

300 лет Санкт-Петербургу
Материалы XXXII конференции СПбГИТМО(ТУ)

УДК 616-71: 389.1

© Л. А. Конопелько, Д. В. Румянцев, В. И. Суворов

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПУЛЬСОКСИМЕТРОВ

В статье рассмотрены некоторые вопросы, связанные с метрологическим обеспечением пульсоксиметров. Показаны возможные пути решения проблем, основанные на оптическом принципе действия пульсоксиметров. Кратко описано простое устройство для проверки пульсоксиметров, разработанное и созданное во ФГУП "ВНИИМ им. Д.И. Менделеева".

В практике лечебных учреждений широкое применение нашли пульсоксиметры нового поколения. Пульсоксиметры обеспечивают неинвазивный (т. е. без взятия крови у пациента) мониторинг уровня насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом и частоты сердечных сокращений в реальном времени и применяются для контроля состояния пациента при анестезии, интенсивной терапии, реанимации. Принцип работы прибора основан на измерении отношения коэффициентов модуляции синфазно модулированных оптических сигналов в двух спектральных диапазонах и частоты модуляции этих сигналов, прошедших через пульсирующую кровь в пальце пациента. Свет, генерируемый датчиком, проходит через ткань тела и преобразуется в электрический сигнал фотодетектором. Прибор работает на двух длинах волн — в красной и ИК-области спектра. Окисленный гемоглобин (HbO_2) и восстановленный (Hb) гемоглобин имеют различные спектральные кривые поглощения, кроме того, поток артериальной крови модулирует свет, что позволяет не учитывать поглощение, вызванное другими тканями тела. Таким образом, насыщенность артериальной крови кислородом (SaO_2) определяют как отношение окисленного (HbO_2) гемоглобина к общему гемоглобину ($\text{HbO}_2 + \text{Hb} + \text{др.}$):

$$\text{SaO}_2 = \frac{\text{HbO}_2}{\text{HbO}_2 + \text{Hb} + \text{др.}}$$

Существующие в настоящее время методы контроля функционирования пульсоксиметров основаны на непосредственном сравнении показаний прибора с результатами биохимического анализа крови пациента, полученными в клинико-диагностической лаборатории (см., например, ГОСТ Р ИСО 9919-99. "Оксиметры пульсовые медицинские. Технические требования и методы испытаний"), и не могут быть использованы при за-

водской градуировке приборов и проверке органами Госстандарта.

В ФГУП "ВНИИМ им. Д.И. Менделеева" была разработана простая схема проверки пульсоксиметров. Было предложено два варианта устройств для проверки пульсоксиметров.

а) Берется раствор красителя (например, из группы родаминов), обладающий определенной разницей коэффициентов поглощения в указанных областях спектра, и пропускается через прозрачную трубку, вставленную в датчик. Меняя скорость потока насосом, мы изменяем величину слоя текущей жидкости и оптическую плотность. Это прямое моделирование процессов, происходящих при анализе. Этот способ имеет недостатки, связанные с тем, что жидкие среды менее стабильны в оптическом смысле и оптическая плотность может меняться от температуры, чистоты красителя и т. д. При экспериментальных исследованиях нам не удалось подобрать концентрацию красителя и режимы работы прибора, реализующие данный метод. Более перспективен второй путь.

б) Выбирается стекло (фильтр), обладающее определенной разницей коэффициентов поглощения в красной и ИК-областях спектра. Мы нашли некоторое количество стекол, обладающих требуемыми спектральными характеристиками. Стекло вставляется в датчик, при колебаниях стекла в одной из плоскостей толщина стекла на пути луча (и оптическая плотность) будут меняться обратно пропорционально косинусу угла отклонения. Подобная конструкция была создана и опробована во ВНИИМе и может быть рекомендована для проверки пульсоксиметров. Преимуществом данного метода проверки в отличие от существующих является полная проверка прибора, а не проверка отдельных частей — светодиода, фотодиода и т. д. Немаловажно и то, что проверка относительно проста: необходимо вставить в держатель датчик и задать показания прибора по частоте. Таким

образом, сама процедура поверки занимает минимум времени — примерно полчаса и до предела автоматизирована.

Данное устройство предназначено для поверки пульсоксиметров любых производителей. Для конкретной модели прибора только подбирают фильтр. Устройство обладает следующими основными характеристиками:

— частота колебаний (пульса) может изменяться оператором от 30 до 150 Гц,

— при необходимости можно задавать форму кривой пропускания от времени.

*ГНЦ ФГУП "ВНИИ метрологии
им. Д.И. Менделеева"*

Материал поступил в редакцию 3.07.2003.

METROLOGICAL SUPPORT OF PULSOOXIMETERS

L. A. Konopelko, D. V. Rumyantsev, V. I. Suvorov

D.I. Mendeleev Institute of Metrology, Saint-Petersburg

The paper deals with the issues of metrological support for pulsooximeters. Some possible approaches to the problem based on the optical principle of the pulsooximeter operation are considered. A simple device for pulsooximeter testing developed at D.I. Mendeleev Institute of Metrology is described.