

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ФАЗОВОГО МЕТОДА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ

А.А. УШАКОВА

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220013, Республика Беларусь  
ushakova@bsuir.by*

Предлагается использовать для оценки показателей гемостаза, таких как протромбиновое время и активированное частичное тромбопластиновое время, ультразвуковой фазовый метод, который позволит увеличить точность измерения, сократить влияние помех на процесс измерения и добиться высокой стабильности результатов.

*Ключевые слова:* ультразвук, диагностика, протромбиновое время, активированное частичное тромбопластиновое время.

Сегодня существует множество различных методов исследования крови (общеклинический, биохимический, определение кислотно-основного состояния, исследование системы гемостаза, иммунологические исследования), однако появление любой принципиально новой методики всегда означает расширение возможностей исследования, создание предпосылок для освещения проблемы с новой стороны и разработки новых средств для проведения исследований.

Объективное исследование состояния системы гемостаза имеет большое значение в постановке диагноза и влияет на эффективность лечения многих заболеваний. Большинство клиничко-диагностических лабораторий выполняют исследование системы гемостаза с помощью унифицированных коагулологических методик, которые проводятся на основе плазменных материалов с использованием механических, турбидиметрических и фотометрических методов. Существующие методы не удовлетворяют в достаточной мере требованиям к качеству исследований, особенно при исследовании протромбинового времени. В связи с этим было предложено для определения протромбинового времени и активированного частичного тромбопластинового времени использовать ультразвуковой метод, основанный на анализе изменения значений амплитуды ультразвуковой волны [1]. Суть данного метода заключается в том, что после подготовки плазмы для проведения исследований добавляются необходимые реагенты активирующие процесс коагуляции и включается генератор для создания ультразвуковых колебаний. На осциллографе фиксируется амплитуда ультразвуковой волны и при изменении амплитуды более чем на 20 % определяется время свертывания крови. Главным недостатком метода является то, что амплитуда сигнала зависит от качества акустического контакта, которое тяжело обеспечить из-за небольших размеров и цилиндрической формы кюветы.

Предлагаемый метод ультразвукового контроля системы гемостаза, основан на анализе изменения фазовой скорости ультразвука, проходящего через исследуемый образец. На кювету с исследуемым материалом с помощью генератора колебаний и излучающего ультразвукового преобразователя воздействуют непрерывными ультразвуковыми колебаниями. Приемный преобразователь фиксирует ультразвуковую волну, прошедшую через плазму.

Образование в исследуемом образце сгустка можно сравнить с возникновением дефекта в объекте акустического контроля. Этот дефект изменяет параметры проходя-

шей через объект контроля ультразвуковой волны, в частности скорость распространения упругих волн и длину их пути между излучающим и приемным преобразователями. В отсутствие дефекта непрерывные упругие колебания проходят через исследуемый образец кратчайшим путем в виде продольной волны. В разделенных образованным сгустком слоях энергия распространяется в форме волн, которые проходят больший путь и движутся с меньшими скоростями, чем продольная волна. Поэтому при образовании сгустка сдвиг фаз ультразвуковой волны отличается от сдвига фаз в образце до образования сгустка. По изменению сдвига фаз и происходит обнаружение наступления момента коагуляции (рис. 1).

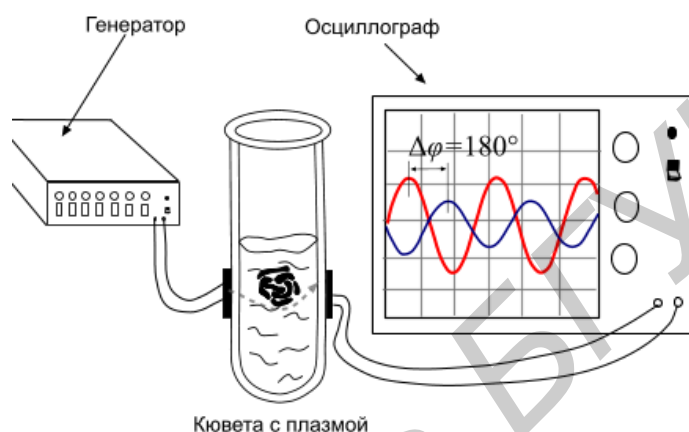


Рис. 1. Осциллограммы напряжений

Для определения изменения сдвига фаз ультразвуковой волны, входной и выходной сигналы, до и после наступления момента свертывания, подаются на входы цифрового двухканального осциллографа. Измерив на осциллограмме напряжений линейные размеры  $L$  и  $l$ , соответствующие периоду напряжений  $T$  и временному сдвигу  $\Delta t$  сдвиг фаз можно рассчитать по формуле:

$$\varphi = 360^\circ \cdot \frac{\Delta t}{T} = 360^\circ \cdot \frac{l}{L} \quad (1)$$

Предложенный фазовый ультразвуковой метод позволяет определять такие параметры гемостаза, как протромбиновое время и активированное частичное тромбопластиновое время на основе анализа изменения сдвига фаз ультразвуковой волны, прошедшей через кювету с исследуемым образцом. Его достоинством является отсутствие интерференционных помех, так как исследуемый образец зондируется ультразвуком только в одном направлении, а излучающий и приемный датчики располагаются на одной оси по разные стороны от исследуемой пробы. Применение предложенного метода позволяет добиться высокой стабильности результатов, так как изменение фазы ультразвукового сигнала не зависит от состояния акустического контакта между ультразвуковыми датчиками и кюветой.

#### Список литературы

1. Бондарик В.М., Дегтярев Ю.Г., Камлач П.В. // Изобретатель. 2012.№10 (154). С. 36-39.