

Вълнов процес – определение, видове вълни. Основни характеристики – скорост на разпространение, дължина на вълната, вълнов вектор

Вълнов процес – определение, видове вълни

Досега разглеждахме трептенията на дадено тяло (материална точка), без да се интересуваме дали то се намира в някаква среда. Ако трептящото тяло се намира в дадена точка на непрекъсната еластична среда, то привежда всички допиращи се до него частици от средата в трептливо движение, тъй като между частиците на средата съществуват сили на взаимодействие, които оказват съпротивление срещу всякакъв вид деформации. При трептенето тялото предизвиква отместване на най-близките до него частици от равновесните им положения, вследствие на което в съседните на тялото области се появяват периодични деформации (свиване и разтягане). Като резултат от това в средата възникват еластични сили, стремящи се да върнат деформираните области към първоначалното състояние на равновесие. Така всички частици от средата започват да трептят около равновесните си положения, повтаряйки с известно закъснение хармоничните трептения на тялото, намиращо се в дадената точка на средата. Това тяло изпълнява ролята на източник или център на разпространяващия се вълнов процес, който се нарича още вълна. Колкото по-далеч от източника се намира дадена частица, толкова по-късно тя ще започне да трепти. В такъв случай фазите на трептене на източника и на частиците от средата ще бъдат различни. При предположение, че в средата няма загуба на енергия, амплитудите на трептенията на източника и различните частици на средата ще се запазват постоянни с времето (при едномерна вълна, т.е. вълна, която се разпространява само в една посока). Следователно, за да наблюдаваме вълни в дадена еластична среда, т.е. частиците ѝ да започнат да трептят, е необходимо да внесем източник (трептящо тяло) в нея. Енергията на източника се предава от частица на частица и се разпространява в средата, т.е. частиците от средата трептят около равновесните си положения, а при самия вълнов процес (разпространението на трептението) се пренася енергия, а не маса, както изглежда на пръв поглед.

В зависимост от характера на възникващите еластични деформации вълните биват надлъжни и напречни. При надлъжните вълни частиците на средата трептят по направление, в което се разпространяват вълните. При напречните вълни частиците на средата трептят в направление, което е перпендикулярно на това, в което се разпространяват вълните.

В зависимост от областта, която обхващат вълните при разпространението си, те могат да бъдат разделени и по друг признак – обемни, когато обхващат целия обем на средата, и повърхнинни, ако обхващат само повърхностния ѝ слой. Обикновено повърхнинните вълни възникват на повърхността на течностите (например морските вълни), а обемните – при разпространението на звука в течностите и твърдите тела.

Основни характеристики – скорост на разпространение, дължина на вълната, вълнов вектор

Както казахме по-горе, вълната представлява разпространение на трептението в дадена среда. Този процес се извършва с определена скорост v , която наричаме скорост на разпространение на вълната. Ако средата е еднородна, скоростта, с която се разпространява вълната е постоянна. Определено време t след възбуждане на трептението, вълната се разпространява на някакво разстояние r от източника. Всички точки, които се намират на това разстояние r , започват да трептят едновременно и лежат върху една повърхност, обгръщаща източника на трептенията. Тази повърхност представлява геометричното място на точките, до които достигат трептенията на източника в даден момент, и се нарича фронт на вълната. С течение на времето фронтът се изменя непрекъснато и определя границата между две области от пространството – една, в която частиците вече са започнали да трептят, и друга, до която трептенията на източника още не са достигнали. Всички точки, до които вълната достига за едно и също време, трептят с еднакви фази и образуват повърхности, които се наричат вълнови повърхности. Вълновите повърхности представляват геометричното място на точки, трептящи с еднакви фази. Те са свързани с конкретни стойности на времето и са неподвижни. Вълновите повърхности могат да имат различна форма в зависимост от конфигурацията на източника на трептене и свойствата на средата. Най-простите вълни в зависимост от формата на вълновите повърхности са плоските (вълновите повърхности представляват множество равнини, успоредни една на друга) и сферичните (вълновите повърхности са концентрични сфери). Друга величина, с която се характеризират вълновите процеси, е най-малкото разстояние между две частици, трептящи с еднакви фази. Тази величина се нарича дължина на вълната. Означава се с λ и като всяко разстояние се измерва в метри [m]. Дължината на вълната може да бъде дефинирана и по следния начин: разстоянието, на което се разпространява фронтът на дадена вълна (а следователно и самата вълна) за време, равно на един период T от трептенията на източника:

$$(1) \lambda = vT = \frac{v}{f}.$$

От зависимостта (1) лесно може да се определи скоростта v на разпространение на вълната: $v = \lambda f$. Тази скорост v , както и дължината на вълната λ , зависят от свойствата на средата. Честотата на вълната е същата, както и честотата f на трептения на източника и зависи само от свойствата на източника. Същото се отнася и за другите характеристики на вълната, свързани с честотата ѝ – период и кръгова честота. Амплитудата на плоската вълна (ако нямаме загуба на енергия в средата) е същата, както и на трептението, което я е възбудило, но амплитудата на сферичната вълна намалява с отдалечаване от източника. Можем да въведем още една величина, характеризираща вълната – вълново число

$$(2) k = \frac{\omega}{v} = \frac{2\pi f}{v} = \frac{2\pi}{\lambda}$$

(когато вълната се разпространява в една посока, напр. плоска вълна), което определя колко дължини на вълната се нанасят на разстояние $2\pi \text{ m}$, а мерната му единица е $[\text{m}^{-1}]$, или вълнов вектор k (в общия случай), чиято големина се дава от (2), а посоката му е по положителната нормала към вълновата повърхност в дадената точка.