

# КИПЕНИЕ

**Кипение** - это интенсивное парообразование, которое происходит при нагревании жидкости не только с поверхности, но и **внутри** неё.



• Кипение происходит **с поглощением** теплоты.

Большая часть подводимой теплоты расходуется на **разрыв связей** между частицами вещества, остальная часть - на работу, совершаемую при расширении пара. В результате энергия взаимодействия между частицами пара становится больше, чем между частицами жидкости, поэтому внутренняя энергия пара больше, чем внутренняя энергия жидкости при той же температуре.

- **Количество теплоты**, необходимое для перевода жидкости в пар в процессе кипения можно рассчитать по формуле:

$$Q = Lm$$

$$t_k^{\circ}$$



где  $m$  - масса жидкости (кг),  
 $L$  - удельная теплота  
парообразования

- **Удельная теплота парообразования** показывает, какое количество теплоты необходимо, чтобы превратить в пар 1 кг данного вещества при температуре кипения.

**Единица удельной теплоты**  
парообразования в системе СИ:

$$[L] = 1 \text{ Дж/кг}$$

С ростом давления температура кипения жидкости повышается, а удельная теплота парообразования уменьшается и наоборот.

$t^{\circ}\text{C}$

**кипение**

$t_k^{\circ}$

$t_1^{\circ}$

$t$





- Во время кипения **температура** жидкости **не меняется..**

Температура кипения **зависит** от давления, оказываемого на жидкость.

Каждое вещество при одном и том же давлении имеет **свою** температуру кипения.

При увеличением атмосферного давления кипение начинается при более высокой температуре, при уменьшении давления - наоборот..

Так, например, вода кипит при 100 °С лишь при нормальном атмосферном давлении.

# ЧТО ЖЕ ПРОИСХОДИТ ВНУТРИ ЖИДКОСТИ ПРИ КИПЕНИИ ?



Кипение представляет собой переход жидкости в пар с непрерывным образованием и ростом в жидкости **пузырьков пара**, внутри которых происходит **испарение** жидкости.

В начале нагревания вода насыщена воздухом и имеет комнатную температуру.

- При нагревании воды, растворенный в ней газ **выделяется** на дне и стенках сосуда, образуя воздушные пузырьки. Они начинают появляться задолго до кипения. В эти пузырьки испаряется вода. Пузырек, наполненный паром, при достаточно высокой температуре начинает раздуваться.





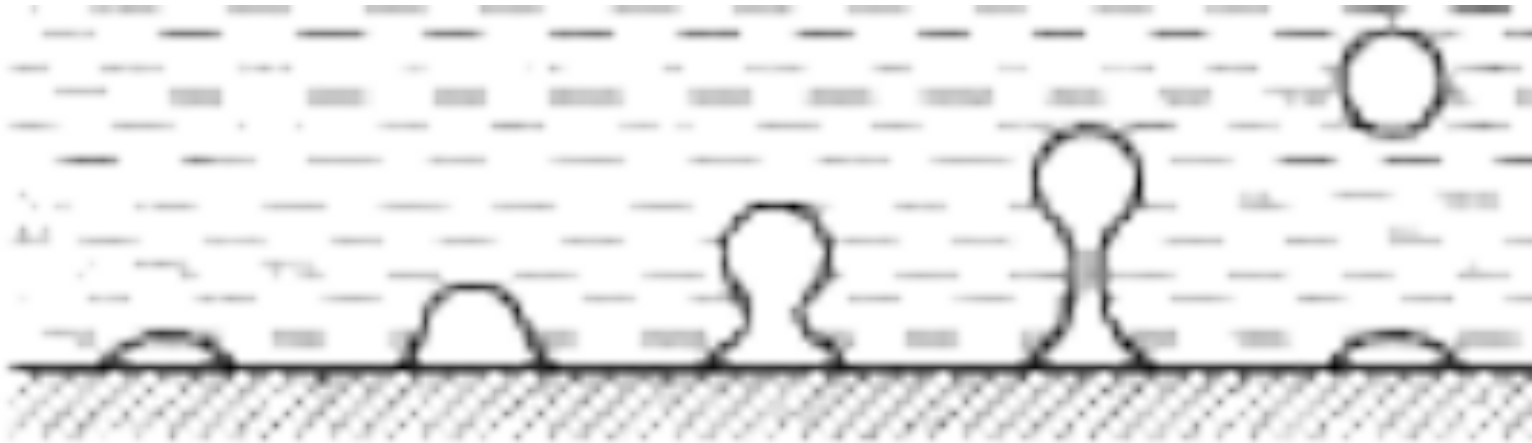
- Достигнув определенных размеров он отрывается от дна, поднимается к поверхности воды и лопаается. При этом пар покидает жидкость. Если вода прогрета недостаточно, то пузырек пара, поднимаясь в холодные слои, **схлопывается**. Возникающие при этом колебания воды приводят к появлению во всем объеме воды огромного количества мелких пузырьков воздуха: так называемый **"белый ключ"**.



- На воздушный пузырек объемом на дне сосуда действует **подъемная сила:**

$$F_{\text{под}} = F_{\text{Архимеда}} - F_{\text{тяжести}}$$

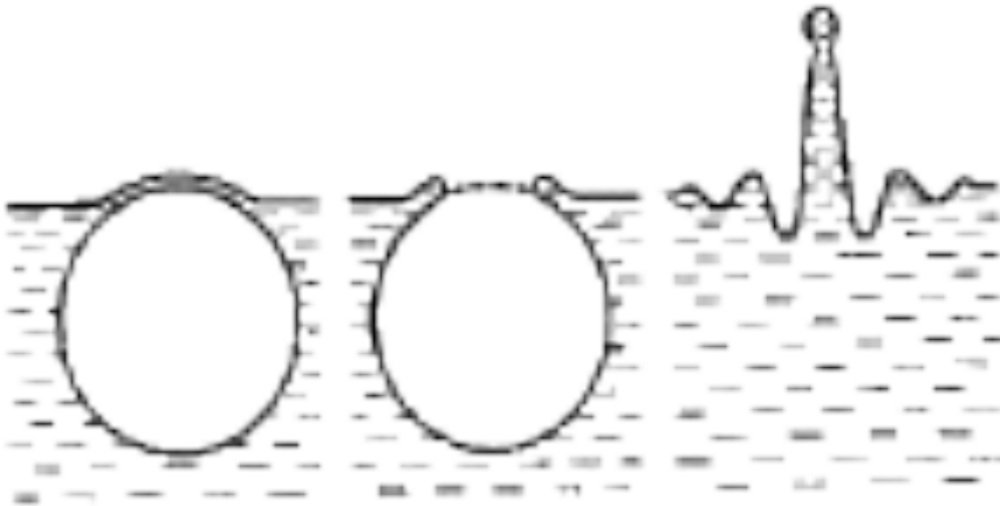
Пузырек прижат ко дну, поскольку на нижнюю поверхность силы давления не действуют. При нагреве пузырек увеличивается за счет выделения в него газа и отрывается от дна, когда подъемная сила будет немного больше прижимающей. Размер пузырька, способного оторваться от дна, зависит от его формы. Форма пузырьков на дне определяется смачиваемостью дна сосуда.



- Неоднородность смачивания и слияние пузырьков на дне приводили к увеличению их размеров. При больших размерах пузырька при подъеме сзади него образуются пустоты, разрывы и завихрения.



- Когда пузырек лопается, вся окружающая его жидкость устремляется **внутри**, и возникает кольцевая волна. Смыкаясь, она выбрасывает **вверх** столбик воды.



При схлопывании лопающихся пузырьков в жидкости распространяются ударные волны ультразвуковых частот, сопровождаемые слышимым шумом. Для начальных стадий кипения характерны самые громкие и высокие звуки (на стадии "белого ключа" чайник "поет").



- **ИНТЕРЕСНО?**
- **Зачем** в крышке чайника делают дырочку?
- Для **выхода пара**. Без дырочки в крышке пар может выплеснуть воду через носик чайника.



- Продолжительность **варки картофеля,** начиная с момента кипения, **не зависит** от мощности нагревателя. Продолжительность определяется временем пребывания продукта **при температуре кипения.** Мощность нагревателя не влияет на температуру кипения, а влияет только на скорость испарения воды.



- **Кипением** можно заставить воду **замерзнуть**. Для этого надо производить **откачку** воздуха и водяного пара из сосуда, где находится вода, так, чтобы вода все время кипела.

- Очень горячий **кипяток** можно получить на дне глубоких шахт, где давление воздуха значительно больше, чем на поверхности Земли. На глубине 300 м вода закипит при 1010С.  
При 14 атмосферах вода закипает при 2000С.  
Под колоколом воздушного насоса можно получить «кипяток» при 200С.  
На Марсе мы пили бы «кипяток» при 450С.  
Соленая вода кипит при температуре выше 1000С.



- В **горных** районах на значительной высоте при пониженном атмосферном давлении вода кипит при температурах **ниже, чем 100** градусов Цельсия. Ждать, пока сварится такой обед, придется дольше.

- При приготовлении пищи давление внутри кастрюли - **"скороварки"** - около 200 кПа, и суп в такой кастрюле сварится значительно **быстрее.**

- В США разработаны **самоохлаждающиеся** банки для прохладительных напитков. В банку вмонтирован отсек с **легкокипящей** жидкостью. Если в жаркий день раздавить капсулу, жидкость начнет бурно кипеть, отнимая тепло у содержимого банки, и за 90 секунд температура напитка понижается на 20–25 градусов Цельсия.



- **Будет ли** кипеть вода в кастрюле, которая плавает в другой кастрюле с кипящей водой?  
Почему?