

## РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ЛЕЧЕНИЯ ТРОФИЧЕСКИХ ЯЗВ МЕТОДОМ ВАКУУМНОЙ ТЕРАПИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САПР INVENTOR

Андрухович С.К.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Дубовец В.Д. – канд. техн. наук, доцент

Гиль С.В. – канд. техн. наук, доцент

В работе описывается процесс изобретения принципиально нового электронного устройства для лечения трофических язв методом вакуумной терапии, акцентируется внимание на анализе технических решений, принятых в ходе разработки опытного образца и его внутренней логики работы. Научная новизна заключается в создании устройства, ближайшие аналоги которого недоступны внутри страны. В результате получено описание процесса разработки устройства и принципа его работы, приведены доводы в пользу принятия некоторых технических решений.

Венозная трофическая язва – это хроническая, часто плохо заживающая язва голени, причиной которой является заболевание вен. Обычно язва развивается в нижней трети голени, около лодыжки, на внутренней стороне голени. Трофические язвы нижних конечностей наиболее распространены в цивилизованных странах. Согласно статистике, они осложняют течение хронической венозной недостаточности в 15–18% случаев и встречаются у 1–2% трудоспособного населения; с возрастом частота их увеличивается до 4–5% среди пациентов старше 65 лет [1, 2], а радикальное устранение заболевания может быть достигнуто лишь у каждого десятого пациента [3]. Существует несколько основополагающих способов лечения данного заболевания, среди них: компрессионная терапия, фармакотерапия, местная терапия, криотерапия, вибротерапия. В данной публикации будет подробнее рассмотрена вакуумная терапия. Обязательным условием при лечении данным методом является локализованное воздействие изменяемым значением отрицательного давления. В рамках процедуры применяется непрерывный и прерывистый методы воздействия на рану. Опытным путём для каждого пациента в пределах от 20 до 120 мм рт. ст. устанавливается индивидуальное значение отрицательного давления. Система, с помощью которой в настоящий момент в Беларуси производится лечение пациентов, крайне примитивна и ненадёжна. У белорусских специалистов нет доступа к электронным устройствам и системам лечения трофических язв методом вакуумной терапии, производимым за рубежом. В то же время присутствие аналога на внутреннем рынке во многом поспособствовало бы более быстрому выздоровлению большого количества пациентов.

Разработанное в рамках магистерской диссертации устройство представляет систему автоматизированного контроля и регулирования значения отрицательного давления в замкнутом пространстве. Корпус прототипа устройства был выбран из линейки производителя Gainta Industries со степенью защиты IP65. В комплект входят: корпус, крышка, силиконовый шнур и винты крепления. Детали корпуса выполнены из ABS-пластика. Крышка прозрачна, что позволяет контролировать рабочий процесс устройства, визуально оценивая световые индикаторы на печатных платах модулей. Силиконовый шнур сажается на клей по контуру в углубление корпуса. Конструкция коробки не предусматривает сквозных отверстий для кабеля электрического питания, силиконового шланга и детали насоса, отводящей воздух. Следовательно, было принято решение высверлить три отверстия с разным диаметром и в двух из них установить герметичные кабельные вводы со степенью защиты IP68 от производителя Fortisflex. Герметичные кабельные вводы выбираются, исходя из размеров внешних диаметров шланга и кабеля питания. Используемый силиконовый шланг компании Tmishion, поставляется с набором пластиковых прозрачных насадок, предназначенных для удержания вакуума.

Разработанное устройство управляется микроконтроллером Atmel ATmega168, взаимодействуя с другими модулями посредством платформы Arduino Nano. Данная реализация платформы обладает всеми положительными качествами и характеристиками, что и Arduino Uno или Arduino Mega, но значительно компактнее, разница в размерах показана на рисунке 1. Вычислительный ресурс данного устройства в разрабатываемом проекте используется лишь на 10-15%, выводов задействуется 5 из 22 имеющихся. Таким образом, обеспечивается возможность дальнейшей модернизации устройства.



Рисунок 1 – Семейство устройств Arduino

56-я Научная Конференция Аспирантов, Магистрантов и Студентов БГУИР, Минск, 2020 атмосферного давления на базе микрочипа BMP280 от фирмы BOSCH. Датчик имеет малые габариты, для более точных измерений может подвергаться калибровке и имеет 3 режима работы, показан на рисунке 2. В зависимости от поставленной задачи разработчик может перевести модуль в режим минимального энергопотребления, нормальный режим, при котором измерения будут производиться с настраиваемой частотой, или в форсированный режим, при котором датчик будет срабатывать при подаче сигнала от управляющего микроконтроллера.

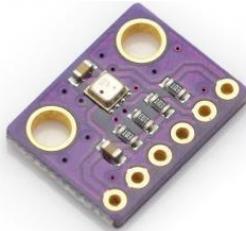


Рисунок 2 – Датчик атмосферного давления на базе микрочипа BMP280

Напряжение питания для электронных модулей не должно превышать 5V, для этого питание 220V поступает предварительно на конвертер переменного тока в постоянный от производителя GlintDeer, изображённый на рисунке 3. Данный модуль также выполняет функцию фильтра и преобразователя напряжения. Выходным напряжением 5V питается платформа Arduino, второе напряжение, снимаемое с конвертера величиной 12V, подаётся на вход релейного модуля компании Wavgat. Туда же подаётся открывающий сигнал от микроконтроллера. Далее напряжение 12V поступает на клеммы насоса, который установлен таким образом, чтобы откачивать воздух из корпуса устройства во внешнюю среду.



Рисунок 3 – Конвертер переменного тока в постоянный

При включении устройства, после плотного присоединения насадки к ране пациента должен создаваться замкнутый объём внутри изделия. Микроконтроллер начинает периодически обращаться к датчику давления, получая необходимые данные. Если отрицательное давление меньше установленного программой, микроконтроллер подаёт открывающий сигнал на модуль реле, и напряжение в 12V начинает питать насос. Когда дефицит давления достигает нужной величины, микроконтроллер прекращает подавать сигнал к реле, и насос останавливается.

Разработка макета устройства лечения трофической язвы методом вакуумной терапии происходила с использованием САПР Autodesk Inventor. По документации к комплектующим были построены 3D-модели. Были выполнены схемы: электрическая структурная и соединений. Далее была произведена электронная компоновка всех деталей и сборочных узлов в единое устройство.

**Список использованных источников:**

1. Савельев В.С., Кириенко А.И., Богачев В.Ю. Венозные трофические язвы. Мифы и реальность. *Флебология*. 2000; 11: 5–10.
2. Стойко Ю.М., Шайдаков Е.В., Ермаков Н.А. Комплексное лечение хронической венозной недостаточности нижних конечностей в стадии трофических расстройств. *Consilium medicum. Приложение*. 2001; 28–31.
3. Золотухин И.А., Богачев В.Ю. Топические средства в лечении хронических заболеваний вен. *Справочник поликлинического врача* 2007; 4: 87–90