

УДК 630.383

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ НА ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ В ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ЛЕСНЫХ МАШИН

Бурмистров В.А., Тимохов Р.С.

ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет», г. Ухта, pomeo1188@mail.ru

Согласно анализу изученных данных, до настоящего времени отсутствует точная и проверенная методика расчета гидравлических систем, что не позволяет обоснованно выбрать оптимальный вариант расчета системы для районов Крайнего Севера. Формирование данной методики возможно только на основе исследования теплового баланса гидравлической системы и всех видов теплообмена: лучистого, конвективного и за счет теплопроводности. В статье приведены экспериментальные исследования по определению влияния температуры рабочей жидкости на величину гидравлических потерь в различных участках системы. Исследования были проведены на специальной стендовой установке. В результате экспериментальных исследований выявлено, что гидравлические потери давления зависят от некоторых факторов, которые по мере изменения температуры рабочей жидкости могут менять свои значения. Также на основании проведенных исследований можно констатировать, что для уменьшения влияния температуры рабочей жидкости на потери давления необходимо, чтобы диаметры нагнетательных трубопроводов находились в пределах 20...25 мм, а диаметр сливного трубопровода соответственно 30...40 мм.

Ключевые слова: лесные машины, гидравлическая система, рабочая жидкость, давление, масло

EFFECT OF TEMPERATURE ON THE LOSS OF FLUID THE HYDRAULIC SYSTEM OF FOREST MACHINERY

Burmistrov V.A., Timokhov R.S.

FGBOU VPO "The Ukhta state technical university", Ukhta, pomeo1188@mail.ru

According to the analysis of the studied data, to date there is no accurate and reliable method of calculation of hydraulic systems that can not reasonably choose the best option for the calculation of the Far North. Formation of this technique is only possible on the basis of study of the thermal balance of the hydraulic system, and all types of heat transfer: a radiant, convection and by conduction. The paper presents experimental studies to determine the effect of the temperature of the working fluid in the hydraulic losses in the value of various system involvement. Studies have been conducted on a special test bench installation. As a result of experimental studies revealed that the hydraulic pressure loss depends on several factors as changes in temperature of the working fluid can change their values. Also on the basis of the research can be stated that in order to reduce the influence of the temperature of the working fluid in the pressure loss is necessary that the diameters of the injection pipelines were in the range of 20 and 25 mm and the diameter of the drain pipe 30 respectively 40 mm.

Keywords: forestry machinery, hydraulic system, hydraulic fluid, pressure, oil.

Анализ научных исследований, выполненных различными авторами по оценке работы гидравлических систем тракторов и лесных машин в различных климатических районах и влияния отрицательных температур окружающей среды на показатели надежности гидропривода показывает, что до настоящего времени отсутствует точная и проверенная методика расчета гидравлических систем и это не позволяет обоснованно выбрать оптимальный вариант системы для районов Крайнего Севера. Создание такой методики возможно только на основе изучения теплового баланса гидравлической системы и всех видов теплообмена: лучистого, конвективного и за счет теплопроводности.

В условиях отрицательных температур, наиболее характерным движением жидкости является ламинарный режим течения, при котором теплообмен затруднен, а распределение энергии по слоям весьма неравномерно. При течении жидкости, которое сопровождается ее охлаждением, слои жидкости, непосредственно прилегающие к стенке, имеют температуру более низкую, а вязкость более высокую, чем в основном ядре потока. Вследствие этого происходит более интенсивное торможение пристенных слоев жидкости и уменьшение градиента скорости у стенки.

Основные агрегаты тракторной гидросистемы (насос, бак, распределитель, гидроцилиндры и т.д.) соединены между собой стальными трубопроводами и гибкими шлангами высокого давления.

Течение жидкости в трубопроводах связано с гидравлическими потерями, обусловленными сопротивлением трения жидкости, деформацией и изменением скорости потока. Для гидравлических систем тракторов, имеющих значительную протяженность трубопроводов и больше скорости движения жидкости, особенно в условиях эксплуатации при низких температурах, т.е. высокой вязкости рабочей жидкости, возможны значительные потери давления в системе трубопроводов.

Для определения влияния температуры рабочей жидкости на величину гидравлических потерь в различных участках системы, были проведены экспериментальные исследования на специальной стендовой установке.

Исследования проводились тремя сортами масел: АМГ-10, АУ и МГ-20, при частоте вращения равной 26 об/с и различных температурах рабочей жидкости (рис. 1).

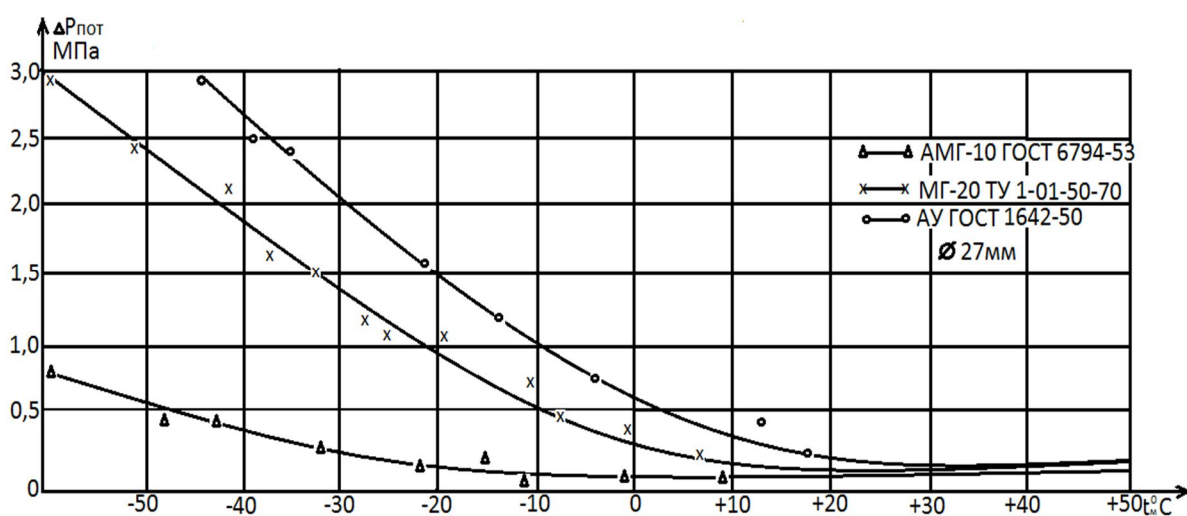


Рис. 1. Потери давления в сливном трубопроводе в зависимости от температуры рабочей жидкости

Экспериментальные исследования показали, что гидравлические потери давления зависят от некоторых факторов, которые по мере изменения температуры рабочей жидкости могут менять свои значения. Данные экспериментальных исследований по влиянию температуры рабочей жидкости на потери давления в различных участках системы приведены в таблицах 1, 2 и 3.

Анализ данных приведенных в таблицах показывает, что снижение температуры рабочей жидкости до значения -30°C вызывает резкое возрастание потерь давления, особенно для таких сортов масел, как МГ-20 и АУ. При работе гидравлической системы на масле МГ-20, когда температура рабочей жидкости равна -30°C суммарные потери давления при работе на холостом ходу, достигают 10,3 МПа, для масла АМГ-10 при этих же условиях суммарные потери составили 1,73 МПа.

Необходимо отметить, что закономерность изменения потерь давления для всех сортов масел по мере изменения температуры рабочей жидкости примерно одинакова. Различие только в количественной доле участия каждого участка гидравлической системы в суммарных потерях давления. Наибольшие потери давления имеют такие участки, как нагнетательный трубопровод и распределитель Р75-В3А.

Так, для этих участков потери при температуре рабочей жидкости -30°C при работе на масле АМГ-10 составили соответственно 0,82 и 0,48 МПа, для масла АУ – 3,0 и 1,72 МПа и МГ-20 – 5,0 и 2,8 МПа. По мере увеличения температуры потери давления уменьшаются, так при температуре 0°C они составили 0,21 и 0,14 МПа для масла АМГ-10, для АУ-0,8 и 0,49 МПа, а для МГ-20 – 1,5 и 0,71 МПа.

Таблица 1

Температура масла, $^{\circ}\text{C}$	Р, МПа		(АМГ-10)	
	Р ₁₋₂ нагнет.тр.	Р ₃₋₄ распредел.	Р ₃₋₄ слив.тр.	Р общие пот.
-30°C	0,82	0,48	0,43	1,73
-20°C	0,50	0,27	0,25	1,03
-0°C	0,21	0,14	0,11	0,46

Таблица 2

Температура масла, $^{\circ}\text{C}$	Р, МПа		(АУ)	
	Р ₁₋₂	Р ₃₋₄	Р ₃₋₄	Р

	нагнет.тр.	распредел.	слив.тр.	общие пот.
-30 ⁰ С	3,0	1,72	1,50	6,22
-20 ⁰ С	1,8	1,04	0,94	3,80
-0 ⁰ С	0,8	0,49	0,41	1,70

Таблица 3

Температура масла, ⁰ С	P, МПа		(МГ-20)	
	P ₁₋₂ нагнет.тр.	P ₃₋₄ распредел.	P ₃₋₄ слив.тр.	P общие пот.
-30 ⁰ С	5,00	2,80	2,50	10,3
-20 ⁰ С	3,70	1,91	1,63	7,24
-0 ⁰ С	1,50	0,71	0,50	2,71

Анализируя данные по потерям давления при различных температурах рабочей жидкости можно сделать вывод, что снижение температуры ведет к резкому росту потерь давления и по своей величине рабочего давления, особенно это характерно для таких масел, как АУ и МГ-20. Рост потерь давления соответственно ведет к повышению давления в нагнетательном трубопроводе сразу после насоса (рис. 2), в результате чего появляется опасность работы насоса в режиме перегрузки. Так, при работе на маслах АУ и МГ-20, когда температура рабочей жидкости равнялась -3...-35⁰С, в нагнетательном трубопроводе длиной 1500 мм образуется гидравлическая «пробка», преодолеть которую давлением равным 10,0 МПа создаваемым насосом было невозможно. Во время испытаний отмечен случай механического разрушения насоса, наблюдались случаи защемления золотника распределителя Р75-ВЗА.

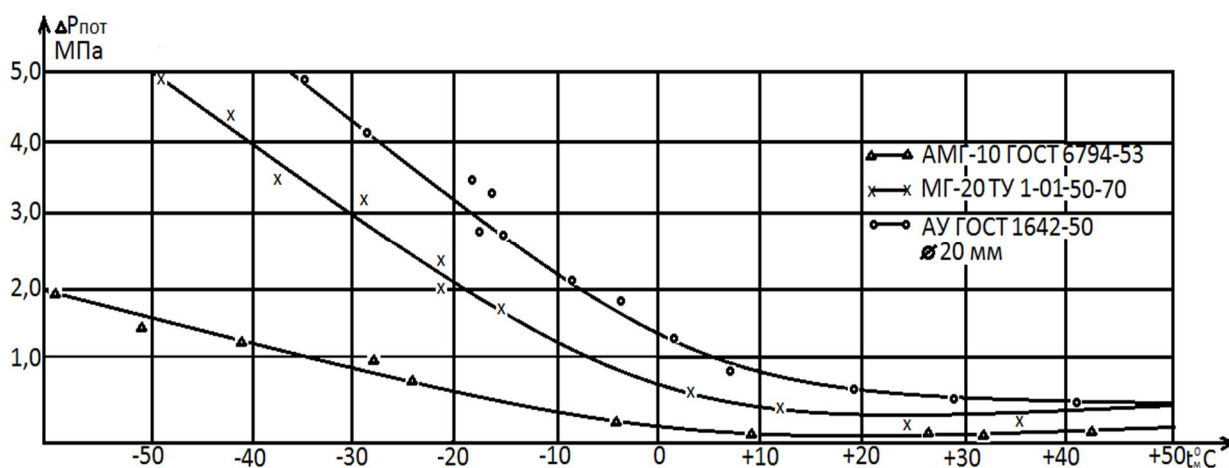


Рис. 2. Потери давления в нагнетательном трубопроводе в зависимости от температуры рабочей жидкости

Исследования влияния изменения частоты вращения вала насоса в диапазоне 26...16 об/с на изменение потерь давления в гидравлической системе показало, что разность суммарных потерь для различной частоты вращения вала составила 0,2...0,4 МПа, т.е. изменение частоты вращения вала насоса при температурах рабочей жидкости в пределах 0...-50⁰С вызывает изменение потерь давления на 2...3% от потерь при работе на номинальной частоте вращения.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что для уменьшения влияния температуры рабочей жидкости на потери давления необходимо, чтобы диаметры нагнетательных трубопроводов находились в пределах 20...25 мм, а диаметр сливного трубопровода соответственно 30...40 мм.

С целью уменьшения теплоотдачи в окружающую среду все трубопроводы необходимо покрыть теплоизоляционным материалом. Уменьшение потерь давления возможно также путем подбора рабочей жидкости с соответствующей температурно-вязкостной характеристикой типа АМГ-10 и предварительной тепловой подготовкой.

Список литературы

1. Афанасенко, М. В. Исследование режимов эксплуатации узлов тракторной гидросистемы. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Воронеж, 1970.
2. Башта, Т. Н. Объемные насосы и гидравлические двигатели гидросистем. – М.: Машиностроение, 1974.
3. Вардугин, В. Н.. Исследование влияния низких температур на показатели работы тракторных гидронасосных систем. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Челябинск, 1973.
4. Кальбус, Г. Л. Навесные системы и гидромеханизмы сельскохозяйственных тракторов. – Киев: Машгиз, 1964.
5. Некрасов, Б. Б. Гидравлика и ее применение на летательных аппаратах. – М.: Машиностроение, 1967.
6. Gedämpfter Optimismus // Ind-Anz. – 1998. – № 49. – P. 32
7. Hydraulic product line / Hydraul. and Pneum. – 1998. – № 10. – P. 36.
8. Innovative Fluidtechnic // Olhydraul. and Pneum. 2000. – № 8. – P.486-491.

9. Stuhmann, K. Gestlung von Ölbehältern. " Olhydraulik und Pneumatic". – 1977. – №4. – P. 284-286.

Рецензенты:

Сушков С.И., д.т.н., профессор кафедры технологии и машин лесозаготовок ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет», г. Ухта;

Павлов А.И., д.т.н., профессор кафедры лесных, деревообрабатывающих машин и материаловедения ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет», г. Ухта.