

носика по мере того, как заполняется чашка. Сначала эта струя течет хорошо, затем слабеет и в некоторый момент переходит в капель. То же самое явление авторы наблюдали и в горах: солнце прогрело снег на крыше, и поток талой воды стекал по сосульке то струей, то капелью. Попробуем оценить тот критический объемный расход воды Q_k , при котором происходит смена режимов. Для простоты будем говорить о сосульке, хотя результаты окажутся применимыми и к кофеварке.

Пусть поток воды медленно стекает по сосульке. Понятно, что пока объемный расход воды очень мал, струи не получится. Действительно, на конце сосульки вода будет собираться в каплю, капля будет медленно расти, достигнет некоторого критического размера, сорвется... и процесс повторится. Поскольку мы договорились, что расход воды очень мал, то процесс можно считать почти статическим. В условиях равновесия отрыв капли происходит тогда, когда ее сила тяжести mg превышает силу поверхностного натяжения $F_\sigma = 2\pi\sigma r$, действующую по периметру вдоль перетяжки (ее радиус мы обозначили r):

$$mg = 2\pi\sigma r.$$

Время «заполнения» такой капли, очевидно, равно

$$t_k = \frac{m}{\rho Q_k}.$$

Понятно, что сам процесс отрыва капли также занимает некоторое время. Капля под действием сил поверхностного натяжения и тяжести пребывает почти в состоянии равновесия. Но когда ее масса достигает критической величины и поверхностное натяжение уже не может компенсировать силу тяжести, перемычка рвется. Характерное время разрыва перемычки τ можно получить из соображений теории размерностей: жидкость с вязкостью η должна быть перемещена на расстояние порядка r под действием сил поверхностного натяжения с коэффициентом σ . Запишем равенство:

$$\tau = r^\alpha \eta^\beta \sigma^x$$

и сравним размерности правой и левой сторон:

$$c = m^\alpha (kg/(m \cdot s))^\beta (kg/c^2)^x.$$

Отсюда получаем

$$1 = -\beta - 2x, \quad 0 = \alpha - \beta, \\ 0 = \beta + x,$$

что дает

$$\alpha = \beta = -x = 1,$$

или

$$\tau \sim \frac{\eta}{\sigma}.$$

Теперь понятно, что смена режимов капли и струи происходит при таком объемном расходе воды, когда очередная капля еще не успевает оторваться, как уже набегают новые, т.е. при

$$t_k \sim \tau, \quad \text{или} \quad \frac{m}{\rho Q_k} \sim \frac{\eta}{\sigma}.$$

Выражая массу капли из условия ее равновесия через силу поверхностного натяжения, находим окончательную красивую формулу:

$$Q_k \sim \frac{2\pi\sigma^2}{\eta\rho g}.$$

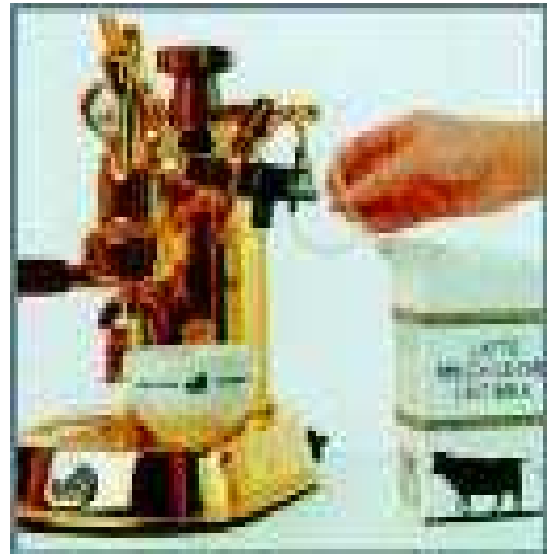
Впрочем, оперируя не с объемным расходом воды, а с расходом массы, можно было бы сразу получить эту формулу из анализа размерностей и замечания, что Q_k не должно зависеть от размера кончика сосульки (сосулька тает, и кончик «подстраивается»). В случае металлического носика кофеварки его размер в принципе может влиять на величину критического потока, но не сильно, так что найденная для сосульки оценка, вполне применима и для носика кофеварки.

Растворимый кофе

Постоянная спешка современной жизни привела к появления растворимого кофе. Его приготавливают из настоящего кофе, который измельчают и выдерживают при высокой температуре и очень низком давлении. Вода сублимирует, а оставшийся порошок помещают в вакуумную упаковку, где он может храниться весьма долго, не теряя своих свойств. Перед употреблением он просто растворяется в горячей воде.

Вариации на тему «эспрессо»

Имея кофеварку, которая готовит «эспрессо», и хорошую кофейную смесь, можно приготовить целый спектр кофейных напитков. Так, в



итальянском баре вы можете получить: *caffè ristretto* – «укороченный кофе», приготовленный с нормальным количеством кофе, но меньшим количеством воды; *caffè lungo* – «удлиненный кофе», приготовленный с нормальным количеством кофе, но большим количеством воды; *caffè macchiato* – то же «эспрессо», но с добавлением небольшого количества молока; *caffè corretto* – «эспрессо» с добавлением ликера, виски или водки. Особого разговора заслуживает «сарусино»⁴ – «эспрессо», налитое на дно чашки среднего размера и залитое сверху молоком, взбитым горячим паром до состояния воздушной пены. Хороший бармен может залить это молоко на кофе так, что на поверхности выступит написанная коричневым на белом фоне первая буква вашего имени. А можно просто присыпать белоснежную пену порошком какао или крошками шоколада.

Наконец, говорят, что в Неаполе в некоторых местах до сих пор подают *caffè prepagato*. Выглядит это так. Заходит хорошо одетый синьор со спутницей или с приятелем и заказывает: «Три кофе! Два нам и одно *caffè prepagato*». Через некоторое время в тот же бар заходит бродяга или просто бедняк и спрашивает, нет ли *caffè prepagato*. И бармен наливает ему бесплатно чашечку ароматного «эспрессо». Неаполь остается Неаполем...

⁴ Свое название этот напиток получил за внешнее сходство с монахом-доминиканцем, носящим белую рясу с черным клубком (клубок по-итальянски называется *sarussio*).