

# Пневматичний циліндр – скільки він коштує порівняно з лінійним двигуном?

Пневматичний привід — це пристрій, який перетворює енергію стисненого повітря в силу, необхідну для роботи машини. Підприємства використовують пневматичні приводи, наприклад в:

- обладнання для харчової та фармацевтичної промисловості – у машинах для пакування та етикетування;
- автоматизація виробничих ліній – у системах транспортування та сортування;
- деревообробні верстати – стрічкові пили та фрезерні верстати;
- обладнання хімічної та нафтохімічної промисловості – у системах дозування;
- металообробне обладнання – у токарних та свердлильних верстатах.



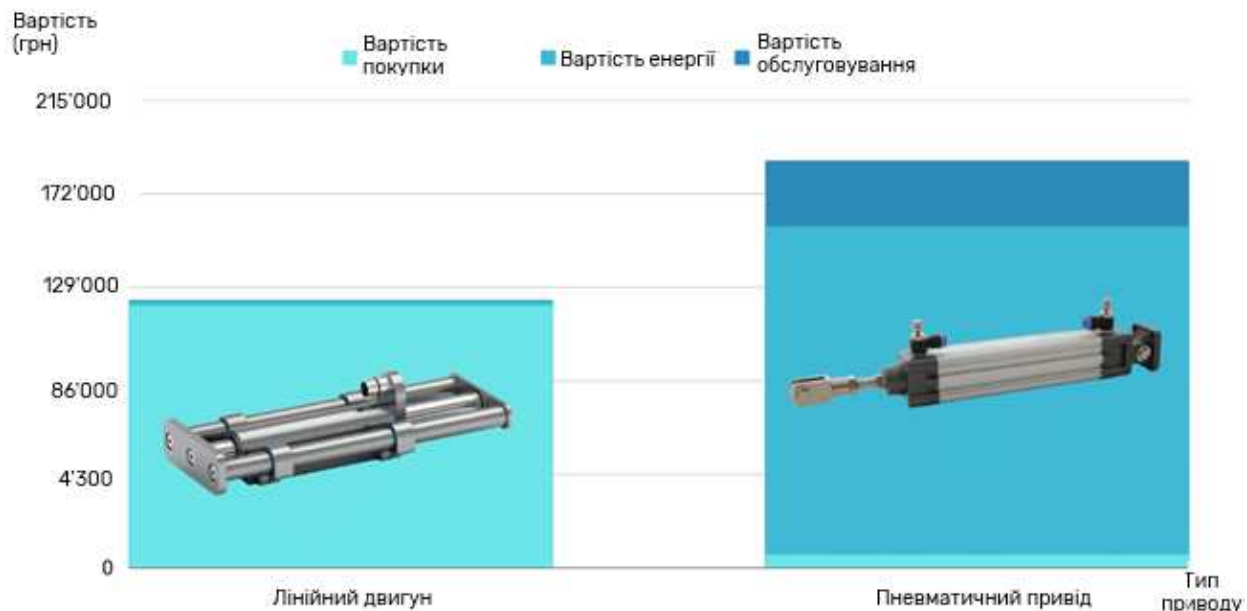
Приводи та двигуни використовуються на різних етапах виробництва: від дозування і закупорки, до сортування.

Промисловість сьогодні найчастіше використовує пневматичні двигуни через низьку закупівельну вартість і високу стійкість до умов роботи. Однак підприємці все частіше звертаються до альтернативних варіантів у вигляді електричних лінійних двигунів. Закупівельна ціна лінійного двигуна порівняно з пневматичним приводом однозначно вища. Однак вартість окупиться менш ніж за рік. Це пояснюється значно меншими експлуатаційними витратами при використанні лінійного двигуна. Крім того, лінійні двигуни мають схожий з пневматичними рівень довговічності.

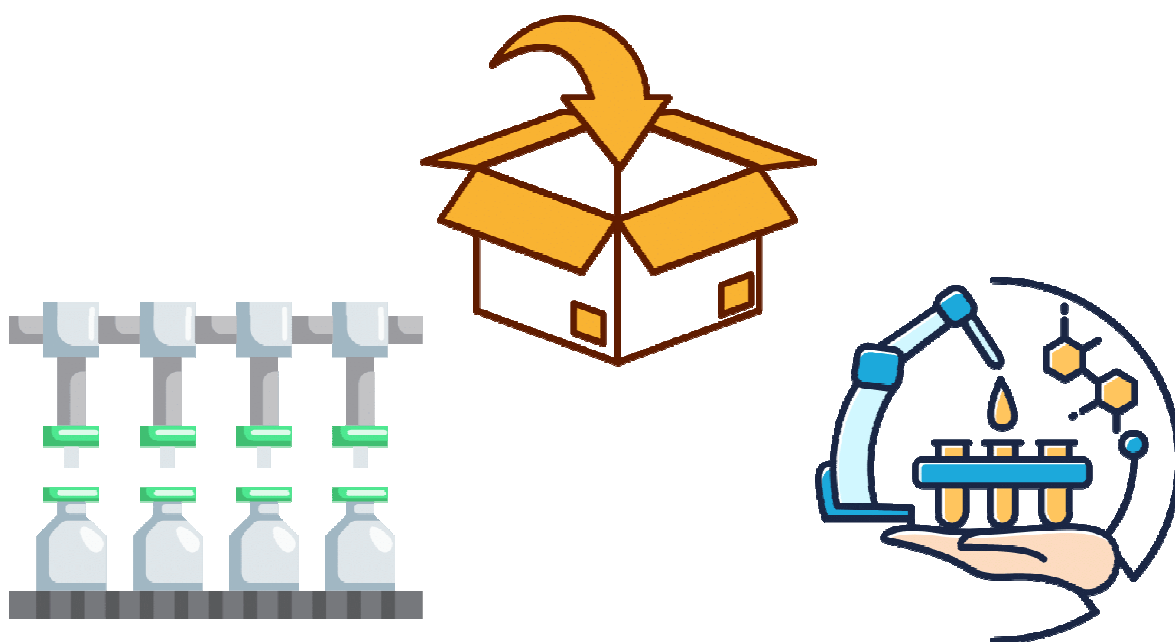
Скільки ви витратите на перший погляд на пневматичний циліндр і лінійний двигун?

1. Для випробувань ми взяли машину, яка під час роботи переміщує масу 15 кг горизонтально на відстань 400 мм за 2 секунди. Машина працює 8000 годин на рік, тобто виконує 14 400 000 циклів на рік.
2. Ціна пневматичного циліндра з аксесуарами коливається від 10000 до 18 000 грн. Вибраний для нашого прикладу привід коштує близько 14 000 гривень.
3. Річна вартість енергії для роботи пневматичного приводу становить 207636гривень.
4. Ціна електричного лінійного двигуна коливається від 50000 до 300 000 гривень. Вибраний для нашого прикладу двигун коштує приблизно 140 000 гривень.
5. Річна вартість енергії для роботи електричного лінійного двигуна становить 2304гривень.

**Значно менші енерговитрати лінійного двигуна дозволяють електроприводу окупитися приблизно за 7 місяців. Після цього лінійні двигуни заощадять вам значну кількість грошей! Крім того, менше споживання електроенергії значно зменшить викиди CO2.**



## Чому ми обираємо пневмодвигуни?



1. Широкий спектр застосування, в т.ч у харчовій та фармацевтичній промисловості, пакуванні та конвеєрних лініях.
2. Низька вартість покупки.
3. Робота в широкому діапазоні температур.
4. Ударостійкість і вологостійкість.

Пневматичні двигуни пропонують хорошу якість роботи в обмін на низьку ціну покупки. Крім того, вони прості в експлуатації та не вимагають утримуючого струму при встановленні у вертикальному положенні. Пневматичні рішення мають багато застосувань, та використовуються в різних сферах промисловості.

## Що відрізняє конкурентні лінійні двигуни?



Висока вартість покупки



Дуже низькі експлуатаційні витрати



Робота в широкому діапазоні температур



Ударостійкість і вологостійкість

Висока вартість лінійних двигунів компенсується низьким енергоспоживанням. Точність, швидкість і довговічність лінійних двигунів на тому ж рівні, що і пневмоциліндрів. Також лінійні двигуни мають аналогічний діапазон безпеки порівняно з пневматичними двигунами.

## Застосування пневмоприводу та лінійного двигуна з компресором

Важко уявити промислове підприємство без застосування стисненого повітря у виробництві чи чистці обладнання. Але високий попит на стиснене повітря призводить до збільшення витрат на електроенергію. Стиснене повітря є одним з найдорожчих джерел енергії.

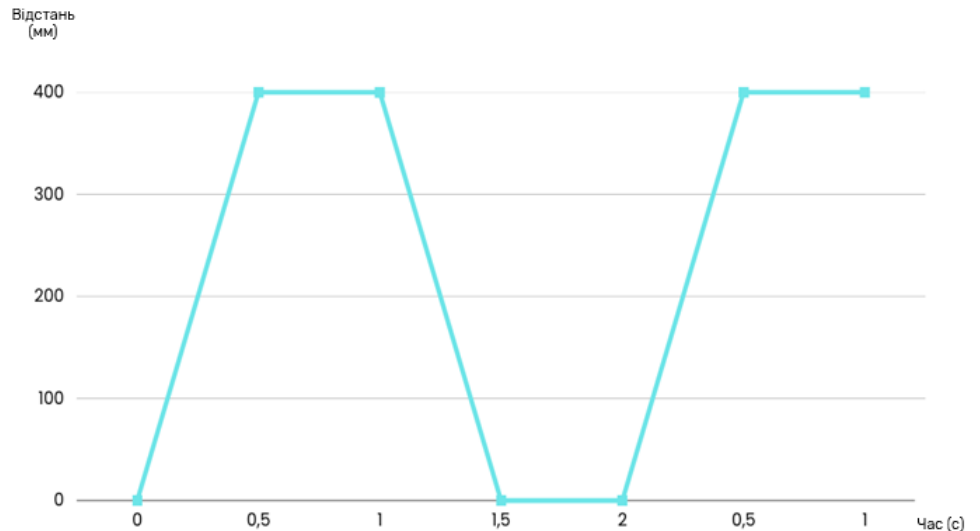
Висока вартість стисненого повітря пояснюється тим фактом, що повітряні компресори здатні перетворювати лише невелику кількість вхідної енергії в корисну потужність. Велика частина енергії розсіюється у вигляді теплових втрат. Новітні технології, однак, дозволяють збільшити ККД до 30%. Але подальше підвищення ефективності практично неможливе, оскільки фізичні межі вже практично досягнуті. В результаті ми отримуємо високу вартість: двигун, компресор, втрати під час запуску пристрою, втрати в результаті витоку в системах розподілу та втрати в результаті передачі стисненого повітря. Зрештою, після додаткових втрат перетворення в приводі (без оптимізації) лише близько 5% вхідної енергії доступне як корисна потужність. Незначно підвищити цей показник можна завдяки оптимізації конструкції системи трубопроводів і приводів, швидкого виявлення витоків і використання систем рекуперації. Таким чином можна скоротити втрати на 20 - 40%.

Навіть якщо всі ці умови виконуються, все ще існує проблема неефективного використання вхідної енергії системами стисненого повітря, при цьому максимальний загальний ККД, який можна досягти, становить 10%. Крім того, загальна вартість придбання компресора виявляється неадекватно високою по відношенню до ефективно використаної енергії. Якщо близько 10% від загальної вартості потрібно витратити на придбання обладнання і ще близько 10% на обслуговування його системи, то 70-80% від загальної вартості при використанні компресора становить споживання енергії.

У часи зростання цін на енергоносії та зростання екологічної обізнаності (особливо щодо викидів CO<sub>2</sub>) все більше компаній намагаються виключити повітряні компресори зі своїх заводів або принаймні скоротити їх використання до абсолютного мінімуму. Альтернативи приводам на стисненому повітрі тепер доступні майже без винятку. Хорошою заміною є використання універсальних лінійних електродвигунів від компанії LinMot.

## Припущення для енергії

Для порівняння вартості споживання енергії двигунами повітряних компресорів ми взяли машину, яка під час роботи переміщує масу 15 кг горизонтально на відстань 400 мм за 0,5 с, зупиняє її на 0,5 с, повертає на відстань 400 мм. і знову зупиняється на 0,5 с.



Для цього прикладу циклу ми розрахували кількість енергії, необхідної для повітряного циліндра та лінійного двигуна. Машина працює за заданим циклом безперервно в тризмінний режим. Враховуючи перерви в роботі заводу, необхідні для обслуговування та соціальних причин, ми припускаємо 8000 годин роботи на рік. Цикл триває 2с (це 30 циклів за хвилину), тому на рік потрібно 14 400 000 циклів.

$$30 * 60 * 8000 = 14\,400\,000 \text{ циклів}$$

Випадок, який ми аналізуємо, стосується виконання простих точкових рухів між двома положеннями (у випадку більш складних рухів економічна ефективність використання лінійних двигунів буде ще більшою).

## Витрати енергії на рішення завдання лінійним двигуном

### Вибір лінійного двигуна

Програма вибору механізму для руху від виробника, вказує на використання двигуна з такими параметрами: діаметр статора 48 мм, діаметр штока поршня 28 мм, робочий хід 400 мм, потужність 48 Вт. Лінійний двигун, який ми обираємо, коштує приблизно 140'000 грн.

## Розрахунки

Необхідний час позиціонування 500 мс для вищевказаного завдання досягається при прискоренні  $10 \text{ м/с}^2$  і швидкості руху  $1 \text{ м/с}$ . Час розгону лінійного двигуна до корисної роботи становить 100 мс. Це означає, що ефективно споживання електроенергії відбувається лише за 1/5 часу позиціонування. У нерухомому стані та під час руху (з постійною швидкістю) двигун не споживає ніякої енергії, крім тієї, яка необхідна для подолання тертя.

Кінетична енергія, що утворюється під час гальмування, перетворюється в електричну енергію в двигуні та зберігається в проміжних конденсаторах сервоконтролера, де її можна використовувати в наступному циклі.



Припускаючи 8000 годин роботи на рік (робота в три зміни) і ціну на електроенергію  $6,0 \text{ грн/кВт-год}$  (ціна для підприємств може відрізнятись в залежності від регіону та можливостей постачання), загальні річні витрати на енергію становлять 2304 гривень.

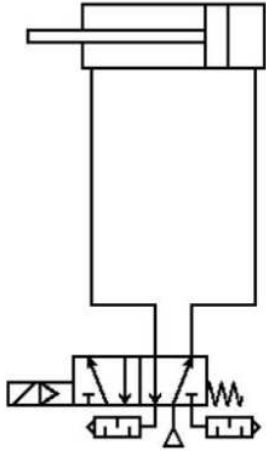
$6,0 \text{ грн/кВт} \cdot \text{год} \cdot 8000 \text{ год} \cdot 0,048 \text{ кВт} = 2304 \text{ гривень}$  – річна вартість експлуатації лінійного двигуна

## Витрати енергії на рішення завдання пневмоприводом

### Вибір пневмоприводу

SELECTION RESULTS

← Push

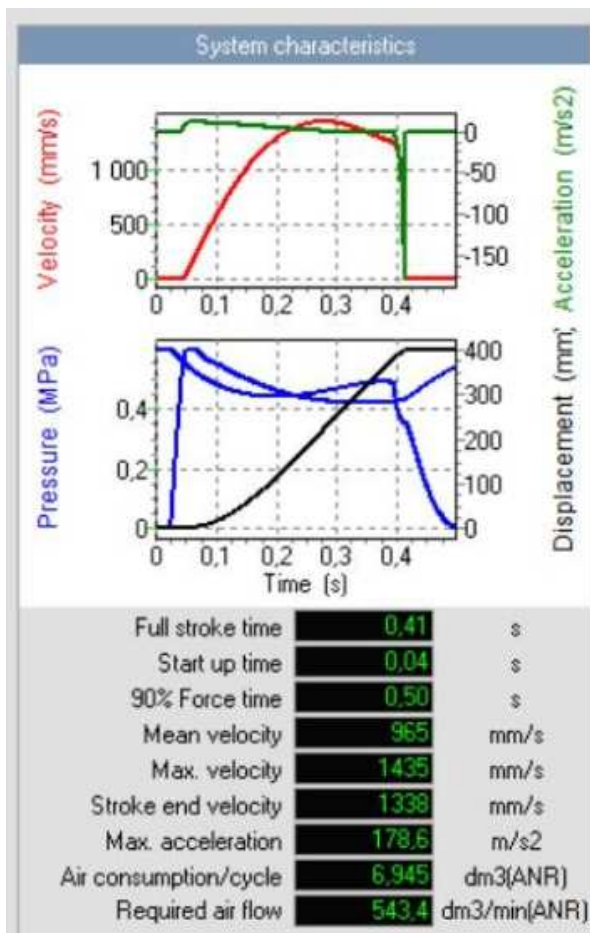


Input values	
Stroke	400 mm
Moving direction	Push (L)
Supply pressure	0.60 MPa
Ambient temperature	20 degC
Total length (L)	2.0 m
Total length (R)	2.0 m
Speed controller position (L)	
Opening	
Speed controller position (R)	
Opening	
Load mass	15.00 kg
Resistance force	
Mounting angle	0 deg
Application	Transfer
Friction factor	Guideless
Silencer opening	
Quick exh. valve opening	

Якщо вантаж масою 15 кг пневматично транспортується з (максимальною) швидкістю  $1 \text{ м/с}$  (як вимагається прикладом застосування двигуна), слід використовувати пневматичний циліндр із діаметром поршня 40 мм. Пневматичний циліндр, який ми обираємо, коштує близько 14 000 грн.







## Розрахунки

На відміну від лінійного двигуна, енергія (стиснене повітря) повинна подаватися протягом усього часу руху. Кінетична енергія від гальмування також повинна поглинатися амортизаторами і не може бути негайно збережена для наступного руху.

Згідно з технічними характеристиками від виробника, для ходу 400 мм вибраний циліндр споживає 543,4 дм<sup>3</sup> повітря в хвилину під тиском 6 бар. Таким чином пневматичний циліндр потребує близько 260 000 м<sup>3</sup> стисненого повітря на рік у безперервній роботі (8 000 год/рік). Враховуючи падіння тиску, зниження та втрати на витік на 10%, компресор повинен стиснути та доставити в трубопровід приблизно 286 000 м<sup>3</sup> повітря.

Стандартний компресор (двигун 7,50 кВт, продуктивність 0,77 м<sup>3</sup>/хв) споживає приблизно 0,11 кВт-год електроенергії для стиснення 1 м<sup>3</sup>/год при 6 барах, включаючи

пускові втрати, та втрати на магістралі.

Таким чином, загальні річні витрати на енергію використання пневматичного двигуна становлять 188760 гривень (6,0грн/кВт-год \* 0,11 кВт-год/м<sup>3</sup> \* 286 000 м<sup>3</sup>), це більше ніж в 80 разів більше, ніж у випадку електричного еквівалента. З більшою кількістю циклів коефіцієнт використання енергії пневматичного двигуна буде набагато гіршим порівняно з лінійним двигуном.

На додаток до розрахунку витрат на чисту енергію стисненого повітря, витрати на інвестиції та обслуговування також повинні бути включені в розрахунок загальних витрат. На практиці вони становлять близько 10% загальних експлуатаційних витрат, що піднімає загальну річну вартість експлуатації та обслуговування пневматичного приводу до 207 тисяч гривень.

$6,0\text{грн/кВт-год} * 0,11\text{ кВт-год/м}^3 * 286\ 000\ \text{м}^3 * 1,1 = 207636\text{гривень}$  – річна вартість експлуатації пневматичного приводу

## Знизьте викиди CO<sub>2</sub> за допомогою лінійних двигунів

Ще однією перевагою переходу на електричний лінійний привід є світова тенденція.

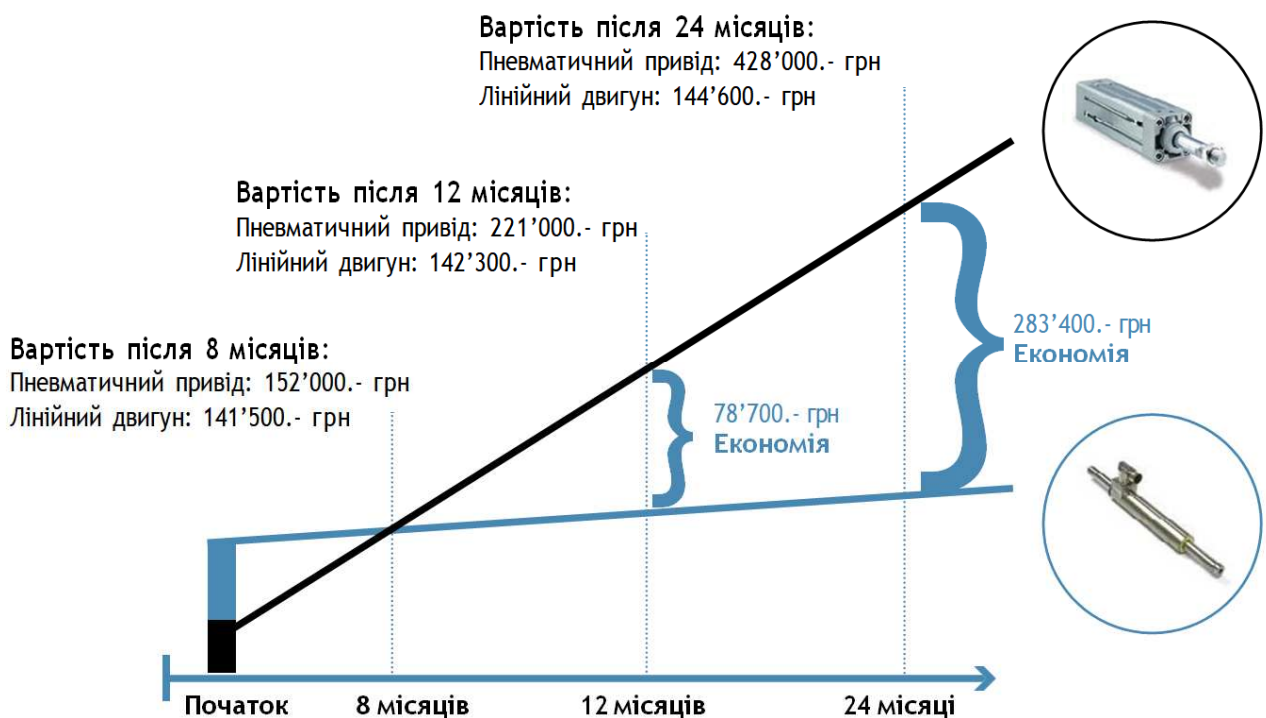
Енергія 31 000 кВт/год, яка потрібна пневматичному циліндру в цьому, призводить до викиду в атмосферу близько 15 000 кг CO<sub>2</sub> протягом року.

Таким чином, кількість викидів CO<sub>2</sub> однозначно говорить на користь переходу на лінійні електродвигуни.



### Що ти вибереш? Довгострокові або короткострокові заощадження?

Висока вартість експлуатації промислових пневматичних приводів робить все більш доцільним перехід на електричні лінійні двигуни.



Значно менші витрати на електроенергію окупають електропривод менше ніж за півроку. Після цього часу ви зможете значно заощадити з лінійними двигунами!

В зв'язку з високою вартістю експлуатації пневматичних приводів та постійним ростом ціни на електроенергію, перехід на електричні лінійні двигуни є очевидним та неминучим. Використовуючи лінійні двигуни, ви почнете заощаджувати значні кошти вже через 8 місяців експлуатації.