

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЕМКОСТНЫХ ДАТЧИКОВ ДЛЯ НЕИНВАЗИВНОГО КОНТРОЛЯ СЕРДЦА

***Старчак А.С., Оверчук К.В., Уваров А.А., Лежнина И.А.,
Порхунов А.А.***

*Томский политехнический университет, г. Томск
Научный руководитель: Лежнина И.А., к.т.н., доцент кафедры
информационно измерительно техники*

Электрокардиография — метод исследования сердечной мышцы путём регистрации биоэлектрических показателей работающего сердца. В результате регистрации ЭКГ получается электрокардиограмма — графическое представление электрической активности сердца. По полученным результатам врач-кардиолог может сделать выводы о работе сердца, патологиях развития и возможных воспалительных процессах.

В зависимости от каждой конкретной ситуации могут использоваться различные виды электродов и типы их размещения. Самое простое измерение ЭКГ может быть сделано с помощью двух электродов, как правило, размещенных на груди пациента, по одному с каждой стороны сердца, где сигнал ЭКГ имеет наибольшую амплитуду. Другие комбинации пар электродов, помогают "увидеть" сердце с различных углов. Это помогает лучше обнаруживать сердечно-сосудистые отклонения, например, чтобы узнать, в каком регионе сердца произошло то или иное отклонение.

Влажные электроды

Диагностика пациента, как правило, делается с помощью обычных одноразовых хлорсеребряных ($Ag/AgCl$) электродов. Эти электроды обеспечивают отличное качество сигнала, но они также обладают некоторыми недостатками. Одним из них является необходимость подготовки кожи, такие как бритье и очистка кожи перед присоединением. Также влажные электроды могут приводить к раздражению кожи при длительном использовании. Необходима также частая замена электродов, так как гель высыхает во время использования. По большей части из-за используемого геля, эти электроды могут вызвать аллергические реакции.

Поскольку эти электроды прикрепляются к коже с помощью клейкой поверхности, это может вызывать механическое или

химическое раздражение, но главное раздражение может быть вызвано при микро разрыве тонкого слоя кожи при удалении электродов.

Сухие электроды

Электроды, которые работают без геля, клея и не нуждаются в предварительной подготовке кожи называются сухими. Они используются в научно-исследовательской деятельности и во время выполнения физических упражнений в течение длительного времени [1].

Самая большая проблема сухих электродов артефакты движения, которые значительно выше, чем у влажных электродов. Артефакты движения уменьшаются со временем, так как электрод и кожа под ним становится увлажненной из-за выделения пота после нескольких минут. Пот также работает в качестве электролита и заполняет мелкие поры кожи, что улучшает проводимость.

Существует множество возможных материалов для сухих электродов, это могут быть различные металлы или керамические пластины, а также, гибкие материалы, такие как резина, пены и ткани.

Одной из распространенных проблем жестких электродов является то, что они могут легко скользить по коже, что приводит к потере связи и некоторой наводке между электродами [2].

Жесткие электроды страдают от артефактов движения в основном по двум причинам: отсутствие геля и нежелательное движение электродов на коже. Гибкий и мягкий электрод адаптируется к форме тела во время движения и, следовательно, уменьшает артефакты движения. Мягкость и лучшую адгезию, можно получить увеличивая относительную площадь контакта электрода и соответственно уменьшая сопротивление, таким образом, уменьшая артефакты движения.

Оба вида электродов страдают от шума, помех и артефактов движения, но в различной степени. Сухие электроды более подвержены артефактам движения сразу после начала применения, но когда выделяется пот и заполняет пробел между электродом и кожей, разница между этими видами электродов становится несущественной [3]. Чтобы понять, почему мокрый и сухой электроды ведут себя иначе, необходимо понять причины, которые вызывают шумы, помехи и артефакты движения.

Одна из самых больших проблем обоих датчиков – это сетевые помехи. Из-за своего источника, эта помеха неизбежно присутствует в любом клиническом применении. Для уменьшения этой помехи используется схема *RLD (Right Leg Drive)*.

Бесконтактные электроды

Шагом к повышению точности снятия биопотенциалов и удобства использования в повседневной жизни, стало изобретение бесконтактных (емкостных) электродов. Медицинское сообщество проявило огромный интерес к датчикам бесконтактного типа, к которым, в частности, относятся емкостные датчики *EPIC (Electric Potential Integrated Circuit)*, разработанные фирмой *Plessey Semiconductors* в связи с широкими возможностями измерения физиологических показателей на поверхности человеческого тела [3]. Эти датчики представляют собой совершенно новую область сенсорных технологий, они измеряют изменения в электрическом поле подобно тому, как магнитометр обнаруживает изменения в магнитном поле и не требует ни механического, ни резистивного контакта для проведения измерений. Емкостный датчик может быть использован, например, в качестве замены традиционной технологии влажного электрода при снятии ЭКГ, потому что этот датчик не требует никаких веществ, улучшающих качество контакта. Для получения качественного ЭКГ-сигнала достаточно расположить датчик на теле пациента или в непосредственной близости от него. Датчик позволяет решать широкий круг задач – от простого кардиомониторирования до более сложных клинико-диагностических исследований. В последнем случае он может быть использован в качестве замены регистрации в традиционных 12 отведениях, когда электроды расположены на конечностях и туловище пациента для получения более четкой картины того, как работает его сердце. Набор емкостных датчиков, установленный на груди человека, может заменить традиционные системы, при этом датчики демонстрируют аналогичную или даже лучшую разрешающую способность.

Как это ни удивительно, для функционирования в активном режиме датчику *EPIC* достаточно очень небольшого количества энергии, получаемого от внешнего поля. Входное сопротивление устройства может быть повышено путем использования компенсационной обратной связи, в то время как входная емкость может быть уменьшена блокировочными цепями.

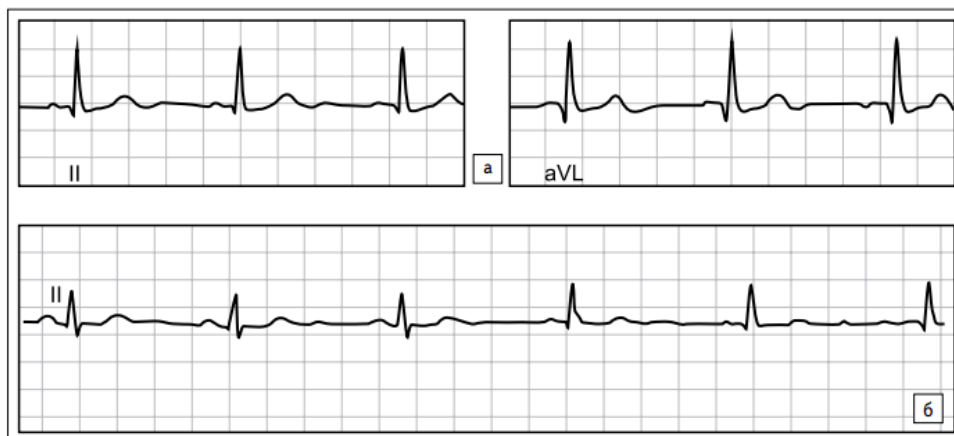


Рис. 1. Записи ЭКГ, показывающие результаты, полученные с помощью:
а) емкостных датчиков; б) традиционных мокрых электродов

На рис. 1 показано сравнение результатов, полученных с помощью *EPIC* и традиционных мокрых электродов для отведений II и *AVL* [4]. Эти два отведения имеют особое значение в диагностике, например, такого заболевания, как окклюзия коронарной артерии.

Конечно ЭКГ, это только одна из областей применения емкостных датчиков. Например, не вызывает сомнения, что датчики будут востребованы в системах контроля физиологического состояния операторов на опасных производствах, водителей всех видов транспортных средств, включая и общественный транспорт. Их будут использовать также для индивидуального мониторинга здоровья и контроля нагрузок в спорте высоких достижений, в телемедицине, при массовой диспансеризации, в системах визуализации, виртуальной реальности и т.д.

Коллективом кафедры ИИТ, ТПУ, ведутся исследования по разработке датчиков для измерения ЭКГ без прямого контакта с кожей (через тонкий слой одежды) в рамках гранта Президента, проект № 5.1354.2014 «Разработка и исследования емкостных электродов для бесконтактной диагностики и методики их применения для электрокардиографии».

Список информационных источников

1. Meziane, N & Webster, J G & Attari, M & Nimunkar, J. 2013. Dry electrodes for electrocardiography. Date of retrieval 3.10.2013
2. Gruetzmann, A & Hansen, S & Miller, J. 2007. Novel dry electrodes for ECG monitoring. Date of retrieval 5.11.2013

3. Searle, A & Kirkup, L. 2000. A direct comparison of wet, dry and insulating bioelectric recording electrodes. Date of retrieval 7.10.2013

4. Harland C.J., Peters N. S., et al. A compact electric potential sensor array for the acquisition and reconstruction of 7-lead ecg without electrical charge contact with the skin // *Physiol. Meas.* 2005. No. 26.

ДЕФЕКТЫ БУРОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ПРИЧИНЫ ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ

Струговцов Д.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Алхимов Ю.В., директор ООО «НПК Интроскопия», г. Томск

В последнее время в России возникает проблема, связанная с организацией и проведением комплексного неразрушающего контроля качества бурового оборудования.

В нефтяной промышленности буровое оборудование и инструмент при эксплуатации подвергается колоссальным нагрузкам. Как следствие, под действием этих нагрузок возникают дефекты основного металла бурового оборудования и инструмента, которые могут привести к аварии на буровой. В свою очередь крупные аварии могут повлечь за собой человеческие жертвы, нанести вред окружающей среде, привести к финансовым потерям и простоям.

В результате действия постоянных знакопеременных нагрузок, агрессивных сред, механических повреждений, заводского брака в буровом оборудовании и инструменте могут возникать недопустимые дефекты различных форм и разновидностей.

Однако, несмотря на то, что буровое оборудование относится входит в перечень опасных производственных объектов, на данный вид оборудования нет качественной нормативно-технической документации. Отсутствие актуальных руководящих документов, методик, инструкций на проведение неразрушающего контроля бурового оборудования и инструмента, затрудняет саму процедуру проведения контроля.

Контроль проводится на основании документов, которые уже давно не являются действующими. Поэтому данная статья будет посвящена актуализации и дополнению информации представленной в данных документах.