

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕРМОВИДЕНИЯ В ТКАЧЕСТВЕ

Рахматуллаев Алишер Нусратиллович, магистр
Ибрагимов Улугбек Мурадиллович, PhD, доцент
Бухарский инженерно-технологический институт

АННОТАЦИЯ

В этой статье рассказывается о анализе текстильной нити с помощью устройств, определение температуры нити, использование тепловизоров в текстильной промышленности. Рассказывается о структуре тепловизора, принцип работы и компонентах. Также имеется схема электрической части тепловизора. Влияние температуры нитей на длину волны ИК-излучения.

Ключевые слова: *термовидения в ткачестве, испытании на пульсаторе, изменение натяжения нити, тепловизор, кадровая развертка, оптическая схема, ИК-излучения.*

ABSTRACT

The article covers the analysis of textile thread using devices, the determination of the temperature of the thread, the use of thermal imagers in the textile industry. The information about the structure of the thermal imagers, its principle of operation and components is given. There is also shown a diagram of the electrical part of the thermal imager. Effect of thread temperature on the wavelength of IR radiation.

Keywords: *thermal imagers in weaving, pulsator testing, change of thread tension, thermal imager, frame deflection, optical scheme, IR radiation.*

ВВЕДЕНИЕ

За границами видимого спектра располагаются волны, не воспринимаемые глазом: за красным спектром – инфракрасные лучи, за фиолетовым – ультрафиолетовые лучи.

Инфракрасные лучи являются электромагнитными волнами с длинами от 0,76 мк до 0,3 мм. По своим свойствам они близки к красным лучам. Так же, как и красные лучи, они не действуют на обыкновенную фотопластинку и оказывают химическое действие лишь в редких случаях. Их нетрудно обнаружить по вызываемому ими нагреванию тел.

Хотя инфракрасное (ИК) излучение было открыто не с помощью фотопластинки, а посредством термометрического зонда, вся история его изучения тесно связана с фотографией. Под ИК-фотографией обычно понимают

фотографическую регистрацию ИК-излучения, отраженного или рассеянного объектом, тогда как термография регистрирует тепловое излучение самого объекта.

ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Для изучения изменения температуры текстильной нити использованы холестерические кристаллы (капсулированные жидкие кристаллы в виде тонких полимерных пленок, в которых герметично расположено активное вещество). Для достижения максимальной температурной чувствительности применяют жидкие кристаллы, работающие в узком температурном диапазоне (2–3 град.). Эта чувствительность позволяет наблюдать цветовые оттенки поверхности кристалла невооруженным глазом.

Наибольшее распространение термовидение нашло в медицине, военной области, геологии. Самым удобным прибором здесь является дистанционный аппарат, дающий картину распределения температуры по поверхности. Видимо, разработку тепловизоров ускорила возможность военного применения термографии, и к середине 40-х годов XX столетия чувствительность этих приборов достигла уровня, достаточного для регистрации распределения температуры человеческого тела. Дальнейшее совершенствование шло по пути увеличения скорости сканирования, повышения чувствительности и разрешающей способности, использования цветового кодирования. В текстильной промышленности тепловизоры до настоящего времени не применялись. Первую попытку использования термовидения в текстильной промышленности сделал в начале 80-х годов профессор Лодзинского политехнического института Януш Шосланд со своими учениками[2,5].

Рассмотрим принцип работы тепловизора. Преобразователи с оптикомеханическим сканированием используются главным образом на средневолновом участке ИК-спектра (2–15 мкм) для анализа собственного теплового излучения объектов. В данных приборах сканирование происходит перемещением объекта относительно неподвижного детектора излучения или изменением направления оптической оси объектива с помощью системы вращающихся или колеблющихся зеркал.

На рис.1 показана структурная схема тепловизора, которая включает приемную оптическую систему 1, детектор ИК-лучей 2, сканирующую систему 3, обеспечивающую последовательный просмотр объекта по заданному закону, усилитель 4, систему развертки и синхронизации 5 и кинескоп 6.

Принцип работы тепловизора заключается в просмотре по заданному закону движения поверхности объекта узким оптическим лучом, сформированным системой объектив – приемник. Обзор происходит в пределах угла поля зрения за время, которое называют временем кадра.

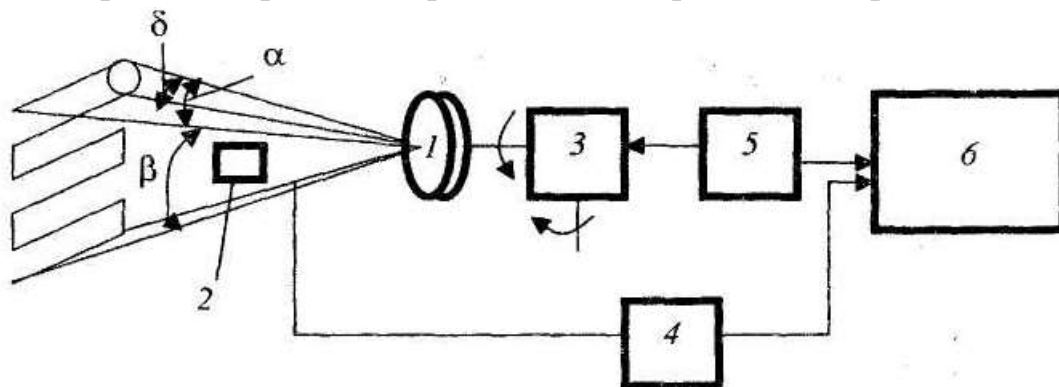


Рис.1. Структурная схема тепловизора

Оптическая схема тепловизора (рис. 30) включает следующие элементы: 1 – кулачок, 2 – двигатель кадровой развертки, 3 – лампа, 4 – модулятор, 5 – фотодиод, 6 – формирователь кадрового импульса, 7 – синхроимпульс кадра, 8 –сосуд Дьюара, 9 – предварительный усилитель, 10 – приемник, 11 – формирователь строчных импульсов, 12 – строчные синхроимпульсы, 13 – фотодиод, 14 – зеркало, 15 – лампа, 16 – вращающийся барабан, 17 – приемная камера, 18 –сферическое зеркало, 19 – фокусирующий двигатель.

Кадровая развертка осуществляется качающимся плоским зеркалом, строчная – вращающимся зеркальным барабаном. Узел строчной развертки обеспечивает получение 1600 строк в 1с. с помощью барабана с восемью гранями, который вращается с частотой 12000 об/мин.

В узле предусмотрен блок синхронизации, который состоит из лампочки, отражающего зеркала и фотодиода. Поток света от лампочки падает на грань зеркального барабана, что соответствует началу строки; отраженный сигнал попадает на зеркало и фотодиод, с которого сигнал поступает на формирователь синхроимпульса. Фотоприемник изолирован от строчной развертки и имеет юстировочные перемещения. Рядом с фотоприемником крепится предусилитель, расположенный в кожухе с коэффициентом усиления 1500. На тыльной стороне оправы крепления большого зеркала располагаются формирователи строчных и кадровых синхроимпульсов. Приемная камера имеет визир-дальномер для наводки ее на исследуемый объект и для фокусирования объектива[1,6].

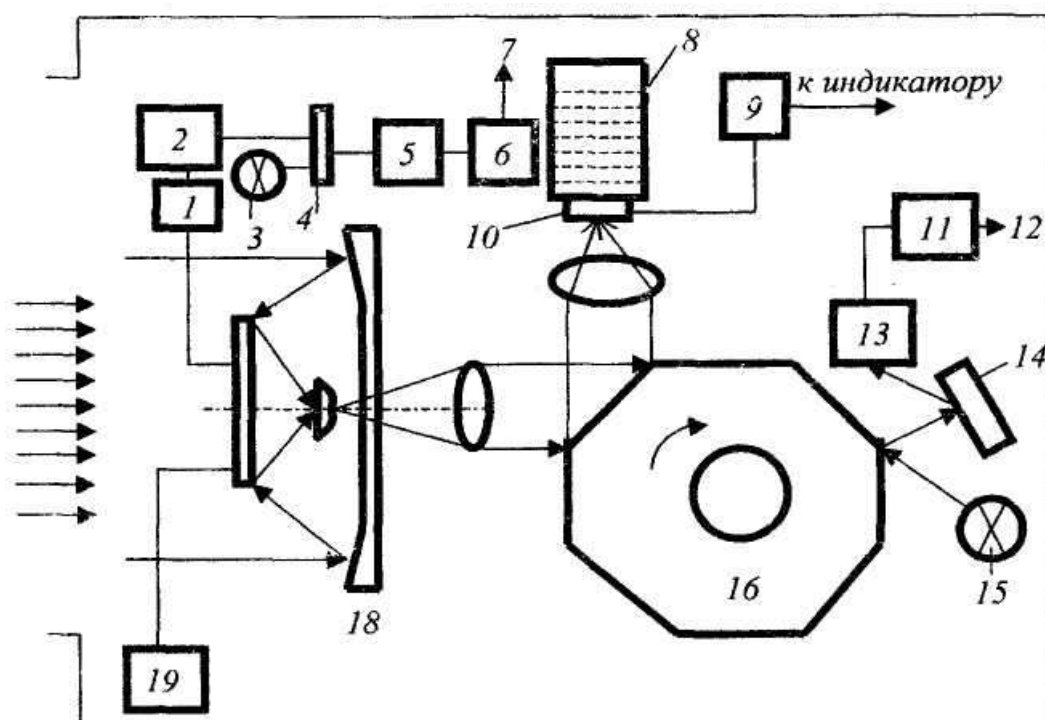


Рис.2. Оптическая схема тепловизора

Схема электронной части тепловизора показана на рис.2. Усиленный электрический сигнал подается на промежуточный видеоусилитель с регулируемым коэффициентом усиления и полосой, а затем поступает на модулятор кинескопа прибора. Сигнал с видеоусилителя одновременно подается на блок сигнала шкалы полутонов и дискриминатор через электронный коммутатор.

Блок кадровой развертки включает угол задержки, узлы защиты, формирования прямого хода, изменения обратного хода, усиления пилообразного тока, стабилизаторов. Блок строчной развертки состоит из таких же функциональных узлов, что и кадровая развертка.

Тепловизор позволяет выделять на тепловом изображении объекта области одинаковых температур с помощью изотерм, высвечивающихся на кинескопе. В нижней части кадра формируется серая шкала, которая используется для измерения температуры. При этом яркость отдельных участков изображения объекта сравнивают с яркостью элементов шкалы, для которой при калибровке прибора определяют температурный перепад, соответствующий переход от белого к черному.

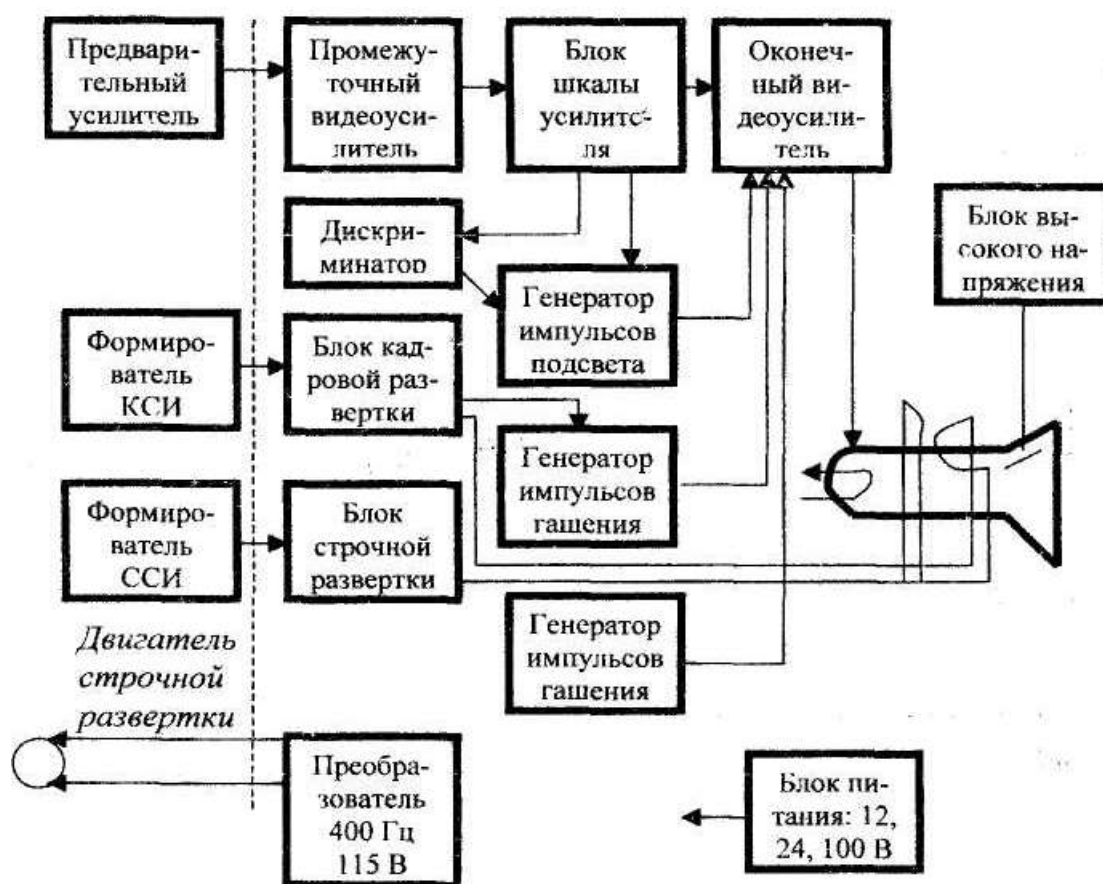


Рис.3. Схема электрической части тепловизора

В связи с тем, что нити основы и утка имеют малые поперечные размеры, к тепловизору необходимо добавить насадку – телевизионный микроскоп. У приставок, которые используются в комплекте с тепловизором АГА 680, увеличение оптического объектива более 100. Эта приставка удовлетворяет требованиям записи динамических процессов. Частота кадров приставки составляет 16 гц[3,4].

На рис.4.б соответственно приведены графики изменения длины волны ИК-излучения в зависимости от температуры полипропиленовой и элановой нитей. Как показывают графики, при увеличении температуры нити изменяется ее окраска на термограмме. Температура нити зависит от нагрузки, характера и времени ее действия. При этом при изменении температуры примерно на 0,3–0,5° меняется окраска нити. Обрыв нити произойдет тогда, когда нить нагреется на 2,5–3° по сравнению с первоначальной температурой.

Причем смена цвета нити на термограмме, как показали проведенные исследования, зависит от приложенной нагрузки и от времени ее действия.

Это позволяет перенести результаты испытаний на приборах на процессы переработки нитей, в частности на ткачество.

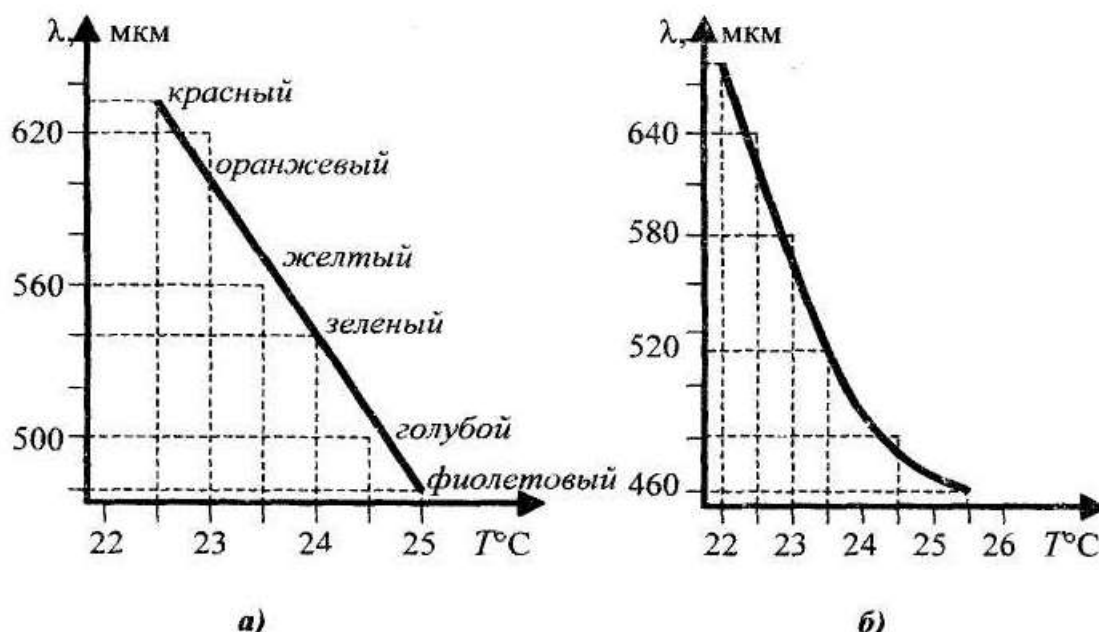


Рис.4. Влияние температуры нитей на длину волны ИК-излучения:
а – полипропиленовая, б – элановая

Рассмотрим изменение натяжения нити при испытании на пульсаторе (рис.5) и изменение окраски нити на термограмме во времени (рис.6). Изменение заправочного натяжения нити на пульсаторе изменяет распределение цветов на термограмме во времени, что свидетельствует о том, что нагрузка поразному нагревает образец, причем увеличение нагрузки ведет к увеличению температуры.

Продолжительность действия нагрузки также влияет на изменение температуры. Увеличение натяжения нити на пульсаторе происходит в основном в течение 1 мин. т. е. до того момента, когда практически заканчиваются релаксационные процессы. После этого наблюдается постоянное натяжение нити, но все равно ее температура повышается[7,8,9].

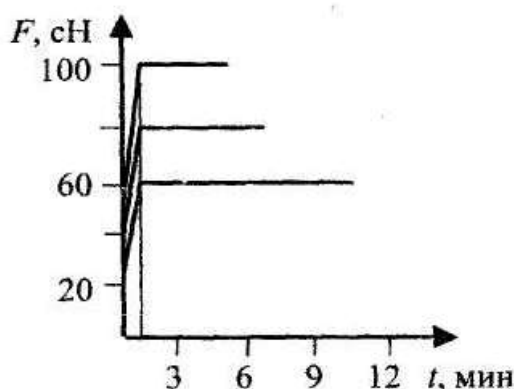


Рис.5. Изменение натяжения нити при ее испытании на пульсаторе

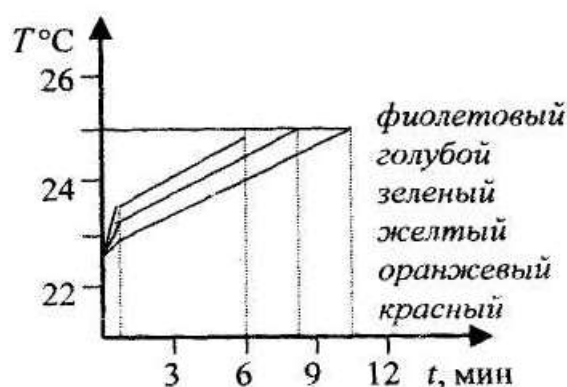


Рис.6. Изменение окраски нити во времени при испытании на пульсаторе

Перспективность использования термовидения в ткачестве очевидна. Оно помогает контролировать правильность работы и наладки отдельных механизмов, находящихся, например, за металлическим кожухом и невидимых при простом наблюдении. Тем самым можно предотвратить крупные поломки отдельных механизмов, прогнозировать правильность их работы.

REFERENCES

1. S. Motuz, L. Nikitina, and Z. Yuan, "Upon the issue about the textile and clothing industry development in PRC", International Journal of Applied Engineering Research, vol. 10, no. 20, pp. 41011-41017, 2015.
2. U.A. Dmitriev and M.M Omarov, "Increasing the efficiency of light and textile industry through the creation of regional clusters Advances in Economics, Business and Management Research, volume 137 production", Proceedings of higher educational institutions, textile industry Technology series, no. 4 (4), pp. 52-56.
3. M. Chernyakov and M. Chernyakova, "Technological Risks of the Digital Economy", Corporate finance, no. 4, 2018.

-
4. A.G. Litvinova, "Problems of development of light industry in the Russian Federation", Innovations in science: collection of articles, Art. by mater. X int. scientific-practical conf., Novosibirsk: SibAK, 2012 [Electronic resource]. Available at: <https://sibac.info/conf/innovation/x/28590>.
 5. Ch. Yuan and L.N. Nikitina, "To the question of the control system in the light industry of the PRC", Economics and Management Systems Management, no. 4.2 (18), pp. 230-234, 2015.
 6. Ch. Yuan and L.N. Nikitina, "The main determinants of China's light industry competitiveness", University proceedings: Technology of light industry, no. 3, pp. 43-47, 2015.
 7. Ch. Yuan and L.N. Nikitina, "On the issue of innovations in the light industry of the PRC", Economics and Management Systems Management, no. 3.1 (17), pp. 141-147, 2015.
 8. Jiang Lan, Wang Chengjun and Zhang Wei, "Investigation of the evaluation system of SMEs' industrial cluster management performance based on wireless network development", EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking, 2019. DOI: 10.1186/s13638-018-1318-8.
 9. Muradilloevich, I. U., Tanzilovch, O. K., Anvarovich, A. A., & Baxodirovna, S. I. (2020). Improvement of teaching methodology by using modeling programs of engineering education in higher education of uzbekistan. Journal of Critical Reviews, 7(14), 81-88.