

Если объект движется быстрее, чем волны, которые он порождает в среде, он возбуждает расходящийся позади него шлейф ударных волн.

Любой объект, двигаясь в материальной среде, возбуждает в ней расходящиеся волны. Самолет, например, воздействует на молекулы воздуха в атмосфере. Из каждой точки пространства, где только что пролетел самолет, начинает во все стороны с равной скоростью расходиться акустическая волна, в строгом соответствии с законами распространения волн в воздушной среде. Таким образом, каждая точка траектории движения объекта в среде (в данном случае самолета) становится отдельным источником волны со сферическим фронтом.

При движении самолета на дозвуковых скоростях эти акустические волны распространяются как обычные концентрические круги по воде, и мы слышим привычный гул пролетающего самолета. Если же самолет летит на сверхзвуковой скорости, источник каждой следующей волны оказывается удален по траектории движения самолета на расстояние, превышающее то, которое к этому моменту успел покрыть фронт предыдущей акустической волны. Таким образом, волны уже не расходятся концентрическими кругами, их фронты пересекаются и взаимно усиливаются в результате резонанса, имеющего место на линии, направленной под острым углом назад по отношению к траектории движения. И так происходит непрерывно в процессе всего полета на сверхзвуковой скорости, в результате чего самолет оставляет за собой расходящийся шлейф резонансных волн вдоль конической поверхности, в вершине которой находится самолет. Сила звука в этом коническом фронте значительно превышает обычный шум, издаваемый самолетом в воздухе, а сам этот фронт называется ударной волной. Ударные волны, распространяясь в среде, оказывают резкое, а иногда и разрушительное воздействие на материальные объекты, встречающиеся на их пути. При пролете неподалеку сверхзвукового самолета, когда конический фронт ударной волны дойдет до вас, вы услышите и почувствуете резкий, мощный хлопок, похожий на взрыв, — *звуковой удар*. Не бойтесь, это не взрыв, а результат резонансного наложения акустических волн: за долю мгновения вы слышите весь суммарный шум, изданный самолетом за достаточно длительный промежуток времени.

Конус фронта ударной волны называется *конусом Маха*. Угол φ между образующими конуса Маха и его осью (см. рисунок) определяется формулой:

$$\sin \varphi = u/v$$

где u — скорость звука в среде, v — скорость самолета. Отношение скорости движущегося объекта к скорости звука в среде называется *числом Маха*

$$M = \frac{v}{u}$$

. (Соответственно, \sin

$$\varphi = 1/M$$

.) Нетрудно видеть, что у самолета, летящего со скоростью звука, $M = 1$, а при сверхзвуковых скоростях число Маха больше 1.

Ударные волны возникают не только в акустике. Например, если элементарная частица движется в среде со скоростью, превышающей скорость распространения света в этой среде, возникает ударная световая волна (см. Излучение Черенкова). По этому излучению физики сегодня выявляют элементарные частицы и определяют скорость их движения.