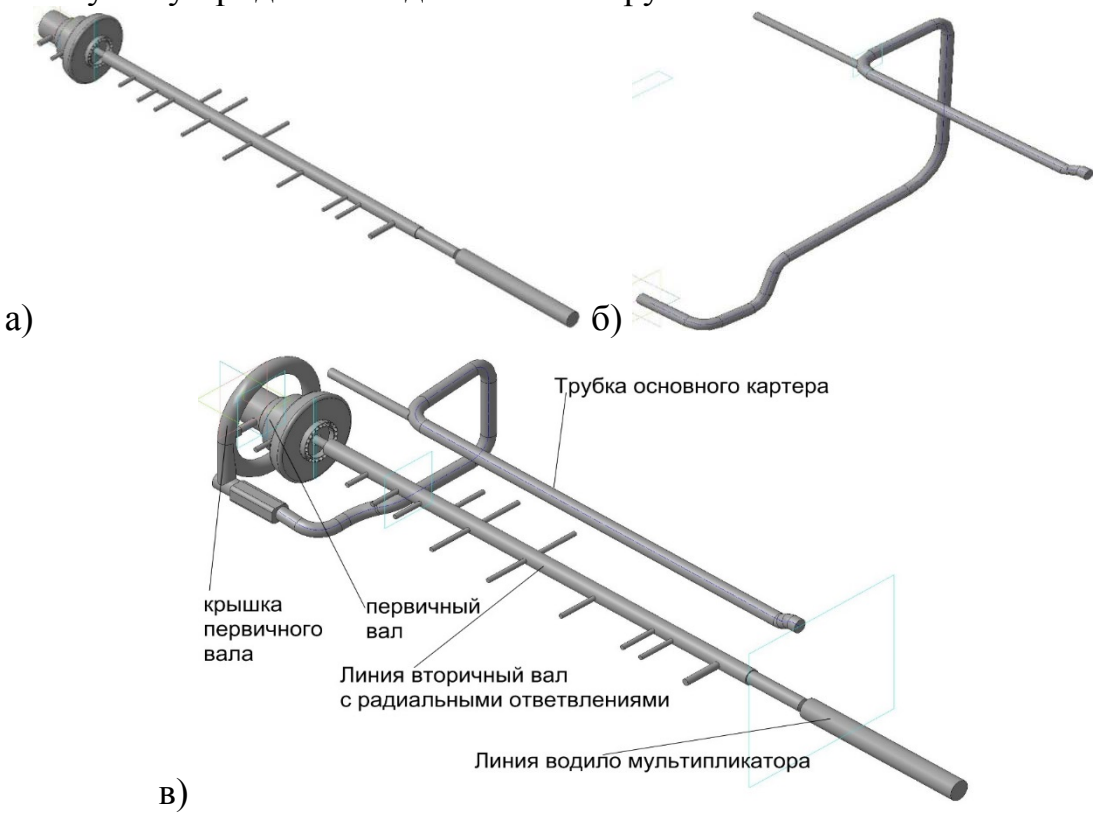

Рис.1 Трехмерные твердотельныемодели:
а) канала первичный вал-переходник-вторичный вал- водило, б) трубки главного картера; в) системы смазки КП ZF16S 1820 в сборе

Изменение температуры имитировалось изменением свойств смазывающей жидкости, фактические значения параметров которой были взяты с химмотологической карты для различных значений температур (Таблица 1).

Созданная модель позволила исследовать рабочий процесс системы смазки КП в различных вариантах исполнения: базовом, с увеличенными

до 7 мм. радиальными отверстиями во вторичном валу и то же, но с уменьшенным до 3 мм. отверстием в переходнике.

Расчетное исследование разделили на несколько этапов. Первая модель была построена без изменений размеров, при исследовании которого

Таблица 1. Характеристика масел и значения давлений для моделирования

Значения исходных данных								
T^0C	Масло 1 ν мм^2/с	Масло 2 ν мм^2/с	Плот-ность кг/м^3	Тепло-ем-кость кДж/(кг °С)	Тепло-про-вод-ность Вт(м·град)	Давление		
						Трубка	Вал	На выходе из насоса
-30	790,44	360,64	920	2,00	0,122	121590	111457	118700
20	176,37	80,47	890	1,67	0,122	160000	121590	160000
50	71,71	32,72	870	1,59	0,122	170000	140000	170000
90	21,60	9,85	853	1,53	0,122	180000	140000	180000

в качестве начальных условий были введены следующие данные: в препроцессореFlowVision для созданной подобласти расчета выбрана математическая модель "*Несжимаемая жидкость*" и заданы физические параметры, например, значения давления были получены экспериментально путем измерения с помощью манометра, модели в подгруппах:

- опорные величины (температура 243 К, давление 160000 Па);
- параметры Модели (стандартная "k-e" модель турбулентности);
- вещество 0 ("жидкость", плотность 900 кг/м^3);
- вязкость молекулярная ("жидкость").

Граничные условия при моделировании потока масла по каналам линии являются описанием конструктивных параметров системы смазки и технологических параметров ее работы, а начальные условия – описанием физических параметров потока масла.Для расчета была установлена начальная расчетная сетка с размерами 10x10x10.

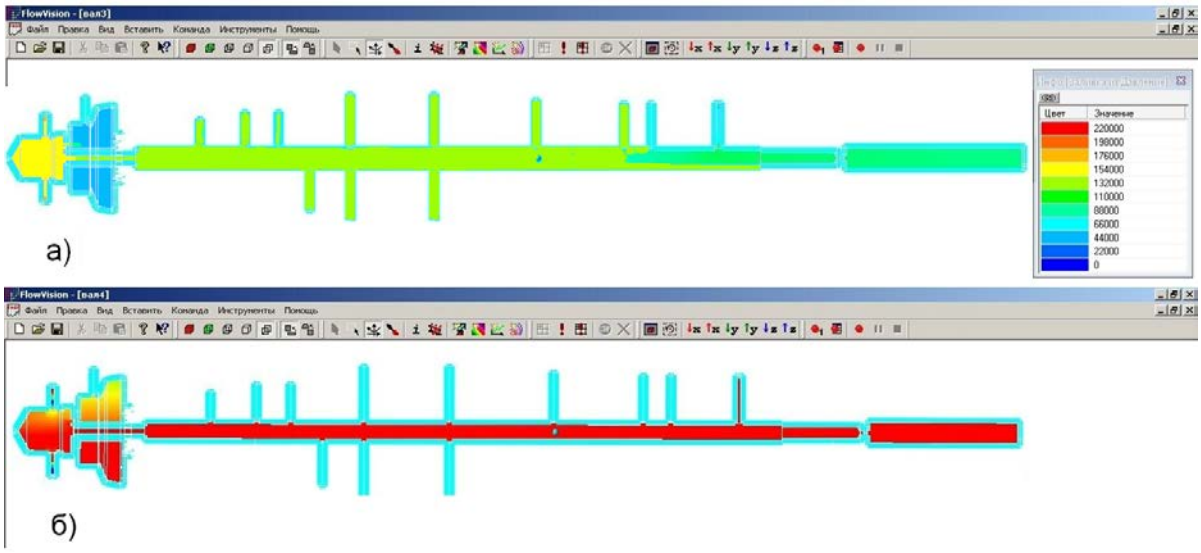

Рис.2 Визуализация давления масла в системе смазки КПZF16S1820 без конструктивных измененийпри температуре: а) минус 30°С; б) +20°С.

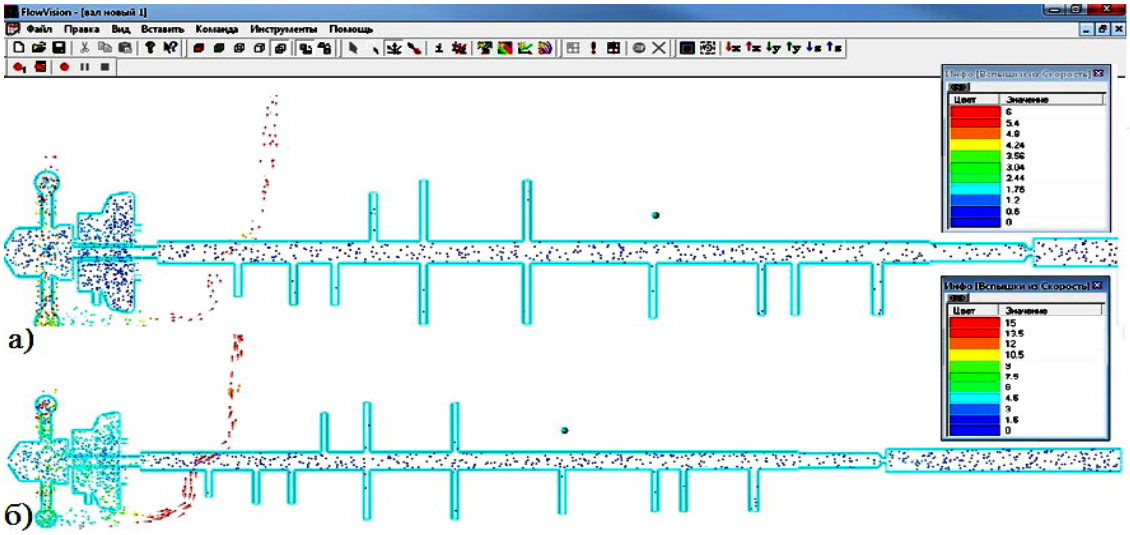

Рис.3. Визуализация технологического процесса потока масла в системе смазки КП ZF16S 1820 при температуре: а) минус 30°С; б) +20°С.

Исследование показало, что давление в системе смазки значительно падает в канале «первичный вал-переходник-вторичный вал-водило мультипликатора» с понижением температуры. При этом интенсивность падения давленияувеличивается в 2 раза по сравнению с рабочей температурой масла, а в канале вторичного вала - практически в 5 раз.

На втором этапе исследования с целью выявления возможности изменения конструктивных параметров системы смазки было предложено увеличить диаметр радиального отверстия входа в первичный вал до 7 мм. В программе Компас-3Dбыла построена соответствующая трехмерная модель с измененными размерами жиклеров и проведены дальнейшие

исследования в программном комплексе FlowVision.Визуализация расчетов представлена на рис. 4.

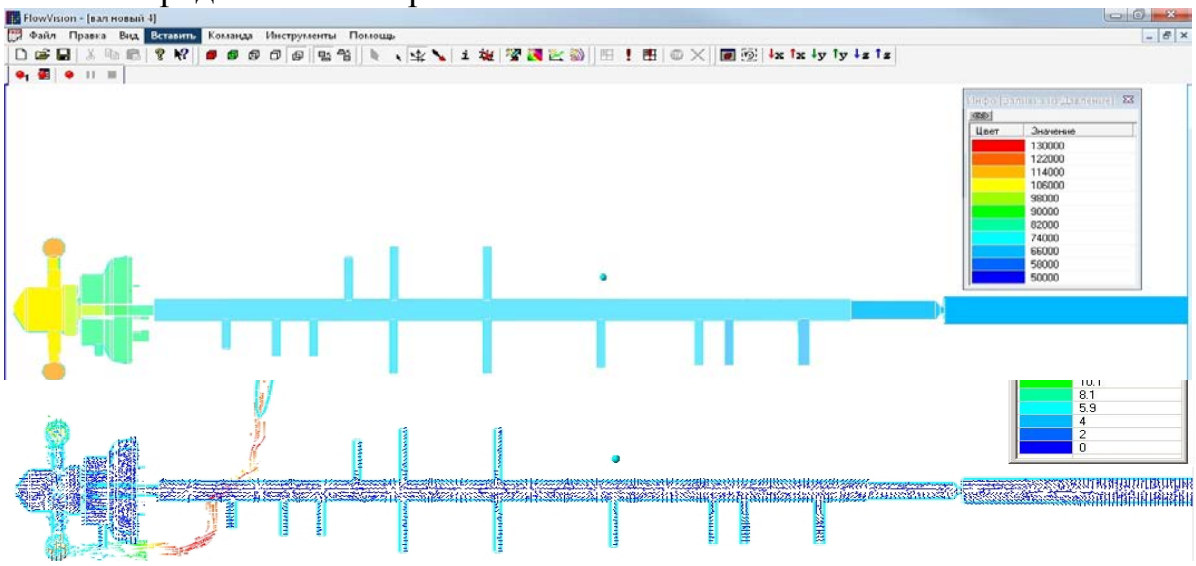

Рис. 4. Визуализация давления масла в каналах системы смазки с увеличенным до 7 мм отверстием входа в канал первичного вала.

Как видно, изменение размеров входного отверстия привело к увеличению давления в канале системе смазки, причем в давление увеличилось в полости первичного вала, однако давление в канале вторичного вала и скорость потока в нем увеличилось незначительно. При температуре масла минус 30°С наибольшее падение давления наблюдается в точках, на линии 2-5.

В результате моделирования выяснилось, что давление в системе смазки увеличивается, увеличивается расход жидкости в канале «первичный вал-вторичный вал-водило мультипликатора» системы смазки при температуре минус 30°С. Однако при исследовании модели со свойствами жидкости для температуры масла 20°С и 70°Свыяснилось, что скорости потока в канале вторичного вала и трубки главного картера выравниваются, что может привести к попаданию продуктов износа потоком масла к калиброванным отверстиям вторичного вала. Так же выяснилось, что при этом уменьшается поступление масла к переднему опорному подшипнику вторичного вала, которая является наиболее высоконагруженной и подверженной к выходу из строя деталью.

Таким образом, при увеличении проходных сечений во входных отверстиях первичного вала и отверстия в переходнике достигаются желаемые результаты – обеспечивается поступление требуемого количества смазки к подшипникам шестерен на вторичном валу. Однако этот эффект не сохраняется для рабочих температур масла. поэтому изменение конструкции системы смазки нецелесообразно.

Вышеприведенный анализ показал, что для нормальной работы системы смазки необходимы мероприятия по снижению влияния низких

температур, одним из которых может быть тепловая подготовка КП к принятию нагрузки. Следствием нарушения смазки отдельных деталей коробки передач является перераспределение потоков смазывающей жидкости между основными каналами системы, причем основным показателем при этом является вязкость масла. Т.к. в настоящее время в агрегатах трансмиссии используются различные марки масел, значительно отличающиеся температурно-вязкостными характеристиками,в качестве предельного показателя тепловой подготовки агрегата необходимо использовать не температуру масла, а его вязкость.

ВЫВОДЫ

1. Исследование системы смазкиКП ZF16S 1820 в программном комплексе FlowVisionпоказало, что повышение вязкости масла из-за снижения его температуры приводит к перераспределению потоков масла между основными каналами системы смазки и, как следствие, к нарушению смазки отдельных узлов трения.Критериальным показателем работоспособности системы при этом является вязкость масла, а не его температура.
2. Внесение конструктивных изменений в систему смазки коробки передач не целесообразно, т.к.изменение диаметров каналов системы смазкиприводит к нарушению баланса расхода масла вштатных температурных условиях, после прогрева масла до рабочей температуры.
3. Одним из возможных путей повышения работоспособности системы смазки в условиях низких температурявляется объемный подогрев внешними источниками тепла.

Список использованной литературы

1. Теоретическое исследование рабочего процесса системы смазки коробки передач ZF16S1820./ Неговора А.В., Разяпов М.М., Закиев М.Г.//Известия Международной академии аграрного образования. Выпуск №16(2013, том 4.) Санкт-Петербург – 2013. – С.199–203.
2. Исследование влияния низких температур на механизм рулевого управления автомобиля КАМАЗ./ Неговора А.В., Разяпов М.М. Молодежная наука и АПК: проблемы и перспективы: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых (16-17 ноября 2011 г.). – Уфа: ФГБОУ ВПО Башкирский ГАУ, 2011. – 244 с.