в отличие от спонтанной конденсации, эта *гетерогенная конденсация* происходит без пересыщения пара. Система воздух – пар как бы застревает в точке росы D.

Пора сделать количественные оценки.

Если концентрация частичек сажи (их количество в единице объема) n, а массовая плотность пара $\rho_п$, и если весь водяной пар сконденсируется на этих частичках, то масса каждой капельки будет

$$m = \frac{4}{3}\pi a^3 \rho_в = \frac{\rho_п}{n},$$

где a – радиус капельки, $\rho_в$ – плотность жидкой воды. Следовательно, радиус капельки равен

$$a = \left(\frac{\rho_п}{4\pi\rho_в n/3}\right)^{1/3}.$$

Конечно, тут предполагается, что все капельки одинаковы.

Выше мы обозначили через L удельную теплоту испарения. Теперь оценим приращение температуры воздуха ΔT вследствие конденсации всего пара: $c_p\rho_{воз}\Delta T \sim \rho_п L$, где c_p – удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении, $\rho_{воз}$ – плотность воздуха, откуда

$$\Delta T \sim \frac{\rho_п L}{c_p \rho_{воз}}.$$

Известно, что $L \sim 2{,}5$ МДж/кг, $c_p \sim 1$ кДж/(кг · К), $\rho_{воз} \sim 1$ кг/м^3. Если принять, что к вечеру количество пара в воздухе составляет $\rho_п \sim 1$ г/м^3, а концентрация частичек сажи от костра порядка $n \sim 10^{11}$ м$^{-3}$, то

$$a \sim \left(\frac{10^{-3}}{4 \cdot 3{,}14 \cdot 10^3 \cdot 10^{11}/3}\right)^{1/3} \text{ м} \sim 10^{-6} \text{ м} = 1 \text{ мкм}$$

и

$$\Delta T \sim \frac{10^{-3} \cdot 2{,}5 \cdot 10^6}{10^3 \cdot 1} \text{ К} = 2{,}5 \text{ К}.$$

Это уже кое-что: тепло, выделившееся при конденсации водяного пара на твердых частичках, порожденных кострами, позволяет на несколько градусов отдалиться от точки замерзания воды, опасной для растений.

Но при чем здесь русская баня? А при том, что в ней имеется отделение, которое прямо так и называется: *парна́я*. Там водяной пар конденсируется на теле купальщика, которое представляется очень холодной поверхностью в сильно нагретом воздухе. Именно выделяющееся тепло конденсации и обжигает тело, что и доставляет удовольствие знатокам этого дела. Так что, пребывая в бане, думайте о термодинамике!

Свист поезда и свет галактик

А.СТАСЕНКО

...всегда до ушей достигают
Медленней звуки, чем то, что дает впечатления глазу.
В этом нетрудно тебе убедиться: коль издали смотрим,
Как дровосек топором двусторонним деревья срубает,
Видим мы раньше удар, а потом уже звук раздается
В наших ушах. Потому мы и молнию видим сначала,
Прежде чем слышится гром...

Лукреций

Итак, уже древние физики-философы знали, что звук движется медленнее света, во всяком случае, что скорость звука конечна (т.е. ограничена по величине). Но что любопытно: ни один ученый древности не отмечает еще одно явление, связанное с распространением волн, а именно изменение высоты звука при перемещении его источника относительно слушателя. В нашу эпоху этот факт, известный как *эффект Доплера*, регистрируется и используется в случае не только звуковых волн, но и электромагнитных тоже. Однако рассмотрим все по порядку: сначала акустику, затем оптику.

Пусть источник звука неподвижен, а приемник движется к нему со скоростью v (рис.1,*а*). Если в данный момент времени расстояние между источником и приемником x, то на нем уместилось бы число волн $N = x/\lambda = x\nu/c$, где λ – длина волны, излучаемой источником, ν – частота излучения, c – скорость звука. Но пока приемник доберется до источника, пройдет дополнительное время $\Delta t = x/v$, и за это время источник излучит еще $\Delta N = \nu\Delta t$ волн. Итого, приемник зарегистрирует $N + \Delta N$ колебаний, что равносильно частоте

$$\nu' = \frac{N + \Delta N}{\Delta t} = \frac{x\nu/c + \nu x/v}{x/v} = \nu\left(1 + \frac{v}{c}\right).$$

Перепишем эту зависимость в безразмерном виде:

$$\frac{\nu'}{\nu} = 1 + \frac{v}{c}. \qquad (1)$$

Теперь поменяем местами приемник и источник звука (рис.1,*б*). Пусть приемник звука неподвижен, а источник

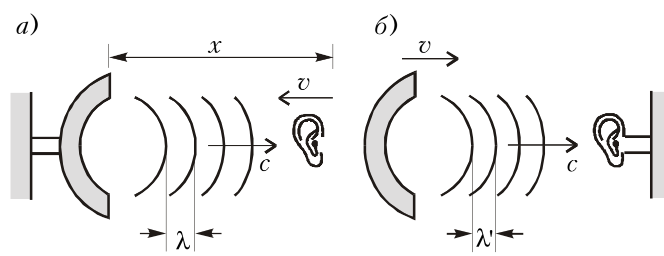

Рис. 1

движется к нему со скоростью v. При этом длина волны в неподвижном воздухе уменьшается:

$$\lambda' = \lambda\frac{c - v}{c},$$

где λ – длина волны в случае неподвижного источника (при $v = 0$). (Отсюда, видно, например, что при $v = c$ получим $\lambda' = 0$: «хвост» волны догоняет ее «голову».) Тогда неподвижный приемник будет «слышать» звуковую волну λ', которой соответствует частота

$$\nu' = \frac{c}{\lambda'} = \nu\frac{c}{c - v}.$$