

Всплеск

Выполнил Эйсмонт Станислав
Ученик 11 класса ФМЛ г. Глазова



Условие задачи:

Твердое тело роняют с высоты 50 см, найти условия минимизирующие всплеск.

Making a Splash:

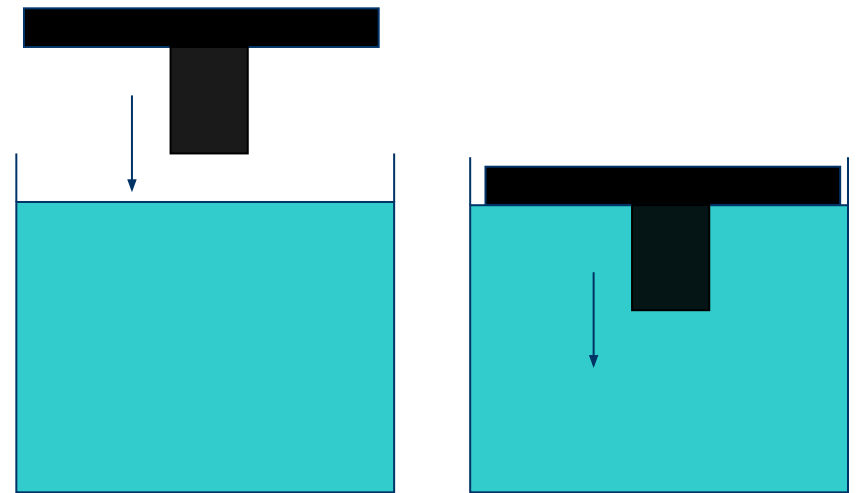
A solid object is dropped into water from a height of 50 cm. Investigate the factors that would minimize the splash.

Введение

При падении в жидкость тел произвольной формы всплески получаются разными



Это интересно ...



Тело «грибообразной» формы дает небольшой всплеск. Это связано с тем, что «шляпа гриба» гасит колебания и кумулятивную струю, создаваемые «ножкой»

Общие закономерности

В ходе эксперимента можно установить общие закономерности:

- с уменьшением размера тела всплеск уменьшается;
- брызг меньше, если тело падает перпендикулярно поверхности жидкости.

В целом, чем меньше энергия тела, передаваемая жидкости, тем меньше всплеск.

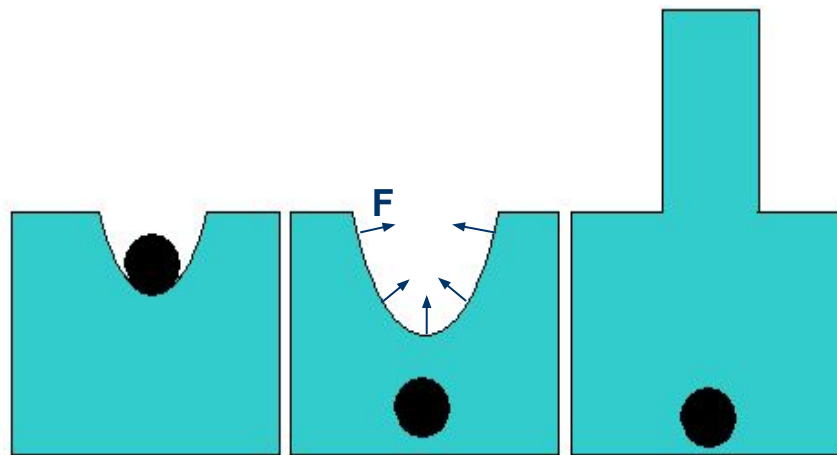
Физическое моделирование

Для того чтобы исключить влияние тел различной формы на количество брызг, для проведения экспериментов возьмем тело округлой формы – шар.

Оборудование:

- Шарики различного диаметра
- Сосуды различной формы
- Жидкости
- Линейка

Из-за чего же в жидкости возникает всплеск?



Всплеск возникает потому, что шар, попадая в жидкость, создает в ней углубление (каверну), и оно, в свою очередь, всхлapyваясь, создает кумулятивную струю.

Формула зависимости для параметров струи

$$E = mgh = \rho_{uu} Vgh = (4/3)\pi\rho_{uu} gR^3 h$$

$$A_1 = \sigma \Delta S = 2\pi \cdot \sigma \cdot r \cdot l$$

A_1 - работа против сил пов. натяжения

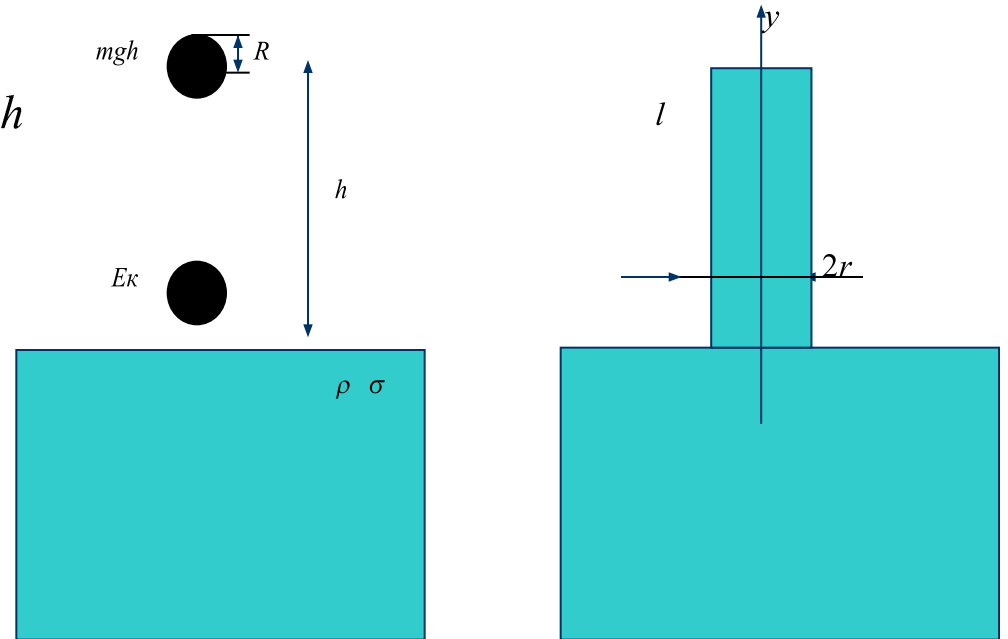
$$P(y) = \rho g V(y) = \pi \rho g r^2 y$$

$$dA_2 = P(y) dy = \pi \cdot \rho \cdot g \cdot r^2 \cdot y \cdot dy$$

$$A_2 = \int dA_2 = (1/2)\pi \rho g r^2 l^2$$

A_2 - работа против силы тяжести







$$A_1 + A_2 = E_k$$



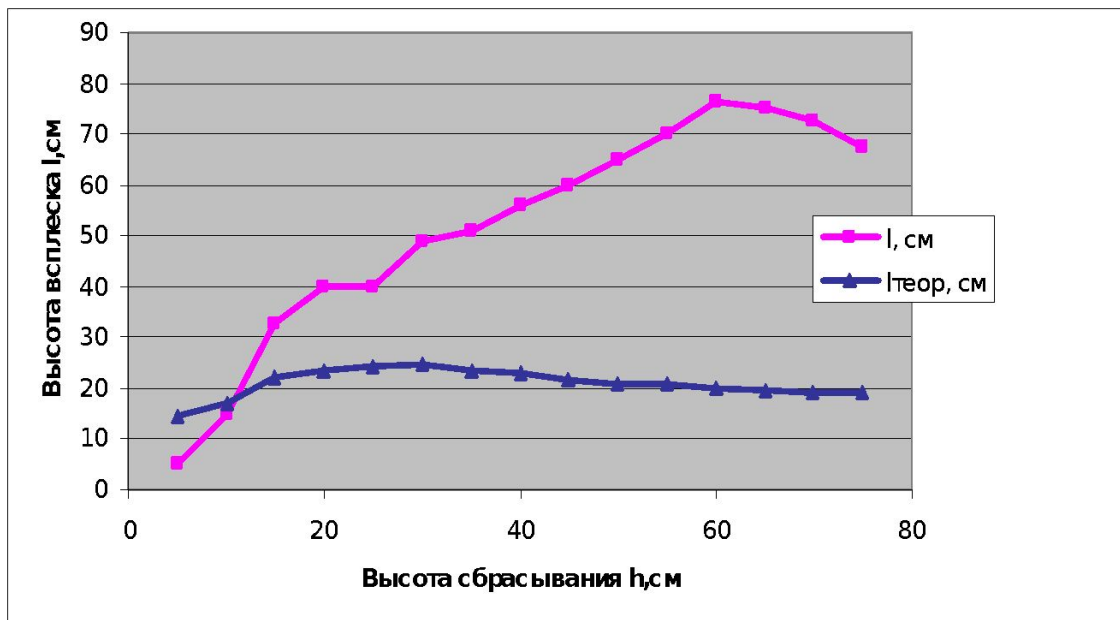
$$rl = \sqrt{(4\sigma^2 / \rho^2 g^2 + (8\rho_{uu} / 3\rho)R^3 h)} - 2\sigma / \rho g$$

Этапы исследования

Исследуем зависимости параметров всплеска от:

-  высоты сбрасывания шарика;
-  радиуса шарика;
-  плотности шарика;
-  плотности жидкости;
-  поверхностного натяжения жидкости;
-  формы сосуда.

Зависимость высоты всплеска от высоты сбрасывания шарика



| h, см | r, см | l, см | lтеор, см |
|-------|-------|-------|-----------|
| 5 | 0,4 | 5 | 14,5 |
| 10 | | 15 | 17 |
| 15 | 0,45 | 32,5 | 22 |
| 20 | | 40 | 23,5 |
| 25 | 0,55 | 40 | 24 |
| 30 | | 48,75 | 24,5 |
| 35 | 0,68 | 51 | 23,2 |
| 40 | | 56 | 23 |
| 45 | 0,83 | 60 | 21,5 |
| 50 | | 65 | 20,8 |
| 55 | 0,95 | 70 | 20,6 |
| 60 | | 76,25 | 20 |
| 65 | 1,1 | 75 | 19,4 |
| 70 | | 72,5 | 19,2 |
| 75 | | 68 | 19 |

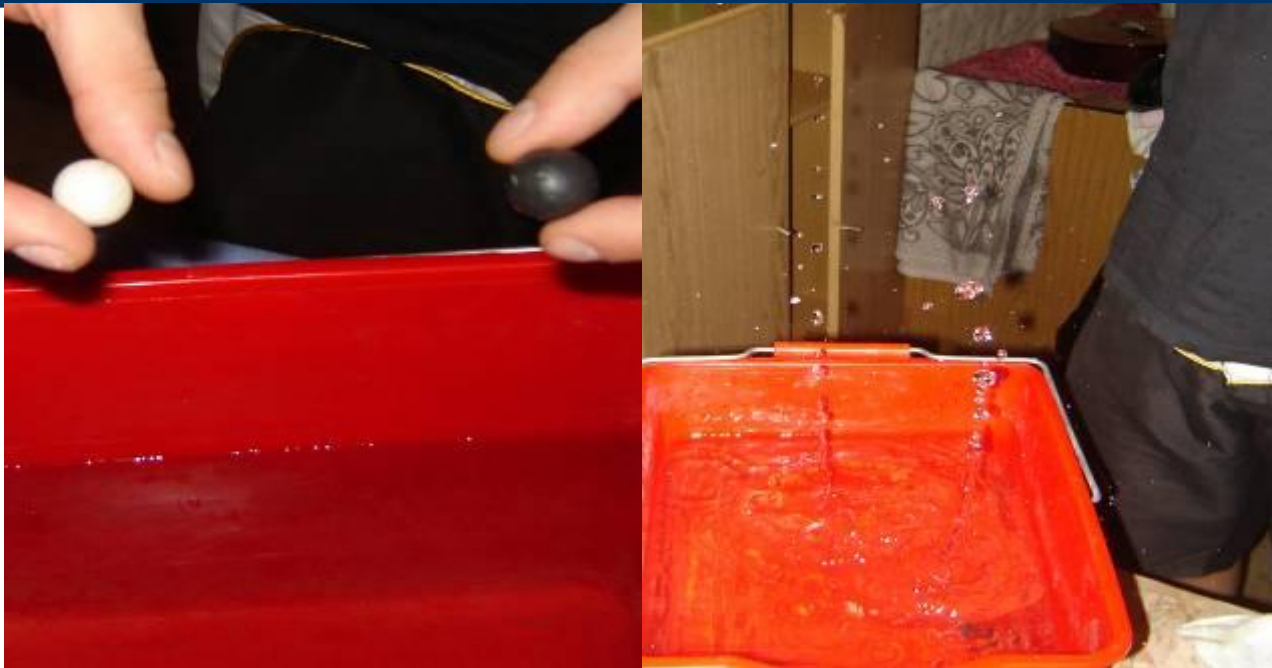
С увеличением высоты падения шара высота всплеска возрастает, достигает некоторого значения, а затем уменьшается.

Зависимость параметров всплеска от радиуса шарика



С уменьшением радиуса шара высота и диаметр струи уменьшаются, так как шарик обладает меньшей начальной энергией.

Зависимость параметров всплеска от плотности шарика



Чем меньше плотность шарика, тем меньший всплеск он дает, так как изначально обладает меньшей кинетической энергией.

Зависимость высоты всплеска от плотности жидкости



В вязкой жидкости энергия тратится на дополнительную работу против сил вязкого трения, поэтому возникающая струя меньше по высоте.

Зависимость высоты всплеска от коэффициента поверхностного натяжения жидкости (применение ПАВ)



При использовании ПАВ с меньшим коэффициентом поверхностного натяжения, жидкость дает небольшой всплеск.

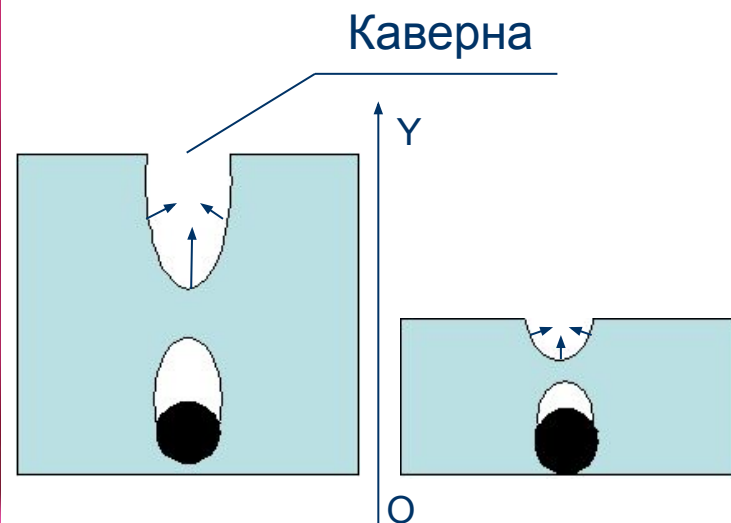
Смачиваемый шарик



Смачиваемый шарик легко обтекается водой, поэтому при попадании в сосуд практически не образует каверны, вследствие этого всплеска не образуется.

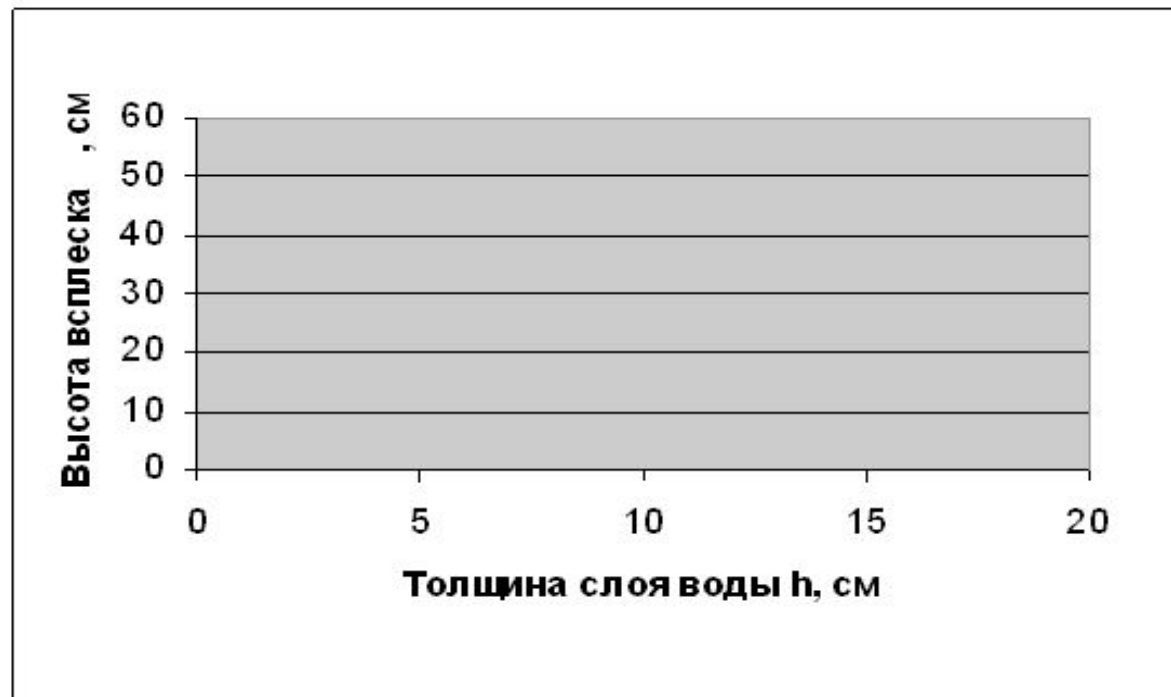
Зависимость формы кумулятивной струи от формы сосуда

Малая глубина



В сосуде с малой глубиной каверна более пологая, поэтому проекция на ось OY силы, выталкивающей жидкость, меньше, следовательно всплеск меньше в высоту.

Зависимость высоты всплеска от толщины слоя воды в сосуде

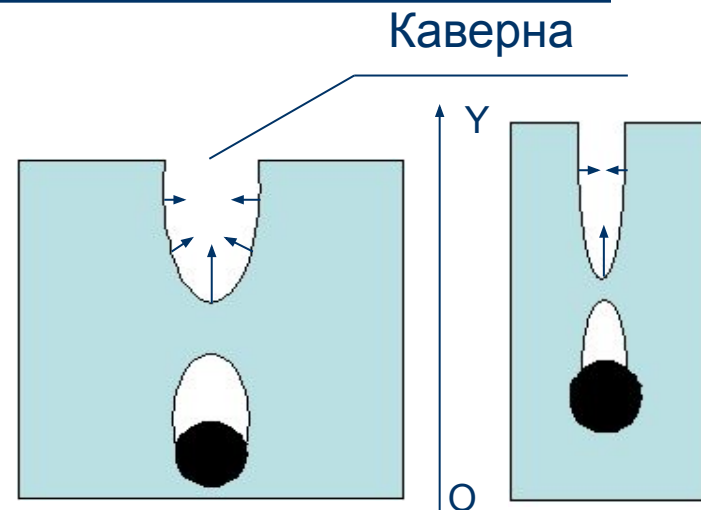


| h , см | l , см |
|----------|----------|
| 2 | 1 |
| 2,5 | 1 |
| 3 | 2,5 |
| 3,5 | 3,5 |
| 4 | 6,5 |
| 4,5 | 16,5 |
| 5 | 20 |
| 6 | 47 |
| 8 | 53 |
| 10 | 57 |
| 13 | 55 |
| 15 | 55 |
| 17 | 55 |

С уменьшением толщины слоя воды всплески также уменьшаются в размерах.

Зависимость формы кумулятивной струи от формы сосуда

Узкий сосуд



В сосуде малого диаметра каверна сильно вытянута в длину, проекция силы на ось OY меньше, поэтому всплеск также мал в высоту.

Способы уменьшения всплеска воды при падении тела с высоты 50 см:

- уменьшение размеров тела;
- уменьшение плотности тела;
- увеличение плотности жидкости;
- уменьшение коэффициента поверхностного натяжения жидкости (применение ПАВ);
- использование смачиваемого шарика.
- уменьшение глубины сосуда;
- использование сосуда с малым поперечным сечением;
- использование тел обтекаемой формы.

Выводы по работе:

В ходе исследования мы разобрались в зависимостях параметров всплесков от параметров сосудов, тел, жидкостей и выяснили условия минимизации всплесков.