

Лампочка

«Бросая в воду камешки, смотри на круги...
чтобы это занятие не было пустою забавою.»
Козьма Прутков.

Недавно Юра Титов – преподаватель математики московской школы №179 подарил мне лампочку. Не простую лампочку, а перегоревшую. Какая бы вроде причина дарить такую бесполезную вещь? А причина есть! Как для археолога находка одной кости позволяет многое узнать о том животном, которому эта кость принадлежала, так и физикам оставленные внутри баллона следы говорят об интересных процессах, предшествовавших моменту перегорания лампы.

В стеклянном баллоне лампочки образовалась щель. На приведенной фотографии №1 эта щель видна примерно «на 2 часа» как темная, короткая, почти горизонтальная линия. Сквозь неё в баллон натекал воздух, струи которого, попадая в стеклянный баллон, двигались почти прямолинейно. В момент включения лампочки её спираль раскалилась, и поток воздуха, в состав которого входит кислород, вызвал интенсивное окисление материала спирали – вольфрама. На внутренней стороне стеклянного баллона почти в точности противоположной расположению щели образовалось бело-серое пятно из окислов вольфрама.

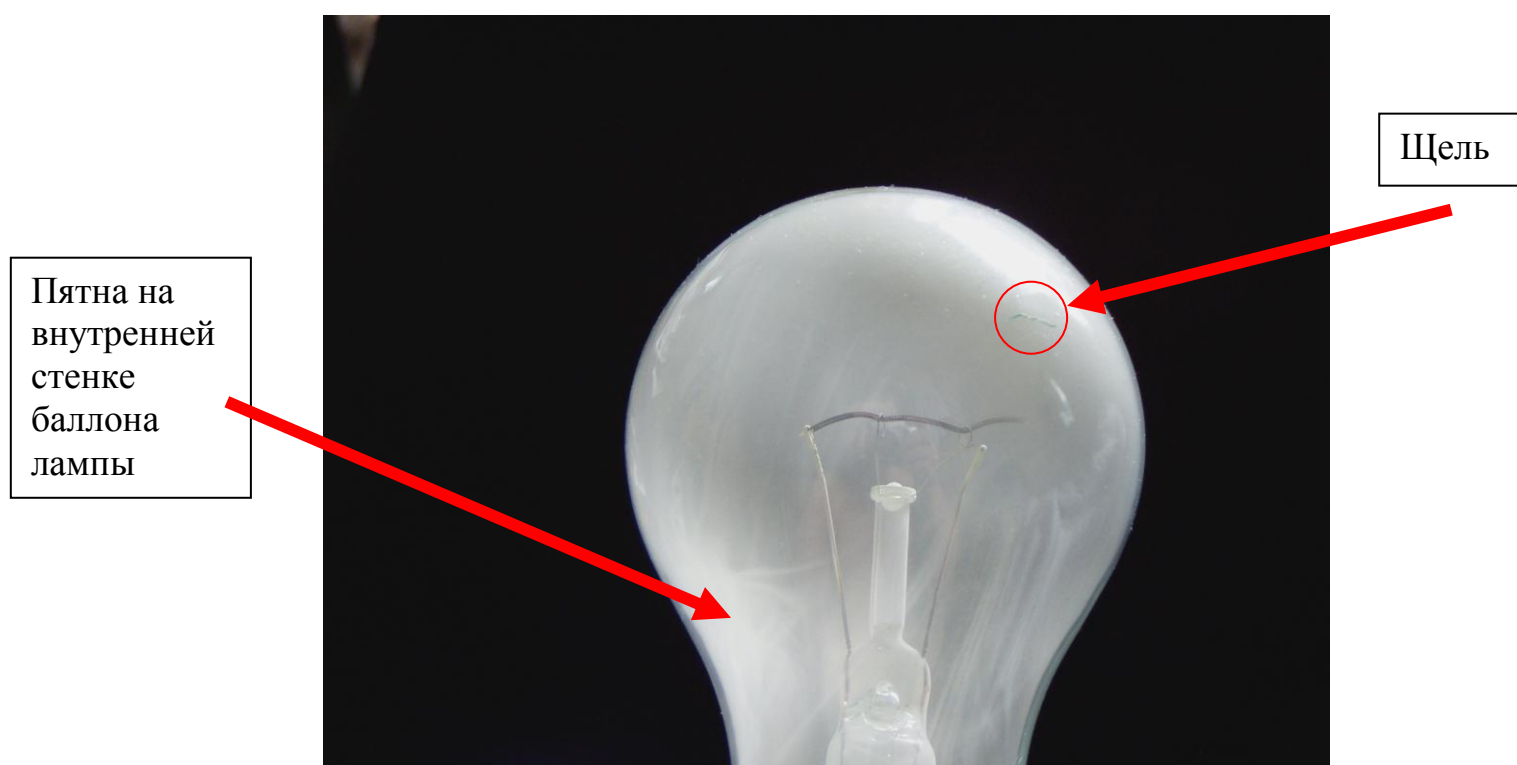


Фото № 1.

Структура возникшего пятна, которую хорошо видно на фотографиях №№ 2 и 3, показывает, что сначала наиболее сильно спираль лампы раскалилась в её середине – именно напротив середины спирали плотность пятна из окислов на стенке самая большая. Полосы, «говорят» нам, что в лампочке во время их образования был достаточно плотный газ, то есть это не вакуумная, а газонаполненная лампа. Струи воздуха вместе с молекулами окислов долетали до стенки и тормозились, а затем этот нагретый газ поднимался за счет конвекции вверх.

Второе плотное, но не такое контрастное, пятно на стенке (слева внизу на фото № 2) расположено на линии: щель – одно из мест крепления спирали к поддерживающим её толстым проводникам – стенка стеклянного баллона. Это пятно – следствие интенсивного разогрева малого участка спирали, непосредственно перед её расплавлением на этом участке.

Щель
Место
крепления
спирали
Слабо
контрастное
пятно

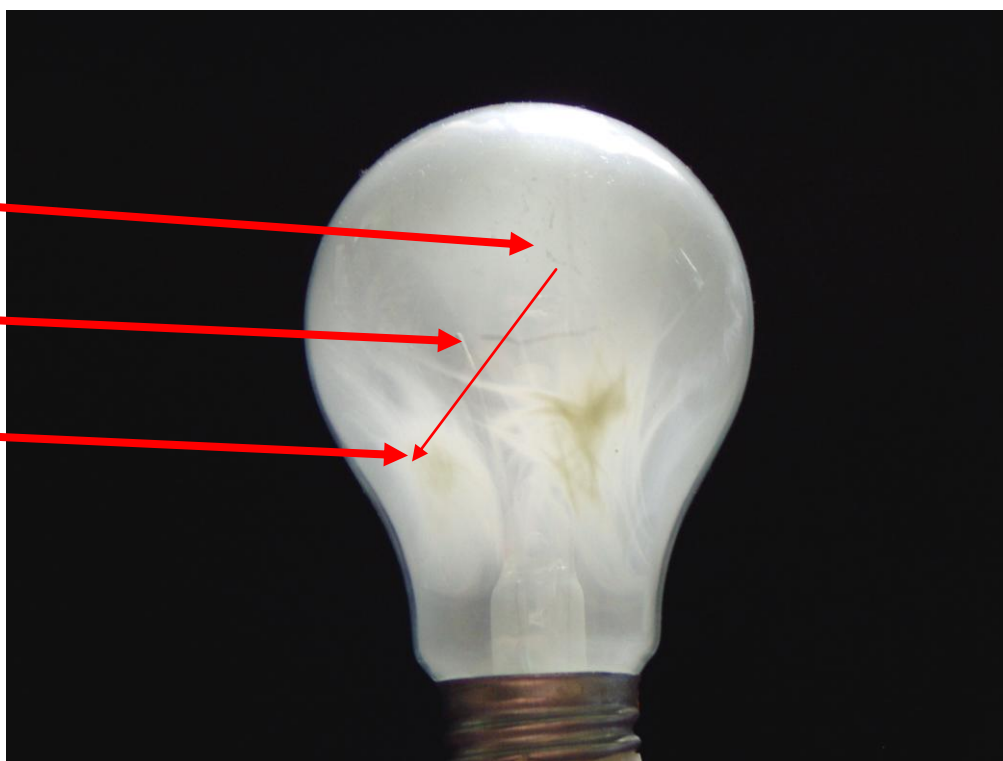


Фото № 2.

После разрыва спирали металл в виде жидкой капельки был отброшен сжимавшейся пружиной спирали на стенку баллона. Следы этой капельки видны на фотографиях №№ 2 и 3 рядом со щелью и немного выше её. Жидкий металл стер окислы на стенке там, где капелька (или капельки) ударились (или ударились) о стенку.

Следы
удара
кусочка
спирали о
стенку
баллона

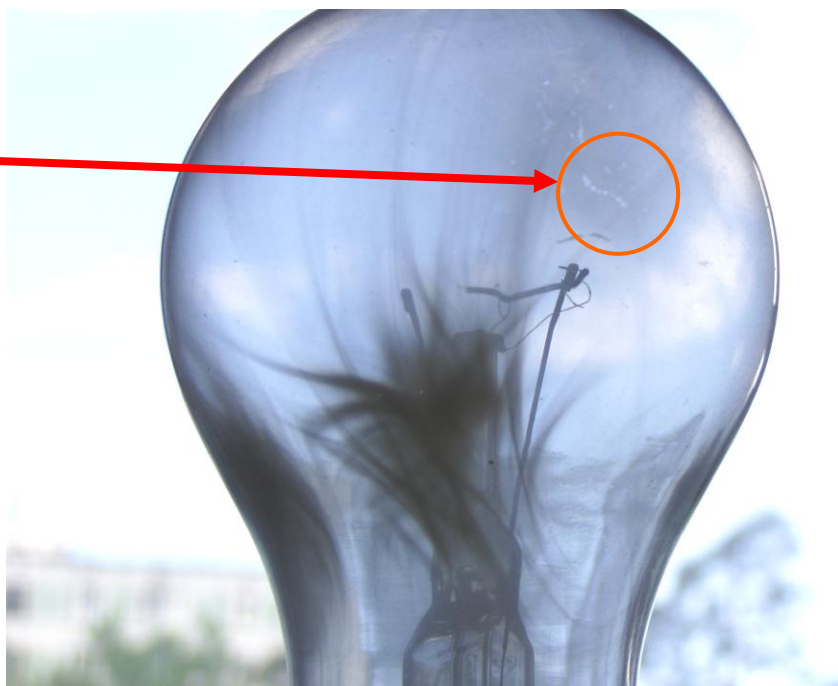


Фото № 3.

Кстати, интересно, что окислы попали в это место на внутренней стенке стеклянного баллона за счет конвекции. Горячий газ вместе с окислами скапливался в самой верхней части стеклянного баллона лампы, где по случаю и находилась щель. Повышенная концентрация окислов в этом месте способствовала осаждению их на стенке и образованию диффузного пятна. Это пятно хорошо видно на фотографии № 4 (справа вверху).

Диффузное
пятно

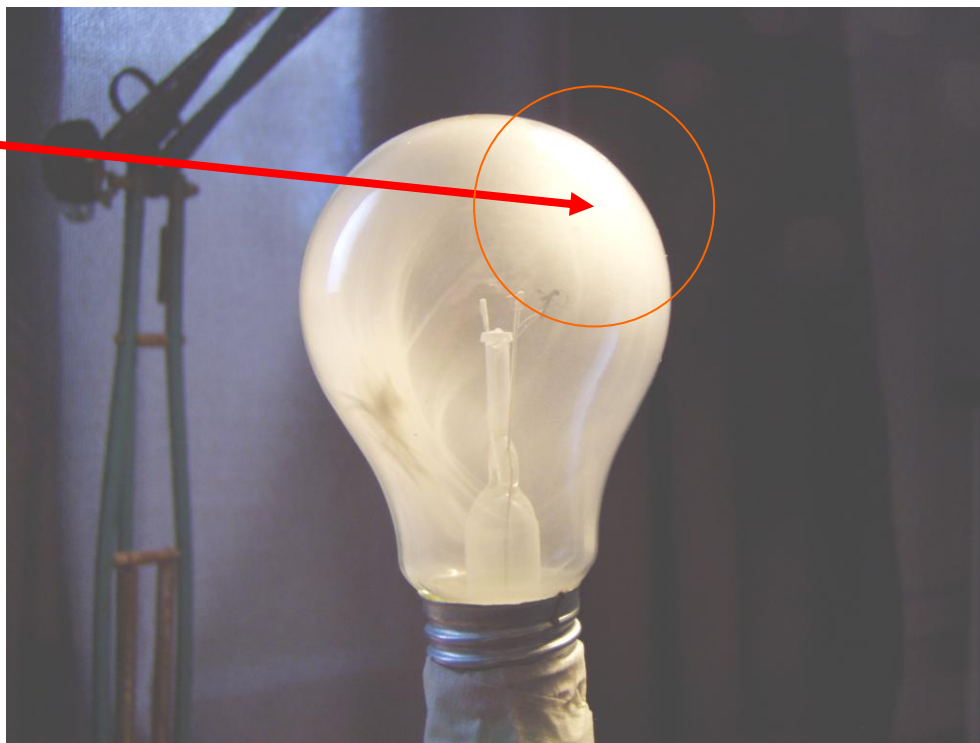


Фото № 4.

После того, как спираль лампочки перегорела, ничего существенного с нею больше не происходило. Высокая температура спирали очень быстро сменилась комнатной, а давление газов в баллоне вскоре сравнялось с атмосферным.

История с последними мгновениями «яркого периода жизни» лампочки напоминает расследования героя рассказов Конан – Дойля не случайно : физики и сыщики заняты одним и тем же – они восстанавливают полную картину происшествия по оставшимся следам.

С. Варламов
09 июня 2004 г.