

Урок 27. Насос и гидравлический пресс

Физика, 7 класс · Давление · ~45 минут

Что ты узнаешь

- Как работает поршневой жидкостный насос — тот, что качает воду из колодца.
- Что такое гидравлический пресс и почему он умножает силу.
- Главную формулу пресса: выигрыш в силе равен отношению площадей поршней.
- Как одной рукой «раздавить» автомобиль — честно, по физике.

Разбираемся в теме

В прошлых уроках ты узнал, что жидкости и газы давят. А теперь — самое вкусное: это давление можно заставить **работать на нас**. На нём держатся водяные насосы, автомобильные тормоза, гигантские прессы на заводах и даже подъёмники в автосервисе.

Главный секрет всего урока — закон Паскаля: **давление, созданное на жидкость, передаётся ею во все стороны одинаково**.


Поршневой жидкостный насос


Представь старую колонку или насос для воды из колодца. Внутри — цилиндр, а в нём ходит вверх-вниз **поршень**. В поршне и в нижней части цилиндра есть **клапаны** — дверцы, которые открываются только в одну сторону.

Как качает:

1. **Поршень идёт вверх.** Под ним становится «попросторнее», давление падает. Нижний клапан открывается, и атмосферное давление снизу заталкивает воду в цилиндр.

2. **Поршень идёт вниз.** Нижний клапан закрывается, вода не может уйти обратно. Зато открывается клапан в самом поршне, и вода переливается над него.
3. **Поршень снова вверх** — и теперь он поднимает воду, которая над ним, и выливает её наружу. А снизу набирается новая порция.

 **Запомни:** Поршневой насос поднимает воду благодаря атмосферному давлению, которое заталкивает её в освободившееся под поршнем место, и клапанам, пропускающим воду только в одну сторону.

 **А знаешь ли ты?** Из-за того, что воду «вверх толкает» именно атмосфера, обычный поршневой насос не может поднять воду выше ≈ 10 метров — это та самая высота водяного столба из урока про Торричелли!

Гидравлический пресс


А вот теперь — самое мощное устройство урока. **Гидравлический пресс** позволяет маленькой силой развить огромную.

Устроен он так: два цилиндра — узкий и широкий — соединены трубкой и заполнены жидкостью (обычно маслом). В каждом цилиндре свой поршень. Маленький поршень имеет площадь S_1 , большой — площадь S_2 (S_2 больше S_1).

Давишь на **маленький** поршень силой F_1 . Он создаёт в жидкости давление: $p = F_1 : S_1$.

По закону Паскаля это давление передаётся под **большой** поршень без потерь. А значит, на большой поршень жидкость давит силой: $F_2 = p \cdot S_2$.

Подставим — и получим главную формулу прессы:

 **Формула гидравлического прессы:** $F_2 / F_1 = S_2 / S_1$, где F_1 — сила на малом поршне (Н), F_2 — сила на большом поршне (Н), S_1 — площадь малого поршня (m^2), S_2 — площадь большого поршня (m^2).



Разбор задач

Пример 1. На малый поршень пресса действует сила 200 Н. Площадь малого поршня 10 см^2 , большого — 500 см^2 . Какая сила действует на большой поршень?

Дано: $F_1 = 200 \text{ Н}$ $S_1 = 10 \text{ см}^2$ $S_2 = 500 \text{ см}^2$

СИ: площади можно оставить в см^2 — важно лишь их отношение.

Найти: F_2 (Н)

Решение: $F_2 / F_1 = S_2 / S_1$, отсюда $F_2 = F_1 \cdot (S_2 / S_1) = 200 \cdot (500 / 10) = 200 \cdot 50 = 10\,000 \text{ Н}$.

Ответ: $F_2 = 10\,000 \text{ Н}$.

Пример 2. Пресс должен развивать силу 30 000 Н. Площади поршней: $S_1 = 5 \text{ см}^2$, $S_2 = 250 \text{ см}^2$. С какой силой надо давить на малый поршень?

Дано: $F_2 = 30\,000 \text{ Н}$ $S_1 = 5 \text{ см}^2$ $S_2 = 250 \text{ см}^2$

Найти: F_1 (Н)

Решение: Выигрыш в силе: $S_2 / S_1 = 250 / 5 = 50$. $F_1 = F_2 : (S_2 / S_1) = 30\,000 : 50 = 600 \text{ Н}$.

Ответ: $F_1 = 600 \text{ Н}$.

Пример 3. Площадь большого поршня в 40 раз больше малого. На малый давят силой 150 Н. Какой выигрыш в силе и какая сила на большом поршне?

Дано: $S_2 / S_1 = 40$ $F_1 = 150 \text{ Н}$

Найти: выигрыш и F_2

Решение: Выигрыш в силе равен отношению площадей = 40. $F_2 = F_1 \cdot 40 = 150 \cdot 40 = 6000 \text{ Н}$.

Ответ: выигрыш в 40 раз; $F_2 = 6000 \text{ Н}$.

Пример 4 (с рассуждением). Можно ли с помощью пресса получить выигрыш и в силе, и в работе сразу?

Решение: Нет. Пресс даёт выигрыш только в силе. Во сколько раз больше сила на большом поршне, во столько же раз меньше его перемещение. Работа (сила \times путь) при этом не растёт — это «золотое правило механики».



Запомни главное

⚡ Гидравлический пресс: $F_2 / F_1 = S_2 / S_1$ F_1, F_2 — силы на малом и большом поршнях (Н); S_1, S_2 — их площади (м^2 или см^2).

- **Давление в жидкости:** $p = F / S$ (Па), где F — сила (Н), S — площадь (м^2).
- **Закон Паскаля:** давление на жидкость передаётся ей одинаково во все стороны.
- **Поршневой насос** поднимает воду атмосферным давлением и клапанами; выше ≈ 10 м не поднимет.
- Пресс даёт **выигрыш в силе, но не в работе.**



Домашнее задание

1. Опиши, как работает поршневой жидкостный насос (по шагам).
2. Почему поршневой насос не может поднять воду выше примерно 10 метров?
3. $F_1 = 100$ Н, $S_1 = 8$ см^2 , $S_2 = 400$ см^2 . Найди F_2 .
4. На малый поршень давят с силой 250 Н, выигрыш в силе равен 60. Какая сила на большом поршне?
5. Пресс развивает 20 000 Н при $F_1 = 400$ Н. Чему равен выигрыш в силе (S_2 / S_1)?
6. Площадь большого поршня 600 см^2 , малого 12 см^2 . Найди выигрыш в силе.
7. Почему пресс не даёт выигрыша в работе? Объясни своими словами.

8. ★ Нужно развить силу 80 000 Н, давя на малый поршень с силой не больше 500 Н. Каким должно быть отношение S_2 / S_1 как минимум?