

# СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ПНЕВМАТИЧНІ УСТАНОВКИ ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ»



Ступінь освіти	бакалавр
Освітня програма	Гірництво
Тривалість викладання	нормативний термін навчання 13, 14 чверть; скорочений термін навчання 9, 10 чверть
Заняття:	Осінній семестр
лекції:	2 години
практичні заняття:	2 година
Мова викладання	українська

Сторінка курсу на СДО НТУ «ДП»: <https://do.nmu.org.ua/course/view.php?id=1353>

Кафедра, що викладає Транспортних систем і енергомеханічних комплексів



**Викладач:**  
**Трофимова Олена Павлівна**  
Старший викладач

**Персональна сторінка**  
<https://tst.nmu.org.ua/ua/starshivekladachi.php>

**E-mail:**  
[trofymova.o.p@nmu.one](mailto:trofymova.o.p@nmu.one)

## 1. Анотація до курсу

На підприємствах гірничої галузі значне поширення мають пневматичні установки, в яких використовується стисле повітря в якості енергоносія. Цьому сприяють такі позитивні властивості стислого повітря, як безпека використання, висока енергоємність обладнання, зручність в застосуванні в ручному інструменті, простота в автоматизації процесів. На вугільних шахтах з високим рівнем метановості пневматична енергія є основним видом енергії на підземних роботах. У той самий час пневматична енергія – це дуже дорогий вид енергії, тому її використання потребує, по-перше, серйозного обґрунтування, і, по-друге, грамотного проектування пневматичних установок і забезпечення їх економічної та безпечної експлуатації.

У рамках курсу розглядаються будова та принципи роботи компресорів, пневматичних двигунів, інших елементів пневматичних установок, теорія робочих процесів, що в них відбуваються. Знання та розуміння цих питань формують певний рівень інженерної підготовки фахівця, його спроможність розв'язувати складні задачі в області проектування та експлуатації пневматичних установок гірничих підприємств.

## **Мета та завдання курсу**

**Мета дисципліни** – формування умінь і компетенцій щодо будови, теоретичних засад, розрахунку та організації економічної, надійної й безпечної експлуатації пневматичних установок гірничих підприємств.

### **Завдання курсу**

- надати здобувачам вищої освіти знання будови та теорії робочих процесів, що відбуваються в елементах пневматичних установок – в компресорах, трубопроводах, пневматичних двигунах, в інших споживачах стисненого повітря;
- надати знання принципів та методів проєктування, основних правил ефективної та безпечної експлуатації пневматичних установок гірничих підприємств.

## **3 Результати навчання**

Розуміти роль пневматичної енергії в виробничих процесах гірничих підприємств, її позитивні та негативні властивості, знати загальну будову пневматичних установок.

Знати основні параметри, що характеризують компресори – тиск усмоктування та нагнітання, ступінь підвищення тиску, подача, потужність на валу, ККД.

Знати будову, принцип дії, теоретичний та фактичний робочі процеси поршневих компресорів, причину використання та будову багатоступінчастих машин, способи регулювання подачі поршневих компресорів та методи діагностування їхнього технічного стану, основні правила ефективної та безпечної експлуатації.

Знати будову, принцип дії, особливості робочих процесів ротаційних пластинчастих і гвинтових компресорів, їх достоїнства та недоліки.

Знати будову та принцип дії відцентрових компресорів, теоретичний і фактичний робочі процеси в ступені турбокомпресора, причину використання та принципи побудови багатоступінчастих турбокомпресорів, вміти перераховувати їхні газодинамічні характеристики на умови, що відрізняються від паспортних. Розуміти сутність та причину появи помпажу в турбокомпресорній установці та знати методи його запобігання

Знати будову та принцип дії пневматичних двигунів гірничих машин, їх робочі процеси та конструкції.

Знати будову та принципи розрахунку пневматичних трубопровідних мереж, принципи проєктування пневматичних установок шахт.

## **4. Структура курсу**

### **ЛЕКЦІЇ**

#### **1. Основні відомості про пневматичні установки**

Причини використання стисненого повітря в якості енергоносія для живлення гірничих машин і фактори, що обмежують його використання. Загальна будова пневматичної установки.

Основні показники компресорів – тиск усмоктування та нагнітання, ступінь підвищення тиску (СПТ), подача, потужність на валу, ККД.

## **2. Поршневі компресори (ПК)**

Схема будови та принцип роботи ПК.

Теоретичний робочий процес одноступінчастого ПК: індикаторна діаграма;

об'єм, що описує поршень за один хід, та подача компресора;

робота, що виконує поршень за один цикл, та потужність на валу компресора;

залежність роботи від показника процесу стиснення та бажане його значення;

тепло, що відводиться від газу при стисненні, та проблеми при оцінюванні економічності ПК;

поняття про ексергію (роботоздатність) стисненого повітря, поняття про ексергетичний ККД компресора.

## **3. Фактичний робочий процес одноступінчастого ПК**

Основні фактори, що зменшують подачу дійсного ПК, та врахування їх впливу – мертвий (шкідливий) простір в циліндрі, об'ємний коефіцієнт;

дросельні втрати на всмоктуванні та нагнітанні, коефіцієнт дросельних втрат;

витоки та коефіцієнт витоків;

коефіцієнт подачі ПК.

Осереднений показник процесу стиснення та фактична індикаторна діаграма ПК.

Поняття про індикаторні ККД компресора та підрахунок потужності на валу дійсного ПК.

Діагностика стану ПК за його індикаторною діаграмою.

## **4. Межі стиснення газу в ступені ПК. Багатоступінчасті компресори**

Граничні значення СПТ в ступені ПК за величиною мертвого простору в циліндрі та за температурою стисненого газу.

Будова загальнопромислового двоступінчастого ПК, його робота та індикаторна діаграма.

Оптимальний розподіл загального СПТ компресора між ступенями та технічне його значення зників роботи проміжних ступенів компресора від параметрів газу на вході в компресор.

## **5. Регулювання подачі ПК**

Частотне регулювання як загальний сучасний метод зменшення подачі нагнітальної машини.

Специфічні методи регулювання ПК:

шляхом штучного збільшення витоків;

зміною величини мертвого простору;

дроселюванням повітря перед компресором.

## **6. Основні види, експлуатаційні властивості та правила безпечної, надійної та економічної експлуатації ПК гірничих підприємств**

ПК одинарної та подвійної дії, крейцкопфні та безкрейцкопфні, одно- та двоступінчасті, з диференціальним поршнем.

Достоїнства та основні недоліки ПК, правила ефективної їх експлуатації.

## **7. Ротаційні компресори**

Ротаційні пластинчасті компресори – загальна будова та принцип дії; особливості робочого процесу, що обумовленні примусовим газорозподілом в машині, та їх відображення на індикаторній діаграмі; достоїнства та недоліки компресорів.

Гвинтові компресори – будова та принцип дії; особливості робочого процесу; подача та її регулювання; компресори масло-заповненні та «сухого» стиснення, їх конструктивні особливості, достоїнства та недоліки, області використання.

## **8. Відцентрові турбокомпресори**

Будова та принцип дії турбокомпресора (ТК).

Ступінь турбокомпресора – її склад, теоретичний і фактичний робочі процеси в ступені та їх графічне відображення, оцінка аеродинамічної досконалості ступеня; природа обмеження СПТ в ступені та його максимально можлива величина; конструктивна особливість багатоступінчастих ТК.

Причини, способи та енергетичні наслідки охолодження стиснутого повітря між ступенями ТК.

Експлуатаційні характеристики ТК та методика їх перерахунку на нові умови. Регулювання подачі ТК.

Причина виникнення, можливі наслідки та шляхи запобігання появи помпажу в турбокомпресорній установці.

Експлуатаційні властивості та область використання ТК.

## **9. Пневматичні двигуни гірничих машин (ПД)**

Загальна будова, принцип дії, експлуатаційні властивості та область використання поршневих ПД.

Будова, принцип дії, експлуатаційні властивості та область використання шестеренчастих ПД.

Будова, принцип дії, експлуатаційні властивості та область використання турбінних ПД.

## **10. Пневматичні мережі**

Будова та експлуатаційні особливості загальношахтних пневматичних мереж.

Визначення витрати стисненого повітря групою споживачів.

Принципи проектування шахтної пневматичної мережі.

## **ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ**

- 1 Вивчення загальної будови та вимог до пневматичної установки шахти..
2. Вивчення будови та розрахунків основних показників одноступінчастого ПК, аналіз його індикаторних діаграм.
- 3 Вивчення будови та розрахунків основних показників двоступінчастого ПК, аналіз його індикаторних діаграм при різних значеннях тиску нагнітання, діагностика його технічного стану за індикаторною діаграмою.
4. Вивчення будови та розрахунків основних показників ротаційного пластинчастого компресора, аналіз його індикаторних діаграм при різних значеннях тиску нагнітання.
5. Вивчення будови та експлуатаційних властивостей гвинтових компресорів
6. Вивчення будови та розрахунків основних показників ступеня відцентрового турбокомпресора, графічне представлення внутрішніх процесів у ньому.
7. Вивчення методики розрахунку шахтної пневматичної мережі та методики вибору основного обладнання пневматичної установки.

## 5. Технічне обладнання та/або програмне забезпечення

Використовуються схеми, креслення, плакати.  
Дистанційна платформа Moodle.

## 6. Система оцінювання та вимоги

**6.1. Навчальні досягнення здобувачів вищої освіти за результатами вивчення курсу оцінюватимуться за шкалою, що наведена нижче:**

Рейтингова шкала	Інституційна шкала
90 – 100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

**6.2.** Здобувачі вищої освіти можуть отримати **підсумкову оцінку** з навчальної дисципліни на підставі поточного оцінювання знань за умови, якщо набрана кількість балів з поточного тестування та самостійної роботи складатиме не менше 60 балів.

Максимальне оцінювання:

Теоретична частина	Практична частина		Разом
	При своєчасному складанні	При несвоєчасному складанні	
60	40	30	<b>100</b>

Практична частина оцінюється за результатами виконання та захисту (контрольними запитаннями до кожної роботи) індивідуальних розрахункових робіт.

Теоретична частина оцінюється за результатами задачі контрольної тестової роботи, яка містить 20 запитань, з яких 18 – прості тести (1 правильна відповідь), 2 задачі.

### 6.3. Критерії оцінювання підсумкової роботи

**18 тестових завдань** з чотирма варіантами відповідей, **1** правильна відповідь оцінюється у **3 бали (разом 54 бали)**. Опитування за тестом проводиться з використанням технології Microsoft Forms Office 365.

Задачі наводяться також у системі Microsoft Forms Office 365. Вирішена на папері задача сканується (фотографується) та відсилається на електронну пошту викладача впродовж часу, відведеного на задачу теоретичної частини. Несвоєчасно вислана відповідь враховується такою, що не здана.

Правильно вирішена **задача** оцінюється в 3 бали, причому:

- **3 бали** – відповідність еталону, з одиницями виміру;
- **2 бали** – відповідність еталону, без одиниць виміру або помилками в розрахунках;
- **1 бал** – незначні помилки у формулах, без одиниць виміру;
- **0 балів** – рішення не наведене або наведено невірно.

## **6.4. Критерії оцінювання практичних завдань**

З кожного практичного завдання здобувач вищої освіти отримує 5 запитань з переліку контрольних запитань. Кількість вірних відповідей визначають кількість отриманих балів.

## **7. Політика курсу**

### **7.1. Політика щодо академічної доброчесності**

Академічна доброчесність здобувачів вищої освіти є важливою умовою для опанування результатами навчання за дисципліною і отримання задовільної оцінки з поточного та підсумкового контролів. Академічна доброчесність базується на засудженні практик списування (виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання), плагіату (відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства), фабрикації (вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі). Політика щодо академічної доброчесності регламентується положенням "Положення про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті "Дніпровська політехніка". [http://www.nmu.org.ua/ua/content/activity/us\\_documents/System\\_of\\_prevention\\_and\\_detection\\_of\\_plagiarism.pdf](http://www.nmu.org.ua/ua/content/activity/us_documents/System_of_prevention_and_detection_of_plagiarism.pdf).

У разі порушення здобувачем вищої освіти академічної доброчесності (списування, плагіат, фабрикація), робота оцінюється незадовільно та має бути виконана повторно. При цьому викладач залишає за собою право змінити тему завдання.

### **7.2. Комунікаційна політика**

Здобувачі вищої освіти повинні мати активовану університетську пошту.

Усі письмові запитання до викладачів стосовно курсу мають надсилатися на університетську електронну пошту.

### **7.3. Політика щодо перескладання**

Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

### **7.4 Політика щодо оскарження оцінювання**

Якщо здобувач вищої освіти не згоден з оцінюванням його знань він може опротестувати виставлену викладачем оцінку у встановленому порядку.

### **7.5. Відвідування занять**

Для здобувачів вищої освіти денної форми відвідування занять є обов'язковим. Поважними причинами для неявки на заняття є хвороба, участь в університетських заходах, академічна мобільність, які необхідно підтверджувати документами. Про відсутність на занятті та причини відсутності здобувач вищої освіти має повідомити викладача або особисто, або через старосту.

За об'єктивних причин (наприклад, міжнародна мобільність) навчання може відбутись в он-лайн формі за погодженням з керівником курсу.

## 7.6. Бонуси

Наприкінці вивчення курсу та перед початком сесії здобувачам вищої освіти буде запропоновано анонімно заповнити електронні анкети (Microsoft Forms Office 365), які буде розіслано на ваші університетські поштові скриньки. Заповнення анкет є важливою складовою вашої навчальної активності, що дозволить оцінити дієвість застосованих методів викладання та врахувати ваші пропозиції стосовно покращення змісту навчальної дисципліни «Пневматичні установки гірничих підприємств». За участь у анкетуванні здобувач вищої освіти отримує **4 бали**.

## 8 Рекомендовані джерела інформації

1. Пневматичні установки гірничих підприємств. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт та розв'язання розрахункового завдання для студентів освітньо-професійної програми «Енергомеханічні комплекси гірничих підприємств» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти / О.П. Трофимова; Міністерство освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2023. – 87 с.

2. Холоменюк М.В. Компресорні установки: навч. посіб. / М.В. Холоменюк; Міністерство освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2013. – 51 с.