

УДК 681.523.427

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ГИДРОУСИЛИТЕЛЯ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ В УСЛОВИЯХ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР

*А.А. Гаврилов, Ф.Ф. Распопов, А.С. Соколов,
Д.М. Воронин, А.А. Долгушин
ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ*

Ключевые слова: *рулевое управление, гидравлический усилитель, гидравлическое масло, зависимость температуры и давления, сельскохозяйственная техника, грузовые автомобили, условия отрицательных температур.*

Работа посвящена испытаниям гидравлического усилителя рулевого управления автомобилей в условиях отрицательных температур. При проведении исследования авторами установлено, что эксплуатация автомобиля КаМАЗ при температуре ниже 238К вызывает ряд негативных последствий, связанных с гидроусилителем рулевого управления.

Для перевозки грузов в сельскохозяйственном производстве используется как автомобильный, так и тракторный транспорт. На долю автомобильного транспорта приходится более 70% объема перевозок грузов, осуществляемых на территории России. В условиях Сибири около 30% объема перевозок грузов осуществляется в месяцы со среднесуточной отрицательной температурой [1]. Стоит отметить, что выполнение данного объема работ подразумевает эксплуатацию неподготовленных машин в условиях отрицательных температур, что влечет за собой существенное снижение теплового режима работы основных агрегатов и узлов.

Одной из систем обеспечивающих безопасную и комфортную эксплуатацию машин является рулевое управление. В современных машинах рулевое управление оснащено усилителями различных конструкций – системами и механизмами, предназначенными для снижения управляющего усилия, прикладываемого к рулевому колесу, с целью повышения комфорта и снижения утомляемости водителя. Одним из самых распространенных усилителей в грузовых автомобилях и тракторах является гидравлический.

Наиболее распространенным средством для транспортировки грузов в сельскохозяйственном производстве являются грузовые авто-

мобили марки КАМАЗ. Они имеют достаточную грузоподъемность, высокоманевренные, обладают повышенной проходимостью и высокой скоростью транспортировки грузов. Большинство современных автомобилей КАМАЗ оснащены системой ГУР.

При повышении температуры (выше 0^о) у всех масел вязкость уменьшается, а в условиях отрицательных температур вязкость гидравлического масла увеличивается, а вместе с ней повышается давление в системе. Работа гидроусилителя происходит при постоянной циркуляции жидкости, чем обеспечивается снижение нагрузки на насос. Максимально допустимое давление масла в системе ГУР составляет 7500-8000 кПа [2]. На работу гидроусилителя негативно влияет эксплуатация при пониженной температуре. Насос ГУР нагнетает довольно высокое давление, следовательно, если повысится вязкость рабочего масла, это может привести к повреждению сальников и гидравлических шлангов [3]. Что в свою очередь влечет за собой дополнительные затраты на восстановление работоспособности гидроусилителя рулевого управления и убытки от простоя автомобиля.

Низкая температура и повышенная вязкость могут приводить к резким скачкам давления в системе гидроусилителя рулевого управления в первые минуты работы, пока масло не прогреется и его вязкость не уменьшится. Температура окружающей среды главным образом влияет на температуру масла в системе гидравлического усилителя рулевого управления при работе в условиях отрицательных температур.

Цель работы – исследовать процесс работы гидравлического усилителя рулевого управления автомобиля КАМАЗ в условиях отрицательных температур.

Задачи работы:

Исследовать тепловой режим работы ГУР;

Исследовать давление в системе ГУР.

Перед началом практических исследований была изготовлена экспериментальная установка (рисунок 1,а), имитирующая работу гидравлического усилителя КамАЗ 4310. В качестве основания для экспериментальной установки использована рама (8) изготовленная из металлического профиля 20x40мм, на раму установлен рулевой механизм автомобиля (1), радиатор масляный (7), насос гидроусилителя (3), асинхронный электродвигатель мощностью 1,0 кВт и максимальной частотой вращения 2850 об/мин (6). Привод между электродвигателем и насосом ГУР осуществлен с помощью звезд (5) с передаточным отношением 1:2 и цепи (4). Насос, рулевой механизм и масляный радиатор соединены гидравлическими шлангами (2) (рисунок 1, б).

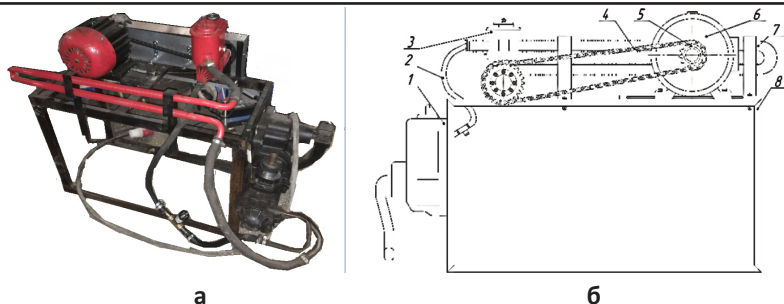


Рисунок 1 – Разработанная экспериментальной установки для имитации работы гидравлического усилителя руля КамАЗ 4310

При проведение экспериментальных исследований по работе системы гидравлического усилителя рулевого управления, а также на экспериментальной установке по имитации работы системы ГУР регистрировались текущие значения следующих параметров:

Температура масла в системе ГУР (с помощью датчиков температуры с частотой записи 1 Гц);

Температура окружающей среды (с помощью датчика температуры с частотой записи 1 Гц);

Давление масла в системе ГУР (с помощью датчика давления жидкости с частотой записи 1 Гц);

Измерение температуры масла в системе происходило при помощи термопреобразователей сопротивления (датчики температуры) ДТС 074 – 50М. Датчик подключается к измерительному прибору ТРМ-200, после чего сигнал преобразуется с помощью прибора RS-485 и поступает в ПК, где обрабатывается и записывается при помощи программного обеспечения Owen Process Manager (рисунок 2).

Измерение давления масла в системе происходило при помощи датчика давления «ADZ-Nagano». Датчик подключаются к измерительному прибору AC2M, после чего сигнал преобразуется с помощью прибора RS-485 и поступает в ПК, где обрабатывается и записывается при помощи программного обеспечения Owen Process Manager (рисунок 3).

Для проведения экспериментальных исследований стенд размещался на открытой площадке, где происходило его охлаждение до температуры окружающей среды в течение 24 часов. После достижения установки температуры окружающей среды производился запуск электродвигателя с заданной частотой вращения (640 об/мин), обеспечиваю-



Рисунок 2 – Измерительный комплекс

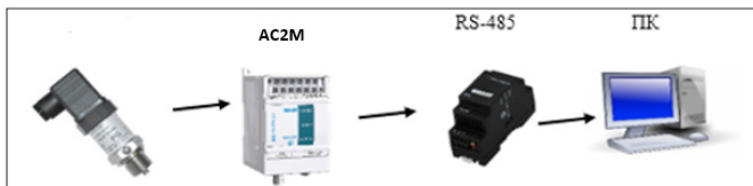


Рисунок 3 – Измерительный комплекс

щей частоту вращения насоса в условиях работы двигателя автомобиля КамАЗ на холостом ходу. Частота вращения электродвигателя регулировалась с помощью преобразователя частоты «Mitsubishi D700».

Опыты проводились до момента стабилизации вышеуказанных параметров (температуры масла и давления в системе). Эксперимент при одних и тех же условиях окружающей среды проводился трехкратно.

В результате проведения экспериментов были получены и записаны данные по температуре и давлению масла в системе гидравлического усилителя. Данные были обработаны вручную и представлены в графиках.

На первом графике (рисунок 4) показана зависимость температуры гидравлического масла от времени работы экспериментальной установки. Как видно из графика, в первые минуты работы установки наблюдается незначительный нагрев масла, затем после 2-3 минут работы установки масло начинает интенсивно нагреваться в связи с тем, что в системе помимо механического трения, возникает очень сильное гидравлическое трение из-за отрицательной температуры масла. Через 9 минут работы установки рост температуры масла прекращается и наступает ее стабилизация. Как мы можем увидеть из графика при разной начальной температуре масла и окружающей среды температура стабилизируется на разных отметках от 271К до 278К.

На втором графике (рисунок 5) показана зависимость давления гидравлического масла в системе ГУР от времени работы эксперимен-

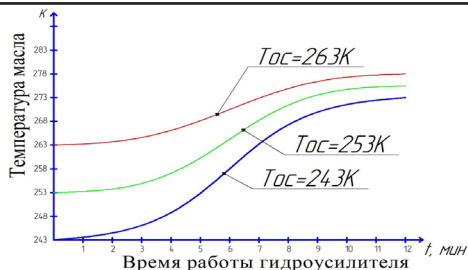


Рисунок 4 – зависимость температуры масла от продолжительности работы гидроусилителя

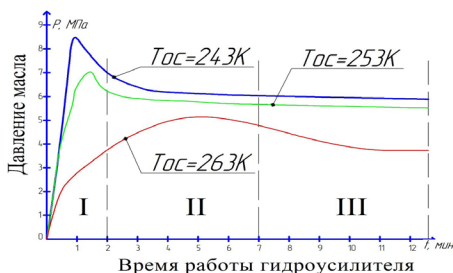


Рисунок 5 - график изменения давления масла от продолжительности работы гидроусилителя
I – зона пикового давления; II – зона стабилизации давления; III - зона устойчивого давления

тальной установки. Мы выделили три зоны:

- 1) Зона интенсивного нарастания давления в системе с достижением максимального значения;
- 2) Зона стабилизации давления;
- 3) Зона устойчивого давления.

При запуске установки наблюдается резкий скачок давления до отметок 7-9МПа (в первой зоне), что является верхним порогом допустимого значения давления в системе, а иногда даже выходит за него. Далее по мере прогрева масла давления постепенно снижается (во второй зоне) и в итоге стабилизируется до нормальных значений (в третьей зоне).

На третьем графике (рисунок 6) представлена зависимость давления в системе ГУР от температуры гидравлического масла. Как видно из графика в первые минуты работы установки давление резко возрастает

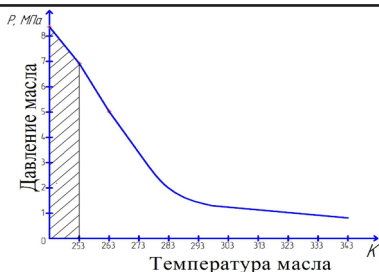


Рисунок 6 – зависимость давления масла в системе ГУР от температуры гидравлического масла

и достигает максимально допустимой отметки (7,5-8,0 МПа), а при температуре масла 238К давление в системе поднимается до 8,5-9,0 МПа, что в свою очередь превышает максимально допустимое, следовательно это сказывается на долговечности эксплуатации как самого насоса, так и гидравлических шлангов и сальников. Высокое давление масла может привести к преждевременному выходу из строя системы, что в свою очередь приведет к дополнительным затратам на ремонт и обслуживание гидравлического усилителя рулевого управления. А такие отметки давления достигаются уже в зоне «А», обозначенной на графике. Следовательно, автомобиль нельзя эксплуатировать в условиях пониженных температур (238К и ниже).

При неисправности рулевого управления запрещается эксплуатация автомобиля, следовательно автомобиль во время ремонта и устранения неисправностей будет простаивать и не выполнять свои рабочие функции, что приведет к упущению экономической выгоды.

В процессе экспериментальных исследований работы системы рулевого управления с ГУР было выявлено следующее:

- 1) Температура окружающей среды главным образом влияет на температуру масла в системе гидравлического усилителя рулевого управления при работе в условиях отрицательных температур;
- 2) Процесс нагрева масла можно разделить на три стадии:
 - Нагрев с незначительной интенсивностью (первые 2-3 минуты работы установки, после запуска);
 - Интенсивный нагрев масла (начиная с 3 минуты до 8-10 минуты работы установки);
 - Достижение устойчивой температуры от 271К до 278К в зависимости от условий окружающей среды.

- 3) При пониженной температуре окружающей среды (от 253К и ниже) возрастает давление в системе гидравлического усилителя рулевого управления до значений 7-9МПа (при максимально допустимых 7,5-8,0МПа) из-за увеличения вязкости масла.

Библиографический список:

1. Успенский И.А. Повышение эффективности эксплуатации автотранспорта и мобильной сельскохозяйственной техники при внутрихозяйственных перевозках / И.А. Успенский, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев и др. // Науч. журнал КубГАУ. – 2013. – №88(04). – С. 1-11.
2. Лебедев Н.И. Объемный гидропривод машин лесной промышленности: учеб пособие для вузов / Н.И. Лебедев. – М: Лесная промышленность, 1986. – 296 с. : ил.
3. Гидроусилитель руля автомобилей Камаз - регулировки и ремонт [Интернет-ресурс] точка доступа URL: http://avtotehtrans.ru/gidrousilitel_rulevoi_kamaz.html
4. Устройство и принцип действия ГУРа КамАЗ-5320 (гидроусилитель руля) [Интернет-ресурс] точка доступа URL: <http://spectehnica-mo.ru/gur-kamaz-5320-ustroystvo-regulirovka/>

TEST RESULTS OF POWER STEERING VEHICLE OF THE KAMAZ VEHICLE UNDER CONDITIONS OF NEGATIVE TEMPERATURES

Gavrilov A.A., Raspopov F.F., Sokolov A.S., Voronin D.M., Dolgushin A.A.

Keywords: *steering, hydraulic booster, hydraulic oil, temperature and pressure dependence, agricultural machinery, trucks, negative temperature conditions.*

The work is devoted to testing hydraulic power steering cars in freezing temperatures. During the study, the authors found that the operation of a KAMAZ vehicle at a temperature below 238K will cause a number of negative consequences associated with the power steering.