

## ПРЕДПУСКОВОЙ ПОДОГРЕВ МАСЛА В ДВИГАТЕЛЕ ЛЕСНЫХ МАШИН

*Докт. техн. наук, проф. КУХАРЕНКО Г. М., асп. КАРПЕНКО Т. В.*

*Белорусский национальный технический университет*

На Минском тракторном заводе разработаны и выпускаются машины для рубки, транспортировки, погрузки-разгрузки древесины: МЛХ-414, МЛХ-424, МЛХ-434, МЛПТ-354М, МЛ-127, МЛ-131, МЛПТ-364, МЛПР-394 и др. Указанные машины эксплуатируются в различных климатических зонах, включая северные и восточные регионы РФ, поэтому проблема надежного пуска и работы машины при низких температурах окружающего воздуха является исключительно важной для коллектива разработчиков спецтехники МТЗ. В последние годы проведен ряд работ по исследованию пусковых качеств двигателей, применяемых в лесных машинах.

Наиболее рациональным решением проблемы пуска двигателей является введение в конструкцию машины жидкостных подогревателей. На лесных машинах производства МТЗ применяются два типа жидкостных подогревателей: Thermo 90S фирмы Webasto и Hydro-

pic 10 фирмы Eberspacher. Их основные технические характеристики представлены в табл. 1. При наличии подогревателя возможен не только подогрев охлаждающей жидкости. Программируемый пуск подогревателя в заданное время сокращает подготовку машины к работе; нагретая охлаждающая жидкость во время стоянки может использоваться в отопителе кабины. Улучшение пусковых качеств дизеля путем увеличения температуры охлаждающей жидкости, оптимальной для пуска двигателя, вследствие применения жидкостного подогревателя не устраняет проблемы, связанные с пуском двигателя при отрицательных температурах.

При низкой температуре окружающего воздуха происходит увеличение вязкости масла, что влечет за собой рост сопротивления проворачивания коленчатого вала и как следствие – пусковая частота вращения коленчатого вала достигается не всегда.

*Таблица 1*

**Основные технические характеристики жидкостных подогревателей**

Отопитель	Нidronic 10	Термо 90S
Теплоноситель	Вода, низкотемпературная охлаждающая жидкость	Вода, низкотемпературная охлаждающая жидкость
Отопительная мощность	9,5 кВт	9,1 кВт
Топливо	Дизельное	Дизельное
Расход топлива	0,18–1,2 л/ч	0,19–1,1 л/ч
Номинальное напряжение	12 или 24 В	12 или 24 В
Номинальная потребляемая мощность	Пуск: при 24 В потребляемая мощность 137 Вт; при 12 В – 139 Вт. При эксплуатации: при 24 В – 33–115 Вт; 12 В – 36–125 Вт	Пуск 90 Вт.  При эксплуатации 37–83 Вт
Производительность водяного насоса	При 0,14 бар противодавления 1400 л/ч	При 0,15 бар противодавления 1650 л/ч
Масса	6,5 кг	4,8 кг

Увеличение вязкости моторного масла при низких температурах влияет не только на величину сопротивления проворачиванию коленчатого вала в момент пуска, но также затрудняет протекание масла по маслопроводам и подачу его к трущимся деталям двигателя, что значительно увеличивает износ деталей при пуске и в процессе прогрева двигателя. Для решения проблемы надежного пуска двигателей при низких температурах необходим подогрев не только охлаждающей жидкости, но и масла. Попытки произвести подогрев масла, направив поток отработавших газов подогревателя на картер двигателя, показали низкую эффективность этого метода. Так, при температуре окружающего воздуха  $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$  температура масла М8Г2к в точке забора в картере двигателя Д-245 за 1 ч работы подогревателя Hidronic 10 (поток отработавших газов подогревателя направлялся на масляный картер двигателя с помощью специального кожуха) поднялась на 4,3 градуса.

С учетом приведенных результатов было принято решение о подогреве масла в картере двигателя с помощью специально сконструированных теплообменников из алюминиевого сплава. Испытания проводились в климатической камере со смонтированным двигателем Д-245 Минского моторного завода, подогреватель Termo 90S, отопитель кабины и топливной системой. Все узлы располагались аналогично их установке на лесных машинах МЛ-131.

В картер двигателя были вмонтированы два обогревателя масла № 1 (рис. 1) и № 2 (рис. 2), которые поочередно или последовательно друг с другом подключались в систему подогрева масла двигателя.

Систему охлаждения двигателя заправили низкозамерзающей охлаждающей жидкостью (ОЖ) с температурой начала кристаллизации  $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ , топливную систему – дизельным топливом А-0,4 ГОСТ 305–82, масляную систему – маслом М-8ДМ ГОСТ 8581–78. Измерение температуры ОЖ и масла осуществляли с помощью термпар в четырех точках: в головке блока на выходе ОЖ из двигателя и в трех точках в картере двигателя (схема установки на рис. 3).

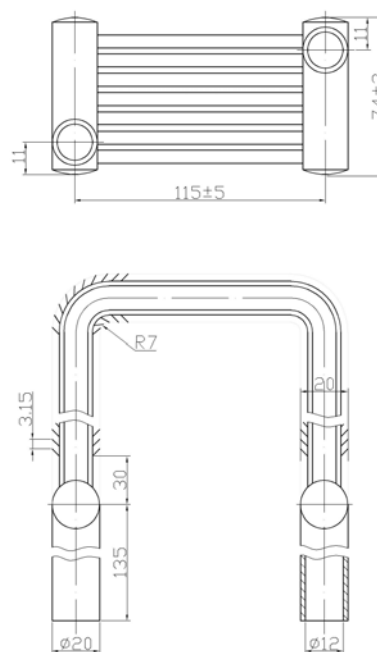


Рис. 1. Обогреватель масла № 1

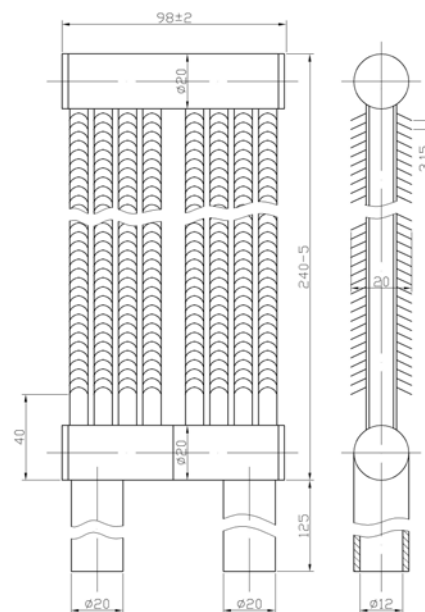


Рис. 2. Обогреватель масла № 2

Пуск подогревателя осуществлялся при средней температуре масла  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Результаты испытаний приведены в табл. 2. Из нее видно, что при всех вариантах подогрева двигателя температура ОЖ на выходе из двигателя достигает плюсовых величин через 10–20 мин после пуска подогревателя, а средняя по трем точкам температура масла – через 17–35 мин.

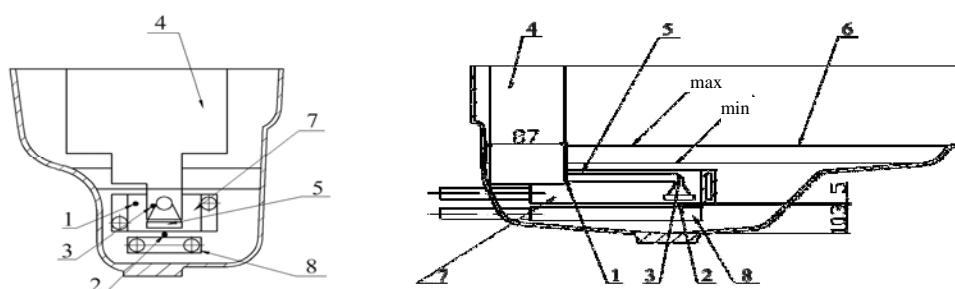


Рис. 3. Схема расположения обогревателей масла № 1 и 2 и точек измерения температуры в картере двигателя: 1, 2, 3 – точки замера температуры; 4 – масляный насос; 5 – маслозаборник; 6 – уровень масла; 7 – обогреватель № 1; 8 – обогреватель № 2

Таблица 2

Результаты измерений температуры ОЖ и масла при различных вариантах направления потока ОЖ из подогревателя

Направление потока ОЖ от Тermo 90S	Подогреваемая жидкость	Температура, °С, в зависимости от времени работы подогревателя, мин									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Отопитель кабины – ДВС – обогреватель масла (№ 1 + № 2)	Масло	-30	-30	-30	-29	-28	-27	-6	14	23	
	ОЖ	-36	-35	-28	-12	7	23	35	44	50	
ДВС – отопители масла (№ 1 + № 2)	Масло	-31	-31	-31	-30	-21	5	15			
	ОЖ	-37	2	6	23	32	34	36			
Обогреватели масла (№ 1 + № 2) – отопитель кабины	Масло	-30	-29	-28	-7	20	36				
	ОЖ	-35	-32	-11	10	27	42				
Обогреватели масла (№ 1 + № 2) – ДВС	Масло	-30	-29	-29	-8	26	45				
	ОЖ	-35	-25	4	25	42	48				
Отопитель кабины – ДВС – обогреватель масла № 1	Масло	-29	-29	-29	-29	-28	-26	-14	2	16	32
	ОЖ	-36	-33	-27	-8	12	27	40	49	56	60
Отопитель кабины – ДВС – обогреватель масла № 2	Масло	-30	-30	-30	-30	-30	-27	-5	-4	10	13
	ОЖ	-36	-35	-29	-14	7	23	36	49	56	59
Обогреватель масла № 1 – ДВС	Масло	-28	-28	-27	-19	1	14	31			
	ОЖ	-35	-29	2	18	37	50	56			
Обогреватель масла № 2 – ДВС	Масло	-26	-26	-23	-12	-8	2	17	22		
	ОЖ	-32	-31	-22	5	28	43	53	56		

По интенсивности разогрева наилучшие результаты получены в варианте 4, когда исключен отопитель кабины, а ОЖ подается от подогревателя в последовательно соединенные обогреватели масла 1 и 2, а потом через помпу – в двигатель. При применении двух обогревателей масла, подключенных последовательно, и начальной температуре масла  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  положительная температура масла ( $5\text{--}26\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) в картере двигателя при различных вариантах комплектации и направления потока ОЖ достигается через 20–30 мин работы подогревателя. Температура ОЖ в головке блока цилиндров двигателя за это время достигает  $27\text{--}44\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Как известно, к характеристикам масел относят температуру застывания, при которой масло не течет под действием силы тяжести. Этот параметр обычно на  $5\text{--}10\text{ }^{\circ}\text{C}$  ниже температуры прокачиваемости масла. Критерием готовности двигателя к пуску по параметрам, касающихся масла, принята температура прокачиваемости масла. При достижении данного параметра обеспечивается смазка трущихся деталей двигателя с удовлетворительными данными по сопротивлению проворачиванию коленчатого вала.

Согласно ГОСТ 8581–78 температура застывания масла М-8ДМ не выше  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , т. е. порог прокачиваемости будет не выше  $-(20\text{--}25)\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

По требованию ГОСТ 19677–87 на тракторах, оборудованных средствами тепловой (предпусковой) подготовки, должен обеспечиваться пуск дизеля не более чем за 30 мин при температуре окружающего воздуха –40 °С.

Как следует из приведенных результатов испытаний, температура масла, при которой обеспечивается прокачиваемость в случаях, когда поток жидкости из подогревателя направляется сначала в обогреватели масла картера, составляет 15 мин. При направлении потока жидкости из подогревателя сначала в отопитель кабины время, в течение которого обеспечивается прокачиваемость масла, составляет 30 мин.

### ВЫВОДЫ

1. Предпусковой подогрев масла в картере двигателя Д-245 с помощью специальных теплообменников, в каналах которых циркулирует охлаждающая жидкость, нагретая в подогревателе, значительно эффективнее нагрева масла с помощью отработавших газов.

2. Время, в течение которого обеспечивается прокачиваемость масла М-8ДМ с применением специальных теплообменников в картере,

составляет 15 мин (при начальной температуре –30 °С). Указанная величина обеспечивает выполнение требований ГОСТ 19677–87 о времени предпусковой подготовки.

### ЛИТЕРАТУРА

1. **Eberspacher.** Жидкостный отопитель Hydronic 10. Техническое описание, руководство по монтажу, эксплуатации и техническому обслуживанию. – J. Eberspacher GmbH & Co. KG, 2007. – 10 с.
2. **Webasto.** Thermo 90, Thermo 90S. Руководство по ремонту. – Webasto Thermosysteme GmbH, 1997. – 401 с.
3. **Минкин, М. Д.** Жидкостные подогреватели для автотракторных двигателей / М. Д. Минкин, А. Н. Моисейчик. – М.: НИИНавтосельхозмаш, 1965. – 6 с.
4. **Предпусковой** подогрев дизельных установок / А. С. Ефремов [и др.]. – Л.: Знание, 1979. – С. 4–6.
5. **Результаты** испытаний по одновременному подогреву охлаждающей жидкости и масла в картере двигателя подогревателем Thermo 90S фирмы Webasto: протокол испытаний от 8.01.2002 РУП «МТЗ».
6. **Топливо** дизельное. Технические условия: ГОСТ 305–82. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – С. 2–4.
7. **Масла** моторные для автотракторных дизелей: ГОСТ 8581–78. – Минск: БелГИСС, 2003. – С. 3–4.
8. **Тракторы** сельскохозяйственные. Общие технические условия: ГОСТ 19677–87. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 2 с.

Поступила 03.11.2010