

Во-первых, отражатель, к которому направляется звуковая волна, ведет себя как движущийся наблюдатель и «фиксирует» звуковую волну на частоте $\nu' = \nu(1 + \frac{v_{i\delta\delta}}{v})$. Во-вторых, отражатель затем действует как вторичный источник волны с частотой ν' (отраженной), который движется к приемнику. Приемник, расположенный рядом с источником, будет регистрировать частоту отраженной волны равную

$$\nu'' = \nu' \frac{1}{1 - v_{i\delta\delta}/v} = \nu \frac{v + v_{i\delta\delta}}{v - v_{i\delta\delta}}. \quad (1)$$

Здесь v – скорость распространения волны, $v_{i\delta\delta}$ – скорость отражателя.

Если падающую и отраженную звуковые волны наложить одна на другую, то возникают биения с частотой ν_b , равной разности частот двух волн, излучаемой источником и отраженной отражателем:

$$\nu_b = \nu'' - \nu = \frac{2\nu v_{i\delta\delta}}{v - v_{i\delta\delta}} \approx \frac{2\nu v_{i\delta\delta}}{v}. \quad (2)$$

Такое проявление эффекта Доплера широко используется в медицинских приборах, работающих, как правило, в ультразвуковом диапазоне частот, для определения скорости кровотока, скорости движения клапанов и стенок сердца (доплеровская эхокардиография) и других органов. Например, эффект Доплера для ультразвуковых волн на частоте 1,8 МГц используется для контроля частоты сердцебиений зародыша. Наблюдаемая максимальная частота биений равна 600 Гц. При скорости распространения звука в ткани $1,5 \cdot 10^3$ м/с, оценка скорости движения поверхности бьющегося сердца зародыша по формуле (2) дает величину $v_{omp} = 0,25$ м/с.

УДК 631.3

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРОВ В МЕДИЦИНЕ

Студент гр. 11307119 Галаваченко П. О.

Доктор физ.-мат. наук, профессор Свирина Л. П.

Белорусский национальный технический университет

Применение лазеров основано на свойствах их излучения: высокая монохроматичность ($\Delta\lambda = 0,01$ нм), достаточно большая мощность, узость пучка и когерентность.

К примеру, на основе высококогерентного излучения гелий-неонового лазера с использованием волоконной оптики разработаны гастроскопы, которые позволяют голографически формировать объемное изображение внутренней полости желудка.

Широкое применение лазеры нашли в хирургии, стоматологии, офтальмологии, дерматологии, онкологии. Биологические эффекты лазерного излучения зависят как от свойств биологического материала, так и от свойств лазерного излучения.

Все лазеры, используемые в медицине, условно подразделяются на 2 вида: низкоинтенсивные – терапевтические (интенсивность около $0,1 \text{ Вт/см}^2$) и высокоинтенсивные – хирургические (в медицине обычно используются лазеры с интенсивностью $10^2\text{--}10^6 \text{ Вт/см}^2$) Низкоинтенсивные лазеры не вызывают заметного деструктивного действия на ткани во время облучения. В видимой и ультрафиолетовой областях спектра их эффекты обусловлены фотохимическими реакциями и не отличаются от эффектов, вызываемых монохроматическим светом, полученным от обычных, некогерентных источников. В этих случаях лазеры являются просто удобными монохроматическими источниками света, обеспечивающими точную локализацию и дозировку воздействия. К примеру, гелий-неоновые и криптоновые лазеры используют для лечения трофических язв, ишемической болезни сердца, фотохимического повреждения опухолей и др.

При использовании видимого или ультрафиолетового излучения высокоинтенсивных лазеров (твердотельных и полупроводниковых) возможны качественно иные эффекты. Например, облучение растворов ДНК высокоинтенсивным импульсным лазерным излучением с длиной волны около 260 нм приводило к ионизации молекул ДНК, подобной вызываемой γ -излучением. Когда излучение исходит от высокоинтенсивного сфокусированного лазера, количество выделяющегося тепла велико, в ткани возникает температурный градиент. В месте падения луча ткань испаряется, в прилегающих областях происходит обугливание и коагуляция. Фотоиспарение является способом послойного удаления или разрезания ткани в хирургии.

УДК 543.4

ТУРБИДИМЕТРИЧЕСКИЕ И НЕФЕЛОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА РАСТВОРОВ

Студент гр. 11310116 Ширяева В. Д.
Ассистент Люцко К. С.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является изучение турбидиметрического и нефелометрического методов анализа, рассмотрение области применения этих методов, изучение достоинств и недостатков.

Нефелометрический метод анализа (нефелометрия) основан на определении количества вещества, которое находится в коллоидальном взвешенном состоянии, с помощью измерения рассеянного света.