

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУР ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА НА ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЛЕСНЫХ МАШИН

Бурмистров В.А., Тимохов Р.С.

ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет» (169300, Республика Коми, г. Ухта, ул. Первомайская, 13), pomeo1188@mail.ru

В статье приведены экспериментальные исследования гидравлической системы и сортов масел при различных температурах рабочей жидкости. В пусковой период практически для всех сортов масел и гидравлических систем, при отрицательных температурах рабочих жидкостей, разрежение во всасывающей полости насоса достигает максимальной величины. В этот период идет интенсивный подсос воздуха через не плотности соединений всасывающей магистрали, сальники насоса и начинает выделяться воздух из рабочей жидкости. Полученные результаты наглядно показывают, что на время падения вакуума до допустимых значений большое влияние оказывает характер размещения гидравлического оборудования и наличие дополнительных источников тепла. На основании проведенных исследований сделан вывод, что уменьшение диапазона времени работы гидравлической системы при вакууме на входе в насос свыше 0,02; 0,03 МПа без внесения конструктивных изменений в систему и без проведения предварительной тепловой подготовки практически невозможно.

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

EXPERIMENTAL STUDY OF THE AMBIENT TEMPERATURE AT CHANGE INDICATORS HYDRAULIC FOREST MACHINE

Burmistrov V.A., Timokhov R.S.

The Ukhta state technical university (169300, Komi Republic, Ukhta, Pervomayskaya St., 13), pomeo1188@mail.ru

The paper presents the experimental study of the hydraulic system and the oils at different temperatures of the working fluid. In the start-up period, almost all the oils and hydraulic systems, and negative fluid temperatures, vacuum in the suction chamber of the pump reaches its maximum value. During this period, there is an intensive air leak through the density of connections is not the suction line, pump seals and starts to separate the air from the hydraulic fluid. The results obtained clearly show that at the time of the fall of the vacuum to acceptable values is greatly influenced by the nature of placement of hydraulic equipment and the availability of additional heat sources. Based on these studies concluded that reducing the time span of the hydraulic system under vacuum at the pump inlet exceeding 0.02; 0.03 MPa without making structural changes to the system and without a pre-cooked preparation is virtually impossible.

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

Поступление рабочей жидкости во всасывающую полость гидравлического насоса лесных машин в период пуска и прогрева в первую очередь зависит от скорости ее движения по всасывающей магистрали. Скорость подачи гидравлической жидкости зависит от ее вязкости, давления всасывания и сопротивления всасывающей магистрали. Известно, что величина сопротивления всасывающей магистрали определяется ее диаметром и длиной трубопровода, шероховатостью поверхности, количеством изгибов и радиусом кривизны, а также конструкцией гидравлического бака.

Для каждой гидравлической системы и сорта масла существует минимальная температура, при которой обеспечивается необходимая скорость подачи рабочей жидкости. Если температура масла ниже минимальной, то количество жидкости, которое поступает к силовым механизмам, не обеспечивает их нормальную работу.

На основании проведенных экспериментальных исследований было установлено, что скорость перемещения жидкости во всасывающей магистрали при пуске не должна быть ниже 1,15 м/с для диаметра 20 мм, 0,5 м/с – для 30 мм, 0,35 м/с – для 40 мм. При этих скоростях движения обеспечивается предельная подача рабочей жидкости (400 см³/с) шестеренным насосом к силовым механизмам гидравлической системы. Скорость оценивалась количеством рабочей жидкости, подаваемой шестеренным насосом в единицу времени (см³/с).

Исследования проводились на сортах масел (АМГ-10, АУ, МГ-20 и зарубежном SAE5W-20) при различных температурах рабочей жидкости, диаметром всасывающей магистрали и частоте вращения вала насоса равной 26 об/с.

Из анализа графиков (рис. 1) следует, что при увеличении диаметра всасывающей магистрали с 20 до 40 мм предельные значения кинематической вязкости (соответствующие минимальным температурам подачи масла) меняются в широких пределах от 200 до 2000 сСт, что соответствует диапазону температур, для масла АУ-5:-22⁰С, а для АМГ-10:-28:-55⁰С соответственно.

При более высоких значениях вязкости во всасывающей полости насоса устанавливается максимальный вакуум и повышается вероятность кавитационного разрушения насоса.

Как правило, минимальные температуры, при которых обеспечивается необходимая скорость подачи выше, чем предельные температуры рабочей жидкости, при которых возможен запуск гидравлического насоса. По мере увеличения диаметра всасывающей магистрали минимальные температуры и предельные температуры запуска имеют примерно одинаковое значение.

Предельные значения вязкости рабочей жидкости и минимальные температуры, соответствующие скорости подачи равной 1,15; 0,5; 0,35 м/с даны в таблице 1.

Таблица 1

Предельные значения вязкости рабочей жидкости и минимальные температуры (1–АУ, 2–АМГ-10, 3–SAE5W-20)

Параметры	20 мм			30 мм			40 мм		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Предельная величина кинематической вязкости сСт	600	600	600	850	850	850	1600	1600	1600
Минимальная температура подачи масла в ⁰ С	-12	-42	-23	-19	-47	-28	-22	-55	-35
Скорость подачи масла в м/с	1,15	1,15	1,15	0,5	0,5	0,5	0,35	0,35	0,35

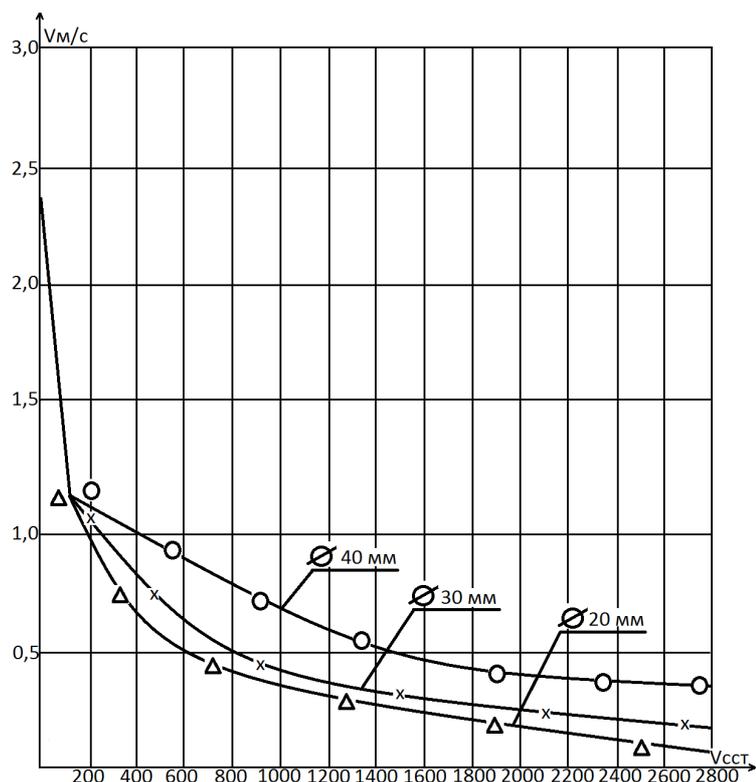


Рис. 1. Зависимость изменения скорости подачи рабочей жидкости от ее вязкости и диаметра всасывающей магистрали

Таким образом, скорость подачи масла в пусковой период обеспечивается при кинематической вязкости рабочей жидкости от 200 до 2600 сСт. При увеличении диаметра всасывающей магистрали минимальные температуры подачи рабочей жидкости для различных сортов масел изменяются в сторону отрицательных значений в пределах 10; 13⁰С, что позволяет расширить зону предельных температур пуска насоса при эксплуатации в условиях Крайнего Севера.

Скорость подачи масла во всасывающую полость насоса по мере возрастания сопротивления во всасывающей магистрали падает и как показали опыты, наступает такой момент, когда неудовлетворительное заполнение впадин зубьев шестеренчатого насоса вызывает резкое снижение подачи.

Как показал эксперимент, в пусковой период, практически для всех сортов масел и гидравлических систем, при отрицательных температурах рабочих жидкостей, разрежение во всасывающей полости насоса достигает максимальной величины. В этот период идет интенсивный подсос воздуха через неплотности соединений всасывающей магистрали, сальники насоса и начинает выделяться воздух из рабочей жидкости.

Пузырьки воздуха в смеси с минеральным маслом образуют эмульсию, устойчивость которой зависит от физических свойств жидкости и размера пузырьков.

Исследованиями установлено, что период пуска и прогрева гидравлической системы занимает длительный промежуток времени равный 1,5; 2 часам. Практически весь этот

период времени сохраняется возможность работы насоса на недопустимом давлении у входа во всасывающую полость насоса. Согласно техническим характеристикам заводоизготовителей, это давление равно 0,02;0,03 МПа.

График, характеризующий изменение вакуума на входе в насос от времени работы системы, представлен на рисунке 2. Как видно, время падения вакуума до допустимых пределов, для различных систем неодинаково. Так, например, для гидравлической системы трактора К-701, работа на допустимой величине давления у входа в насос (0,02; 0,03 МПа) и при работе на жидкости АМГ-10, с начальной температурой рабочей жидкости равной -50°C , наступает через 27; 35 минут после пуска. Для гидравлической системы трактора ТТ-4 этот диапазон времени равен 36; 44 мин., у экспериментальной установки 46; 57 мин.

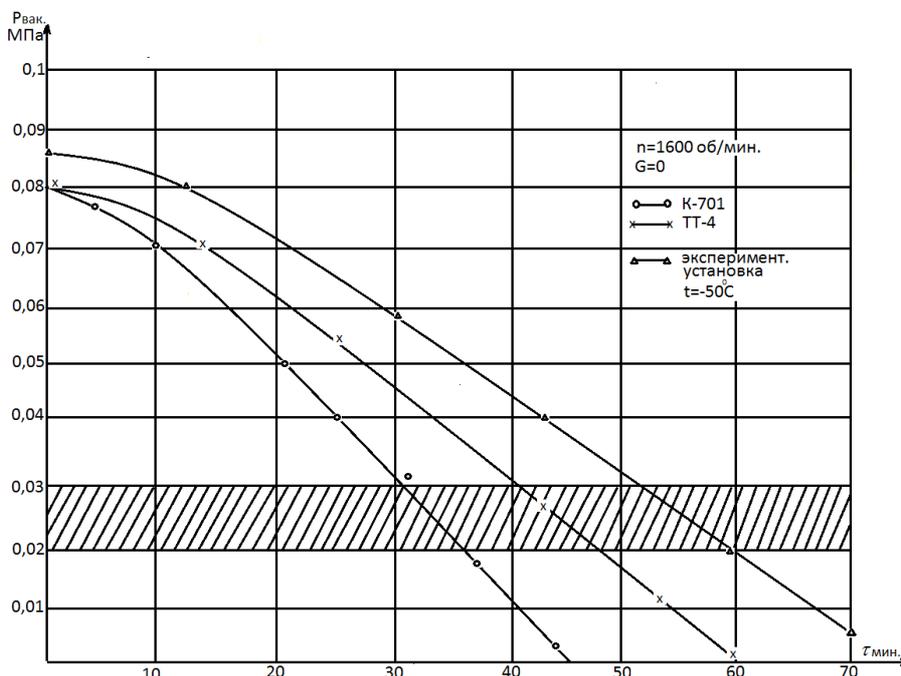


Рис. 2. Изменение вакуума во всасывающей магистрали от времени работы системы АМГ-10 ГОСТ 6794-53

Полученные результаты наглядно показывают, что на время падения вакуума до допустимых значений большое влияние оказывает характер размещения гидравлического оборудования и наличие дополнительных источников тепла. Так, компактное размещение гидравлического оборудования (насоса, распределителя, бака и т.д.) на тракторе К-701, по сравнению с гидравлической системой трактора ТТ-4 и экспериментальной установки, у которых гидравлическое оборудование имеет наибольший контакт с окружающей средой и вызывает сокращение времени работы шестеренного насоса в кавитационном режиме.

Зависимость вакуума на входе в насос от температуры рабочей жидкости для различных гидравлических систем и сортов масел приведены на рисунках 3 и 4.

Как видно из графиков максимальное значение вакуума при работе на масле АМГ-10 (рис. 3) для различных гидравлических систем, наблюдается примерно при одинаковой

температуре -50°C , а выход на допустимую величину давления на входе в насос при различных температурах. Так, для гидравлической системы трактора К-701 это соответствует диапазону температур -2°C ; -10°C , для ТТ-4 0 ; 18°C , а для экспериментальной установки -12 ; $+2^{\circ}\text{C}$. Аналогичная картина и при работе системы на масле АУ (рис. 4), только допустимое давление на входе в насос смещается в сторону положительных значений температур. Так, для трактора К-701 это соответствует $- +8$; $+18^{\circ}\text{C}$, для ТТ-4 $- +28$; $+42^{\circ}\text{C}$, а для экспериментальной установки $- +14$; $+30^{\circ}\text{C}$. Такое значительное различие по температуре, когда наступает момент всевозможной работы гидравлического насоса на допустимом давлении, объясняется различием вязкости рабочей жидкости и факторами конструктивного характера (исполнение и размещение узлов и агрегатов гидравлической системы на тракторе).

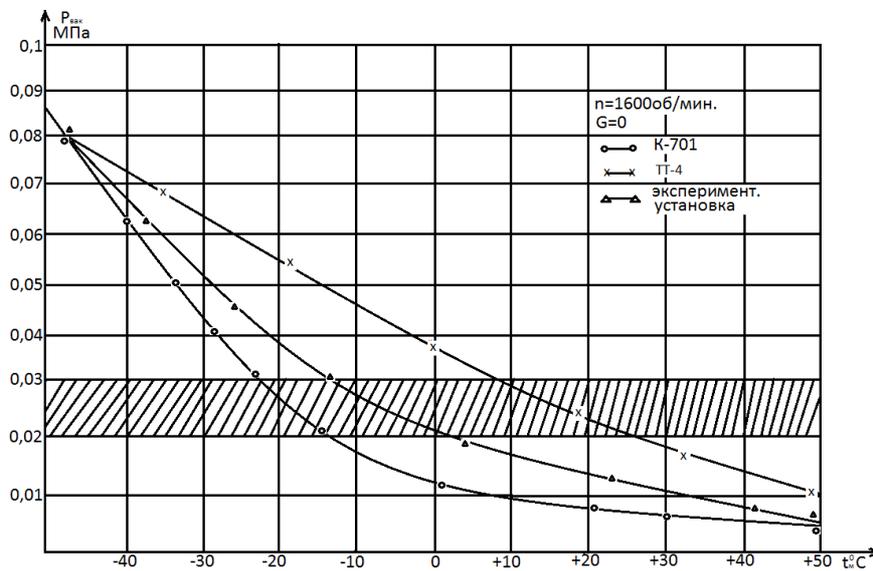


Рис. 3. Изменение вакуума на входе в насос от температуры рабочей жидкости АМГ-10

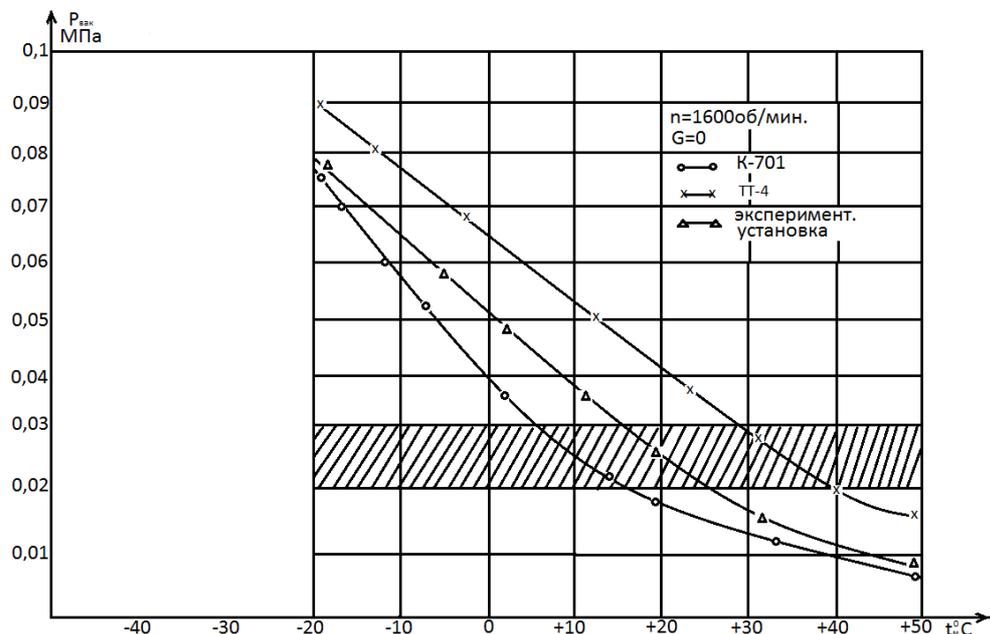


Рис. 4. Изменение вакуума на входе в насос от температуры рабочей жидкости АУ – ГОСТ 1642-50

На рисунке 5 представлена зависимость вакуума на входе в насос от температуры рабочей жидкости для экспериментальной установки.

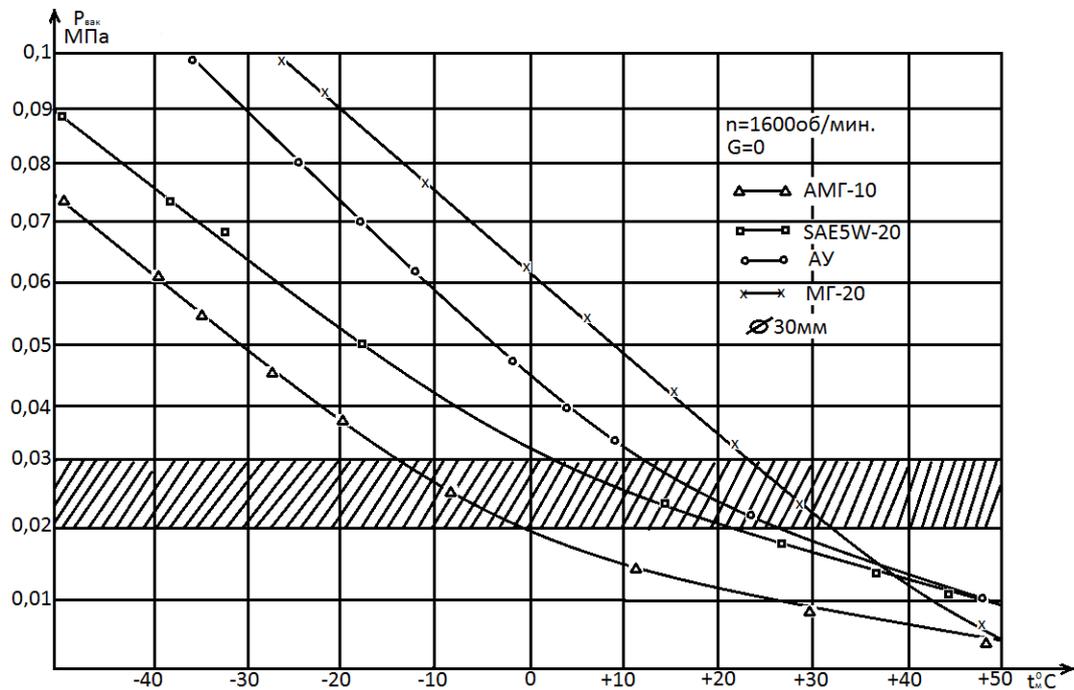


Рис. 5. Изменение вакуума на входе в насос от температуры рабочей жидкости

Графики построены для частоты вращения равной 26 об/с и четырех сортов масел: АМГ-10, АУ, МГ-20 и зарубежного SAE5W-20. Анализируя экспериментальные данные, приведенные на рисунке 5, можно сказать, что из четырех сортов масел только масло АМГ-10 обеспечивает работу насоса при допустимом давлении на входе в насос при отрицательных температурах. Работа на других сортах масел возможна лишь только при положительных температурах рабочей жидкости.

Зависимости, приведенные на рисунках 3, 4 и 5, для экспериментальной установки характерны тем, что получены для гидравлических систем, в которых отсутствует дополнительные источники тепла (двигатель, радиатор и т.д.) и сравнение с результатами полученных для гидравлических систем тракторов К-701 и ТТ-4 наглядно показывают, что характер размещения узлов и агрегатов системы, конструктивное исполнение их влияет на изменение давления на входе в насос при различных температурах рабочей жидкости.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что уменьшение диапазона времени работы гидравлической системы при вакууме на входе в насос свыше 0,02;0,03 МПа без внесения конструктивных изменений в систему и без проведения предварительной тепловой подготовки практически невозможно.

Решение этой задачи возможно только путем принципиального изменения схемы – применение схемы использующей кинематическую энергию сливающего потока. В этом случае сливающий поток направляется не в корпус основного бака, а в циркуляционный бачок, который непосредственно связан со всасывающей магистралью. Основной бак выключен из схемы циркуляции и служит для компенсации расхода рабочей жидкости.

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.

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.