

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
Запорізький національний технічний університет

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
до самостійної роботи  
з дисципліни “Термічне різання”  
для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» усіх форм  
навчання

2017

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни  
“Термічне різання” для студентів спеціальності 131 «Прикладна  
механіка» усіх форм навчання / Укл. О.Є. Капустян. – Запоріжжя:  
ЗНТУ, 2017 – 14 с.

Укладачі: О.Є. Капустян, старш. викладач  
Рецензент: О.Г. Биковський, д-р техн. наук, проф.  
Коректор: І.П. Аверченко  
Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено  
на засіданні кафедри ОТЗВ  
Протокол № 3 від 26.10.2017

Рекомендовано до видання  
НМК ІФФ  
Протокол № 3 від 21.11.2017

**ЗМІСТ**

1 ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ .....	4
2 РОБОЧА ПРОГРАМА І ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИВЧЕННЯ ТЕМ ДИСЦИПЛІНИ .....	6
3 ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ .....	8
4 КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ .....	8
5 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА .....	11
5.1 Базова .....	11
5.2 Допоміжна.....	12
5.3 Журнали .....	13
5.4 Нормативно-технічна документація .....	13

## 1 ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Технологічні процеси різання є одними із найбільш розповсюджених в галузі зварювального виробництва.

Метою викладання дисципліни є підготовка фахівців до самостійного вирішення питань по розробці технології, освоєння і експлуатації обладнання для термічного різання металів.

Завданням дисципліни є надбання студентами необхідних знань про межі раціонального використання різних технологічних процесів і принципи вибору оптимальних режимів виконання технологічних операцій термічного різання металів.

Студент повинен оволодіти практичними навичками по обслуговуванню обладнання і апаратури для термічного різання, опанувати техніку виконання робіт, засоби безпечного використання обладнання та виконання всіх технологічних операцій.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати:

- що таке «термічні способи різання», їх переваги і недоліки у порівнянні з іншими способами;
- суть процесу кисневого різання, умови його стабільного протікання; як впливає склад матеріалу на можливості його різання кисневим способом, якість різі і продуктивність процесу;
- як впливають параметри режиму на якість різів; будову і принцип дії різаків і газорізальних машин;
- суть процесу киснево-флюсового різання і технологічні особливості його застосування для обробки різноманітних матеріалів;
- суть і різновиди газоелектричних способів різання і доцільні терени їх застосування;
- будову і принцип дії плазмотронів для різання проникаючою плазмовою дугою;
- типи плазмоутворюючих газів і неплавких електродів для плазмового різання;
- технічні можливості найбільш поширених установок і машин для плазмового різання;
- суть і доцільні терени застосування газолазерного способу різання, його переваги і недоліки;

- особливості виконання термічних способів різання під водою, обладнання і апаратура для їх застосування.

Вміти:

- запустити в дію обладнання для термічного різання і здійснювати безпечну його експлуатацію;
- налаштувати необхідні режими роботи обладнання для здійснення процесу різання;
- розробити технологічні рекомендації для різання заготовок і деталей із різноманітних матеріалів;
- вимкнути і вивести в неробочий стан газозрізальне обладнання і апаратуру.

Перелік предметів, необхідних для засвоєння даної дисципліни: технологія конструкційних матеріалів; фізика; хімія; теплотехніка і гідравліка; матеріалознавство і термічна обробка; теорія процесів зварювання; джерела живлення для зварювання; газополуменеве обробка матеріалів.

Щоб у повному обсязі опанувати предмет, необхідно досконало вивчити лекційний матеріал, виконати лабораторні роботи, проаналізувати і пояснити їх результати.

При вивченні лекційного матеріалу і самостійній підготовці до лабораторних робіт користуються основною та додатковою літературою.

Додаткова література призначена для більш детального розгляду окремих розділів і питань опанування матеріалу.

Ознайомившись з програмою кожного розділу курсу, необхідно прочитати відповідні літературні джерела, посилання на які наведені в кінці кожного розділу програми.

Опанувавши матеріал розділу, слід відповісти на питання подані в кінці методичних вказівок. Після вивчення теоретичного матеріалу в повному обсязі студент пише контрольну роботу з метою закріплення теоретичних знань і самоконтролю по вивченому предмету. Контрольна робота повинна бути виконана і надіслана на кафедру для рецензування відповідно з терміном, вказаним в учбовому плані, але не пізніше, як за два тижні до початку заліково-екзаменаційної сесії.

## 2 РОБОЧА ПРОГРАМА І ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИВЧЕННЯ ТЕМ ДИСЦИПЛІНИ

Теми лекцій, зміст і рекомендована література до їх вивчення  
наведені в табл. 2.1

Таблиця 2.1

№	Теми лекцій	Зміст лекцій	Література
Змістовий модуль 1. Обробка деталей методами різання			
1	Вступ.	Різновидності способів термічного різання, мета і завдання дисципліни.	[1], с. 3-5,
2	Техніка і технологія кисневого різання металів	Суть процесу кисневого різання, умови його протікання. Вплив легуючих елементів в сталі на процес різання. Вплив чистоти кисню на якість різання. Вплив параметрів режиму різання на форму і розміри поверхневих канавок. Технологія поверхневої обробки методами кисневого різання Способи підігріву металу до температури різання. Технологія роздільного кисневого різання. Деформації при різанні і методи їх запобігання. Особливості кисневого різання титану і його сплавів. Поверхнєве різання, особливості його здійснення.	[1] с. 169-239; [2], с. 156-219;
2	Обладнання і машини для кисневого різання	Апаратура для кисневого різання. Ручні різачки, їх будова і принцип дії. Машини для кисневого різання, їх класифікація і конструктивні схеми. Методи копіювання в газорізальних машинах.	[3], с. 170-185
Модульний контроль 1			
Змістовий модуль 2 Газоелектричне різання			
3	Повітряно-дуговий і	Різновидності газоелектричного різання, їх застосування і техніка їх виконання.	[1], с. 275-

	електроокисний спосіб різання	Матеріали та обладнання для здійснення повітряно-дугового і електро-кисневого різання. Технологія поверхневого повітряно-дугового стругання.	296;
4	Плазмове різання.	Суть і різновидності процесу плазмового різання і доцільні терени їх використання. Матеріали і обладнання. Електроди, формуючі сопла і плазмоутворюючі гази для плазмового різання. Конструкція плазмодугових головок і схеми їх підключення. Основні типи установок для плазмового різання, їх технічні характеристики.	[5], с. 3-109
5	Газолазерне різання	Суть процесу різання. Схема імпульсного і безперервного оптичного генератора. Переваги і недоліки процесу, доцільні терени застосування	[22], с. 199-210
6	Підводне різання	Призначення і способи різання під водою. Матеріали і обладнання	[3], с. 270-301
Модульний контроль 2			

Вивчаючи кисневе різання металів слід чітко уявляти собі механізм процесу різання і умови, при яких воно може відбуватись, знати вплив легуючих елементів в сталі, а також параметрів режиму на інтенсивність процесу різання і якість різів. Ознайомившись з горючими газами для термічного різання необхідно добре знати їх переваги перед іншими газами й межі раціонального використання, властивості газів-замінників і для яких технологічних процесів їх доцільно використовувати. Особливу увагу необхідно звернути на конструкцію ацетиленових балонів і правила їх експлуатації.

Вивчаючи обладнання треба добре освоїти конструкцію і принцип дії кисневих різаків, балонів, редукторів для стиснених газів. Необхідно знати порядок їх запуску в роботу і правила безпечної експлуатації. Треба вміти визначити розрахункові значення параметрів режиму, знати особливості розділювального різання металів малих і великих товщин, а також техніку поверхневого різання. Треба також вміти визначати труднощі, що виникають при кисневому різанні високолегованих сталей і кольорових металів, знати які флюси використовують для забезпечення можливості їх різання,

техніку виконання і технологічні особливості процесу, обладнання, що використовують для цих цілей.

При вивченні розділу "Газоелектричне різання" необхідно засвоїти основні різновидності процесу, їх суть і техніку виконання. Звернути увагу на типи плазмоутворюючих газів, їх вплив на процес різання і його техніко-економічні показники.

### 3 ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

При вивченні дисципліни студенти повинні отримати практичні навички з експлуатації основних видів обладнання і здійсненню робіт з термічного різання. Надбання практичних навичок відбувається при проведенні практичних занять і лабораторних робіт (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Перелік лабораторних робіт

№	Назва лабораторних робіт	Кількість годин	Графік виконання, тиждень
1	Різаки для кисневого різання металів	4	1
2	Вивчення технології кисневого роздільного різання	4	5
3	Дослідження процесу повітряно-плазмового різання металів	4	9
4	Розрахунково-експериментальне визначення режиму плазмового різання металів з використанням ЕОМ	4	13

### 4 КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Виконання контрольного завдання має на меті забезпечити ритмічність самостійної роботи студентів заочної форми навчання.

На всі питання слід давати чіткі, вичерпні відповіді згідно з програмою курсу; при необхідності ілюструвати відповіді рисунками,



схемами, діаграмами і т.п. Перед кожним питанням повинен стояти його номер, а сам текст питання повністю переписаний.

Контрольне завдання підписує студент.

Передбачено 10 варіантів завдання. Включені до них питання підібрані таким чином, що дозволяють виявити ступінь засвоєння студентом кожного з основних розділів дисципліни.

Номери питань до різних варіантів контрольного завдання приведені в таблиці:

Варіант	Номер питань
0	1,11,21,31
1	2,12,22,32
2	3,13,23,33
3	4,14,24,34
4	5,15,25,35
5	6,16,26,36
6	7,17,27,37
7	8,18,28,38
8	9,19,29,39
9	10,20,30,40

Студент виконує той варіант, який відповідає останній цифрі номера залікової книжки. Заміна питань або варіантів контрольного завдання без дозволу викладача неприпустима.

#### Контрольні запитання

1. Будова й принцип дії плазмових різаків, схема їх підключення до джерел струму.

2. Будова й принцип дії різача, що працює на рідкому паливі.

3. Будова і принцип дії машинного різача для кисневого різання.

4. Будова і принцип дії ручного різача для кисневого різання.

5. Від чого і як залежать швидкості різання різних матеріалів при плазмовому різанні?

6. Вплив горючих газів і речовин на продуктивність процесу газокисневого різання і якість різів?

7. Вплив легуючих елементів в сталі на процес її термічного різання і якість різів.

8. Вплив параметрів режиму плазмового різання на прорізаючу здатність дуги і якість різів.

9. Вплив чистоти кисню і форми каналів мундштуків для його подачі на інтенсивність процесу різання і якість різів.

10. Горючі гази й речовини для здійснення газокисневого різання.

11. Деформації при роздільному різанні і методи їх запобігання.

12. Зміна складу і структури металу біля поверхні різів при кисневому різанні?

13. Імпульсні і безперервні оптичні генератори, доцільні терени їх застосування при різанні.

14. Класифікація, основні типи і технічні дані машин для кисневого різання.

15. Методи копіювання, що використовуються в газорізальних машинах.

16. Матеріали і техніка виконання кисневого різання металів.

17. Матеріали і техніка виконання лазерного різання матеріалів.

18. Матеріали і техніка виконання підводного різання.

19. Матеріали і техніка виконання плазмового різання.

20. Матеріали і техніка виконання повітряно-дугового і електрокисневого різання.

21. Класифікація, основні типи установок для плазмового різання і їх технічні дані.

22. Класифікація, основні типи установок для кисневого різання і їх технічні дані.

23. Класифікація, основні типи установок для лазерного різання і їх технічні дані.

24. Класифікація, основні типи установок для повітряно-дугового і електрокисневого різання і їх технічні дані.

25. Особливості кисневого різання титанових сплавів.

26. Параметри режиму й техніка виконання процесу кисневого різання.

27. Переваги і недоліки термічних способів різання у порівнянні з іншими способами (механічними).

28. Переваги й недоліки різаків, що використовують різні види горючих речовин.

29. Показники, що характеризують якість різання і як вона залежить від параметрів режиму?

30. Порядок включення різаків, налаштування на потрібний режим, здійснення процесу різання і їх виключення.

- 31.Режими і техніка виконання кисневого різання.
- 32.Ручні різачки для кисневого різання.
- 33.Способи копіювання в газорізальних машинах.
- 34.Способи підігріву металу до температури різання.
- 35.Суть, схема і різновиди процесів газоелектричного різання і доцільні терени їх застосування їх переваги і недоліки у порівнянні з кисневим різанням.
- 36.Суть, схема і різновиди процесів поверхневого різання і доцільні терени їх застосування.
- 37.Суть, схема і різновиди процесів повітряно-дугового і електро-кисневого різання і доцільні терени їх застосування.
- 38.Суть, схема і різновиди процесу кисневого різання металів, умови його здійснення і доцільні терени його застосування.
- 39.Суть, схема і різновиди процесу лазерного різання матеріалів, доцільні терени його застосування, його переваги і недоліки.
- 40.Суть, схема і різновиди процесу підводного різання, доцільні терени його застосування, переваги і недоліки.
- 41.Суть, схема і різновиди процесу плазмового різання і доцільні терени їх застосування, переваги і недоліки фактори, що впливають на його інтенсивність.
- 42.Суть, схема і різновиди термічного різання металів, переваги і недоліки і доцільні терени їх застосування.
- 43.Технологія роздільного кисневого різання.
- 44.Чинники, що впливають на інтенсивність процесу різання.
- 45.Як визначається термічний ККД процесу різання? Якими технологічними прийомами його можна регулювати?

## **5 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

### **5.1 Базова**

1. Евсеев, Г. Б. Оборудование и технология газопламенной обработки металлов и неметаллических материалов [Текст] / Г. Б. Евсеев, Д. Л. Глизманенко. - М. : Машиностроение, 1974. - 312 с.
2. Петров, Г. Л. Технология и оборудование газопламенной обработки металлов [Текст] / Г. Л. Петров, И. Р. Буров,

В. Р. Абрамович. - Л. : Машиностроение, 1978. - 277 с.

3. Соколов, И. И. Газовая сварка и резка металлов [Текст] / И. И. Соколов. - М. : Высшая школа, 1986. - 304 с.

4. Спектор О. Ш. Кислородно-флюсовая резка нержавеющей сталей [Текст] / О. Ш. Спектор. - М. : Машиностроение, 1969. - 174 с.

5. Васильев, И. Г. Плазменная резка [Текст] / И. Г. Васильев. - М. : Машиностроение, 1974. - 111 с.

## 5.2 Допоміжна

6. Ширшов И. Г., Котиков В. Н. Плазменная резка. - Л.: Машиностроение, 1987. - 192 с.

7. Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки [Текст] : под общ. ред. А. И. Акулова. - М. : Машиностроение, 2003. - 560 с.

8. Сологуб М.А. Технологія конструкційних матеріалів / М.А. Сологуб, І.О. Рожнецький, О.І. Некоз та ін.; За ред. М.А. Сологуба. - 2-ге вид., перероб. і допов. - К: Вища школа, 2002. - 374 с:

9. Технология обработки концентрированными потоками энергии: учебное пособие/А.А. Паркин. Самарский государственный технический университет. Самара, 2004 - 494с.

10. Физические основы генерации концентрированных потоков энергии: учебное пособие/Под редакцией В.М. Качалова. - М.: Издательство МЭИ, 1999. - 104 с.

11. Григорьянц А.Г., Соколов А.А. Лазерная резка металлов (книга 7) М.: Высш. шк., 1988. - 127 с.: ил. — ISBN 5-06-001252-2.

12. Ковалев О.Б., Фомин В.М. Физические основы лазерной резки толстых листовых материалов М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. — 256 с. — ISBN: 5922115200, 9785922115209

13. Трофимов А.А. и др. Ручная кислородная резка / Трофимов А.А. и Сухинин Г.К.; Под редакцией И.А. Антонова и Д.Л. Глизманенко М.: Машиностроение", 1974 г. - 88 с.

### 5.3 Журнали

1. «Автоматическая сварка»
2. «Сварщик»
3. «Сварочное производство»

### 5.4 Нормативно-технічна документація

1. НПАОП 28.5-7.13-79 «ОСТ 5.0272-79. Різання теплове металів. Загальні вимоги безпеки».
2. НПАОП 28.5-7.17-80 «ОСТ 2.Н83-46-80. Кисневе різання. Вимоги безпеки».
3. ГОСТ 5191-79 Різаки інжекторні для ручного кисневого різання
4. ГОСТ 14792-80 Детали и заготовки, вырезаемые кислородной и плазменно-дуговой резкой. Точность, качество поверхности реза. Дата введения с 01.07.1981. Взамен ГОСТ 14792-69.
5. DIN EN ISO 9013-2017 Резка тепловая. Классификация резов, полученных тепловым способом. Геометрические характеристики изделий и допуски на характеристики
6. DIN EN 12584-1999 Несовершенства на поверхностях реза, полученных газовой, лазерной и плазменной резкой. Терминология
7. DIN EN ISO 17658-2015 Сварка. Дефекты реза при кислородной, лазерной и плазменной резке. Терминология
8. ОСТ 36-136-86. Конструкции строительные стальные. термическая резка. Основные требования
9. ГОСТ 5614-74 Машины для термической резки металлов. Типы, основные параметры и размеры
10. ГОСТ 12221-79 Аппаратура для плазменно-дуговой резки металлов. Типы и основные параметры
11. ГОСТ 12.2.007.8-75 Система стандартов безопасности труда. Устройства электросварочные и для плазменной обработки. Требования безопасности.

12.ГОСТ 11533-75. Сварка, пайка и термическая резка металлов

13.ГОСТ 14771-76\*. Сварка, пайка и термическая резка металлов. Часть 3.

14.ГОСТ 12.3.004-75. ССБТ. Термическая обработка металлов. Общие требования безопасности