

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ ім. Є.О.ПАТОНА
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ
Відділ аспірантури при ІЕЗ ім. Є. О. Патона НАН України

**«Конструкційні сталі та їх здатність до
зварювання »**

(назва навчальної дисципліни)

З/П

(шифр за ОП)

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
(СИЛАБУС)**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора інституту з
наукової роботи
академік НАН України



підпис

І.В. Кривцун
(ініціали, прізвище)

«06» листо 2020 р.

1. Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)	
Галузь знань	13 Механічна інженерія	
Спеціальність	132 Матеріалознавство	
Освітня програма	Матеріалознавство	
Статус дисципліни	Нормативна	
Форма навчання	очна(денна)	
Рік підготовки, семестр	2 курс, весняний семестр	
Обсяг дисципліни	4 кредитів (120 годин)	
Семестровий контроль/ контрольні заходи	екзамен	
Мова викладання	Українська	
Інформація про керівника курсу / викладачів та розклад занять	Розділ дисципліни, викладач	Час проведення лекції (корп.7, кімн. 411)
		модуль 1
	Характеристики вуглецевих та низьколегованих сталей та їх здатність до зварювання <i>Головко В.В., д.т.н., ст.н.с.</i> Контактний телефон: (044)205-24-01 ; Наукові інтереси: фізико-хімічні процеси при зварюванні, металознавство зварних з'єднань низьколегованих сталей, зварювальні матеріали	дисципліна викладається згідно розкладу, який можна знайти за посиланням https://paton.kiev.ua/aspiratura-i-doktorantura/poryadok-pidgotovki/rozklad-zanyat/
	Характеристики теплостійких, жароміцних і корозійностійких сталей та їх здатність до зварювання <i>Скульський В. Ю., д.т.н., ст.н.с.</i> Контактний телефон: (044) 205-21-22; Наукові інтереси: технологічна міцність і технології зварювання сталей підвищеної міцності	модуль 2 дисципліна викладається згідно розкладу, який можна знайти за посиланням https://paton.kiev.ua/aspiratura-i-doktorantura/poryadok-pidgotovki/rozklad-zanyat/
	Характеристики конструкційних сталей підвищеної і високої міцності та високовуглецевих сталей та їх здатність до зварювання <i>Гайворонський О.А.</i> Контактний телефон: (044); 205-20-95	модуль 3 дисципліна викладається згідно розкладу, який можна знайти за посиланням https://paton.kiev.ua/aspiratura-i-doktorantura/poryadok-pidgotovki/rozklad-zanyat/

	Наукові інтереси: металургія зварювання, технологія зварювання легованих сталей	
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс	

2. Мета, предмет вивчання та результати навчання

Метою навчальної дисципліни є формування у аспірантів здатностей:

- Здатність проводити критичний аналіз, оцінку і синтез нових та складних ідей (код ЗК 2).
- Здатність переосмислювати наявне та створювати нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі соціальні, наукові, культурні, етичні та інші проблеми (код ЗК 3).
- Здатність розроблення та реалізація проектів, включаючи власні дослідження (код ЗК 4).
- Здатність ініціювання дослідницько-інноваційних проектів та автономно працювати під час їх реалізації(код ЗК 5).
- Здатність до самостійного освоєння нових методів дослідження(код ЗК 8).
- Здатність досліджувати проблеми із використанням системного аналізу та інших методів дослідження(код ЗК 9).
- Критичне осмислення наукових фактів, гіпотез, теорій, у професійній діяльності в сфері матеріалознавства(код ЗК 11).
- Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в механічній інженерії та дотичні до неї міждисциплінарні проекти, лідерство під час їх реалізації(код ФК 1).
- Здатність самостійно виконувати наукові дослідження в галузі матеріалознавства на основі сучасних теорій та методів термодинаміки, кінетики процесів в матеріалах, фізики конденсованого стану, та інформаційнокомунікаційних технологій(код ФК 2).
- Системний науковий світогляд та загальнокультурний кругозір(код ФК 3).
- Здатність узагальнювати результати сучасних досліджень структури та властивостей матеріалів для вирішення наукових і практичних проблем, на основі фундаментальних та спеціальних знань синтезувати та створювати нові матеріали заданого функціонального призначення (код ФК 4).
- Здатність оцінювати властивості матеріалів на основі існуючих та спеціально розроблених моделей та методів досліджень (код ФК 5).
- Здатність на основі фундаментальних та спеціальних знань проектувати та створювати нові матеріали заданого функціонального призначення(код ФК 9).
- Здатність використовувати новітні методи досліджень металів і сплавів в науково-дослідницькій діяльності (код ФК 11).

Основні завдання навчальної дисципліни.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми аспіранти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання.

Знання:

- методик аналізу та синтезу знань при вирішенні проблем в широкому контексті матеріалознавчих та міждисциплінарних задач, в тому числі, за умов невизначеності чи неповної інформації (код ЗН 1);
- загальних принципів і методів природничих та технічних наук, а також методології наукових досліджень, їх застосування у власних дослідженнях у сфері матеріалознавства (ЗН 3);
- новітніх світових досягнень науки, техніки та технологій в галузі матеріалознавства та суміжних сферах (ЗН 5);
- закономірностей керування складом, структурою та властивостями матеріалів різної природи та функціонального призначення (код ЗН 7);

Уміння:

- Використовувати необхідні для обґрунтування висновків докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні емпіричні дані(код УМ 2);
- Застосовувати логіку та методологію наукового пізнання(код УМ 3);
- Застосовувати аналіз та синтез знань при вирішенні проблем в широкому контексті матеріалознавчих та міждисциплінарних задач, в тому числі, за умов невизначеності чи неповної інформації(код УМ 4);
- Забезпечувати оригінальні розробки та ідей в контексті наукового дослідження(код УМ 5);
- Орієнтуватися в сучасних тенденціях та потребах суспільства з метою їх використання в професійній галузі; проявити вищу ступінь відповідальності за соціальні, культурні та екологічні наслідки комплексної технічної діяльності в контексті сталого розвитку; виявити готовність до ведення технічної діяльності з дотриманням етичних норм(код УМ 6);
- синтезувати знання та формулювати висновки, обґрунтовувати їх для фахової та нефахової аудиторії (код УМ 8);
- На основі аналізу потреб виробництва формулювати вимоги щодо рівня властивостей нових матеріалів(код УМ 10);
- Постійно удосконалювати свій загальний інтелектуальний та професійний рівень(код УМ 11);
- генерувати нові ідеї для вирішення науково-дослідних проектів та дослідницько-конструкторських робіт (код УМ 12);
- Практично визначати умови необхідні для реалізації процесу з'єднання конструкційних сталей та проводити відбір зварювальних матеріалів для отримання необхідних властивостей нероз'єднаних з'єднань(код УМ 20);

3. Перереквізити навчальної дисципліни: знати основні розділи фізики; молекулярна фізика, динаміка, кінетика; розділи математики: алгебра, елементи аналізу, геометрія, диференційне й інтегральне числення; здатність продемонструвати розуміння ширшого міждисциплінарного інженерного контексту і його основних принципів;

питання використання технічної літератури та інших джерел інформації в матеріалознавстві; основні поняття термодинамічного підходу до створення матеріалів; Особливості побудови діаграм

Постреквізити: в результаті вивчення дисципліни будуть отримані знання щодо правильного інтерпретування інформації стосовно зварюваності низьколегованих сталей для прийняття оптимальних в даних умовах рішень, пов'язувати вирішення виникаючих на практиці завдань спеціальності з фізичною природою даних явищ і знаходити фізично правильні рішення, бути компетентними в постановці завдань і фізичній інтерпретації законів і явищ; вміння демонструвати навички роботи в науково-дослідному колективі; аналізувати роботу електротехнічного обладнання, при необхідності розробляти і обґрунтовувати рішення щодо його вдосконалення; застосовувати основні методи фізико-математичного аналізу для вирішення природничо-наукових завдань; правила експлуатації основних приладів і обладнання; методи обробки і інтерпретації результатів експериментів; вміння використовувати методи математичного моделювання фізичних і хімічних процесів і явищ в науковій практиці; аналізувати і вибирати термодинамічні показники матеріалів діаграми хімічного складу сполук і композитів; читати та оформлювати технічну документацію; використовувати отримані знання при виконанні досліджень та захисті їх результатів у вигляді дисертацій на здобуття наукового ступеню доктора філософії.

4. Вимоги навчальної дисципліни:

Вивчення курсу «Конструкційні сталі та їх здатність до зварювання» являється вибірковим. Об'єм навчального навантаження складає 4 кредити із них 32 години - лекції, 6 годин - практичні заняття, 82 годин – самостійна робота. Вивчення наукової дисципліни вимагає обов'язкове відвідування аудиторних занять, активну участь в обговоренні питань, якісне і своєчасне виконання завдань самостійної роботи, а також участь у всіх видах контролю.

5. Зміст навчальної дисципліни.

Завдання учбової дисципліни.

Освоїти сучасні поняття та уявлення щодо термодинамічних, фізико-хімічних та металургійних основ зварюваності низьколегованих сталей, новітніми знаннями щодо сучасних технологій зварювання здатних забезпечити високу експлуатаційну надійність зварних металоконструкцій.

Мета викладання дисципліни.

Опанування загальними уявленнями щодо термодинамічних, фізико-хімічних та металургійних основ зварюваності низьколегованих сталей, новітніми знаннями щодо сучасних технологій зварювання здатних забезпечити високу експлуатаційну надійність зварних металоконструкцій.

План викладання дисципліни:

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні	Лабораторні	СРА

<i>Розділ 1. Характеристики вуглецевих та низьколегованих сталей та їх здатність до зварювання</i>					
<i>Тема 1.1. Основні аспекти проблеми зварюваності</i>	6	2	-	-	4
<i>Тема 1.2. Гарячі тріщини в металі зварних з'єднань</i>	6	3	-	-	3
<i>Тема 1.3. Холодні тріщини в зварних з'єднаннях</i>	6	3	-	-	3
<i>Тема 1.4. Пори в зварних швах</i>	5	2	-	-	3
<i>Тема 1.5. Неметалеві включення в металі швів</i>	8	2	2	-	4
Разом за розділом 1	31	12	2	-	17
<i>Розділ 2. Характеристики теплостійких, жароміцних і корозійностійких сталей та їх здатність до зварювання</i>					
<i>Тема 2.1. Сталі і особливості фазових перетворень</i>	6	2	-	-	4
<i>Тема 2.2. Закономірності перетворень і формування структури при зварюванні</i>	6	2	-	-	4
<i>Тема 2.3. Структура, властивості і основи зварювання теплостійких сталей</i>	5	2	-	-	3
<i>Тема 2.4. Загальна характеристика високолегованих хромистих сталей і технології їх зварювання</i>	5	2	-	-	3
<i>Тема 2.5. Експлуатаційні властивості високолегованих хромонікелевих сталей, пошкодження при зварюванні і в агресивних середовищах. Загальні рекомендації з запобігання утворенню дефектів</i>	8	2	2	-	4

Разом за розділом 2	30	10	2	-	18
Розділ 3. Характеристики конструкційних сталей підвищеної і високої міцності та високовуглецевих сталей та їх здатність до зварювання					
<i>Тема 3.1. Характеристика конструкційних сталей за класом міцності та загальні положення з розробки технологій їх зварювання</i>	6	2	-	-	4
<i>Тема 3.2. Визначення зварюваності та умов утворення холодних тріщин в зварних з'єднаннях конструкційних сталей підвищеної та високої міцності</i>	6	2	-	-	4
<i>Тема 3.3. Зварюваність та розробка технологій зварювання при виготовленні та ремонті виробів з конструкційних низьколегованих сталей підвищеної та високої міцності</i>	5	2	-	-	3
<i>Тема 3.4. Зварюваність та розробка технологій зварювання виробів з конструкційних середньо та високовуглецевих легованих сталей високої міцності</i>	4	2	-	-	2
<i>Тема 3.5. Зварюваність та розробка технологій зварювання-наплавлення виробів з високовуглецевих сталей високої міцності</i>	8	2	2	-	4
Разом за розділом 3	29	10	2	-	17
<i>Екзамен</i>					30
<i>Всього годин</i>	120	32	6		82

6. Контроль знань.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1. Робота на практичних заняттях

Ваговий бал – 2,7. Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює $2,7 \times 15 = 40$ балів (2,7 балів - відповідь на питання, 0 балів - відсутність відповіді)

2. Штрафні бали

Відсутність на лекції, або на практичному занятті без поважної причини **-1 бал**;

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$R_C = 40$ балів

На екзамені аспіранти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить три теоретичних питання. Перелік питань наведено у робочій навчальній програмі. Кожне питання оцінюється у 20 балів.

Система оцінювання питань:

- «відмінно» - повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації) – 19-20 балів;
- «дуже добре» - майже повна відповідь (не менше 85% потрібної інформації) – 17-18 балів;
- «добре» - достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 15-16 балів;
- «задовільно» - неповна відповідь (не менше 65% потрібної інформації та деякі помилки) – 13-14 балів;
- «достатньо» - неповна відповідь із значними недоліками (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 12 балів;
- «незадовільно» - загалом неправильна відповідь, або її відсутність – 0...11 балів.

$R_E = 60$ балів

Сума стартових балів і балів за іспитову контрольну роботу переводиться до іспитової оцінки згідно з таблицею:

Бали $R_D = R_C + R_E$	Екзаменаційна оцінка
95...100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно

60...64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
$R_c < 8$	Не допущено

7. Список базової літератури.

Розділ 1

1. Гладкий І.П. Властивості та технологія обробки металевих та неметалевих конструкційних матеріалів / І.П. Гладкий, В.І.Мощенок, В.П. Тарабанова. – Харків : Вид-во ХНАДУ, 2004. □ 274 с.
2. Технология конструкционных материалов и материаловедение. Учебное пособие / И.П. Гладкий, В.И. Мощенок, В.П. Тарабанова, Н.А. Лалазарова, Д.Б. Глушкова. : Харьков: ХНАДУ, 2014. : 528 с.
3. Дяченко С.С. Матеріалознавство : підручник / С. С. Дяченко, І. В. Дощечкіна, А. О. Мовлян, Е. І. Плешаков. – Харків : Вид-во ХНАДУ, 2007. – 440 с.
4. Лебедев В.Г. Матеріалознавство і термічна обробка зварних з'єднань : Конспект лекцій. - Одеса: Наука і техніка, 2007.-88 с.
5. Єфіменко М.Г., Радзівілова Н.О. Металознавство і термічна обробка зварних з'єднань / М.Г. Єфіменко, Н.О. Радзівілова. – Харків: - 2003. - 488 с.
6. Попович В.,Голубець В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Кн. 1 Суми, “Університет книга”, 2002.-264с., т.2-260с
7. Добровольський О.Г. Матеріалознавство та матеріали у машинобудуванні: Навчальний посібник.К. КНУБА., 2004 – 109 с.
8. Городжа А.Д., Добровольський О.Г. та інші Матеріалознавство та електроматеріали: Навчальний посібник. К. КНУБА., 2006 – 304 с.
9. Никифоров В.М. Технологія металів і конструкційні матеріали. К., Вища школа,1984,344с.
10. Технология конструкционных материалов. Под ред. Г. А. Прейса. – К.: Вища школа, 1984. – 359 с.
11. Большаков В.И. и др. Металловедение и сварка строительных сталей. К.: УНК ВО, 1989, 223 с...

Розділ 2

1. Каховский Н. И., Фартушный В. Г., Ющенко К. А. Электродуговая сварка сталей. К.: Наукова думка, 1975. 480 с.
2. Геллер Ю. А., Рахштадт А. Г. Материаловедение. М.: Металлургия, 1989, 456 с.
3. Гуляев А. П. Термическая обработка стали. Москва: Машгиз, 1060, 496 с.
4. Гуляев А. П. Металловедение. М.: Металлургия, 1978, 648 с.
5. Новиков И. И. Теория термической обработки. М.: Металлургия, 1978, 392 с.
6. Земзин В. Н., Шрон Р. З., Термическая обработка и свойства сварных соединений. Л.: Машиностроение, 1978, 367 с.
7. Курдюмов Г. В., Утевский Л. М., Энтин Р. И. Превращения в железе и стали. М.: Наука, 1977, 238 с.
8. Kraus G., Marder A. R. The morphology of martensite in iron. Metallurgical Transactions, 1971, p. 2343-2357.

9. Грабин В. Ф. *Металловедение сварки плавлением*. К.: Наукова думка, 1982, 416 с.
10. Лившиц Л. С. *Металловедение для сварщиков*. М.: Машиностроение, 1979, 253 с.
11. Грабин В. Ф., Денисенко А. В. *Металловедение сварки низко- и среднелегированных сталей*, К.: Наукова думка, 1978, 276 с.
12. Акулов А. И., Бельчук Г. А., Демянцевич В. П. *Технология и оборудование сварки плавлением*, М.: Машиностроение, 1977, 432 с.
13. *Металловедение и термическая обработка стали*. Справ. издание. в 3 т. Т II. Основы термической обработки. Ред. Бернштейн М. Л., Рахштадт А. Г. М.: Металлургия, 1983. 368 с.
14. Козлов Р. А. *Сварка теплоустойчивых сталей*. Л.: Машиностроение, 1986, 161 с.
15. Герман С. И. *Электродуговая сварка теплоустойчивых сталей перлитного класса*. М.: Машиностроение, 1972, 202 с.
16. Макаров Э. Л. *Холодные трещины при сварке легированных сталей*. М.: Машиностроение, 1981, 247 с.
17. Земзин В. Н., Шрон Р. З., *Термическая обработка и свойства сварных соединений*. Л.: Машиностроение, 1978, 367 с.
18. Хромченко Ф. А., Гинзбург Г. М. *Технология и организация сварочных работ на монтаже тепловых электростанций*. М.: Энергия, 1967, 416 с.
19. Гарофало Ф. *Законы ползучести и длительной прочности металлов*. М.: Металлургия, 1968, 304 с.
20. Каховский Н. И. *Сварка высоколегированных сталей*. К.: Техніка, 1975, 376 с.
21. Гривняк И. *Свариваемость сталей*. М.: Машиностроение, 1984, 216 с.
22. Лившиц Л. С., Хакимов А. Н. *Металловедение сварки и термическая обработка сварных соединений*. М.: Машиностроение, 1989, 336 с.
23. Yosiaki Arata, Fukuhisa Matsuda, Hiroji Nakagawa at al. *Solidification Crack Susceptibility in Weld Metals of Fully Austenitic Stainless Steels (Report III) – Effect o Strain Rate on Cracking Threshold in Weld Metal during Solidification*. Transactions of JWRI. 6, No.2, 1977, p. 37-46.
24. Fukuhisa Matsuda, Hiroji Nakagava, Seishiro Ogata, Seiji Katayama. *Fractographic Investigation on Solidification Crack in the Vatestraint Test of Fully Austenitic Stainless Steel – Studies on Fractography of Welded Zone*. Transactions of JWRI. 7, No.2, 1978, p. 59-70.
25. John C. Lippold. *Welding Metallurgy and Weldability*. Wiley, 2015, 417 p.
26. *Структура и коррозия металлов и сплавов*. Атлас. Ред Ульянин Е. А. Москва: Металлургия, 1989, 400 с.
27. Шоршоров М. Х., Чернышова Т. А., Красовский А. И. *Испытания металлов на свариваемость*. М.: Металлургия, 1972, 240 с.
28. Fukuhisa Matsuda, Hiroji Nakagava, Kazuhiko Sorada. *Dynamic observation of Solidification and Solidification Cracking during Welding with Optical Microscope – Solidification Front and Behavior of Cracking*. Transactions of JWRI. 11, No.2, 1987, p. 67-77.
29. Петров Г. Л. Тумарев А. С. *Теория сварочных процессов*. М.: Высшая школа, 1977, 392 с.

Розділ 3

1. Гудремон Э. *Специальные стали*. Т.1. – М.: Государственное НТИ литературы по черной и цветной металлургии, 1959.

2. Берштейн М.Л., Займовский В.А. Структура и механические свойства металлов. – М.: Металлургия, 1973.
3. Сварка и свариваемые материалы (Справочник в 3-х томах). Т.1. Свариваемость материалов / Под ред. В.Н. Волченкова. – М.: Металлургия, 1991.
4. Єфіменко М.Г., Радзівілова Н.О. Металознавство і термічна обробка зварних з'єднань. – Харків: НТУ ХПІ, 2003. – 488с.
5. Колесная сталь / И.Г. Узлов, М.И. Гасик, А.Т. Есаулов и др. – К.: Техніка, 1985.
6. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением / Под ред. акад. Б.Е. Патона. – М.: Машиностроение, 1974.
7. Макаров Э.Л. Холодные трещины при сварке легированных сталей. – М.: Машиностроение, 1981.
8. Грабин В.Ф., Денисенко А.В. Металловедение сварки низко- и среднелегированных сталей. – К.: Наукова думка, 1978. – 272с.
9. Шоршоров М.Х., Чернышова Т.А., Красовский А.Н. Испытания металлов на свариваемость. – М.: Металлургия, 1972.
10. Seyffarth P. Z.T.U. – Schaubilder. – Berlin: VEB Verlag, 1982.
11. Козлов Р.А. Водород при сварке корпусных сталей. – Л.: Судостроение, 1969.
12. Филлипов Г.А., Саррак В.И. Локальное распределение водорода и внутренние микронапряжения в структуре закаленной стали // Физика металлов и материаловедение. – 1980. – 49. - №1. – С.121-125.
13. О двух путях релаксации остаточных микронапряжений в мартенсите стали / Л.Е.Алексеева, В.И.Саррак, С.О.Суворова, Г.А.Филиппов // Металлофизика.-1975.-Вып. 61.- С. 79-84.
14. Походня И.К., Швачко В.И. Физическая природа обусловленных водородом холодных трещин в сварных соединениях конструкционных сталей // Автомат. сварка. – 1997. – №5. – С.3-10.
15. Ющенко К.А. Свариваемость и перспективные процессы сварки материалов // Автомат. сварка. – 2004. - №9. – С. 40-45.
16. Махненко В.И. Расчетные методы исследования кинетики сварочных напряжений и деформаций. – К.: Наукова думка, 1976.
17. Мусияченко В.Ф. Основы металлургии и технологии сварки высокопрочных низколегированных сталей / В.Ф. Мусияченко – К.: Наукова думка, 1976.
18. Прочность сварных соединений при переменных нагрузках / Под ред. В.И.Труфякова. – Киев: Наукова думка, 1990.
19. Макара А.М., Мосендз Н.А. Сварка высокопрочных сталей. – К.: Техніка, 1971.
20. Влияние типа металла шва на структуру, свойства и сопротивляемость соединений высокопрочных закаливающихся сталей образованию холодных трещин / В.Г.Гордонный, А.А.Гайворонский, В.А.Саржевский, Ю.М.Лебедев // Автомат. сварка. – 1992. - №11-12. – С.13-16.
21. Образование холодных трещин в сварных соединениях броневых сталей высокой прочности и твердости отечественного и зарубежного производства / А.А.Гайворонский, В.Д.Позняков, А.В.Клапатюк, А.М.Денисенко и др. // Механіка та машинобудування. – 2017. - №1. – С.221-227.
22. Особенности превращения аустенита и механические свойства металла в зоне термического влияния соединений стали марки 71 при дуговой сварке / В.Д.Позняков, А.А.Гайворонский, В.А.Костин, В.В.Дураченко, Ю.Н.Костин // Механіка та машинобудування. – 2017. - №1. – С.254-260.
23. Контактное-усталостное повреждение колес грузовых вагонов / Труды ВНИИЖТ. Под ред. проф. С.М. Захарова. М.: Интекст. – 2004. -160с.

24. Структурные изменения в участке перегрева металла ЗТВ железнодорожных колес при дуговой сварке / А.А.Гайворонский, В.В.Жуков, В.Г.Васильев и др. // Автоматическая сварка. -2014. - №1. – С.17-23.
25. Гайворонський О.А. Умови забезпечення якості відновлених наплавленням залізничних коліс // Наука та прогрес транспорту. Вісник ДНУЗТ ім.В.Лазаряна. – 2016. -№5 (65). - С.136-151.
26. Гайворонский А.А. Влияние диффузионного водорода на сопротивляемость замедленному разрушению сварных соединений высокоуглеродистой стали // Автоматическая сварка. -2013. - №5. – С.15-21.
27. Гайворонский А.А. Сопротивляемость образованию холодных трещин металла ЗТВ сварного соединения высокопрочных углеродистых сталей // Автоматическая сварка. - 2014. - №2. – С.3-12.
28. Свариваемость высокопрочной углеродистой стали 65Г / А.А.Гайворонский, В.В.Жуков, А.С.Шишкевич // Сварка и диагностика. – 2014. - №5. - С.50-54.