

Методичні вказівки до виконання контрольної роботи з дисципліни «Технічна механіка рідин та газів» для студентів заочної форми навчання спеціальності «Теплогазопостачання і вентиляція». / Уклад. С. Ф. Лісіцин, С. Й. Шаманський, – Вінниця: ВНТУ, 2007. – 66 с.

Рекомендовано до видання Методичною радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України

Методичні вказівки містять типову програму, рекомендації щодо вивчення теоретичного курсу, а також контрольні завдання для виконання контрольної роботи з дисципліни «Технічна механіка рідин та газів» за розділами: гідростатика, гідродинаміка та втрати напору, витікання рідини через отвори насадки і водозливи та розрахунок напірних трубопроводів, технічна механіка газів.

Методичні вказівки призначені для студентів заочної форми навчання спеціальності «Теплогазопостачання і вентиляція».

Укладачі: Євген Федорович Лісіцин  
Сергій Йосипович Шаманський

Редактор Т. О. Старічек

Відповідальний за випуск зав. каф. / Г. С. Ратушняк /

Рецензенти: І. Н. Дудар, доктор технічних наук, професор  
В. І. Риндюк, кандидат фізико-математичних наук,  
доцент

## ЗМІСТ

|  |    |
|--|----|
| Вступ .....  | 4  |
| 1 Загальні методичні вказівки .....  | 5  |
| 2 Робоча програма та методичні вказівки за темами курсу .....  | 7  |
| 2.1 Загальні відомості .....   | 7  |
| 2.2 Гідростатика .....   | 8  |
| 2.3 Гідродинаміка .....  | 10 |
| 2.4 Гідравлічні опори .....  | 11 |
| 2.5 Витікання рідини через отвори, насадки і водозливи .....   | 13 |
| 2.6 Розрахунок напірних трубопроводів .....  | 14 |
| 2.7 Технічна механіка газів .....  | 16 |
| 3 Контрольна робота .....  | 18 |
| 3.1 Загальні вказівки до виконання .....   | 18 |
| 3.2 Задачі .....   | 21 |
| 3.2.1 Гідростатика .....   | 21 |
| 3.2.2 Гідродинаміка, втрати напору .....   | 31 |
| 3.2.3 Витікання рідини через отвори, насадки і водозливи,<br>розрахунок напірних трубопроводів ..... | 39 |
| 3.2.4 Технічна механіка газів .....  | 45 |
| Додаток А Довідкові дані .....   | 51 |
| Література .....   | 65 |



## ВСТУП

Технічна механіка рідин та газів базується на знаннях, отриманих студентами при вивченні таких дисциплін як «Вища математика», «Фізика», «Теоретична механіка», «Опір матеріалів».

Знання технічної механіки рідин та газів необхідно спеціалісту з теплогазопостачання для кваліфікованого розв'язання інженерних задач санітарної техніки та проектування інженерних мереж. Розрахунок різноманітних трубопроводів (повітропроводів, газопроводів, водопроводів, паропроводів тощо), конструювання гідравлічних та аеродинамічних машин (насосів, компресорів, вентиляторів тощо), розрахунок опалювальних й вентиляційних пристроїв та розв'язування інших технічних задач вимагають глибокого розуміння законів гідравліки та аеродинаміки. Знання цих законів є базовим для успішного вивчення спеціальних дисциплін навчального плану підготовки, таких як «Опалення», «Вентиляція», «Газопостачання», «Теплопостачання», «Водопостачання», «Теплові насоси та холодильні установки». Знання механіки рідин та газів дозволить студентам свідомо підійти до вивчення цих дисциплін, значно полегшить їх засвоєння, а в майбутній інженерній діяльності дасть можливість самостійно вирішувати питання, пов'язані з рухом та рівновагою рідин та газів.

Курс технічної механіки рідин та газів складається з теоретичних основ, в яких викладаються загальні закони рівноваги та руху рідин і газів, а також розділів, які є найцікавішими для спеціалістів галузі теплогазопостачання і вентиляції, в яких розглядається застосування цих законів у різноманітних практично важливих випадках.

## 1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

При вивченні курсу технічної механіки рідин та газів студент повинен ознайомитись з історією розвитку гідравліки та аеродинаміки, досягненнями вітчизняної та зарубіжної техніки в цих галузях.

Вивчення курсу починається з визначення механіки рідин та газів як навчальної дисципліни та її значення для спеціалістів галузі теплогазопостачання і вентиляції.

Головні принципи, які використовуються в гідравліці та аеродинаміці, ті ж самі, що і в механіці твердого тіла – вони ґрунтуються на законах Ньютона. Однак через значну різницю між властивостями твердих тіл з одного боку та рідин і газів з іншого застосування цих принципів до задач гідравліки та аеродинаміки має деякі особливості.

Перед вивченням головних законів гідравліки та аеродинаміки належить детально розглянути головні фізичні властивості рідин та газів. Необхідно твердо засвоїти подібності та відмінності між краплинною рідиною і газом та мати на увазі, що у багатьох випадках закони краплинних рідин можуть бути застосовані і до газів. На відміну від твердих тіл рідини чинять слабкий спротив зміні своєї форми, а на відміну від газів – сильний спротив зміні свого об'єму. Спротив рідини зміні свого об'єму характеризується коефіцієнтом температурного розширення та коефіцієнтом об'ємного стискання (величина, обернена модулю пружності).

В багатьох випадках, що зустрічаються у будівельній практиці, змінення об'єму води при змінненні тиску та температури є незначним, і ним можна нехтувати, вважаючи питому вагу води практично сталою. Але при проведенні розрахунків опалювальних систем потрібно враховувати змінення густини води зі змінненням її температури.

В міжнародній системі одиниць питома вага вимірюється у ньютонах на кубічний метр, коефіцієнт об'ємного стискання – у метрах квадратних на ньютон, а модуль пружності – у ньютонах на метр квадратний.

Спротив рідин та газів зміні своєї форми характеризується таким поняттям, як в'язкість. Потрібно звернути увагу на відмінності між поняттями про динамічну (абсолютну), кінематичну (відносну) та умовну в'язкість. Кінематична в'язкість є відношенням динамічної в'язкості до густини рідини чи газу. Тому кінематична в'язкість повітря приблизно у 15 разів більша, ніж кінематична в'язкість води (оскільки густина повітря приблизно у 800 разів менша від густини води). Однак це не свідчить про те, що повітря є більш в'язким середовищем, ніж вода. Нашому уявленню про в'язкість середовища відповідає поняття не кінематичної, а динамічної в'язкості.

Числові значення густини і в'язкості води та повітря в нормальних умовах (атмосферний тиск та температура  $20^{\circ}\text{C}$ ) необхідно запам'ятати.



Під час вивчення гідравліки та аеродинаміки студент повинен самостійно виконати гідравлічні і технологічні розрахунки по розділах курсу, контрольну (курсову) роботу з технічної механіки рідин та газів.

Під час лабораторно-екзаменаційної сесії студентам читають установочні лекції з головних тем курсу та виконуються лабораторні роботи. Після цього студенти виконують самостійно контрольну роботу. Потрібно мати на увазі, що установочні лекції не забезпечують повного вивчення дисципліни, а є лише необхідним доповненням до підручника, оскільки роз'яснюють окремі положення матеріалу, що вивчається. Після виконання лабораторних робіт та контрольної роботи студенти складають залік.

Таблиця 1.1 – Варіанти завдань на контрольну роботу

| Остання цифра номера залікової книжки | Номер задачі |    |    |    |    |    |    |    |
|---------------------------------------|--------------|----|----|----|----|----|----|----|
|                                       | 1            | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  |
| 1                                     | 1            | 9  | 16 | 20 | 31 | 38 | 46 | 53 |
| 2                                     | 2            | 12 | 17 | 25 | 32 | 39 | 47 | 54 |
| 3                                     | 3            | 14 | 18 | 23 | 33 | 40 | 48 | 55 |
| 4                                     | 4            | 13 | 19 | 24 | 34 | 41 | 49 | 56 |
| 5                                     | 5            | 15 | 20 | 29 | 35 | 42 | 50 | 57 |
| 6                                     | 6            | 7  | 21 | 26 | 36 | 43 | 51 | 58 |
| 7                                     | 8            | 13 | 22 | 27 | 37 | 44 | 52 | 59 |
| 8                                     | 4            | 10 | 23 | 28 | 35 | 45 | 48 | 57 |
| 9                                     | 7            | 11 | 24 | 29 | 33 | 42 | 50 | 54 |
| 0                                     | 8            | 14 | 25 | 30 | 31 | 40 | 51 | 60 |

## ЛІТЕРАТУРА

### Головна

1. Калищун В. И., Кедров В. С., Ласков Ю. М., Сафонов П. В. Гидравлика, водоснабжение, канализация. – М.: Стройиздат, 1980. – 352 с.
2. Большаков В.А., Константинов Ю.М. и др. Сборник задач по гидравлике. – К.: Вища школа, 1979. – 360 с.
3. Альтшуль А.Д., Киселев П.Г. Гидравлика и аэродинамика (основы механики жидкости). – М.: Стройиздат, 1975. – 323 с.
4. Примеры расчетов по гидравлике. / Под ред. А. А. Альтшуля. – М.: Стройиздат, 1976. – 352 с.
5. Чугаев Р. Р. Гидравлика (техническая механика жидкости). – Л.: Энергия, 1975. – 600 с.

### Додаткова

6. Большаков В. А., Константинов Ю. М. Справочник по гидравлике. – К.: Вища школа, 1984. – 344 с.
7. Константинов Ю. М. Гидравлика. – К.: Вища школа, 1981. – 359 с.
8. Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных и пластмассовых водопроводных труб. – М.: Стройиздат, 1985. – 175 с.
9. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. – М.: Стройиздат, 1975 – 352 с.
10. Фабрикант Н. Я. Аэродинамика. – М.: Стройиздат, 1964 – 352 с.
11. Талиев В. Н. Аэродинамика вентиляции: Учеб. пособие для вузов. – М.: Стройиздат, 1979. – 292 с.