

Тепловые режимы узлов и агрегатов трактора ТЛК4-01

Кукелев Ю.К. ¹

Куликов М.И.

Кристаль М.Е.

*Петрозаводский государственный университет
АО "Онежский тракторный завод"*

Предложены результаты исследований тепловых режимов узлов и агрегатов экспериментального колесного трактора ТЛК4-01 с пачковым захватом. По результатам обработки данных испытаний получены зависимости температуры в кабине трактора от температур в отдельных частях и агрегатах.

Ключевые слова: колесный трактор, тепловые режимы, температурные поля, гидротрансформатор, теплообменник, температура.

Петрозаводский госуниверситет совместно с ГСКБ АО "ОТЗ" занимается исследованием тепловых режимов узлов и агрегатов экспериментальных колесных тракторов, в частности, трактора типа ТЛК4-01 с пачковым захватом, предназначенным для трелевки деревьев.

По структуре данных, полученных в процессе испытаний, и по уровню температурных полей агрегатов и узлов можно выделить три режима работы трактора ТЛК4-01:

- эксплуатационный - работа в режиме лесосеки с загрузкой трактора максимальной пачкой (6,9-7,0 м³);
- транспортный - условно, режим перегона трактора на расстояние 30 км и более;
- лабораторный - тарировка и контрольные опыты по измерению расхода масла через теплообменники систем принудительного охлаждения таких агрегатов как гидродинамический трансформатор (ГДТ), коробка передач (КП), рулевое управление и технологическое оборудование (РУ и ТО), насос НШ32, а также расхода масла на смазку деталей коробки передач.

Внешние условия характеризуются температурой наружного воздуха, диапазон изменения которой составил +12-+33°C и состоянием волока на лесосеке.

В большинстве случаев при движении трактора с пачкой (грузовой ход) по волоку на первой и второй передачах на подъеме температура масла в теплообменнике ГДТ (ТА ГДТ) быстро поднималась до 115-120°C; при включении блокировки ГДТ температура масла интенсивно снижалась до 100°C; в некоторых опытах ("разбитый" мокрый волок, глубокая колея,

резко меняющийся режим работы трактора - сброс пачки, перемещение трактора, подъем пачки, продолжение движения) - температура масла в ГДТ ниже 100°C не опускалась. Поскольку температура масла измеряется в теплообменнике, то в самом гидротрансформаторе температура может быть выше 125°C, при этом возможно вспенивание масла. При расходе масла через ТА ГДТ, равном 31 л/мин, пена не успевает исчезнуть. Это обстоятельство отрицательно сказывается на эффективности работы радиатора и самого гидротрансформатора (в исходных требованиях на ТА ГДТ оговаривается условие предельной температуры масла на входе в ГДТ - не более 100°C при температуре наружного воздуха +35°C). В транспортном режиме работы трактора (режим перегона) температура масла в ТА ГДТ выше 100°C не поднималась.

Тепловой режим коробки передач в эксплуатационном режиме характеризуется относительно низкой температурой масла в ТА КП; только в некоторых случаях она достигала 108-100°C, во всех других случаях температура масла в ТА КП не превышала 100°C вследствие низкого скоростного режима (рабочие передачи - 1-я и 2-я - грузовой ход; 2-я и 3-я передачи - холостой ход).

В режиме перегона КП начинает интенсивно нагреваться; после непрерывного движения в течение 25-30 мин температура масла на входе в ТА КП превышает 120°C, падает давление масла в КП и дальнейшее движение становится возможным только после охлаждения коробки передач. В некоторых случаях продолжать движение даже после охлаждения можно было только на 1-й передаче. Увеличение поверхности теплообменника путем замены двухрядного радиатора на трехрядный несколько снизило теплонапряженность коробки передач за счет временного снижения темпа ее нагрева. Для определения мощности теплообменника КП измерялся расход масла на различных передачах. Были получены следующие данные расхода: расход масла через ТА КП изменялся в диапазоне 12-17 л/мин при изменении оборотов двигателя в диапазоне 1400-2000 мин⁻¹; расход масла на смазку подшипников и других деталей коробки передач составил 11-14 л/мин; подача насоса НШ-32 находилась в пределах 30-43 л/мин с отдельными выбросами до 48 л/мин.

Вследствие небольшого перепада температур масла в ТА КП (3-5 град) мощность теплообменника находилась в пределах 1,5-2 кВт (проектная мощность системы охлаждения масла в КП должна быть равна 15 кВт). Практически не оказало никакого влияния изменение расположения ТА КП и ТА РУ и ТО, так как зона обдува теплообменников остается прежней, перераспределения потоков воздуха перед системой теплообменников не произошло.

Тепловой режим систем рулевого управления и технологического оборудования можно считать удовлетворительным, поскольку температура масла на входе в ТА РУ и ТО выше 100-102°C не наблюдалась при работе трактора на лесосеке, при этом диапазон изме-

¹Авторы, соответственно, доценты кафедры тяговых машин и конструктор ГСКБ

© Ю.К. Кукелев, М.И. Куликов, М.Е. Кристаль, 1996

рения расхода масла через ТА находился в пределах 25-30 л/мин при оборотах двигателя 1600-2000 мин⁻¹. В режиме перегона эти системы были отключены от радиатора, однако температура масла более 102-105°C не поднималась.

Тепловой режим двигателя СМД-63В характеризуется относительно низкими температурами охлаждающей жидкости "ТОСОЛ", которая при работе трактора на всех режимах не превышала 92-93°C. Однако температура масла, измеряемая в картере двигателя, доходила до 119-121°C при температуре наружного воздуха 23-25°C. При испытаниях подобного рода, имевших место в 1991 году, температура масла в картере двигателя не превышала 109-110°C. Наблюдалась большая разность температур между маслом и охлаждающей жидкостью, которая доходила до 30-36°K; в некоторых случаях срабатывала сигнальная лампа аварийной температуры масла в системе смазки двигателя. Анализ данных по интенсивности охлаждения наддуваемого воздуха при стендовых испытаниях и эксплуатационных указывает на определенную связь, которая может быть выражена в виде:

$$\Delta T_{\text{ОНВ}} = 0.603 N_e^{0.93},$$

где

$\Delta T_{\text{ОНВ}}$ - разность температур воздуха между входом и выходом из ОНВ, К;

N_e - эффективная мощность двигателя, л.с.

Эта зависимость может быть использована в качестве косвенного показателя загрузки двигателя при различных условиях работы трактора.

Температурный режим кабины и моторно-трансмиссионного отделения характеризуется очень сильной зависимостью, обусловленной компоновочной схемой трактора и тепловыми режимами таких агрегатов трактора как двигатель, гидротрансформатор, коробка передач. Из данных ранее проведенных испытаний известно, что при снятых боковинах капота температура охлаждающего воздуха на выходе из сердцевины водяного радиатора составляет 63°C (при этом через радиаторы ГДТ, КП, РУ и ТО, конденсатор кондиционера не прогоняется охлаждающая жидкость - масло, фреон), тогда как при полностью закупориванном двигателе она повышается до 72°C.

Четко просматривается оформление температурных полей по движению потока воздуха. Так, например, средняя температура воздуха:

- подкапотного пространства справа (по ходу движения трактора вперед) - 64°C, слева от двигателя 59°C;
- температура воздуха около передней стенки кабины - 60°C, под кабиной - 60°C;
- в кабине - 28-30°C, над кабиной 14°C,
- температура наружного воздуха 10-11°C.

Такая картина температурных полей моторно-трансмиссионного отделения и кабины наблюдается во всех случаях после выхода трактора на условно установившийся режим с колебаниями температуры

соответствующих теплоносителей $\pm 5^\circ\text{C}$. При статистической обработке данных испытаний были получены следующие зависимости:

$$t_{\text{в.каб}} = \exp(2.53 + 0.016 t_{\text{в.под каб.}}),$$

$$t_{\text{в.каб}} = \exp(2.43 + 0.017 t_{\text{в.м.о.п.}}),$$

$$t_{\text{в.каб}} = \exp(2.45 + 0.018 t_{\text{в.п.ст.к.}}),$$

$$t_{\text{в.каб}} = \exp(2.51 + 0.013 t_{\text{м.то.}}),$$

$$t_{\text{в.каб}} = \exp(2.45 + 0.018 t_{\text{в.м.о.л.}}),$$

$$t_{\text{в.каб}} = \exp(2.78 + 0.032 t_{\text{в.над каб.}}),$$

где

$t_{\text{в.каб}}$ - средняя температура воздуха в кабине, °C;

$t_{\text{в.под каб.}}$ - температура воздуха под кабиной, °C;

$t_{\text{в.м.о.п.}}$ - температура воздуха в подкапотном пространстве справа от двигателя, °C;

$t_{\text{в.п.ст.к.}}$ - температура воздуха около передней стенки кабины, °C;

$t_{\text{м.то.}}$ - температура масла в теплообменнике технологического оборудования, °C;

$t_{\text{в.м.о.л.}}$ - температура воздуха в подкапотном пространстве слева от двигателя, °C;

$t_{\text{в.над каб.}}$ - температура наружного воздуха над кабиной трактора, °C.

Коэффициенты корреляции между температурой воздуха в кабине и перечисленными параметрами достаточно высокие - 0.80-0.83.

Кабина находится в мощном тепловом поле и имеющаяся система вентиляции кабины не обеспечивает санитарные нормы по параметрам воздуха в кабине.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Система охлаждения масла в гидротрансформаторе НДМ350.3М словацкого производства не обеспечивает нормальный тепловой режим последнего.
2. Предположительно, интенсивные тепловыделения в ГДТ вызваны низкой степенью согласования характеристик ГДТ и двигателя СМД-63В.
3. Расчетные параметры теплообменника для охлаждения масла, циркулирующего в ГДТ, не соответствуют действительным. Одной из причин низкой эффективности ТА ГДТ является нерасчетный расход охлаждающего воздуха.
4. Проектная мощность ТА ГДТ должна быть равна 20 кВт, по результатам испытаний (температуры масла на входе и выходе из теплообменника, расход масла через ТА ГДТ) она составила 6-7 кВт.
5. Система охлаждения масла в коробке передач 210 ПР недостаточно эффективна даже после замены циркуляционного насоса на насос НШ-32. После замены циркуляционного насоса удалось обеспечить управляющее давление масла для включения тормозов на требуемом уровне 3.0 ± 0.2 МПа; однако требование по рабочей температуре масла 50-90°C не обеспечивается и прежде всего в режиме

перегона при движении трактора на 3-й, 4-й передачах.

6. Проектная мощность ТА КП - 15 кВт, по результатам испытаний - 1.5-2 кВт.
7. Одна из причин низкой эффективности ТА КП - нерасчетный расход воздуха через теплообменник.
8. Ввиду сильного влияния теплового режима моторно-трансмиссионного отделения на тепловой режим кабины, температура воздуха в которой в отдельных эпизодах испытаний была равна 49-52°C, не представляется возможным обеспечить комфортные условия работы оператора даже при установке кондиционера без оптимизации температурных режимов гидротрансформатора, короб-

ки передач, системы рулевого управления, технологического оборудования и отдельных компонентов решений узлов и агрегатов трактора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Знаменев А.П., Тулатов В.А. Колесные лесопромышленные тракторы и лесозаготовительные машины; Обзор, информ. М: ВНИПИЭИлеспром, 1990, 32с.