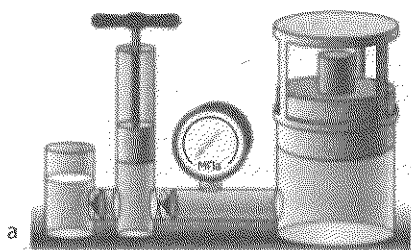


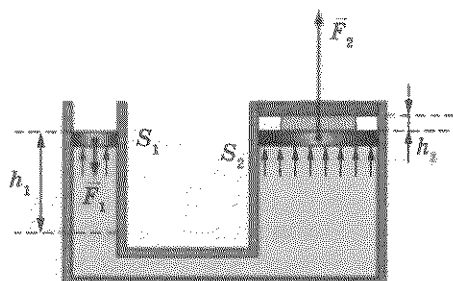
## § 22. ГІДРАВЛІЧНІ МАШИНИ. НАСОСИ

**?!**  Чи може людина підняти слона без важеля, маючи тільки з'єднані між собою циліндри з поршнями та невелику кількість рідини? На перший погляд — ні. Але автолюбителі за допомогою невеликого гідравлічного пристрою — гідравлічного домкрата — піднімають свій автомобіль для заміни колеса або для ремонту, а на заводах працюють гідравлічні преси, які штампують деталі машин із металевих заготовок. Як можна прикласти меншу силу, а отримати більшу, ви дізнаєтеся з наступного параграфа.

**1** Використовуємо гідравлічний прес для отримання виграшу в силі  
Гідравлічний прес (рис. 22.1, а) складається з двох сполуче-  
них циліндрів різного діаметра, які заповнено робочою рідиною



6



**Рис. 22.1.** Навчальна модель гідравлічного преса. Цей прес дозволяє одержати виграш у силі: мала сила ( $F_1$ ) дозволяє стискати тіла з великою силою ( $F_2$ )

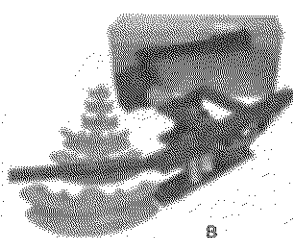
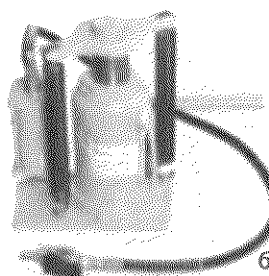
(частіше машинним маслом) і закрито рухомими поршнями. Якщо поршні будуть розташовані на одному рівні, то тиск рідини на поршні буде однаковим. Сила, з якою рідина діє на поршень, визначається тиском і площею поршня, тому на більший поршень діє більша сила, а на менший — менша.

Нехай  $F_1$  і  $F_2$  — сили, що діють на поршні преса;  $S_1$  і  $S_2$  — площі поверхонь поршнів (рис. 22.1, б). Тиск рідини на поршні однаковий:  $p_1 = p_2$ . При цьому  $p_1 = \frac{F_1}{S_1}$ , а  $p_2 = \frac{F_2}{S_2}$ , тобто  $\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$ . Таким чином,  $\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$ . Сила, що діє з боку рідини на великий поршень, є більшою від сили, що діє з боку тієї самої рідини на малий поршень, у стільки разів, у скільки разів площа великого поршня більша від площі малого. Іншими словами, сила тиску рідини, що діє на поршень, пропорційна площі поршня.

Робота преса полягає у створенні на великому поршні більшої сили. Натискаючи на малий поршень, ми стискаємо масло в малому циліндрі й нагнітаємо його у великий циліндр. Тиск масла у великому циліндрі зростає, і поршень великого циліндра все сильніше стискає (тобто пресує) деталь. Гідравлічний прес дозволяє одержати значний виграш у силі, який залежить від відношення площ поршнів.



**Рис. 22.2.** Гідравлічні інструменти: прес (а); домкрат (б); трубозгинальник (в); гідравлічні ножиці (г)



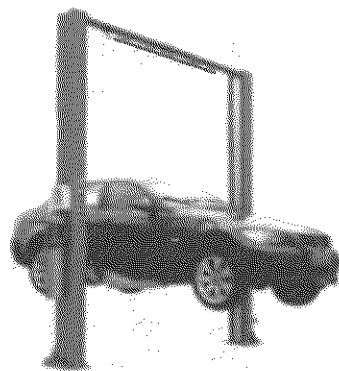
За таким принципом працюють й інші *гідравлічні інструменти та пристрої* (рис. 22.2). Так, *гідравлічний підйомник* дозволяє, приклавши невелику силу, підняти важкий автомобіль (рис. 22.3).

## 2 Використовуємо насоси для відкачування води

Найпершими гідравлічними машинами, які застосовувалися ще в стародавні часи, були *всмоктувальні та нагнітальні насоси*.

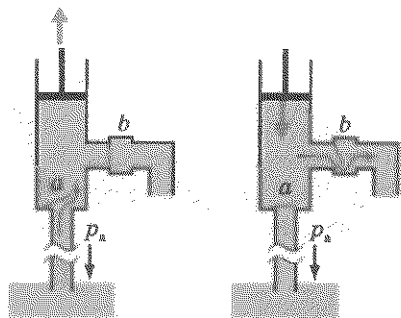
У *всмоктувальному насосі* (рис. 22.4) внаслідок підняття поршня тиск у резервуарі під поршнем зменшується і клапан *a* відкривається. Через цей відкритий клапан вода під впливом атмосферного тиску  $p_a$  підіймається в резервуар під поршнем. Коли поршень почне рухатися вниз, клапан *a* закриється, а клапан *b* відкриється і вода почне виливатися через кран насоса. У разі подальшого руху поршня вгору все повторюється. Максимальна висота, на яку можна підняти воду за допомогою всмоктувального насоса, визначається атмосферним тиском і становить 10,3 м (пригадайте, чому).

У *нагнітальному насосі* (рис. 22.5) під час першого руху поршня вгору тиск над поверхнею рідини над клапаном *a* і під клапаном *b* зменшується. Унаслідок цього клапан *a* відкривається, а клапан *b* — закривається. Під дією атмосферного тиску  $p_a$  вода піднімається за поршнем через відкритий клапан *a*. Потім, коли поршень почне рухатися вниз, через збільшення тиску під поршнем клапан *a* закриється, а клапан *b* відкриється. Поршень витисне

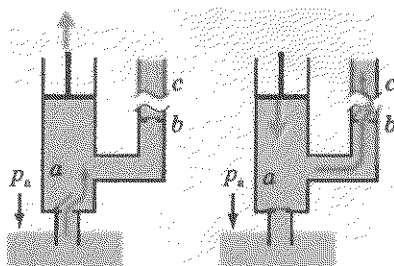


**Рис. 22.3.** Гідравлічний підйомник — приклад гідравлічної машини

**Рис. 22.4.** Принцип дії всмоктувального насоса: вода піднімається за поршнем за рахунок дії атмосферного тиску



**Рис. 22.5.** У нагнітальному насосі всмоктування води під час кожного зворотного руху поршня змінюється на нагнітання води в трубу водогону



через клапан  $b$  воду до вертикальної труби  $c$ . Під час другого руху поршня вгору клапан  $b$  буде закритий і вода з вертикальної труби  $c$  не потраплятиме назад у насос.

### **Підбиваємо підсумки**

Властивості сполучених посудин покладено в основу дії гідравлічних машин та насосів. Рівновага сил у гідравлічних машинах буде за умови, якщо  $\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$ .

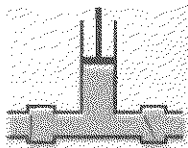
Насоси бувають всмоктувальні та нагнітальні. Неодмінними деталями насосів є поршень, циліндр та клапани, що пропускають рідину тільки в одному напрямку.

### **Контрольні запитання**

1. У чому полягає принцип дії гідравлічної машини?
2. Сформулюйте умову рівноваги поршнів гідравлічної машини.
3. Де застосовуються насоси?
4. Які види насосів ви знаєте?
5. Чим визначається висота підняття рідини у всмоктувальному насосі?

### **Вправа № 22**

1. Куди рухається поршень насоса (див. рисунок): угору чи вниз?
2. Яке зусилля розвиває гідравлічний прес, якщо до малого поршня прикладають силу 100 Н? Площі поршнів дорівнюють 2 см<sup>2</sup> і 2 дм<sup>2</sup>.
3. На більший поршень гідравлічної машини діє сила 4000 Н. Яка сила діє на менший поршень, якщо площі поршнів дорівнюють відповідно 400 см<sup>2</sup> і 10 см<sup>2</sup>?
4. Щоб за допомогою гідравлічної машини підняти контейнер вагою 3000 Н, до малого поршня прикладають силу 200 Н. Чому дорівнює площа великого поршня, якщо площа малого становить 4 см<sup>2</sup>?
- 5\*. Малий поршень гідравлічної машини опустився під дією сили 300 Н на 4 см, а великий піднявся на 1 см. Яка сила діяла на великий поршень?



### **ФІЗИКА ТА ТЕХНІКА В УКРАЇНІ**

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна (ХНУ), заснований у листопаді 1804 р., — один із найстаріших університетів Східної Європи. Історія ХНУ є невід'ємною частиною інтелектуальної, культурної та духовної історії України. З Харківським університетом пов'язані імена таких усесвітньо відомих науковців та просвітителів, як П. П. Гулак-Артемовський, О. М. Ляпунов, М. І. Костомаров,

М. П. Барабашов, М. М. Бекетов, Д. І. Багалій, А. М. Краснов, М. В. Остроградський, В. А. Стеклов, О. О. Потєбня, О. В. Погорєлов та багато інших. Харківський університет — єдиний в Україні, де навчалися або працювали три лауреати Нобелівської премії — біолог І. І. Мечников, економіст Саймон Кузнець, фізик Л. Д. Ландау.