

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ НАСОСОВ СИЛОВЫХ ГИДРОПРИВОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ПО ИНФРАКРАСНОМУ ИЗЛУЧЕНИЮ

Ильин П. А.,

к.т.н,

Ильин М. А.,

доц., к.т.н.

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,

г. Санкт-Петербург

Безразборное определение технического состояния насосов силовых гидроприводов сельскохозяйственной техники по косвенному диагностическому параметру, такому как уровень инфракрасного излучения с поверхности шестеренчатого насоса, позволит сократить затраты, связанные с установкой и снятием гидравлического насоса с машины и диагностированием его на стенде для испытания гидравлического оборудования. Определить техническое состояние гидравлического насоса можно с помощью такого диагностического устройства, как тепловизор Testo 881-1. Для обоснования возможности определения технического состояния гидравлического шестеренчатого насоса были проведены испытания таких насосов на стенде для испытания гидравлического оборудования КИ 4815М. В качестве объекта исследования выступал гидравлический насос НШ-50Д-3Л. Было определено значение КПД гидравлического насоса на основе инфракрасного излучения при помощи программного обеспечения IRsoft.

Ключевые слова: гидропривод, насос, инфракрасное излучение, сельскохозяйственная техника.

DIAGNOSTICS OF PUMPS OF POWER HYDRAULIC DRIVES OF AGRICULTURAL MACHINERY BY INFRARED RADIATION

The non-selective determination of the technical condition of the pumps of power hydraulic drives of agricultural machinery by an indirect diagnostic parameter such as the level of infrared radiation from the surface of the gear pump will reduce the costs associated with installing and removing the hydraulic pump from the machine and diagnosing it on the stand for testing hydraulic equipment. It is possible to determine the technical condition of the hydraulic pump using a diagnostic device such as the Testo 881-1 thermal imager. In order to substantiate the possibility of determining the technical condition of a hydraulic gear pump, tests of such pumps were carried out on a test bench for testing hydraulic equipment KI 4815M. The hydraulic pump NSH-50D-3L was used as an object of research. The value of the efficiency of a hydraulic pump based on infrared radiation was determined using IRSoft software.

Keywords: hydraulic drive, pump, infrared radiation, agricultural machinery.

Введение. Безразборное определение технического состояния насосов силовых гидроприводов сельскохозяйственной техники по косвенному диагностическому параметру такому, как уровень инфракрасного излучения с поверхности шестеренчатого насоса, позволит сократить затраты, связанные с установкой и снятием гидравлического насоса с машины и диагностированием его на стенде для испытания гидравлического оборудования.

Определить техническое состояние гидравлического насоса можно с помощью такого диагностического устройства, как тепловизор Testo 881-1. [1, 2].

Объект и методика. При диагностировании шестеренчатого гидравлического насоса необходимо соблюдать следующий порядок работ. Во первых, нужно ознакомиться с возможностями диагностического устройства, а затем научиться обрабатывать полученную информацию при помощи программного обеспечения Testo IRsoft.

Для определения температуры поверхности гидравлического насоса необходимо, чтобы он полностью отображался на матрице тепловизора при проведении инфракрасной съемки [3].

Инфракрасный снимок имеет соотношение сторон, поэтому условие отображения всего изображения объекта на матрице тепловизора определяется геометрическими размерами объекта,

то есть нужно определить параметры измеряемого объекта S_p (m^2) и путем деления соотношения инфракрасного снимка к параметрам объекта определить, какую наибольшую площадь занимает изображение объекта на инфракрасном снимке. Полученное значение является граничным условием, при превышении которого не весь объект попадет в инфракрасный снимок. Расстояние, соответствующее полученному значению, является минимальным расстоянием съемки.

Изменение площади изображения гидравлического насоса на матрице тепловизора зависит от расстояния съемки. Для того чтобы обеспечить чувствительность тепловизора при проведении инфракрасной съемки $0,05\text{ }^\circ\text{C}$, необходимо, чтобы площадь поверхности, по которой определяется температурная точка, не превышала $3\text{ }mm^2$.

Размер площади поверхности, по которой определяется температурная точка, зависит от расстояния, с которого производится инфракрасная съемка.

Разработав методику расчета, можно определить оптимальное расстояние, с которого нужно производить съемку гидравлического насоса.

Корпус гидронасоса имеет усредненную форму параллелепипеда со стороной $0,143$ и $0,156\text{ м}$, поэтому площадь стороны корпуса составляет $0,02\text{ м}^2$. Условием попадания всего корпуса в область снимка является занимаемая площадь на снимке в 75% ($S_p \leq 75\%$).

Минимальное расстояние, с которого можно производить инфракрасную съемку, составляет $0,23\text{ м}$. Максимальное расстояние съемки составляет $0,48\text{ м}$.

При съемке с расстояния $0,23\text{--}0,48\text{ м}$ площадь поверхности, по которой определяется температурная точка, находится в диапазоне от $0,6$ до $3,0\text{ }mm^2$.

Для того чтобы определить, по какому количеству температурных точек определяется температура поверхности корпуса насоса, необходимо знать количество температурных точек. При съемке с расстояния $0,23\text{--}0,48\text{ м}$ количество температурных точек, по которым определяется температура поверхности гидронасоса, составляет приблизительно от 3320 до 14718 .

Инфракрасную съемку гидравлического насоса НШ-50ДЗ-Л необходимо проводить с расстояния $0,23\text{--}0,48\text{ м}$, потому что оно обеспечивает выполнение следующих условий:

1. Попадание в инфракрасный снимок всего корпуса насоса.

2. Площадь поверхности, по которой определяется температурная точка, не превышает $3\text{ }mm^2$, что обеспечивает температурную чувствительность в $0,05\text{ }^\circ\text{C}$.

3. Количество температурных точек, по которым определяется тепловое поле поверхности корпуса насоса, находится в диапазоне $3320\text{--}12718$.

Исходящее с поверхности корпуса насоса инфракрасное излучение определяется законом теплового излучения Кирхгофа, по которому инфракрасное излучение регистрируется тепловизором.

Объекты излучают инфракрасное излучение в длинноволновом спектре, интенсивность которого зависит от температуры объекта. Поверхность корпуса насоса покрыта слоем краски, поэтому тепловизор определяет инфракрасное излучение, которое излучает краска. Коэффициент инфракрасного излучения различных масляных красок разных цветов находится в диапазоне $0,85\text{--}0,95$. В процессе эксплуатации на гидронасос может попадать пыль, грязь, вода, масло, но их коэффициент излучения, так же, как и у масляных красок, находится в диапазоне $0,85\text{--}0,95$. Настройка тепловизора Testo 881-1 на указанный коэффициент инфракрасного излучения определяет температуру поверхности корпуса насоса с точностью $\pm 1\text{ }^\circ\text{C}$ при температурной чувствительности $0,05\text{ }^\circ\text{C}$. На измерение потока инфракрасного излучения корпуса гидронасоса с точностью $\pm 1\text{ }^\circ\text{C}$ не оказывает влияние отраженное инфракрасное излучение от других объектов, так как коэффициент отражения находится в диапазоне $0,05\text{--}0,15$.

Тепловизор Testo 881-1 позволяет получать и записывать температурное поле поверхности по интенсивности инфракрасного излучения в цифровом формате.

Результаты исследований. Для обоснования возможности определения технического состояния гидравлического шестеренчатого насоса были проведены испытания таких насосов на стенде для испытания гидравлического оборудования КИ 4815М. В качестве объекта исследования выступал гидравлический насос НШ-50Д-3Л.

Было определено значение КПД гидравлического насоса на основе инфракрасного излучения при помощи программного обеспечения IRsoft.

С помощью компьютерной программы Testo IRSoft обрабатываются инфракрасные фотографии и определяется температура поверхности корпуса гидравлического насоса. При ее определении выделяется поверхность, температуру которой нужно определить. Выделять можно область в виде прямоугольника, круга, эллипса или произвольной

области. Для определения температуры поверхности корпуса гидравлического насоса лучше всего подходит произвольная форма [3].

После того как выделена необходимая область, программа строит температурную диаграмму, в которой определено процентное соотношение площади определенной температуры к общей площади выделенной поверхности.

Выделив при помощи функции «гистограмма — произвольная форма» необходимую область корпуса гидронасоса, программа автоматически вычисляет максимальную, минимальную и среднюю температуру выделенной области. В расчетах применяется средняя температура.

Выводы. В результате проведенных исследований было определено то, что безразборное определение технического состояния насосов силовых гидроприводов сельскохозяйственной техники по косвенному диагностическому параметру, такому как уровень инфракрасного излучения с поверхности шестеренчатого насоса, возможно. Такое диагностирование позволит сократить затраты, связанные с установкой и снятием гидравлического насоса с машины и диагностированием его на стенде для испытания гидравлического оборудования. При диагностировании определяется КПД гидравлического насоса на основе инфракрасного излучения при помощи программного обеспечения IRsoft.

Список литературы

1. Ильин П. А., Ильин М. А., Хохлов П. И. Диагностика и ремонт агрегатов транспортно-технологических машин. Лабораторный практикум : учебное пособие. СПб. : Проспект Науки, 2021. 306 с.
2. Технология ремонта машин / Е. А. Пучин, В. С. Новиков, Н. А. Очковский и др. ; под ред. Е. А. Пучина. М. : КолосС, 2011. 488 с.
3. Ильин П. А. Бесконтактное определение температурного поля исследуемой поверхности и обоснование условий проведения инфракрасной съемки корпуса подшипникового узла дисковой бороны // Известия. 2012. № 26. С. 378–384.