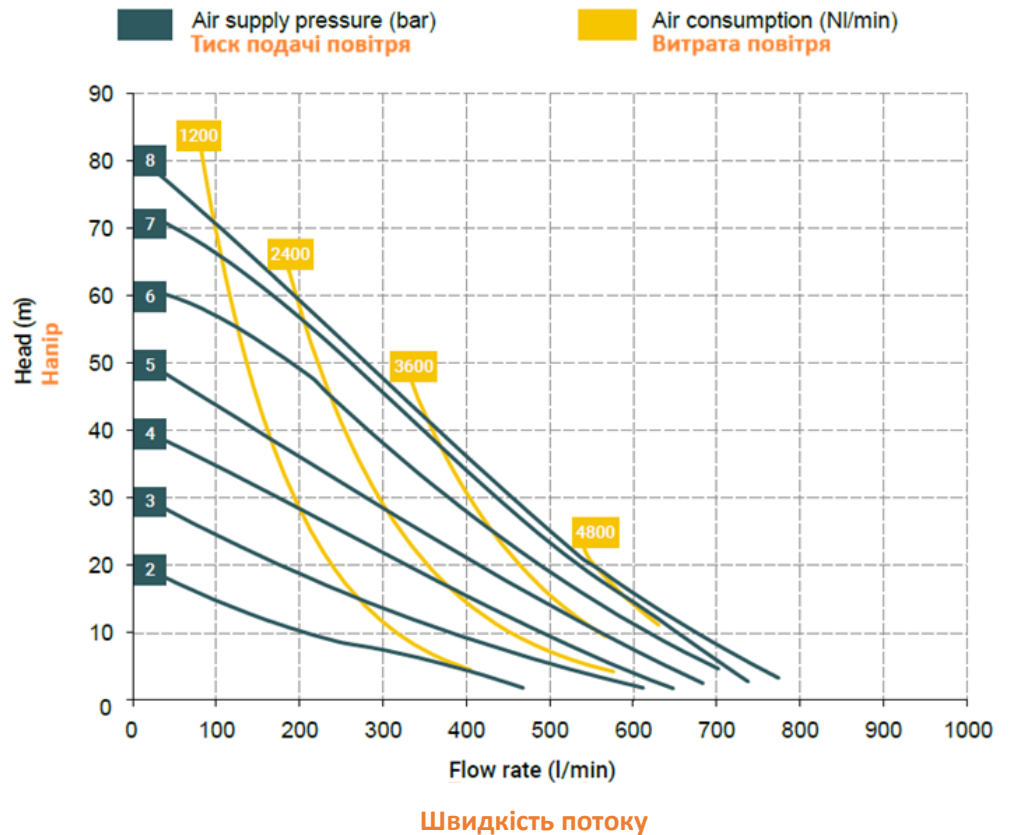


ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТИ ПОВІТРЯ для підбору повітряного компресора

Наприклад, Вам потрібно прорахувати витрату повітря для моделі BOXER 503:

Мембранні пневматичні насоси DEBEM



Щоб правильно розрахувати витрати повітря (Air consumption) за цим графіком, потрібно врахувати два параметри:

- Тиск подачі повітря** (Air supply pressure) відображено темно-зеленими лініями, підписаними значеннями від 2 до 8 бар.
- Продуктивність насоса** (Flow rate) – це подача в літрах за хвилину (л/хв) по горизонтальній осі.

Напір (Head) – відображений по вертикалі (в метрах).

А **жовті криві** на графіку показують витрату повітря в нормальних літрах за хвилину (NI/min), позначену жовтими мітками: 1200, 2400, 3600, 4800.

Приклад Вашої задачі:

Ви хочете дізнатися про витрату повітря при перекачуванні **води** з такими заданими параметрами:

Продуктивність: $2 \text{ м}^3/\text{год} = 2000 \text{ л}/\text{год} = 33,33 \text{ л}/\text{хв}$

Напір: 10 м

Рідина яка планується перекачуватись: Вода холодна, звичайна, в'язкість $\sim 1 \text{ cP}$

1: Знайдемо цю точку на графіку

По горизонталі: 33 л/хв – дуже близько до початку осі, між 0 та 100.

По вертикалі: 10 м – низький натиск, майже внизу графіка.

Тепер дивимося, з якими кривими ця точка перетинається.

2: Визначимо тиск та криву витрати повітря

На висоті 10 м і подачі 33 л/хв перетинаються всі криві тиску, починаючи від 2 бар і вище, тому що цей режим найлегший для насоса (Позначено **червоною штрих-пунктирною лінією**).

Тобто при 2, 3, 4, ... 8 бар можна досягти цих умов, але чим вищий тиск — тим вища витрата повітря.

3: Визначимо витрати повітря

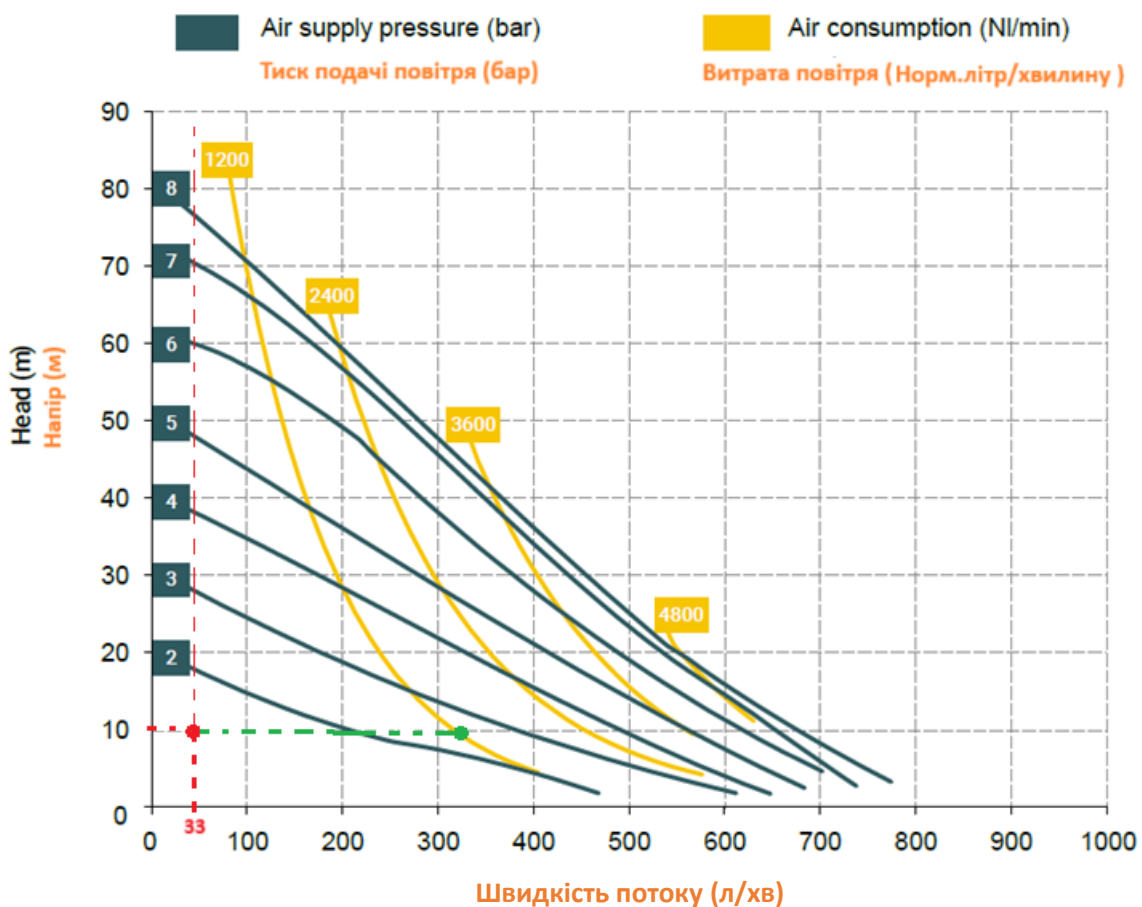
Подивимося по жовтих кривих (Air consumption):

При 33 л/хв і 10 м - точка близька до початку жовтих кривих.

Ця точка знаходиться трохи вище за рівень кривої 1200 NI/min (найліва жовта крива).

(Позначено **зеленою штрих-пунктирною лінією**).

Отже, витрата повітря буде близько 1200 NI/min або трохи менше.



Відповідь:

Витрата повітря $\approx 1100\text{--}1200$ NI/min при продуктивності 2 м³/год і напіру 10 м (на мінімальному робочому тиску близько $2\text{--}3$ бар).

Можна використати таблицю залежності витрати повітря (NI/min) від тиску та подачі при постійному тиску 10 м.

За графіком: при низькому натиску (10 м) насос легко працює навіть при низькому тиску, і витрата повітря майже пропорційна подачі та тиску.

Витрата повітря (NI/min) при напорі 10 м

Тиск (бар)	10 л/хв	20 л/хв	30 л/хв	40 л/хв	50 л/хв	60 л/хв	70 л/хв	80 л/хв	90 л/хв	100 л/хв
2	~100	~180	~260	~340	~420	~500	~580	~660	~740	~820
3	~150	~270	~390	~510	~630	~750	~870	~990	~1110	~1230
4	~200	~360	~520	~680	~840	~1000	~1160	~1320	~1480	~1640
5	~250	~450	~650	~850	~1050	~1250	~1450	~1650	~1850	~2050
6	~300	~540	~780	~1020	~1260	~1500	~1740	~1980	~2220	~2460
7	~350	~630	~910	~1190	~1470	~1750	~2030	~2310	~2590	~2870
8	~400	~720	~1040	~1360	~1680	~2000	~2320	~2640	~2960	~3280

Як отримати значення:

Грунтуючись на пропорційності:

Витрата повітря приблизно лінійно залежить від подачі та тиску, якщо напір низький.

Використані опорні точки з графіка:

При 33 л/хв - 40 л/хв і 10 м – витрата близько 510 NI/min при 3 бар → це дає базову пропорцію.

А що коли треба качати не воду а наприклад густий продукт ?

Продуктивність: $2 \text{ м}^3/\text{год} = 2000 \text{ л}/\text{год} = 33,33 \text{ л}/\text{хв}$

Напір: 60 м (6 бар)

Рідина яка планується перекачуватись: Жирова начинка для приготування вафельного крема, в'язкість ~ 3000 сР, $\rho \approx 1200-1300 \text{ кг}/\text{м}^3$, $t - 45-50\text{C}$,

Як в'язкість впливає на витрату повітря:

В'язкість рідини суттєво впливає на роботу пневматичного насоса і, відповідно, на фактичну витрату повітря.

1. Зростає навантаження на насос:

Густа або в'язка рідина (як жирова начинка) створює більше опору при прокачуванні. Насосу потрібно більше зусиль, щоб проштовхнути продукт — отже, зростає витрата повітря.

2. Знижується ефективність насоса:

Для в'язких продуктів витрата повітря зростає, особливо при запуску, терті, пульсації. При прокачуванні в'язких речовин насос може працювати з меншим ККД: частина циклу витрачається на «виштовхування» густої маси. Через це фактична подача зменшується, а повітря витрачається так само або більше.

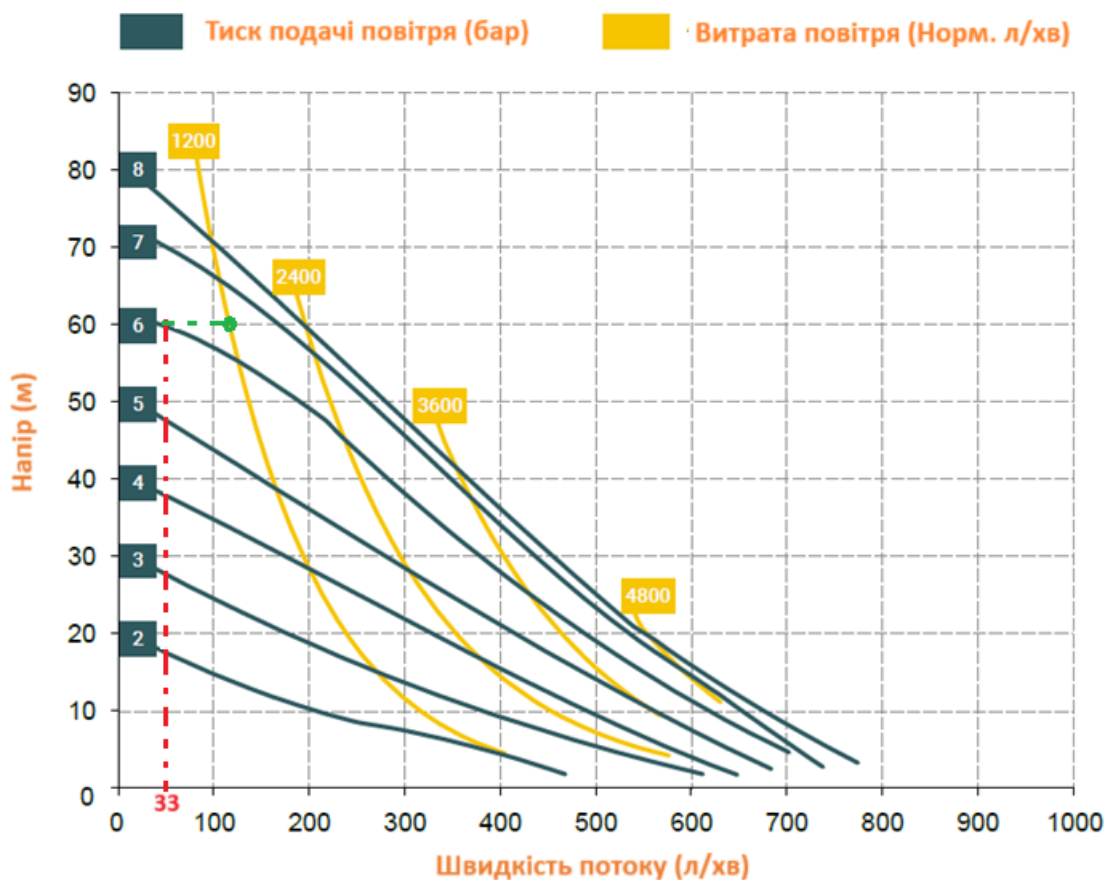
3. Температура частково знижує в'язкість:

Жирова начинка при 45–50 °С тепла, а значить менш в'язка. Але навіть при цій температурі її в'язкість буде значно вищою за воду.

Спочатку треба порахувати стандартно як по «воді», а потім зробити корегування на в'язкість.

На перетині тиску 6 бар і витрати 33 л/хв, орієнтовна витрата повітря становить ≈ 600 Нл/хв

! Це значення стосується води або близької до неї за в'язкістю рідини.



Коефіцієнт корекції на в'язкість

В'язкість рідини (сР)	Приклад	Збільшення витрати повітря
1	Вода	100% (Еталон)
10 - 50	Молоко, сироп	+ 10-20%
100 - 500	Рідкі жири, соуси	+ 20-40%
1000 +	Крем, тісто, жирова маса	+ 50-100% або більше

Коригування на в'язкість (~ 3000 сР): зазвичай беруть **1,3 – 1,5** для рідин у діапазоні 2000 – 4000 сР.

Оцінка витрати повітря з поправкою: $600 \text{ Нл/хв} \times 1,4 \approx 840 \text{ Нл/хв}$

Для перекачування жирової начинки (3000 сР) при напорі 60 м та продуктивності 33 л/хв, орієнтовна витрата повітря буде: $\approx 800 - 850 \text{ Нл/хв}$

Рекомендації:

1. **Завжди робіть поправку на в'язкість (25–50%)**, коли мова про продукти типу начинок, кремів, жирів.
2. Якщо можливо, **заміряйте в'язкість у сР** — це допоможе точніше налаштувати насос або підібрати модель.
3. Обирайте насос з **резервом по повітряному витраті та тиску**, не «впритик».

Якій потрібен КОМПРЕСОР ?

Параметр	Значення
Тип компресора	Гвинтовий (не поршневий!)
Продуктивність	від 1,0 до 1,2 м ³ /хв
Робочий тиск	7–8 бар
Резервуар (ресивер)	не менше 270 л (краще 500 л)
Потужність двигуна	від 7,5 до 11 кВт
Додатково	Осушувач повітря обов'язково, щоб уникати конденсату в повітряному приводі насоса

Чому НЕ поршневий компресор?

1. Нестабільний тиск

Поршневий компресор працює **циклічно** (включився → нагнав тиск → вимкнувся → впав тиск → знову включився).

Для в'язкої начинки важлива **стабільність тиску**, інакше насос буде "сіпатись", а потік — пульсувати.

Це вплине на якість перекачування, зросте зношення мембран/клапанів.

2. Низький ресурс при тривалій роботі

Поршневі компресори створені для **короткочасної або переривчастої роботи** (5–10 хвилин на кожні 15–20 хв відпочинку).

Якщо насос працює **постійно або по 10–30 хв** за раз — поршневий перегріється, зношується, швидко вийде з ладу.

3. Високий рівень шуму і вібрації

Поршневі компресори гучні. У виробничому цеху з харчовими продуктами це **небажано**.

Гвинтовий компресор працює тихіше, плавно, рівномірно.

4. Відсутність осушувача = конденсат

У більшості побутових/напівпромислових поршневих компресорів **немає осушувача повітря**.

Конденсат у пневмосистемі = **волога в повітрі** → **корозія** → **поломки насоса**, особливо в харчовому виробництві!

А гвинтовий:

- Працює **безперервно**
- **Рівномірна подача тиску** — ідеально для твоєї в'язкої начинки
- **Осушувач вбудований** або зовнішній
- Тихий, енергоефективний, розрахований на 24/7

Висновок:

Качати густу жирну начинку - це складне завдання. Щоби все працювало надійно **правильне інженерне рішення це ГВИНТОВИЙ КОМПРЕСОР.**