

## СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН ПО ТЕПЛОВЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ

**Н.А. Петрищев**, канд. техн. наук, зам. зав. лаб. №14,  
ГНУ ГОСНИТИ Россельхозакадемии

**И.М. Макаркин**, инж. лаб. №14,  
ГНУ ГОСНИТИ Россельхозакадемии

E-mail: gosniti14@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрены примеры использования оборудования и средств для контроля технического состояния узлов и агрегатов и объектов инженерной инфраструктуры по температурным характеристикам с целью повышения уровня качества и своевременности технического обслуживания техники сельскохозяйственного назначения.

**Ключевые слова:** термоиндикатор, тепловизор, краска термоиндикаторная, термокарандаш, пирометр, термограмма, перегрев, качество ремонта, обкатка узлов и агрегатов.

### MEANS FOR MONITORING THE TECHNICAL CONDITION UNITS AND UNITS OF AGRICULTURAL MACHINERY A THERMAL

**N.A. Petrishchev, I.M. Makarkin**

**Summary.** This article discusses examples of the use of equipment and facilities for the technical inspection of units and engineering infrastructure for the temperature characteristics in order to improve the quality and maintenance of agricultural machinery.

**Keywords:** temperature indicator, thermal imager, paint thermal, temperature indicating crayon, pyrometer, thermogram, overheat, quality repairs, running components and assemblies.

При реализации «Программы обновления парка сельскохозяйственной техники» значительное количество эксплуатируемой техники в АПК РФ находится в лизинге на гарантии дилеров заводов-изготовителей, при этом контроль за соблюдением порядка и полноты проведения регламентов технического обслуживания остается непосредственно за эксплуатирующей организацией. Однако потребитель не всегда осуществляет должное соблюдение рекомендаций заводов-изготовителей. Одно из важнейших

требований к эксплуатации – обеспечение заложенных при проектировании машины номинальных температурных балансов. Превышение пороговых температурных значений свидетельствует о наличии дефектов и неисправностей, значительно снижающих эффективную мощность.

Известно, что недостаточный уровень охлаждающей жидкости и масла в двигателе, коробке перемены передач, редукторах, гидравлических систем ведет к тепловому дисбалансу и, как следствие, аномальному перегреву, приводящему

к недоиспользованию заложенного ресурса, кратко заявленному, производителем или гарантируемому ремонтным предприятием. Для регистрации факта перегрева необходима разборка агрегата и дефектация деталей с последующей оценкой изменения геометрии, цвета поверхностей, структуры уплотнений, констатация наличия лаковых отложений и изменения структуры технических вставок (сальников, прокладок).

Штатные термометры, установленные на тракторах и самоходных сельскохозяйственных машинах, лишь информируют о текущей температуре, но ее превышение не фиксируют, поэтому на практике впоследствии очень сложно оценить, был ли факт перегрева в процессе работы техники.

Использование при диагностировании простейших средств измерения температуры контактным или бесконтактным способом – пирометров (рис. 1а) позволяет измерять ее значения на поверхностях конкретных деталей и в точках только в процессе проведения технического обслуживания. Основная ошибка диагностов при измерении температуры бесконтактным способом при внешней простоте проведения процедуры – пренебрежение излучательной способностью ( $\epsilon$ ) объекта (материала), т. к. данное свойство объекта определяется свойствами материала и чистотой обработки его поверхности. Например, значения  $\epsilon$  для некоторых используемых в АПК материалов значительно меняются:

– алюминий: окисленный – 0,2...0,3, полированный – 0,04...0,06;

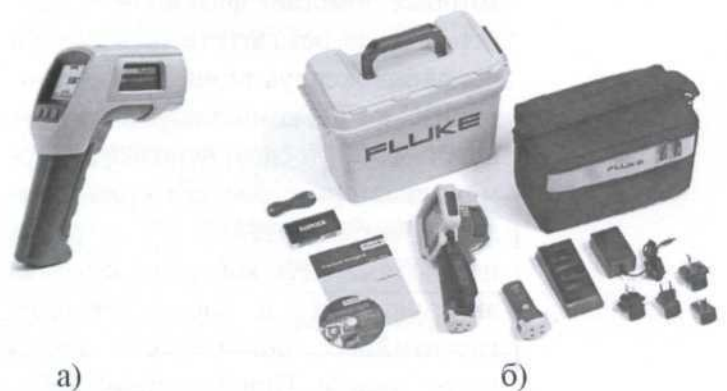
– сталь: окисленная – 0,8, полированная – 0,32...0,36;  
– резина – 0,95.

Контроль температуры поверхностей ДВС бесконтактным способом позволяет определять следующие неисправности:

– при контроле форсунок: если измеренная температура поверхности форсунки на 10–15 °С больше температуры охлаждающей жидкости, то форсунка неисправна: закоксован распылитель, а если выше на 20–25 °С, соответственно форсунка имеет негерметичность по запорному конусу или уменьшено давление начала подъема иглы;

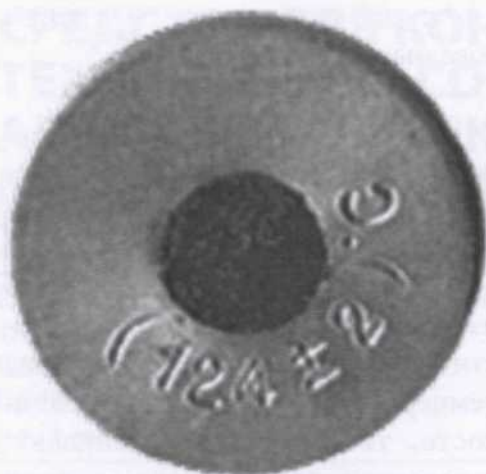
– при контроле ЦПГ: если поверхность блока цилиндров напротив соответствующей камеры больше на 6–10 °С, то в цилиндре нарушен момент подачи топлива, а если меньше на 6–9 °С, то в цилиндр не подается топливо или происходит неполное сгорание топлива.

Для контроля соблюдения правил эксплуатации предлагается дополнительно использовать тепловизоры (рис. 1б) и термоиндикато-



**Рис. 1. Общий вид приборов для бесконтактного определения температуры поверхности**  
а – пирометр; б – тепловизор (комплект)





**Рис. 2. Общий вид термоиндикатора**

ры (рис. 2). Тепловизор представляет собой переносной оптико-электронный прибор, позволяющий оценивать температурные поля по инфракрасному излучению поверхностей и широко использующийся для оценки утечек тепла в зданиях и сооружениях, энергосетях, ЖКХ, в медицине и ветеринарии, в машиностроении при термообработке материалов, в вооруженных силах.

Термоиндикаторы – температурные пломбы, изготовленные из полимеров или металлов с известной температурой плавления, установка которых помогает фиксировать температуру нагрева агрегатов и узлов в процессе эксплуатации. При ремонте ДВС и ГБЦ компания «Мотортехнология» (г. Москва) использует термоиндикаторы с температурой плавления вставки  $124 \pm 2$  °С, которые необходимы для контроля качества эксплуатации и осуществления гарантийных обязательств перед потребителем. При аварийной работе ДВС, ведущей к его перегреву и, соответственно, плавлению контрольной вставки, вопросы, связанные с гарантией на ремонт, решают-

ся на основании состояния термоиндикатора (см. табл. 1).

Помимо термоиндикаторов возможно дополнительно использовать термохимические, термоиндикаторные краски, имеющие свойства обратимо или необратимо менять свой цвет при заданном температурном диапазоне (табл. 2), а также термокарандаши Tempilstik, позволяющие определять степень нагрева агрегатов и узлов в температурном диапазоне от 40 до 1200 °С.



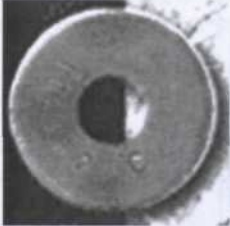
Как показали опыты, проведенные в ГОСНИТИ с использованием тепловизора, выявление перегрева агрегатов возможно на ранних стадиях с фиксацией полученных пороговых температурных значений в виде термограмм. Полученные протоколы послужили рекомендациями на проведение необходимых технических операций по устранению наблюдаемых мест будущих неисправностей, ведущих к отказам (табл. 3). Высокую эффективность применения тепловизоров в АПК подтверждают проведенные в СПбГАУ работы по определению технического состояния подшипников дисковых борон почвообрабатывающих машин.

Однако данные методы диагностирования пока, к сожалению, не нашли широкого применения на большинстве ремонтных и эксплуатирующих мобильную технику АПК организациях по ряду причин: относительно высокой стоимости тепловизоров (более 100 тыс. руб.); отсутствия рекомендаций со стороны производителей техники, лизинговых компаний.

С учетом все возрастающей нагрузки на имеющийся МТП, особенно в период весенне-осенних

Таблица 1

**Динамика изменения внешнего вида термоиндикатора при различной температуре**

№ п/п	Внешний вид	Температура, °С	Примечания
1		115	Нет изменений
2		119	Единичные точки расплавления металла в центре плавкой вставки
3		126	Процесс отторжения плавкой вставки окончен

полевых работ, предлагается проведение следующих операций при эксплуатации техники:

- проведение системного теплового контроля машины с применением тепловизоров для составления

эталонных термограмм узлов и агрегатов, с отслеживанием изменения их динамики при обнаружении и устранении неисправностей;

- проведение тепловизионного контроля каталитических дожигате-

Таблица 2

**Характеристики термокрасок**

№ п/п	Марка краски	Температура перехода, °С	Цвет краски	
			исходный	после воздействия температуры
1	ТИК-32	95±5	светло-розовый	светло-синий
2	ТИК-240	250±15	бирюзовый	белый
3	240-260	240±2	сиреневый	коричневый
		260±2	сиреневый	черный
4	140-160	140-160	сиреневый	фиолетовый



Таблица 3

Опыты по использованию тепловизора Fluke Ti32

№ п/п	Объект (фото)	Термограмма	Примечание (выявленные неисправности)
1			Утечки масла, повышенный нагрев подшипника первичного вала
2			Недостаточный объем заполнения гидробака рабочей жидкостью ведет к вспениванию, кавитации, перегреву гидроагрегатов
3			Неисправность трубок радиатора системы охлаждения дизеля
4			Сниженное натяжение приводного ремня генератора
5			Внутренние утечки рабочей жидкости в гидроцилиндре

лей выхлопных газов (неравномерный нагрев характеризует его неисправность) машин, работающих в условиях ограниченного воздухооб-

мена, для обеспечения требований охраны труда;  
– установка термоиндикаторов на эксплуатируемые ДВС, в первую

очередь на дизеля, из-за сложности температурного контроля их работы в отсутствие нагрузки;

- нанесение контрольных меток термолентами, термокарандашами на поверхности агрегатов и узлов (трансмиссии, гидросистем), на детали рядом с местами установок подшипников.

Ремонтные предприятия могут также использовать тепловой контроль при проведении приемо-сдаточных испытаний машин, агрегатов (с занесением значений в контрольных точках и (или) полученных термограмм в протокол испытаний) и на основе полученных эталонных оценок давать заключение о качестве работ; а при проведении работ по ремонту агрегатов ДВС устанавливать термоиндикаторы, стоимость которых составляет до 200 руб/шт.

Внедрение предложенных способов и средств при проведении диагностирования и контроля соблюдения правил эксплуатации техники позволит:

- повысить достоверность данных диагностирования для оценки технического состояния узлов и агрегатов за счет применения более совершенного метрологического оборудования контроля;

- снизить затраты на устранение последствий отказов за счет проведения комплексного контроля узлов и агрегатов, работающих в режиме реальной эксплуатации;

- более объективно оценивать коэффициент технической готовности при подготовке машин к работе;

- расширить сферу уже используемого тепловизионного оборудования.

### Литература

1. Черноиванов В.И. Стратегия развития инженерно-технической системы сельского хозяйства / В.И. Черноиванов, А.А. Ежевский, Н.В. Краснощеков // Техника и оборудование для села. – 2009. – № 6. – С. 9–11.

2. Лялякин В.П. О развитии инженерных служб АПК в соответствии с задачами госпрограммы / В.П. Лялякин // Труды ГОСНИТИ. – 2008. – Т. 102. – С. 44–46.

3. Технологическое руководство по контролю и регулировке зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов с применением комплекта средств КИ-28120М / Производственно-практическое издание / Под ред. В.И. Черноиванова [и др.]. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 172 с.

4. Абрамович Б.Г. Термоиндикаторы и их применение. – Химия и химика, 2008. – С. 5.

5. Ильин П.А. Определение теплоотдачи подшипникового узла дисковой бороны / П. А. Ильин // Известия СПбГАУ. – Вып. 25. – СПб.: Изд-во СПбГАУ, 2011. – С. 204–208.

6. <http://smtп.motortehn.ru/Main/Equipment/Dopobor33.html>

7. <http://www.hardword.ru/index.htm>

8. <http://www.fluke.com/fluke/ruru/Thermal-Imaging/Fluke-Ti32.htm?PID=56185>

9. <http://termo-im.ru/products.html>

10. <http://www.lkz-kronos.ru/katalog/mat1/po-tipu/kraski/kraska-termoindikatornaya-140-160-.html>

11. <http://www.tempil.com/>

12. <http://www.markal.com/>