

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЧЕРНІГІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА



**Анотований  
інформаційно-бібліографічний  
показчик статей  
з періодичних видань  
ТЕХНІЧНІ НАУКИ**

Національний Університет «Чернігівська політехніка»

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА

**Анотований  
інформаційно-бібліографічний  
показчик статей  
з періодичних видань  
Технічні науки**

(IV квартал 2020 р.)

Чернігів, 2021

УДК 016:62(05)  
А69

Рецензент:

**Мороз Н. В.**

Директор Наукової бібліотеки Національного  
університету «Чернігівська політехніка»

**Анотований інформаційно-бібліографічний покажчик статей з періодичних видань. Технічні науки (IV квартал 2020р.) / уклад. Т. А. Сіденко, О. О. Чечукова. – Чернігів : Наукова бібліотека Національного університету «Чернігівська політехніка», 2021. – 90 с.**

Інформаційно-бібліографічний покажчик містить частково анотований огляд статей з періодичних видань, які бібліотека отримала за жовтень, листопад, грудень 2020 року.

Добір матеріалу завершено 01.03.2021 р. Опис здійснено мовою оригіналу відповідно до ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 «Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання». Слова і словосполучення скорочені відповідно до ДСТУ 3582-97 «Скорочення слів в українській мові у бібліографічному описі», ГОСТ 7.12-93 «Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила» и ГОСТ 7.11-2004 (ИСО 832:1994) «Библиографическая запись. Сокращение слов и словосочетаний на иностранных европейских языках».

Покажчик призначений для науковців, викладачів, студентів, а також усіх, хто цікавиться періодичною пресою.

Покажчик випускається електронному вигляді. З покажчиком можна ознайомитись в Електронному архіві IRChNUT Національного університету «Чернігівська політехніка» та на сайті бібліотеки.

**ЗМІСТ**

<b>ПЕРЕДМОВА</b>	4
<b>ЕЛЕКТРОТЕХНІКА</b>	
Енергетика та електрифікація № 6.	5-6
Енергетика та електрифікація № 7-8.	6-7
Енергетика та електрифікація № 9.	7-8
Електрик № 10.	9-10
Електрик № 11.	10-11
Електрик № 12.	11-12
Электрические сети и системы № 4.	13-14
Промислова електроенергетика та електротехніка № 4-6.	14-15
<b>РАДІОТЕХНІКА ТА РАДІОЕЛЕКТРОНІКА</b>	
Известия высших учебных заведений: Радиоэлектроника Т.63, № 9.	15-18
Известия высших учебных заведений: Радиоэлектроника Т.63, № 10.	18-22
Известия высших учебных заведений: Радиоэлектроника Т.63, № 11.	22-25
Известия высших учебных заведений: Радиоэлектроника Т.63, № 12.	25-29
Радиоаматор № 9-10.	29-31
Радиоаматор № 11-12.	32-35
Радиокомпоненты № 3-4.	35-36
<b>МАШИНОЗНАВСТВО</b>	
Порошкова металургія № 5-6.	37-47
Порошкова металургія № 7-8.	48-51
Порошкова металургія № 9-10.	51-62
Порошкова металургія № 11-12.	62-72
Техническая диагностика и неразрушающий контроль № 3.	72-76
Техническая диагностика и неразрушающий контроль № 4.	76-80
<b>БЕЗПЕКА ПРАЦІ ТА ЖИТТЯ</b>	
Охорона праці № 10.	80-83
Охорона праці № 11.	83-86
Охорона праці № 12.	86-89

## ПЕРЕДМОВА

Періодичні видання відіграють значну роль у житті кожного науковця, студента, оскільки в них оперативно відображається найактуальніша інформація. Залежно від тематики, періодичні видання розподіляються по відділах наукової бібліотеки.

Інформація про надходження чергових номерів видань, а також про місцезнаходження друкованих примірників і електронних копій публікується на сайті бібліотеки у розділі «Фонд періодичних видань» [http://library2.stu.cn.ua/resursi\\_biblioteki/fond\\_periodichnih\\_vidanj\\_chntu/](http://library2.stu.cn.ua/resursi_biblioteki/fond_periodichnih_vidanj_chntu/)

Користувачі можуть отримати через службу електронної доставки документів (едд) електронною поштою статті з періодичних видань, які знаходяться у фондах бібліотеки.

Одержані з бібліотеки електронні копії періодичних видань дозволяється використовувати лише з науковою, навчальною або освітнянською метою. Забороняється тиражувати одержані копії, відтворювати їх у будь-якій іншій формі, крім одноразового друкування електронного файлу, передавати іншим особам чи організаціям.

Замовник несе відповідальність за використання електронної копії відповідно до Закону України «Про авторське право і суміжні права».

**ЕЛЕКТРОТЕХНІКА**

***Енергетика та електрифікація : наук. журн. / Н.-т. спілка енергетиків та електротехніків України. – К. : [б. в.], 1960. – Виходить щомісяця.***

***Енергетика та електрифікація. – 2020. – № 6.***

**Dr, i. A. Ефекти розширення ВДЕ - відключення (blackout) електроенергії в Німеччині, Південній Австралії та Каліфорнії / inż Andrzej Strupczewski Dr, Lukasz Koszuc Mgr, Штефуник Ян // Енергетика та електрифікація. – 2020. – № 6. – С. 2-7.**

**Використання газотурбінних технологій – ключ до енергетичної безпеки України / А. А. Халатов, С. Б. Кулішов, В. Н. Чобенко, Р. І. Раїмов // Енергетика та електрифікація. – 2020. – № 6. – С. 8-16.**

Проблеми забезпечення енергетичної безпеки України накопичувалися протягом тривалого часу. Сьогоднішнє загострення кризи в енергетиці України має комплексний характер, воно породжене поєднанням неврегульованих тарифів з рядом проблем технічного характеру, без вирішення яких неможливо створити сучасну і стійку енергетику і захистити країну від кризових ситуацій.

**Гуревич, В. Электромагнитный импульс: мифы и реальность / В. Гуревич // Енергетика та електрифікація : науково-виробничий журнал. – 2020. – № 6. – С. 17-27.**

**Лиховид, Ю. Методи боротьби з аперіодичними струмами та перенапругами несиметричних режимів магістральних електричних мереж, де встановлені елегазові вимикачі / Ю. Лиховид // Енергетика та електрифікація. – 2020. – № 6. – С. 28-33.**

Розглянуто констуктивні особливості роботи елегазових вимикачів. Визначено вірогідні причини виходу з ладу зазначених вимикачів та надані рекомендації для їхнього попередження.

**Воинов, А. П. О повышении эффективности функционирования городских систем теплообеспечения / А. П. Воинов, Д. В. Коновалов, В. С. Самохвалов // Енергетика та електрифікація. – 2020. – № 6. – С. 34-37.**

Показано, что мировое производство оказывает на окружающую природную среду вредное воздействие. Наиболее интенсивное

воздействие оказывает энергетика, ее объекты, вырабатывающие энергию, и объекты, потребляющие энергию, в частности городские системы теплообеспечения.

**Манилов, А. М. Дальнее резервирование отказов защитных аппаратов и защит в сетях 0,4 кВ / А. М. Манилов, С. А. Товстюк // Энергетика та електрифікація. – 2020. – № 6. – С. 38-39.**

**Манилов, А. М. Способ блокировки самозапуска электродвигателей напряжением до 1 кВ при коротком замыкании в его цепи / А. М. Манилов, С. А. Товстюк // Энергетика та електрифікація. – 2020. – № 6. – С. 40-41.**

*Енергетика та електрифікація. – 2020. – № 7-8.*

**Гербут, М. І. Особливості закупівлі електричної енергії з метою компенсації технологічних витрат при її передачі магістральними мережами / М. І. Гербут // Енергетика та електрифікація. – 2020. – № 7-8. – С. 9-11.**

**Комар, В. О. Аналіз фотоелектричних станцій на спотворення кривої напруги в розподільних електричних мережах / В. О. Комар // Енергетика та електрифікація. – 2020. – № 7-8. – С. 12-17.**

**Кулик, В. В. Профідерний аналіз втрат електроенергії у розподільних електромережах 10(6)-0,4 кВ з використанням імітаційного моделювання / В. В. Кулик, О. В. Глоба, Ю. В. Томашевський // Енергетика та електрифікація. – 2020. – № 7-8. – С. 18-24.**

**Лежнюк, П. Д. Інформаційне забезпечення контролю й керування адресними потоками потужності в електричних мережах / П. Д. Лежнюк, В. Ю. Прохватулов, Г. Д. Красковський // Енергетика та електрифікація. – 2020. – № 7-8. – С. 25-28.**

У статті розглядаються питання підвищення техніко-економічної ефективності роботи електричних мереж в умовах електропостачання за двосторонніми договорами і в умовах балансуєчого ринку електроенергії за рахунок удосконалення інформаційного забезпечення.

**Пронін, Д. Л. Проблематика приєднання об'єктів відновлювальної енергії до розподільчих мереж оператора системи розподілу / Д. Л. Пронін // Енергетика та електрифікація. – 2020. – № 7-8. – С. 29-39.**

**Дунаєвська, Н. І. Альтернативний спосіб покращення техніко-економічних показників в тепловій енергетиці. Енергоаудит діючих теплових електростанцій / Н. І. Дунаєвська, В. Я. Євтухов // Енергетика та електрифікація. – 2020. – № 7-8. – С. 46-51.**

**Дмитрик, В. В. Аналіз структурно-фазового стану в металі паропроводів та їх зварних з'єднань / В. В. Дмитрик, О. С. Гаращенко, А. П. Лучка // Енергетика та електрифікація. – 2020. – № 7-8. – С. 52-60.**

**Кочмаровський, В. З. Стабільність охолодженої води щодо карбонатних відкладень та вплив режиму потоку на швидкість їх формування / В. З. Кочмаровський // Енергетика та електрифікація. – 2020. – № 7-8. – С. 61-66.**

**Ратнер, В. М. Городские воздушные линии 35-110 кВ и электробезопасность / В. М. Ратнер, А. С. Кириенко // Енергетика та електрифікація. – 2020. – № 7-8. – С. 67-72.**

**Манилов, А. М. Повышение чувствительности защиты обмотки статора электродвигателя напряжением 6(10) кВ при коротком замыкании / А. М. Манилов, С. А. Товстюк // Енергетика та електрифікація. – 2020. – № 7-8. – С. 73-74.**

**Манилов, А. М. Применение токовой направленной и дистанционной защиты для повышения эффективности резервирования в сетях 6-110 кВ / А. М. Манилов, С. А. Товстюк // Енергетика та електрифікація. – 2020. – № 7-8. – С. 75-77.**

### ***Енергетика та електрифікація. – 2020. – № 9.***

**Козинський, В. В. Локалізація пунктів автоматичного секціонування повітряних ліній як засіб комплексного підвищення надійності електропостачання / В. В. Козинський, О. В. Гай, П. В. Петров // Енергетика та електрифікація. – 2020. – № 9. – С. 2-6.**



**Буцьо, З. Ю. Метрологічне забезпечення ЦП / З. Ю. Буцьо, В. І. Васильченко, Ю. К. Воцинський, Ю.Ф. Тесик // Энергетика та електрифікація. – 2020. – № 9. – С. 7-10.**

**Ратнер, В. М. Солнечная электростанция объект энергосистемы. Токи утечки солнечных электростанций и электробезопасность / В. М. Ратнер, А. С. Кириенко // Энергетика та електрифікація. – 2020. – № 9. – С. 11-15.**

**Агамалов, О. Аналітичний огляд доповідей, наданих дослідним комітетом SC-C1 «System Development and Economics» («Планування розвитку енергосистем та економіка») на електронну сесію CIGRE-2020 / О. Агамалов // Энергетика та електрифікація. – 2020. – № 9. – С. 16-30.**

**Агамалов, О. Аналітичний огляд доповідей, наданих дослідним комітетом SC-A1 “Rotating Electrical Machines” («Обертові електричні машини») CIGRE-2020 / О. Агамалов // Энергетика та електрифікація. – 2020. – № 9. – С. 31-37.**

**Манилов, А. М. О необходимости защиты от перенапряжений стороны 0,4 кВ на подстанциях при кабельном вводе напряжения 6-35 кВ / А. М. Манилов // Энергетика та електрифікація. – 2020. – № 9. – С. 38.**

**Манилов, А. М. Способ обеспечения чувствительности защиты от однофазного замыкания на землю с помощью компенсации собственного емкостного тока / А. М. Манилов // Энергетика та електрифікація. – 2020. – № 9. – С. 39.**

**Манилов, А. М. Обеспечение надежности электроснабжения при действии защиты от однофазных замыканий на землю на отключение / А. М. Манилов // Энергетика та електрифікація. – 2020. – № 9. – С. 40-41.**

**Манилов, А. М. Способ повышения чувствительности релейной защиты электродвигателей напряжением выше 1 кВ при двухфазном коротком замыкании в любой части с помощью направленной защиты с циклической блокировкой / А. М. Манилов, С. А. Товстюк // Энергетика та електрифікація. – 2020. – № 9. – С. 41-42.**

**Электрик: практ. электротехника / учредитель : ДП "Изд-во Радиоаматор". – К. : Преса України.**

**Электрик. – 2020. – № 10**

**Черный, Вадим. Не только осциллограф / В. Черный // Электрик. – 2020. – № 10. – С. 6-9.**

**Лобов, С. Актуальное оборудование Testboy и борьбе с COVID -19 / С. Лобов // Электрик. – 2020. – № 10. – С. 9 -11.**

**Торопов, Ф. Два в одном - перетворювач частоти і програмований логічний контролер з функцією опитування по Modbus RTU / Ф. Торопов // Электрик. – 2020. – № 10. – С. 12 -13.**

**Advantech, IT - Enterprise и ПРОКСИС объявляют о разработке совместного продукта для цифровой трансформации промышленных компаний в эпоху пост – COVID // Электрик. – 2020. – № 10. – С. 16 -17.**

**Педан, Ярослав. Решение прикладных задач с преобразователями CFM / Я. Педан // Электрик. – 2020. – № 10. – С. 18-20.**

**Стоечные промышленные компьютеры Advantech – обзор доступных решений // Электрик. – 2020. – № 10. – С. 22 -24.**

**Левчук, Д. DC/DC преобразователи для транспорта со входом стандарта 12:1 / Д. Левчук // Электрик. – 2020. – № 10. – С. 25.**

**Белый, Вячеслав. Магнитный датчик для защиты бытовых счётчиков электроэнергии, воды и газа / В. Белый // Электрик. – 2020. – № 10. – С. 26-28.**

**Цымбал, Сергей. RAB тарифы и украинская энергетика / С. Цымбал // Электрик. – 2020. – № 10. – С. 29-31.**

**Сергеев, А. Новые высоковольтные драйверы / А. Сергеев // Электрик. – 2020. – № 10. – С. 32 -37.**

**Семчев, А. Стабилизаторы выполненные по технологии Chiplet SIP для SND -монтажа / А. Семчев // Электрик. – 2020. – № 10. – С.38 -39.**

**Валчина, А. Проблемы замены маломасляных генераторных выключателей. Руководство по основам проектирования / А. Валчина // Электрик. – 2020. – № 10. – С. 40 -43.**

**Рентюк, В. Космические аппараты. Системы питания и распределения мощности / В. Рентюк // Электрик. – 2020. – № 10. – С. 44 -48.**

**Сергиенко, А. Обзор промышленных источников питания от компании Mean Well / А. Сергиенко // Электрик. – 2020. – № 10. – С. 49 -51.**

**Мельник, В. Малогабаритный высоковольтный генератор / В. Мельник // Электрик. – 2020. – № 10. – С. 52 -53.**

**Кашкаров, А. Устранение типичной неисправности оповещателя Ossca RD -638 / А. Кашкаров // Электрик. – 2020. – № 10. – С. 54 -55.**

### ***Электрик. – 2020. – № 11***

**Белый, Вячеслав. Магнитные датчики для защиты бытовых счётчиков электроэнергии, воды и газа / В. Белый // Электрик. – 2020. – № 11. – С. 6-9.**

**Герасимчук, Андрей. Международное энергетическое агентство считает, что уголь продолжает оставаться важнейшим энергетическим ресурсом / А. Герасимчук // Электрик. – 2020. – № 11. – С. 22-26.**

**Сергиенко, Андрей. Перспективы использования водородного топлива / А. Сергиенко // Электрик. – 2020. – № 11. – С. 27-31.**

**Валична, Анджей. Проблемы замены маломасляных генераторных выключателей. Руководство по основам проектирования / А. Валична // Электрик. – 2020. – № 11. – С. 32-36.**

**Бондаренко, Александр. Ложные срабатывания датчиков движения. Часть третья (продолжение). Диагностика пирозлектрических детекторов в датчиках движения / А. Бондаренко // Электрик. – 2020. – № 11. – С. 37-41.**

**Самойлов, Вячеслав. Новые Sic MOSFET транзисторы для станций быстрой зарядки электромобилей / В. Самойлов // Электрик. – 2020. – № 11. – С. 42-44.**

**Манилов, Альфред. Логическая направленная защита трансформаторов, генераторов, электродвигателей и линий с двухсторонним питанием / А. Манилов, Э. Алиев // Электрик. – 2020. – № 11. – С. 52-53.**

**Кашкаров, Андрей. Доработка светового сигнализатора с датчиком движения типа YG-1035 / А. Кашкаров // Электрик. – 2020. – № 11. – С. 54-55.**

#### ***Электрик. – 2020. – № 12***

**Сенсорные панели WAGO 600. Сочетание электрического дизайна с высокими характеристиками // Электрик. – 2020. – № 12. – С. 6-12.**

**Черный, Вадим. Интеллектуальное LED-освещение / В. Черный // Электрик. – 2020. – № 12. – С. 10-12.**

**Первые в мире сильноточные пружинные клеммы до 185 мм<sup>2</sup> // Электрик. – 2020. – № 12. – С. 13.**

**Лобов С. Тепловизоры немецкой компании Testboy / С. Добов // Электрик. – 2020. – № 12. – С. 20-21.**

**Хращевский, Андрей. Бюджетный сетевой источник питания / А. Хращевский // Электрик. – 2020. – № 12. – С. 24-27.**

**Семчев А. Использование технологии Power over Ethernet при разработке подсистем электропитания / А. Семчев // Электрик. – 2020. – № 12. – С. 28-31.**

**Сергиенко, Андрей. Достигнут пик потребления жидкого топлива? / А. Сергиенко // Электрик. – 2020. – № 12. – С. 32-34.**

**Рентюк, Владимир. Источники малого напряжения из стандартных стабилизаторов / В. Рентюк // Электрик. – 2020. – № 12. – С. 33-37.**

**Иванченко, Сергей. Путь к новым видам топлива / С. Иванченко // Электрик. – 2020. – № 12. – С. 38-42.**

**Левчук, Д. DC/DC для трансформатора со входом стандарта 18:1 / Д. Левчук // Электрик. – 2020. – № 12. – С. 44.**

**Йозеф, фон Штакельберг. Комплекты выпрямителя с трехфазным трансформатором тока. Высоковольтные источники питания для сложных условий работы в электрофильтрах / фон Штакельберг Йозеф // Электрик. – 2020. – № 12. – С. 46-50.**

**Малинов, Альфред. Дистанционная направленная защита электродвигателя напряжением 6 (10) кВ от межвитковых коротких замыканий / А. Малинов, С. Товстюк // Электрик. – 2020. – № 12. – С. 51.**

**Кашкаров, Андрей. О недостатках разных АКБ и практических решениях для увеличения срока их службы / А. Кашкаров // Электрик. – 2020. – № 12. – С.52-55**

**Спиридонов, Александр. Лабораторный источник питания повышенной мощности / А. Спиридонов // Электрик. – 2020. – № 12. – С.56**

**Электрические сети и системы : науч.-произв. журн. / НЭК “Укрэнерго” ; Ин-т “Укрэнергосетьпроект”, Ин-т “Укрсельэнергопроект”, АК “Энпассэлектро”. - Киев, 2002 - . - Выходит раз на два месяца**

**Электрические сети и системы. – 2020. – № 4.**

**Козирський, В. В. Локалізація пунктів автоматичного секціонування повітряних ліній як засіб комплексного підвищення надійності електропостачання / В. В. Козирський, О. В. Гай, П. В. Петров // Электрические сети и системы. – 2020. – № 4. – С. 2-6.**

**Семененко, С. Н. Ограничители перенапряжений с внешним искровым промежутком для защиты изоляции воздушных линий класса напряжения 220 кВ / С. Н. Семененко // Электрические сети и системы. – 2020. – № 1. – С. 7-10.**

**Буцьо, З. Ю. Метрологічне забезпечення ЦП / З. Ю. Буцьо, В. І. Васильченко, Ю. К. Вошинський, Ю.Ф. Тесик // Электрические сети и системы. – 2020. – № 4. – С. 11-15.**

**Ратнер, В. М. Солнечна електростанція – об’єкт енергосистеми. Токи утечки солнечных электростанций и электробезопасность / В. М. Ратнер, А. С. Кириенко // Электрические сети и системы. – 2020. – № 4. – С.19-24.**

**Агамалов, О. Аналітичний огляд доповідей, наданих дослідним комітетом SC-C1 «System Development and Economics» («Планування розвитку енергосистем та економіка») на електронну сесію CIGRE-2020 / О. Агамалов // Электрические сети и системы. – 2020. – № 4. – С. 25 - 41.**

**Агамалов, О. Аналітичний огляд доповідей, наданих дослідним комітетом SC-A1 “Rotating Electrical Machines” («Обертові електричні машини») CIGRE-2020 / О. Агамалов // Электрические сети и системы. – 2020. – № 4. – С.42-48.**

**Манилов, А. М. О Блокировка отключения короткого замыкания в электродвигателе напряжением до 1 кВ без самозапуска пускателем (контактором) / А. М. Манилов, С. А. Товстюк // Электрические сети и системы. – 2020. – № 4. – С. 49.**

**Манилов, А. М. Замечания и предложения к главе 5.3 ПУЭ «Электродвигатели и их коммутационные аппараты» / А. М. Манилов, С. А. Товстюк // Электрические сети и системы. – 2020. – № 4. – С. 50.**

***Промислова електроенергетика та електротехніка : наук. – техн. вироб. - практи. інформ. зб. / ТОВ "ЕТИН". – Київ: [б. в.], 1996. – Виходить щокварт.***

***Промислова електроенергетика та електротехніка. – 2020. – № 4-6.***

**Ходак, І. Я. Резисторне заземлення нейтралі в розгалуженій повітряно-кабельній мережі СЕС та ВЕС / І. Я. Ходак // Промислова електроенергетика та електротехніка. – 2020. – № 4-6. – С. 6-10.**

**Манілов, А. М. Захист електродвигунів напругою вище та до 1 кВ / А. М. Манілов, С. А. Товстюк, Е. М. Алієв, О. В. Сиваченко // Промислова електроенергетика та електротехніка. – 2020. – № 4-6. – С. 10-22.**

**Мартіросова, В. Г. Фізіолого-гігієнічне обґрунтування способу створення комфортного світлового середовища для зоро-напружених професій / В. Г. Мартіросова, А. Д. Галинський // Промислова електроенергетика та електротехніка. – 2020. – № 4-6. – С. 22-28.**

В статье рассмотрены подходы некоторых ученых к проблеме создания комфортной световой среды и предлагается способ, разработанный на основании собственных офтальмогигиенических и светотехнических исследований.

**Бедерак, Я. С. Аналіз погодинних графіків електричного навантаження промислового підприємства за тиждень чи більшому періоді часу / Я. С. Бедерак // Промислова електроенергетика та електротехніка. – 2020. – № 4-6. – С. 28-40.**

Публикация является аналитическим обзором ряда методов электропотребления за неделю или более длительный период времени. Предложены методы легко автоматизируются и позволяют как построить математическую модель, так и контролировать электропотребление предприятия в реальном времени.

**Ходак, І. Я. Параметри СЕС у схемі заміщення для розрахунку струмів короткого замикання / І. Я. Ходак // Промислова електроенергетика та електротехніка. – 2020. – № 4-6. – С. 40-42.**

**Манілов, А. М. Об'рунтування перетину провідників за економічними показниками / А. М. Манілов, І. Н. Чайка // Промислова електроенергетика та електротехніка. – 2020. – № 4-6. – С. 42-46.**

**Манілов, А. М. Зауваження та пропозиції до ДСТУ Б В.2.5-82:2016 “Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом / А. М. Манілов, С. А. Товстюк // Промислова електроенергетика та електротехніка. – 2020. – № 4-6. – С. 46-47.**

**Манілов, А. М. Зауваження та пропозиції до глави 5.3 ПУЕ “Електродвигуни та їх комутаційні апарати”/ А. М. Манілов, С. А. Товстюк // Промислова електроенергетика та електротехніка. – 2020. – № 4-6. – С. 47-48.**

## **РАДІОТЕХНІКА ТА РАДІОЕЛЕКТРОНІКА**

***Известия высших учебных заведений : Радиоэлектроника : ежемес. науч.-техн. журн. / Нац. техн. ун-т Украины "Киев. политех. ин-т". – К. : [б. и.], 1958. – Выходитъ щомісяця.***

***Известия высших учебных заведений :  
Радиоэлектроника. – 2020. – Т.63, № 9***

**Павлов, О. І. Оцінювання потенційної ефективності кодування мовлення різними параметрами лінійного прогнозування / О. І. Павлов, Ф. Ф. Дубровка // Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника. – 2020. – №9. – С. 531-548.**

В статті представлено результати оцінювання потенційної ефективності кодування форми спектральної обвідної (ФСО) мовленнєвих сигналів (МС) методом лінійного прогнозування (ЛП) з використанням різних наборів альтернативних еквівалентних параметрів (АЕП), серед яких лінійні спектральні пари/проекції LSP (Line Spectral Pairs/Projections) і лінійні спектральні частоти LSF (Line Spectral Frequencies), та альтернативні до них лінійні спектральні параметри найвищого розщеплення LSP-HS і LSF-HS



(LSP of Highest Splitting, LSF of Highest Splitting). Результати отримано на запропонованому підході, що базується на застосуванні методу ЛП до кодування ФСО МС з максимальним перекриттям кадрів під час його аналізу, розгляді такої схеми кодування як наближення до відповідного аналогового векторного джерела у кожному з просторів АЕП, покроковому проектуванні в кожному з них відповідної векторної кодової книги з поступовим збільшенням її розміру та використанні на кожній стадії її проектування ідеальної схеми векторного квантування з повним пошуком. За результатами аналізу у кожному з просторів АЕП обчислено залежності «спотворення–швидкість» та запропоновано узагальнену функцію їх апроксимації. Описано методику, яка дозволяє для кожного простору АЕП оцінити нижню межу Шеннона, дисперсію еквівалентного джерела Гауса, диференційну ентропію, надлишковість, значення вагової константи в узагальненій формулі ентропії та інші ентропійні характеристики кодування еквівалентних джерел (параметри ФСО МС) у цих просторах. Запропоновано та обчислено показники ефективності реального та потенційного кодування відповідних АЕП. Показано, що за сукупністю запропонованих показників ефективності найкращі результати демонструють простори лінійних спектральних параметрів найвищого розщеплення LSP-HS та LSF-HS.

**Царёв, А. П. Алгоритмы малоразмерного дискретного косинус-преобразования четвертого типа с уменьшенной мультипликативной сложностью / А. П. Царёв, Л. Лесецки // Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника. – 2020. – № 9. – С. 549-569.**

Дискретные косинус-преобразования ДКП широко применяются в интеллектуальных радиоэлектронных системах для обработки и анализа поступающей информации. Популярность использования этих преобразований объясняется наличием быстрых алгоритмов, которые минимизируют вычислительную и аппаратную сложность их реализации. Особое место в перечне преобразований занимает дискретное косинусное преобразование четвертого типа ДКП-IV.

В статье предложено несколько алгоритмов реализации ДКП-IV. Эффективность предлагаемых решений обусловлена возможностью факторизации матрицы ДКП-IV, что при реализации ведет к снижению сложности вычислений. В статье также представлен ряд полностью параллельных алгоритмов ДКП-IV для

небольших длин  $N = 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$  сигнальных последовательностей.

**Чирчик, С. В. Дослідження рекомбінаційних параметрів нерівноважних носіїв заряду у технологічних пластинах Si тепловізійним методом / С. В. Чирчик // Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника. – 2020. – № 9. – С. 570-579.**

У роботі запропоновано підхід по дослідженню рекомбінаційних параметрів нерівноважних носіїв заряду у технологічних пластинах Si тепловізійним методом. До уваги взято час життя, дифузійна довжина і швидкість поверхневої рекомбінації носіїв заряду. Метод базується на вивченні просторового розподілу теплового випромінювання зразків Si за краєм власного поглинання в спектральному діапазоні 3–5 мкм за допомогою ІЧ камери. Наведено експериментальні результати досліджень технологічних зразків кремнію: розподіл концентрації надлишкових носіїв заряду в зразках кремнію ( $n$ -Si,  $r = 500$  Ом·см,  $d = 8$  мм) і дифузійний розподіл носіїв заряду при  $T = 150$  °С. Температурна залежність дифузійної довжини і об'ємного часу життя в зразках кремнію виміряна трьома різними методами: за допомогою ІЧ камери, по кінетиці спаду теплового випромінювання за краєм власного поглинання при лазерному збудженні, і методом затухання фотопровідності. Запропонований підхід впроваджено в процесі вхідного контролю пластин кремнію, що використовуються для виготовлення сонячних панелей АТ «Квазар».

**Гасанов, А. Р. Фазоинвертор с разделенной нагрузкой на основе дифракции Брэгга / А. Р. Гасанов, Р. А. Гасанов, А. Г. Гусейнов, Б. Э. Гусейн-Заде // Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника. – 2020. – № 9. – С. 580-588.**

Приведены некоторые сведения о фазоинверторах с разделенной нагрузкой. Отмечена проблема обеспечения идентичности разнополярных сигналов на разделенных нагрузках. Отмечены особенности дифракции Брэгга в контексте формирования двух разнополярных сигналов. Показано, что при изменении частоты электрического сигнала на входе акустооптического модулятора дифракционный порядок смещается в плоскости, перпендикулярной оптической оси. Приведена структурная схема акустооптического фазоинвертора с разделенной нагрузкой. Для формирования двух разнополярных сигналов отклоненный свет расщепляется на два пучка,

сдвигающихся в одном и том же направлении. Щели в экранах размещены соответственно в левой и правой половинах сформированных пучков. Исследованы теоретические аспекты формирования разнополярных сигналов на выходах фазоинвертора. Получены выражения для вычисления выходных сигналов, которые использованы для численного анализа работоспособности предложенной схемы. Результаты теоретических исследований апробированы экспериментально. Приведена схема экспериментальной установки. Экспериментальный образец фазоинвертора выполнен на акустооптическом модуляторе, изготовленном на основе стеклообразного фотоупругого материала типа ТФ-7.

В экспериментах использован лабораторный вариант фотоприемного устройства. Приведены результаты экспериментальных исследований и показано их однозначное соответствие с результатами теоретических исследований.

**Известия высших учебных заведений :  
Радиоэлектроника. – 2020. – Т.63, № 10.**

**Жук С. Я. Оценивание стохастических процессов со случайной структурой с марковскими переключениями в дискретном времени (обзор) / С. Я. Жук // Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника. – 2020. – № 10. – С. 591-607.**

Выполнен обзор алгоритмов оценивания стохастических процессов со случайной структурой с марковскими переключениями, полученных на основе математического аппарата смешанных марковских процессов в дискретном времени. Показано марковское свойство расширенного смешанного процесса, включающего непрерывнозначный процесс со случайной структурой в дискретном времени, и цепь Маркова, управляющую изменением его структуры. Рассмотрены рекуррентные оптимальный и квазиоптимальный алгоритмы фильтрации, которые описывают эволюцию апостериорной плотности вероятности смешанного процесса. Адаптивные фильтры относятся к классу устройств с обратными связями между каналами. Приведено двухфункциональное байесовское решающее правило для определения оценок дискретного и непрерывного компонентов, которые являются взаимно связанными. Рассмотрены рекуррентные оптимальные алгоритмы интерполяции: в

фиксированной точке, на фиксированном интервале и с постоянным запаздыванием, и выполнен их анализ. Приведены примеры применения рассмотренных алгоритмов оценивания при решении прикладных задач. Рассмотрены двухэтапные алгоритмы совместной фильтрации и сегментации текстурных изображений, позволяющие сохранить вычислительные преимущества одномерных алгоритмов оценивания процессов со случайной структурой и адекватные цифровым устройствам с параллельной архитектурой.

**Ерохин, А. А. Частотно-независимое управление главным лепестком диаграммы направленности на основе КИХ-фильтров** / А. А. Ерохин, Е. Р. Гафаров, Ю. П. Саломатов // Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника. – 2020. – № 10. – С. 608-619.

При использовании широкополосных антенных решеток типовые методы формирования узкополосной диаграммы направленности (ДН) являются неэффективными. Диаграмма направленности такой решетки имеет различную ширину во рабочем частотном диапазоне. Данную проблему помогают решить существующие методы формирования частотно-независимой ДН с использованием фильтров с конечной импульсной характеристикой (КИХ-фильтры). КИХ-фильтры обеспечивают частотную характеристику, необходимую для достижения частотно-независимых свойств ДН решетки, однако они имеют высокую вычислительную сложность.

В данной статье представлен улучшенный метод формирования частотно-независимой ДН без использования функций минимизации или преобразования Фурье. Управление главным лепестком ДН достигается за счет использования КИХ-фильтров с различной крутизной АЧХ. Предложенный подход основан на синтезе КИХ-фильтров с определенными частотными характеристиками. Проведено сравнение полученных результатов с существующим методом формирования частотно-независимой ДН.

**Савченко В. В. Акустическая вариативность речевого сигнала как фактор информационной безопасности систем автоматического распознавания речи с настройкой на голос пользователя** / В. В. Савченко // Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника. – 2020. – № 10. – С. 620-632.

Рассмотрен феномен акустической вариативности речевого сигнала в системах автоматического распознавания речи.

Исследованы две ее разновидности: внутри- и междикторская вариативность речи. Для их математического описания и сопоставления по величине применена вероятностная кластерная модель минимальных речевых единиц в информационной метрике Кульбака–Лейблера. На ее основе получены теоретические оценки акустической вариативности речевого сигнала для каждой ее разновидности в отдельности, описан и количественно охарактеризован эффект защиты информации в системах с настройкой на голос санкционированного пользователя. Показано, что внутрдикторская вариативность пренебрежимо мала по своей величине по сравнению с междикторской вариативностью речи, и поэтому не оказывает заметного вредного влияния на эффективность автоматического распознавания речи.

Для подтверждения и развития результатов теоретического исследования поставлен вычислительный эксперимент, в рамках которого рассмотрены два речевых потока от двух разных дикторов. При его проведении использовано авторское программное обеспечение. По результатам эксперимента установлено, что уровень междикторской вариативности речи в ряде случаев выходит за рамки межфонемных различий в пределах однородного речевого потока. Поэтому в системах с настройкой на голос диктора, эффект от акустической вариативности речевого сигнала не только однозначно в целом положителен, а именно: это защита информации от несанкционированного доступа, но и значителен в теоретико-вероятностном отношении. Полученные результаты предназначены для использования при разработке новых и модернизации существующих систем автоматического распознавания речи, рассчитанных на работу в автономном режиме.

**Трипати, С. Миниатюрный кодек коррекции многобитных смежных ошибок на базе FPGA для применения в SRAM /** С. Трипати, Р. К. Майти, Д. Джана, Джаганат Саманта, Джайдеб Бхаумик // Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника. – 2020. – № 10. – С. 633-643.

Для защиты данных в статической памяти SRAM от мультибитных сбоев MBU (multiple bit upsets) обычно используются корректирующие коды для случайных и смежных ошибок. Эти сбои MBU, обусловленные излучением сигнала, являются серьезной проблемой надежности статической памяти произвольного доступа SRAM (static random access memory). В результате множество

смежных бит памяти искажаются, и значимая часть информации теряется. Для смягчения указанных проблем, в SRAM предпочтительнее использовать корректирующие коды многобитных смежных ошибок. В данной работе предлагаются коды «коррекция единичных ошибок–обнаружение двойных ошибок–коррекция двойных смежных ошибок» SEC-DED-DAEC (single error correction–double error detection–double adjacent error correction). Производительность предложенных кодов SEC-DED-DAEC оценивается с точки зрения таких параметров, как занимаемая площадь и задержка распространения. Теоретическое верхнее значение занимаемой площади предложенного кода как минимум на 49,98% меньше, по сравнению с аналогичной конструкцией. Также предложенная конструкция дает меньшее значение задержки критического пути распространения приблизительно на 28,79% в сравнении с существующими конструкциями. Достигнутые улучшения площади, выраженные через количество элементов LUT (look up table) и задержки распространения, составили 22,69% и 29,98% соответственно, по сравнению с другими кодами, реализованными на платформе FPGA. Предложенные коды могут быть встроены в SRAM.

**Найденко, В. І. Баланс енергії електромагнітного поля в дисперсному середовищі / В. І. Найденко // Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника. – 2020. – № 10. – С. 644-652.**

В статті в загальному вигляді виведено рівняння балансу енергії електромагнітного поля в лінійному однорідному дисперсному стаціонарному середовищі. При цьому на  $\epsilon'$ ,  $\epsilon''$ ,  $\mu'$ , і  $\mu''$  не накладаються будь-які, пов'язані з дисперсією, обмеження. Таким чином, надано відповідь на питання: чому відомі формули не дають правильних значень накопиченої енергії і енергії дисипації в дисперсних середовищах. Отримано рівняння балансу енергії електромагнітного поля при гармонічних процесах, яке розділяється на рівняння для активної і реактивної енергії. Кожне з цих рівнянь містить по чотири доданки. Перші два доданки рівняння для активної енергії визначають енергію дисипації електромагнітного поля в одиниці об'єму. Кожний з цих двох доданків можна записати у вигляді суми трьох доданків: перший з них визначає енергію дисипації поля одиниці об'єму за відсутності дисперсії; два інших доданки описують густину енергії дисипації, обумовлену дисперсією. Третій доданок є швидкістю зміни за частотою і за

координатами реальної частини вектора Пойнтинга, а останній — визначає густину активної енергії стороннього джерела. Перші два доданки рівняння для реактивної енергії визначають густину накопиченої енергії електромагнітного поля в одиниці об'єму. Кожний з цих двох доданків густини накопиченої енергії електромагнітного поля можна записати у вигляді суми трьох доданків: перший з них визначає енергію електричного поля, накопичену в одиниці об'єму за відсутності дисперсії; два інших доданки є внесками в накопичену енергію, обумовленими дисперсією. Третій доданок є швидкість зміни за частотою і за координатами уявної частини вектора Пойнтинга. Останній доданок визначає густину реактивної енергії стороннього джерела. Наведені визначення енергетичних характеристик електромагнітного поля задовольняють другому принципу термодинаміки.

***Известия высших учебных заведений :  
Радиоэлектроника. – 2020. – Т.63, № 11.***

**Рябуха, В. П. Радиолокационное наблюдение беспилотных летательных аппаратов (обзор) / В. П. Рябуха // Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника. – 2020. – № 11. – С. 655-669.**

Радиолокационное наблюдение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) — активно развивающаяся область научных исследований. В статье проводится обзор и анализ публикаций последних лет, посвященных описанию методов и систем радиолокационного обнаружения и распознавания классов, и типов БПЛА. Отмечается, что наиболее сложными целями для радиолокационного обнаружения являются малоразмерные, малоскоростные малые БПЛА (дроны), летящие на малых и предельно малых высотах. Если большие и средние БПЛА могут обнаруживаться современными радиолокационными средствами, то для обнаружения малых БПЛА целесообразно создавать специализированные высокоэффективные, высокоподвижные, переносные недорогие активные РЛС обнаружения БПЛА. Определены технические требования к таким радиолокаторам и приведены рекомендации по их выполнению. Для защиты РЛС обнаружения БПЛА от активных шумовых и пассивных помех предлагаются высокоэффективные системы защиты на основе адаптивных решетчатых фильтров. Показано, что проведенные исследования по методам распознавания классов и типов БПЛА

являются развитием существующей теории и техники радиолокационного распознавания воздушных целей.

**Коханов, А. Б. Однополосная амплитудная модуляция Хартли / А. Б. Коханов, С. В. Емельянов, Р. В. Деревягин // Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника. – 2020. – № 11. – С. 670-682.**

Разработан метод передачи сигналов с использованием однополосной амплитудной модуляции Хартли SSBH (Single Sideband modulation Hartley), который позволяет увеличить дальность связи радиоканала оптических и оптоволоконных систем передачи информации, где используется однополосная амплитудная модуляция SSB (Single Sideband). Увеличение дальности связи обеспечивается за счет применения в качестве несущей частоты суммы двух ортогональных колебаний одной частоты (волна Хартли). Это обеспечивает энергетический выигрыш в 6 дБ, или увеличение амплитуды сигнала на выходе синхронного детектора в 1,41 раза, по сравнению с SSB, при условии одинаковой мощности излучения передатчиков и одинаковой чувствительности приемников SSBH и SSB сигналов. Применение SSBH и SSB модуляции позволяет обеспечить энергетический выигрыш в передающем тракте приблизительно в 15–20 раз, по сравнению с амплитудной модуляцией (AM). Это также обеспечивает повышенную скрытность передачи SSBH сигнала, т.к. при отсутствии модулирующего сигнала передатчик практически не излучает, что позволяет обеспечить экономию энергии в случае электропитания передатчика от аккумулятора. В зависимости от необходимости, можно использовать верхнюю или нижнюю боковые полосы.

**Коротков, А. С. Сигма-дельта АЦП по технологии КНИ для работы при высоких температурах / А. С. Коротков, Д. В. Морозов, М. М. Пилипко, М. С. Енученк // Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника. – 2020. – № 11. – С. 683-694.**

В работе рассмотрена разработка интегральной схемы и результаты измерений тестовых кристаллов для сигма-дельта АЦП с разрядностью 12 бит на основе 180 нм технологии «кремний–на–изоляторе» (КНИ) компании X-FAB. При напряжении питания 3,3 В и тактовой частоте модулятора 10 МГц АЦП обрабатывает входные сигналы в полосе частот до 100 кГц в диапазоне температур – 40...+175 °С. Схема содержит предварительный фильтр нижних



частот пятого порядка на переключаемых конденсаторах для ограничения спектра входного сигнала, каскадное соединение сигма-дельта модуляторов второго порядка, и цифровой децимирующий фильтр для снижения тактовой частоты в 48 раз. Основные блоки ограничивающего фильтра и модулятора собраны по балансной схеме на интеграторах на основе операционных транскондуктивных усилителей с полосой единичного усиления 63 МГц. Для расширения динамического диапазона преобразователя использована схема динамического согласования элементов, которая уменьшает уровень нелинейных искажений в цифро-аналоговых преобразователях в цепях обратных связей модулятора. Обеспечено значение параметра SINAD не хуже 68 дБ при преобразовании сигнала с дифференциальной амплитудой 500 мВ на частоте 100 кГц.

**Сухаревский, О. І. Метод розрахунку розсіяння електромагнітних хвиль діелектричними тороїдальними метеоутвореннями / О. І. Сухаревский, В. А. Василец, В. Л. Місайлов // Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника. – 2020. – № 11. – С. 695-704.**

Розглянуто один з можливих фізичних механізмів виникнення так званих «янгол-ехо» — радіолокаційних дискретних відбиттів від об'єктів, не спостережуваних візуально. Причиною янгол-ехо можуть бути вихрові потоки, що виносять деякий об'єм повітря з певними радіофізичними параметрами в область простору, де повітря має інші радіофізичні параметри. Тороїдальні вихори (вихрові кільця) мають досить великий час існування і можуть пересуватися на значні відстані без руйнування. Розрахунок діаграм розсіяння радіохвиль вихровими кільцями за допомогою сучасних універсальних програм, призначених для вирішення електродинамічних завдань і заснованих на методі моментів, вимагає значних обчислювальних ресурсів і часу. Розроблений асимптотичний метод розрахунку розсіяння електромагнітних хвиль діелектричними тороїдальними утвореннями великого радіусу. Проведено моделювання і порівняння його результатів з розрахунками в Altair Feko. Показаний їх добрий збіг. Для практично цікавих випадків розраховано моностатичні і бістатичні ефективні площі розсіяння вихрових кілець. Результати розрахунків для моностатичної локації досить добре співпадають із результатами відомих експериментальних робіт.

**Чирчик, С. В. Кремнієвий фотонний випромінювач ІЧ діапазону / С. В. Чирчик // Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника. – 2020. – № 11. – С. 705-714.**

У роботі запропоновано підхід по створенню високоякісних дешевих випромінювачів на середній (MW) і дальній (LW) інфрачервоний (ІЧ) діапазони спектру. Запропоновано фотонний випромінювач ІЧ діапазону на основі процесу перетворення світла з області фундаментального поглинання напівпровідником в інфрачервоне (light down-conversion). Ефективність такого перетворення не залежить від квантового виходу міжзонної рекомбінації, зростає при збільшенні температури випромінювача, та має оптичне керування. Пристрій має велику робочу площу поверхні зі спектральними характеристиками, що не залежать від ширини забороненої зони напівпровідника. Наведено розрахункові і експериментальні залежні потужності кремнієвого фотонного випромінювача в діапазонах 3–5 мкм і 8–12 мкм від температури та інтенсивності збуджуючого випромінювання. Приведено порівняння параметрів відомих і запропонованого випромінювача та технологічний опис приладу.

**Эшонкулов, Г. Б. Метод компенсации нестационарности атмосферы при измерениях гетеродинным интерферометром / Г. Б. Эшонкулов, Р. Р. Вильданов, Ф. К. Туратов // Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника. – 2020. – № 11. – С. 715-720.**

Представлена лазерная гетеродинная система для регистрации малых смещений и вибраций удаленных объектов. Использование дополнительного компенсационного интерферометра позволило компенсировать влияние флуктуаций состояния окружающей среды на результаты измерений. Приведены результаты регистрации сейсмических колебаний при разных вариантах работы установки. Эксперименты продемонстрировали эффект устранения возмущений показателя преломления воздуха и частотной нестабильности лазеров путем аппаратной и программной компенсации нестабильностей.

**Известия высших учебных заведений:  
Радиоэлектроника Т.63, № 12.**

**Антипенко, Р. В. Радіотехнічному факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського 90 років / Р. В. Антипенко // Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника. – 2020. – № 12. – С. 723–729.**

Стаття містить короткий огляд напрямків наукових досліджень та вагомих досягнень науково-педагогічних працівників радіотехнічного факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського за 90 років його існування. Наведено основні результати наукових робіт останнього десятиліття.

**Дубровка, Ф. Ф. Сверхширокополосная СВЧ биконическая антенна с высоким усилением для двухдиапазонных систем кругового радиомониторинга / Ф. Ф. Дубровка, С. И. Пильтай // Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника. – 2020. – № 12. – С. 730–745.**

В работе предложена, разработана, оптимизирована и экспериментально исследована новая всенаправленная сверхширокополосная СВЧ биконическая антенна с коэффициентом усиления больше 10 дБ. Главной особенностью разработанной биконической антенны является возможность ее использования в соосных двухдиапазонных системах кругового радиомониторинга. Возможность размещения двух всенаправленных антенн с разными рабочими диапазонами частот на одной оси обеспечивается подачей питания в биконической антенне с помощью коаксиальной линии передачи, во внутреннем проводнике которой проходит коаксиальная линия питания второй антенны с меньшими размерами проводников. Для обеспечения высокого коэффициента усиления биконической антенны (более 10 дБ при диаметре  $21\lambda_0$ ) в конструкции использована осесимметричная диэлектрическая линза, предназначенная для выравнивания фазового фронта на апертуре в сверхшироком диапазоне частот с коэффициентом перекрытия 2,3:1. Применение оптимальной диэлектрической линзы позволяет достичь того же значения коэффициента усиления при диаметре антенны, который в 5 раз меньше, чем при отсутствии линзы. Достоверность полученных теоретических результатов подтверждена хорошим согласованием рассчитанных характеристик с измеренными характеристиками разработанного экспериментального образца биконической антенны. Предлагаемая сверхширокополосная всенаправленная биконическая антенна может быть рекомендована для применения в современных и перспективных системах кругового радиомониторинга, радиоразведки, передачи информации и радиопротиводействия.

**Калюжный, А. Я. Аппроксимация кумулятивного распределения огибающей сигналов в радиоканалах с произвольным рассеянием / А. Я. Калюжный // Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника. – 2020. – № 12. – С. 746–762.**

Предложен метод аппроксимации кумулятивной функции распределения (КФР) огибающей сигнала на выходе произвольного радиоканала на основе гамма-распределения. Частным случаем предложенного подхода является известный метод аппроксимации Накагами. Однако, в отличие от метода Накагами, в работе строго показана сходимость КФР произвольной неотрицательной статистики к предлагаемой асимптотической КФР, и определены условия такой сходимости. Предложенный метод обеспечивает возможность учета вида обработки приемного устройства. Использование предлагаемой аппроксимации проиллюстрировано на примере канала с аддитивным белым гауссовским шумом без памяти, однако возможности его применения значительно шире. Показано, что специфика модели канала сводится к единому параметру, который в работе назван индексом мерцаний канала. Выполнены расчеты индекса мерцаний для нескольких моделей каналов, на основе которых проведен анализ погрешностей предлагаемой аппроксимации КФР. Анализ показал, что в практически значимом диапазоне значений КФР  $i \leq 0,5$  относительная погрешность аппроксимации находится в пределах нескольких процентов. Проиллюстрирована возможность относительно простого статистического описания новых моделей каналов, традиционное описание которых наталкивается на существенные математические трудности. Предложено многолучевое обобщение модели канала TWDP, названное в работе каналом MWDP.

**Омельяненко, М. Ю. Волноводно-планарный Е-плоскостной фильтр со сверхширокой полосой заграждения / М. Ю. Омельяненко, Т. В. Романенко, О. В. Туреева // Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника. – 2020. – № 12. – С. 763–770.**

В статье предложен, разработан и экспериментально исследован волноводно-планарный полосно-пропускающий фильтр 2-см диапазона длин волн (13,5–14,5 ГГц) со сверхширокой полосой заграждения, достигающей 6-ой гармоники центральной частоты полосы пропускания. Фильтр с указанной полосой пропускания реализован на основе антиподальной волноводно-щелевой линии (АВЩЛ) с крайне высоким перекрытием гребней, характеризующимся отношением размера перекрытия к высоте

волновода равным 0,773. Это позволило значительно уменьшить сечение волноводной камеры фильтра. В качестве входного и выходного трансформаторов фильтра использованы расположенные на той же подложке компактные волноводно-планарные трансформаторы, исключая влияние неточности установки фильтрующей структуры относительно стыков с подводными волноводами. Показано, что, несмотря на малость продольных размеров резонаторов по сравнению с половиной длины волны в АВЩЛ, синтез фильтра с приемлемой для практики точностью может быть проведен по методике Кона, модифицированной с целью учета указанной особенности. Вместе с тем, снижение собственной добротности резонаторов фильтра, связанное с сильным перекрытием гребней АВЩЛ, приводит к необходимости некоторой коррекции размеров. Показано, что необходимая коррекция может быть выполнена в одном из распространенных пакетов программ электродинамического анализа на основании результатов измерения собственной добротности резонаторов фильтра.

**Дубровка, Ф. Ф. 8-канальный направленный ответвитель ортогональных мод Н<sub>21</sub> в круглом волноводе для квазимоноимпульсных антенных систем X-диапазона / Ф. Ф. Дубровка, С. И. Пильтай, Ю. А. Овсяник, Р. Р. Дубровка // Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника. – 2020. – № 12. – С. 771–781.**

В статье представлены результаты численных исследований и оптимизации характеристик 8-канального направленного ответвителя (НО) ортогональных типов волн Н<sub>21</sub> в круглом многомодовом волноводе для квазимоноимпульсной системы высокоточного автоматического сопровождения низкоорбитальных спутников дистанционного зондирования Земли. Разработана конструкция и проведены испытания опытного образца, работающего в X-диапазоне частот 8–8,5 ГГц. Предлагаемая простая и надежная конструкция НО обеспечивает одновременное, практически идеальное деление мощности волны Н<sub>21</sub> на 4 равные части. При этом получены коэффициент связи в пределах от –6,04 до –6,2 дБ, хорошее согласование (КСВН < 1,12), высокая развязка ( $I > 31$  дБ) и направленность ( $D > 25$  дБ). Коэффициенты трансформации рабочей волны Н<sub>21</sub> в волны других типов в круглом волноводе НО меньше –70 дБ. Изготовленный опытный образец разработанного 8-канального направленного ответвителя испытан в

расширенном X-диапазоне частот 7,7–8,5 ГГц. Измеренные значения КСВН не превышают 1,25 для волн типа Н11 с ортогональными круговыми поляризациями. Измеренная развязка прямоугольных волноводных каналов трекингового сигнала от информационного сигнала в круглом волноводе превышает 32 дБ.

***Радиоаматор : ежемес. науч.- попул. журн. по радиотехнике и электронике / Научно-техническое общество радиотехники и связи Украины ; гл. ред. З. В. Божко. – К. : [б.в.], 1993. – Выходить щомісяця.***

**Радиоаматор. – 2020. – № 9-10.**

**Ёлкин С. Экономный индикатор / С. Ёлкин // Радиоаматор. – 2020. – № 9-10. – С.5-7.**

В статье описывается простой и экономный указатель места расположения электрического выключателя.

**Бутов А. Аварийное светодиодное освещение / А. Бутов // Радиоаматор. – 2020. – № 9-10. – С.8-11**

Если в темное время суток внезапно пропадает напряжение в сети 230 В/50Гц, осветительные лампы гаснут, то после этого впотьмах начинаются поиски каких-либо источников света. тобы не оказаться в первобытной темноте после внезапного отключения электроснабжения, можно изготовить несложные осветительные устройства.

**Емец А. Использование нестандартного алгоритма в фотореле / А. Емец // Радиоаматор. – 2020. – № 9-10. – С.12-16.**

В статье рассмотрен улучшенный вариант фотореле, полностью исключающий ложные срабатывания от посторонних засветок и необходимость оптической изоляции фотодатчика. Автомат дополнен функциями защиты лампы накаливая и регулятора мощности, что обеспечивает значительное увеличение её срока службы.

**Рентюк В. Проектирование DC/DC-преобразователей с помощью EE-Sim Design Generation and Simulation Tool / В. Рентюк // Радиоаматор. – 2020. – № 9-10. – С.18-19**

В статье рассматривается предоставляемый бесплатно инструмент для проектирования и моделирования DC/DC-преобразователей, приводится практический пример его использования.

**Левчук, Дмитрий. DC/DC-преобразователи на плату 40 и 60 Вт для транспорта / Д. Левчук // Радиоаматор. – 2020. – № 9-10. – С. 20-21.**

В статье описаны новые DC/DC-преобразователи в корпусе 2"x1" серий RSDW40, RSDW60, RDDW40, RDDW60 производства MEAN WELL.

**Кашкаров А. Восстановление компьютерной мыши с беспроводным адаптером / А. Кашкаров // Радиоаматор. – 2020. – № 9-10. – С. 22-23.**

В статье описывается простой метод восстановления компьютерной мыши с беспроводным адаптером после механического повреждения.

**Белоусов, Олег. Новогодний сувенир / О. Белоусов // Радиоаматор. – 2020. – № 9-10. – С. 24-26.**

Приближается новый 2021 год. Для тех, кто любит создавать своими руками что-нибудь и необычное и полезное, предлагается несложный сувенир.

**Схема электрическая принципиальная кабельного тестера NSHL 468NC // Радиоаматор. – 2020. – № 9-10. – С. 27.**

**Схема электрическая принципиальная AIYMA Bluetooth 4.2 декодера с записью // Радиоаматор. – 2020. – № 9-10. – С. 28.**

**Схема электрическая принципиальная модуля питания YwRobot Power MB-V2 (MB 102) // Радиоаматор. – 2020. – № 9-10. – С. 29.**

**Схема электрическая принципиальная светильника с датчиком движения и солнечной батареей // Радиоаматор. – 2020. – № 9-10. – С. 29.**

**Схема электрическая принципиальная датчика движения модуля RCWL-0516 // Радиоаматор. – 2020. – № 9-10. – С. 30.**

**Схема электрическая принципиальная цифрового вольтметра mini DC (измерение от 4 до 30 В) // Радиоаматор. – 2020. – № 9-10. – С. 30.**

**Спиридонов, Александр. Приставка-киловольтметр / А. Спиридонов // Радиоаматор. – 2020. – № 9-10. – С. 31.**

В статье описывается простое устройство, при помощи которого можно простыми мультиметрами, безопасно для них, измерять напряжение в несколько киловольт.

**Соколовский, Владимир. Совместная работа спутникового приемника с приемником цифрового эфирного телевидения / В. Соколовский // Радиоаматор. – 2020. – № 9-10. – С. 32-33.**

В связи с недавним введением в Украине кодирования спутниковых каналов возникла необходимость совместить работу двух приемников - цифрового эфирного и спутникового.

**Чередник, Павел. Выходной каскад УМЗЧ с динамическим контролем сквозного тока и компенсацией искажений / П. Чередник // Радиоаматор. – 2020. – № 9-10. – С. 34-39.**

**Бутов, Андрей. Простой сетевой фильтр / А. Бутов // Радиоаматор. – 2020. – № 9-10. – С. 40-41.**

В статье описывается простой сетевой фильтр, предназначенный для подавления помех в питающей сети 230 В/50 Гц.

**Николаенко, Петр. Сварочные инверторы и их особенности / П. Николаенко // Радиоаматор. – 2020. – № 9-10. – С. 42-46.**

В настоящее время на рынке большой популярностью пользуются инверторные сварочные аппараты, которые позволили совершить качественный скачок в электросварке.

**Рентюк, Владимир. Космические аппараты. Системы питания и распределения мощности / В. Рентюк // Радиоаматор. – 2020. – № 9-10. – С. 48-53.**

В предлагаемой статье речь идет о часто забываемой или малозаметной части космического аппарата (КА), позволяющей ему путешествовать в космосе.



**Радиоаматор. – 2020. – № 11-12.**

**Петров, А. Доработка простого усилителя с ТОС класса А / А. Петров // Радиоаматор. – 2020. – № 11-12. – С. 6-9.**

В статье рассказывается, как путем доработки схемы, можно значительно улучшить характеристики популярного УМЗЧ.

**Чередник, П. Выходной каскад УМЗЧ с динамическим контролем сквозного тока и компенсацией искажений (Продолжение. Начало № 9-10) / П. Чередник // Радиоаматор. – 2020. – № 11-12. – С. 10-13.**

На конкретном примере рассмотрен метод построения выходного каскада усилителя мощности звуковой частоты с отдельными и независимыми цепями усиления сигнала и управления током покоя. Данный метод позволяет реализовать режим динамического сквозного тока, дает возможность применить метод компенсации искажений по входу и достичь высоких качественных показателей - коэффициента искажений порядка 0,001% на частоте 20 кГц при нагрузке 8 Ом при незначительном вкладе гармоник высших порядков.

**Мельник, В. Моноусилитель класса D / В. Мельник // Радиоаматор. – 2020. – № 11-12. – С. 14-15.**

В экспериментальных целях автору был необходим усилитель с полосой пропускания ниже 20 Гц. Лучше всего для этого использовать цифровой усилитель класса D, т.е. усилитель мощности (УМЗЧ), работающий в ключевом режиме.

**Котов, Г. Испытательный стенд для мощного УМЗЧ / Г. Котов // Радиоаматор. – 2020. – № 11-12. – С. 16-18.**

В статье описывается простой испытательный стенд для субъективной оценки качества работы УМЗЧ.

**Левчук, Д. Повышающие DC/DC LED-драйверы мощностью 25 и 65 Вт / Д. Левчук // Радиоаматор. – 2020. – № 11-12. – С. 19.**

В связи с ростом популярности солнечной энергетики, а следовательно возросшим спросом на повышающие DC/DC-преобразователи для LED, MEAN WELL расширил семейство LDH новыми сериями - LDH-25 (25 Вт) и LDH-65 (65 Вт).

**Спиридонов, А. Два простых устройства / А. Спиридонов // Радиоаматор. – 2020. – № 11-12. – С. 20-21.**

В статье описывается зарядное устройство для дисковых литий-ионных аккумуляторов которые можно использовать для питания недорогих мультиметров вместо 9 В батареи, а также простой генератор прямоугольных импульсов.

**Мельник, В. Электростатический аэроионизатор с использованием штырьков с двумя остриями / В. Мельник // Радиоаматор. – 2020. – № 11-12. – С. 22-25.**

Экспериментально доказана возможность технического решения, ранее не встречавшегося в электростатических аэроионизаторах – применение для излучателей аэроионов штырьков с двумя остриями. Такое решение не только проще технологически, но также улучшает аэроионизацию при небольшом количестве штырьков. В статье приводится описание конструкции такого аэроионизатора.

**Котов, Г. Увеличения срока службы ламп накаливания / Г. Котов // Радиоаматор. – 2020. – № 11-12. – С. 26.**

В статье описывается простой способ увеличения срока службы ламп накаливания, с использованием цоколя вышедших из строя КЛЛ или светодиодных ламп.

**Схема электрическая принципиальная типового звукового включателя светодиодных ламп или ламп накаливания // Радиоаматор. – 2020. – № 11-12. – С. 27.**

**Схема электрическая принципиальная мультиметра // Радиоаматор. – 2020. – № 11-12. – С. 28.**

**Схема электрическая принципиальная многофункциональной кабельной прозвонки // Радиоаматор. – 2020. – № 11-12. – С. 29.**

**Схема электрическая принципиальная микроволнового радарного датчика движения, использующего эффект Доплера RCWL-05-16 // Радиоаматор. – 2020. – № 11-12. – С. 30.**

**Левчук, Дмитрий. AC/DC преобразователи открытого исполнения мощностью 30-125 Вт серий ТР1 / Д. Левчук // Радиоаматор. – 2020. – № 11-12. – С.31**

В статье рассмотрены TPI 30, TPI 65 и TPI 125 - три новые серии AC/DC-преобразователей открытого исполнения мощностью от 30 до 125 Вт с усиленной изоляцией 3000 В переменного тока от TRACO POWER. Внешний вид преобразователей TPI 30, TPI 65 и TPI 125 от TRACO POWER отличительной особенностью данных новинок также является их возможность выдерживать пиковые нагрузки до 130% от номинальной мощности в течение 10 секунд. Они работают при температуре от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+60^{\circ}\text{C}$  (TPI 30 и TPI 65) и от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$  (TPI 125) без снижения номинальных характеристик, либо до  $+85^{\circ}\text{C}$  со снижением мощности, либо с задействованием принудительного охлаждения. Новинки разработаны в соответствии с директивой ErP (потребление без нагрузки  $<0,3$  Вт), имеют высокий КПД до 93% и активный корректор коэффициента мощности (TPI 125).

**Рентюк, В. Современные полупроводниковые технологии в космических аппаратах / В. Рентюк // Радиоаматор. – 2020. – № 11-12. – С. 32-37.**

В предлагаемой статье речь идет о современных полупроводниковых приборах, которые позволяют повысить эффективность и удельную мощность системы энергоснабжения космических аппаратов (КА), что дает возможность увеличить полезную нагрузку. Статья является завершением темы, начатой в [Радиоаматор – 2020. – № 5-6. – С. 32-36.] и продолженной в [Радиоаматор. – 2020. – № 9-10. – С. 48-53].

**Бутов А. Фильтр для питания 12-вольтового оборудования от ПК / А. Бутов // Радиоаматор. – 2020. – № 11-12. – С. 38-39.**

В статье описывается фильтр, позволяющий питать от источника питания ПК различные устройства с напряжением питания 12 В.

**Власюк, Н. Универсальное зарядное устройство и его ремонт / Н. Власюк // Радиоаматор. – 2020. – № 11-12. – С. 40-43.**

**Рентюк В. Устранение пульсаций и помех во входном токе импульсных преобразователей напряжения / В. Рентюк // Радиоаматор. – 2020. – № 11-12. – С. 44-48.**

В статье описываются способы измерения и подавления помех, возникающих во входном токе импульсных преобразователей напряжения.

**Одинец, А. Симистор в цифровом автомате плавного включения люстры / А. Одинец // Радиоаматор. – 2020. – № 11-12. – С. 49-51.**

В статье рассматривается автомат, обеспечивающий плавное нарастание яркости лампы накаливания в течение нескольких секунд.

**Кашкаров А. Как просто отремонтировать электроконвектор / А. Кашкаров // Радиоаматор. – 2020. – № 11-12. – С. 52-53.**

В статье описывается простой способ ремонта терморегулятора электронагревательного конвектора.

***Радиокомпоненты: для практического использования: научно-популярный журнал/ основатель МП "СЕА". - Киев : Радиоаматор , с июня 1998 г. - . - Выходит двічі на рік***

***Радиокомпоненты. – 2020. – № 3-4.***

**Сидорович А. Режим работы MOSFET транзистора при больших токах нагрузки / А. Сидорович // Радиокомпоненты. – 2020. – № 3-4. – С. 40-43.**

**Павлов И. Линзы SPORT-2X2 от LEDIL – правильный свет для любого спортивного мероприятия / И. Павлов // Радиокомпоненты. – 2020. – № 3-4. – С. 44-45.**

Компания LEDIL анонсировала новые линзы SPORT-2X2 — оптику с низким уровнем бликов для всех видов спортивного освещения.

**Рентюк, Владимир. Решение проблемы электромагнитной совместимости и защиты интерфейсов / В. Рентюк // Радиокомпоненты. – 2020. – № 3-4. – С. 48-48.**

В этой статье будут описаны причины, ведущие к нарушению целостности сигналов интерфейсов, которые, если они не будут решены вовремя, могут привести к сбоям в работе электротехнического оборудования и проблемам при его сертификации на соответствие требованиям по электромагнитной совместимости.

**Федосеев А. Микропотребляющие операционные усилители (ОУ) и компараторы / А. Федосеев // Радиокomпоненты. – 2020. – № 3-4. – С. 50-54.**

В статье рассматриваются малопотребляющие ОУ и компараторы, которые можно использовать для измерения освещенности, мониторинга температуры, контроля уровня заряда аккумулятора и для фильтрации сигналов. Потребление таких устройств не превышает 1-2 мкА.

**Левчук Д. XLG-75/100 - две новые серии LED-драйверов MEAN WELL с постоянной мощностью / Д. Левчук // Радиокomпоненты. – 2020. – № 3-4. – С. 55.**

После более чем удачного «старта» с маломощными моделями нового семейства XLG (XLG-25, XLG-50), в ответ на всё нарастающее ожидание рынка, 19-го апреля MEAN WELL наконец-то объявил о начале серийного производства следующих двух серий XLG-75 и XLG-100, мощностью 75 и 100 Вт соответственно.

Конфигурация постоянной мощности со стабилизацией по току и другие передовые особенности позволяют не только улучшить технико-экономические показатели при «редизайне» уже выпускаемых изделий, но и проектировать новые, более совершенные и конкурентоспособные светильники для различных применений.

С учетом последних тенденций «миниатюризации» инженерам MEAN WELL удалось уменьшить габариты моделей нового семейства XLG на 20-30% относительно драйверов предыдущих поколений (HLG, ELG). В разрезе сертификации MEAN WELL сразу занял позицию максимальной поддержки продаж во всех регионах и, в дополнение к уже «базовым» IEC/EN, UL и CSA, также прошел сертификацию по стандартам безопасности специфических локальных рынков: RCM (Австралия), BIS (Индия), PSE (Япония) и KC (Корея).

**Белый В. Магнитный датчик для защиты бытовых счетчиков электроэнергии, воды и газа / В. Белый // Радиокomпоненты. – 2020. – № 3-4. – С. 56-61.**

**МАШИНОЗНАВСТВО**

***Порошковая металлургия = Powder metallurgy : международ. науч.-техн. журн. / Ин-т проблем материаловедения им. И. Н. Францевича НАН Украины. – Киев: [б. в.], 1961. – Выходитъ щомісяця.***

***Порошкова металургія. – 2020. – № 5-6.***

**Оримання сферичних дрібнозернистих металевих порошків Sn–Pb методом відцентрового розпилювання монорозмірних крапель / Вей Донг, Яо Менг, Фумін Ксу, Янг Хан, Янянг Ванг, Ксяомінг Ванг, Янг Жао // Порошкова металургія. – 2020. – № 5-6. – С. 3-14.**

З урахуванням вимог промислового виробництва високоякісних порошків запропоновано новий гібридний метод приготування сферичних дрібнодисперсних металевих порошків шляхом відцентрового розпилення монорозмірних крапель, отриманих в результаті пульсуючого викидання через отвори. За допомогою цього методу отримано порошки Sn–Pb малої дисперсності, з вузьким розподілом за розмірами, високою сферичністю і без порошків-сателітів. Досліджено вплив різних технологічних параметрів на розмір, дисперсність і морфологію порошків. Встановлено, що розмір порошку зменшується із збільшенням діаметру диска, температури плавлення і швидкості обертання диска, а розмір часток демонструє нормальний бімодальний розподіл. Ширина лінії потоку рідини на диску обертання очікується пропорційною розміру порошку. Найменший середній розмір частинок D50 в отриманих порошках складав 21,3 мкм при діаметрі диска 15 мм, температурі плавлення 573 К і швидкості обертання 48000 об/хв. Також було проаналізовано відмінність між експериментальними і теоретичними значеннями розмірів частинок. Встановлено, що медіанний діаметр D50 значно менший в порівнянні з традиційними теоретичними значеннями. Обговорено також режим розпаду рідкої плівки в процесі розпилювання. Встановлено, що в запропонованому новому методі існує режим прямого краплинного формування, що дозволяє здійснити мікроподрібнення і покращити керованість процесу виготовлення металевих порошків.

**Азотування спеченого титанового сплаву BT1-0 / О. Г. Лук'яненко, І. М. Погрелюк, Х. С. Шляхетка, А. А. Скребцов,**

Т. М. Кравчишин // Порошкова металургія. – 2020. – № 5-6. – С. 20-29.

Вироби зі спечених титанових сплавів, які все ширше застосовують в машинобудуванні, через присутню в них пористість потребують захисту при роботі в агресивних середовищах. Одним із ефективних методів такого захисту є азотування. Мета дослідження — вивчити кінетику азотування спеченого сплаву титану VT1-0 за атмосферного (105 Па) та зниженого (1 Па) тиску азоту при температурах 800, 850 та 900 °С упродовж 5; 10 та 20 год в порівнянні з деформованим титановим сплавом аналогічного складу. Для дослідження використано методи дискретної гравіметрії, дюриметрії, оптичної та електронної металографії, профілометрії, рентгенівського аналізу. Досліджено кінетику азотування титанового сплаву VT1-0, спеченого з порошку титану та його суміші з гідридом титану, у порівнянні з деформованим титаном. За наведених параметрів азотування приріст маси усіх зразків описується параболічним законом, і приріст маси спечених зразків вищий за деформованих. Вперше визначено кінетичні параметри азотування спеченого та деформованого титанового сплаву VT1-0 в означених температурно-часових і газодинамічних умовах. Показано зміни на поверхні та у приповерхневому шарі металу залежно від його пористості. Після азотування при всіх режимах мікротвердість поверхні спеченого титану за рахунок пористості нижча порівняно із зразками деформованого титану, а розмір зміцненого приповерхневого шару — більший. Нітридна плівка, яка утворюється на спеченому титані, тонша і менше спотворена, ніж на деформованому титановому сплаві VT1-0. Результати дослідження можуть бути використані для розробки режимів азотування виробів зі спеченого титану VT1-0.

**Нестандартні методи одностадійного отримання антибактеріальних та протигрибкових нанокompозитних частинок AgCu/ZnO зі зменшеним вмістом срібла / Толга Чакмак, Еліф Еміль Кая, Демет Кючюк, Бурчак Ебін, Онур Балчі, Себахатін Гюрмен // Порошкова металургія. – 2020. – № 5-6. – С. 30-41.**

Розроблено нові нестандартні стратегії виробництва композитних матеріалів згідно з регламентом Європейського союзу, що регулює виробництво і обіг хімічних речовин (REACH), з метою забезпечення однакового вияву антибактеріальних і протигрибкових характеристик матеріалів. Запропоновані методи базуються на зниженні вмісту срібла (Ag) і одностадійності виробництва без

погіршення антибактеріальних і протигрибкових властивостей матеріалів. Атенуйоване сферичне срібло, що містить сферичні нанокompatитні частинки  $\text{AgCu/ZnO}$ , синтезовано з використанням водного розчину нітрату срібла ( $\text{AgNO}_3$ ), нітрату міді ( $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) і нітрату цинку ( $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) методом одностадійного ультразвукового струменевого піролізу і відновленням воднем (USP-HR). Характеризацію нанокompatитних частинок  $\text{AgCu/ZnO}$  проведено методами рентгенівської дифракції (XRD), сканувальної електронної мікроскопії (FEG-SEM), енергодисперсійної спектроскопії (EDS), а також просвічувальної електронної мікроскопії (TEM). Структурний аналіз показав, що нанокompatити  $\text{AgCu/ZnO}$  складаються з ГЦК фаз  $\text{Ag}$  і  $\text{Cu}$  та гексагональної  $\text{ZnO}$ -фази. Антибактеріальні і протигрибкові властивості нанокompatитних частинок на прикладі бактерій *Escherichia coli* і *Aspergillus niger* досліджено методами агарового і бульйонного середовищ. Підтверджено, що синтезовані нанокompatитні частинки мають 100%-кові антибактеріальні і протигрибкові властивості. Атенуйоване срібло в нанокompatитних частинках  $\text{AgCu/ZnO}$  має потенціал застосування в різних галузях текстильної промисловості. Зокрема, вельми цікавими видаються дослідження щодо використання цього нанокompatиту як добавки при виробництві волокон ручної роботи.

**Вплив термомеханічної обробки на деформаційну поведінку нанокompatиту на основі феромагнітного сплаву Fe-Ni-Co-Ti з ефектом пам'яті форми** / А. М. Тітенко, Л. Д. Демченко, М. Б. Бабанли, Л. Є. Козлова, С. С. Гусейнов // Порошкова металургія. – 2020. – № 5-6. – С. 42-56.

Подано результати механічних випробувань нанокompatиту на основі феромагнітного сплаву Fe-Ni-Co-Ti з ефектом пам'яті форми при одновісному розтягу в широкому температурному інтервалі. Отриманню нанокompatиту передувала попередня термомеханічна обробка (ТМО), що включала деформацію волочінням, загартування та старіння з метою дисперсійного твердіння. Завдяки ТМО в нанокompatиті з широким температурним гістерезисом мартенситного перетворення досягнуто високий рівень надпружної деформації і ефекту пам'яті форми. Експериментально встановлено, що оптимальному поєднанню максимальної надпружної деформації та ефекту пам'яті форми відповідає попередня ТМО з деформацією  $\gamma = 7,4\text{--}22,5\%$  і старінням при  $T = 650^\circ\text{C}$  протягом 5–10 хв. Це сприяє деформуванню нанокompatиту



по каналах фазової і двійникової пластичності в температурному інтервалі випробувань  $M_s < T_{\text{випр}} < A_f$  (де  $M_s$  — температура початку прямого мартенситного перетворення при охолодженні,  $A_f$  — температура кінця зворотного мартенситного перетворення при нагріванні). На діаграмі розтягу зразка із ступенем обтиснення  $\gamma = 22,5\%$  у двофазній області  $M_f < T_{\text{випр}} < M_s$  виявлено плато з постійною величиною напруження. Значне збільшення ступеню попередньої деформації (більш ніж 40%) сприяє суттєвій стабілізації аустенітної матриці, виявом чого є гальмування мартенситного перетворення і зменшення оборотних ефектів в результаті зменшення величини зерна аустеніту при збільшенні щільності дефектів кристалічної будови. Зроблено оцінку розподілу розмірів зерна аустеніту залежно від обраних режимів ТМО. Відзначено, що зі збільшенням розміру зерна аустеніту зростає ступінь відновлення величини надпружної деформації. Проаналізовано фактори, що сприяють кількісному зростанню надпружності, в рамках різних феноменологічних моделей. Визначальна роль ТМО на зміну структури і механічних властивостей полягає в зміцненні сплавів, яке, своєю чергою, стимулює непружні ефекти при різних температурах.

**Роїк, Т. А. Композиційний антифрикційний матеріал на основі відходів алюмінієвого сплаву для деталей постдрукарського обладнання / Т. А. Роїк, О. А. Гавриш, Ю. Ю. Віцюк // Порошкова металургія. – 2020. – № 5-6. – С. 57-67.**

Проаналізовано особливості формування структури, фізико-механічних та антифрикційних властивостей нового композиційного матеріалу на основі шліфувальних відходів алюмінієвого сплаву АД35, призначеного для роботи з рідким мастилом на повітрі при навантаженнях до 4,0 МПа і швидкостях ковзання до 2,0 м/с. Показано, що застосування розробленої технології рециклінгу шліфувальних відходів алюмінієвого сплаву АД35 дозволило отримати композиційний антифрикційний матеріал, який має однорідну структуру без ліквідаційних явищ. За фізико-механічними властивостями він не поступається закордонному литому сплаву  $AlSi1MgMn$ , а за триботехнічними характеристиками істотно перевищує його в аналогічних умовах роботи. Проведені дослідження показали, що використання металевих шліфувальних відходів сплаву АД35 для отримання на їх основі нових матеріалів антифрикційного призначення є важливим технологічним заходом ефективного рециклінгу такого цінного джерела високолегованої

сировини. Визначено раціональні діапазони експлуатації нового антифрикційного композиційного матеріалу, отриманого з високолегованих шліфувальних відходів алюмінієвого сплаву АД35, а саме: швидкість ковзання до 2,0 м/с, навантаження до 4,0 МПа у парі з контртілом зі сталі 45 (45–48 HRC) при роботі на повітрі в умовах змащення синтетичним мастилом ПЕФ-240. Новий композиційний антифрикційний матеріал може використовуватися в контактних з'єднаннях фальцювальних машин, висікальних автоматів, обладнання для виготовлення конвертів та інших постдрукерських машин як альтернатива поширеним нині закордонним литим аналогам. Показано перспективність застосування регенованих шліфувальних відходів алюмінієвих сплавів як основи антифрикційних композиційних матеріалів для різних режимів експлуатації за умов, коли їх структурою і властивостями можна керувати за допомогою технологічних заходів, обираючи хімічний склад шліфувальних відходів і застосовуючи раціональні технологічні параметри їх виготовлення.

**Гаряче вільне кування порошкових брикетів на основі заліза** / А. В. Мініцький, П. І. Лобода, Я. І. Євич, І. М. Закієв // Порошкова металургія. – 2020. – № 5-6. – С. 68-75.

Досліджено ручне кування циліндричних порошкових брикетів малої маси (8,0–8,5 г), спресованих при 700 МПа із сумішшю порошків заліза і графіту. Попередньо спечені брикети нагрівали в деревному вугіллі при 1100 °С і піддавали двосторонньому торцевому куванню на плоскому підігрітому ковадлі кувалдою з плоским бойком і природно охолоджували на сталевій плиті. Вертикальна осадка кованих брикетів складала 70–80%; з них вирізали зразки для проведення аналізів. Встановлено вплив кількості графіту на процес ущільнення і фізико-механічні властивості порошкових матеріалів у процесі гарячого вільного торцевого кування. Показано, що підвищення властивостей матеріалів з великим вмістом графіту (4 і 12%) обумовлено зростанням кількості ділянок гарячого зварювання зерен заліза. Це пов'язано із зсувною деформацією матеріалу брикету при вільному куванні, яка сприяє виникненню нових контактів залізо–залізо. Високі характеристики матеріалів, що містять 1,7% графіту, обумовлені впливом одразу декількох механізмів: розчиненням вуглецю в залізі, зниженням загальної пористості, усуненням міжчастинкових щілин і подрібненням зерен матеріалу при зсувній деформації. Встановлено, що використання сталеві обичайки

дозволяє істотно розширити номенклатуру порошків і порошкових композицій без їх руйнування при ущільненні гарячим куванням. Сукупність отриманих практичних результатів і аналітичних даних дозволила зробити висновок щодо перспективності ручного кування для проведення швидкого і дешевого скринінгу рецептур щільних порошкових матеріалів.

**Ебузер Айгул** Храктеризація біомедичних сплавів **Ti-6Al-4V-7Nb-4Mo**, отриманих методом порошкової металургії / Ебузер Айгул, Сенай Ялчинкайа, Юсуф Сахін // Порошкова металургія. – 2020. – № 5-6. – С. 76-84.

Титан і його сплави є найбільш популярними металевими біоматеріалами, котрі широко застосовуються в медико-біологічній царині. При цьому сплав Ti-6Al-4V використовується найчастіше порівняно з іншими сплавами, що містять титан. Відомо, що ванадій, який входить до складу цього сплаву, має потенційну токсичну дію. У даному дослідженні метод порошкової металургії був застосований для виробництва чистого титану, а також сплавів, що містять титан, таких як Ti-6Al-4V, Ti-6Al-7Nb і Ti-6Al-4Mo. Ніобій і молібден запропоновано як заміну ванадію у зв'язку з його можливими токсичними властивостями. Отримані зразки були проаналізовані методами сканувальної електронної мікроскопії (SEM), рентгеноспектрального мікроаналізу (EDX), рентгенівської дифракції (XRD), визначенням мікротвердості та густини, а також методом екстраполяції Тафеля. Результати аналізу показали, що мікроструктури чистого титану і його сплавів відрізняються. Рентгенівським аналізом виявлено фази на основі легуючих металів (V, Nb, Mo), а саме 00-044-1294> Ti та 00-053 0484> Al<sub>0,23</sub>Nb<sub>0,07</sub>Ti<sub>0,70</sub>, 00-051-0635> Ti<sub>0,80</sub>V<sub>0,20</sub> і 00-012-0074> AlMoTi<sub>3</sub>. Значення мікротвердості і криві Тафеля суттєво різняться при їх зіставленні. Основним результатом проведених досліджень є отримання методом порошкової металургії чистого титану і титанових сплавів з однорідною мікроструктурою.

**Композиційні матеріали системи TiN-Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>-C-зв'язка** / Г. Л. Жунковський, О. М. Григор'єв, І. П. Нешпор, Т. В. Мосіна, Д. В. Ведель, В. Т. Варченко, Джунху Менг, Джуніан Занг // Порошкова металургія. – 2020. – № 5-6. – С. 85-91.

Досліджено умови формування та спікання композитів на основі нітриду титану зі зв'язкою, а також вплив модифікуючих добавок на їх міцнісні та трибологічні властивості. Встановлено, що найменший

крайовий кут змочування (25–30 град) має сплав марки ПГ12Н-01, який містить хром, бор, кремній та вуглець. У системі TiN–ПГ12Н-01 отримання відносно безпористих структур можливе при додаванні до складу композиту карбиду хрому та вуглецю у вигляді графіту, що сприяє утворенню TiCN, покращуючи змочування і адгезію. Графіт, введений додатково в якості домішки, залишається після спікання у вигляді окремої рівномірно розподіленої фази, “вмонтованої” в загальну структуру матеріалу. У такому стані він може успішно виконувати роль сухого мастила, покращуючи експлуатаційні характеристики матеріалу. Крім того, це активує спікання композиту, дозволяючи отримати практично безпористий матеріал. Оптимальна температура спікання знаходиться в діапазоні 1450–1500 °С залежно від кількості вуглецю та металевої зв’язки. Міцність отриманих композиційних матеріалів становила 300–500 МПа, а твердість — 16,1 ГПа. Найвищі показники міцності можна забезпечити оптимальним поєднанням графіту та зв’язки ПГ12Н-01. Збільшення чи недостатня кількість цих компонентів погіршує механічні характеристики. Дослідження антифрикційних характеристик розроблених матеріалів у парі з контртілом із сталі 65Г твердістю 60 HRC показало, що при сухому торцьовому терті (швидкість — 8 м/с, тиск у зоні контакту — 50 МПа, довжина пробігу — 10 км) коефіцієнт тертя складає 0,27–0,3, зносостійкість становить  $0,2 \pm 0,02$  мкм/км. Отже, розроблені керамічні матеріали мають високий рівень механічних і антифрикційних характеристик і можуть бути застосовані в умовах сухого тертя при високих швидкостях та навантаженнях.

**Етонаційні покриття із композиційних матеріалів системи (Ti, Cr)B<sub>2</sub>-NiAlCr I. Технологія напилення, склад і мікроструктура покриттів** /В. П. Коновал, О. П. Уманський, О. А. Бондаренко, К. М. Гальцов, А. Лейтанс, І. Бойко, І. С. Марценюк // Порошкова металургія. – 2020. – № 5-6. – С. 92-106.

илання розроблених матеріалів залежно від співвідношення структурних складових. Досліджено вплив вмісту тугоплавкої та металевої складових у матеріалі для напилення на мікроструктуру і склад покриттів. Показано, що формується гетерофазна ламелеподібна мікроструктура з досить рівномірним розподілом фаз. Покриття з матеріалів, що містять більше металевої складової, мають більш рівномірний розподіл фаз, що значною мірою залежить від технологічних характеристик порошків. Порошки на основі сплаву NiAlCr мають в 3–4 рази вищу текучість, ніж порошки на

основі (Ti, Cr)B<sub>2</sub>, що забезпечує більш високу стабільність як подачі порошку, так і процесу напилення в цілому. Завдяки цьому покриття мають більш високу щільність і більш рівномірний розподіл фаз. Покриття напиляли без підшару, з підшаром із детонаційного покриття NiCr, а також підшаром, отриманим методом електроіскрового легування тим самим матеріалом, що й основне покриття. Отримані покриття мають якісний адгезійний контакт з основою — як при використанні детонаційно-напиленого підшару NiCr, так і без нього, причому їх товщина може досягати 0,8–1 мм. При використанні підшару із електроіскрового покриття з високим вмістом (Ti, Cr)B<sub>2</sub> на границі контакту “покриття–підшар” виявлено тріщини. Це пов'язано із більш високою твердістю підшару та погіршенням його деформування під дією прискорених частинок напилюваного матеріалу. Попередня підготовка поверхні шляхом напилення різного типу підшарів практично не впливає на мікроструктуру покриттів і якість їх контакту з основою.

**Плазмово-дугові покриття, напилені з проволок зі сталеву оболонкою та порошковими наповнювачами** / Г. М. Григоренко, Л. І. Адєєва, А. Ю. Тунік, В. Н. Коржик, М. В. Карпець // Порошкова металургія. – 2020. – № 5-6. – С. 107-121.

Проведено характеристику покриттів із розроблених в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона порошкових дротів, нанесених плазмово-дуговим методом на основу з маловуглецевої сталі. Проаналізовано взаємодію, що відбувається при плазмово-дуговому напиленні між сталеву оболонкою, яка складає не менш ніж 80% (мас.) дроту, і порошковими наповнювачами: V<sub>4</sub>C; V<sub>4</sub>C + ZrO<sub>2</sub>(нано); V<sub>4</sub>C + (Cr, Fe)<sub>7</sub>C<sub>3</sub>; V<sub>4</sub>C + (Cr, Fe)<sub>7</sub>C<sub>3</sub> + Al. Отримано бездефектні покриття з низькою пористістю (до 2,5%) та ламелярною структурою. Встановлено, що карбідні компоненти наповнювача є джерелом легування феритної матриці покриття і призводять до зміцнення її дисперсними карбідними, карборидними і боридними частинками. Домішка 0,5% нанопорошку ZrO<sub>2</sub> сприяє подрібненню структури покриттів, бере участь в утворенні дисперсних боридів Fe<sub>2</sub>B і Fe<sub>3</sub>B. Алюміній, що вводиться в кількості до 10% (мас.), не утворює алюмінідів заліза, але внаслідок своєї легкоплавкості сприяє активізації процесів взаємодії компонентів і знижує пористість покриттів. Мікротвердість отриманих покриттів досягає 6,25–8,59 ГПа, що в 4,0–5,5 рази перевищує мікротвердість сталеву оболонки дроту. Розробка та застосування порошкових дротів даного класу розширило області

використання плазмово-дугового напилення, зокрема, для отримання щільних зносостійких покриттів для захисту від газообразивного зносу обладнання в хімічному машинобудуванні, у виробництві деталей насосів, компресорів та інших виробів, а також для відновлення зношених деталей.

**Структура та зносостійкість електроіскрових покриттів системи FeNiCrBSiC–MeB<sub>2</sub>** / М. С. Стороженко, О. П. Уманський, В. Б. Тарельник, О. Ю. Коваль, Ю. В. Губін, М. О. Мікуліна, І. С. Марценюк, О. Д. Костенко, Т. В. Курінна // Порошкова металургія. – 2020. – № 5-6. – С. 122-137.

Вивчено особливості формування структури електроіскрових (ЕІЛ) покриттів із серійного самофлюсівного сплаву FeNiCrBSiC та композиційних матеріалів на його основі FTB20 (FeNiCrBSiC–20% (мас.) TiB<sub>2</sub>) і FCB20 (FeNiCrBSiC–20% (мас.) CrB<sub>2</sub>) при нанесенні на підкладку зі сталі 45. Встановлено, що електроіскрове покриття FeNiCrBSiC товщиною близько 70 мкм характеризується глобулярним рельєфом, а покриття FTB20 та FCB20 утворюють по всій поверхні зразків суцільний легований шар товщиною до 50 мкм. Мікротвердість покриттів не змінюється по товщині легованого шару і становить 10–14 ГПа. Розроблені ЕІЛ-покриття за хімічним складом ідентичні вихідним електродним матеріалам, що свідчить про відсутність перемішування матеріалу електродів зі сталеву підкладку. Структура електродів та покриттів FeNiCrBSiC, FTB20 і FCB20 суттєво відрізняється, оскільки в процесі електроіскрового легування включення боридів хрому та/або титану подрібнюються від 20–25 мкм до 1 мкм відповідно. Гетерофазна структура електроіскрових покриттів є матрицею на основі нікелю-заліза, що зміцнена дрібнодисперсними частинками боридів та карбоборидів. Досліджено вплив швидкісно-навантажувальних параметрів на інтенсивність зношування електроіскрових покриттів в умовах тертя ковзання без мастила. Для порівняння зносостійкості випробовували ЕІЛ-покриття із стандартного твердого сплаву WC–6% Co. Встановлено, що з підвищенням швидкості від 4 до 12 м/с інтенсивність зношування покриттів FeNiCrBSiC, FTB20 та FCB20 зменшується, а покриття WC–6% Co — збільшується. При підвищенні навантаження від 0,1 до 0,4 МПа інтенсивність зношування електроіскрових покриттів зростає на порядок. Вивчення поверхонь тертя показало, що покриття FeNiCrBSiC зношується внаслідок руйнування глобул, а FCB20 — внаслідок крихкого руйнування легованого шару. Електроіскрове покриття

FTB20 має в 2–3 рази вищий рівень зносостійкості порівняно з FeNiCrBSiC за рахунок реалізації окисного механізму зношування, який полягає в формуванні на поверхні тертя захисних оксидних плівок, що виконують роль твердого мастила.

**Фазові рівноваги в системі ZrO<sub>2</sub>–CeO<sub>2</sub>–Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> при 1100 °С /**

О. А. Корнієнко, О. І. Биков, О. Р. Андрієвська, А. О. Макудера // Порошкова металургія. – 2020. – № 5-6. – С. 138-147.

За допомогою методу рентгенівського фазового аналізу досліджено фазові рівноваги та структурні перетворення в системі ZrO<sub>2</sub> –CeO<sub>2</sub> –Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> при температурі 1100 °С у всьому інтервалі концентрацій. Встановлено, що в системі утворюються поля твердих розчинів на основі кубічної (F) модифікації із структурою типу флюориту ZrO<sub>2</sub> (CeO<sub>2</sub>), тетрагональної (T) та моноклінної (M) модифікацій ZrO<sub>2</sub>, кубічної (C) модифікації Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, а також упорядкованої фази Zr<sub>3</sub>Yb<sub>4</sub> O<sub>12</sub> (δ), що кристалізується в ромбоєдричній структурі. Визначено границі фазових полів та параметри елементарних комірок утворених фаз. Гранична розчинність оксиду церію в δ-фазі складає 4% (мол.) за перерізом CeO<sub>2</sub> –(60% (мол.) ZrO<sub>2</sub> –40% (мол.) Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

Встановлено, що в області з високим вмістом ZrO<sub>2</sub> утворюються тверді розчини на основі тетрагональної модифікації ZrO<sub>2</sub>. Розчинність Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в T-ZrO<sub>2</sub> невелика і складає ~0,5% (мол.), що підтверджено даними рентгенівського фазового аналізу та мікроструктурних досліджень. Слід зазначити, що тверді розчини на основі T- модифікації ZrO<sub>2</sub> не загартовуються при заданих режимах охолодження.

Встановлено, що при 1100 °С утворюється неперервний ряд кубічних твердих розчинів типу флюориту F-CeO<sub>2</sub> (ZrO<sub>2</sub>). Ізотермічний переріз системи ZrO<sub>2</sub> –CeO<sub>2</sub> –Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> при 1100 °С характеризується присутністю однієї трифазної (C + F + δ), п'яти однофазних (F-CeO<sub>2</sub> (ZrO<sub>2</sub>), M-ZrO<sub>2</sub>, T-ZrO<sub>2</sub>, δ, C-Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) і п'яти двофазних (C + F, C + δ, F + δ, F + T, T + M) областей. Нових фази в системі не виявлено. Показано, що характер фазових рівноваг у потрійній системі ZrO<sub>2</sub> –CeO<sub>2</sub> –Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> при температурі 1100 °С визначається будовою граничних подвійних систем.

**Механические свойства микрослойных материалов Ti-Al при статическом и циклическом нагружении /**

Ю. Ф. Луговський, В. А. Назаренко, М. В. Мінаков, С. А. Спірідонов, В. М. Нищенко // Порошкова металургія. – 2020. – № 5-6. – С. 148-159.

Представлено технологію отримання мікрочаруватого матеріалу шляхом спікання та прокатки пакета смуг, що чергуються, з титану та алюмінію при температурах 460 і 770 °С. Початкова товщина пакета становила 2,6 мм, а кінцева — після гарячої прокатки — 1,8 мм. Далі заготовку прокатували при кімнатній температурі до товщини 0,5 мм. Сумарний ступінь деформації при 20 °С склав  $\epsilon = \ln 1,8 / 0,5 = 1,3$ . Деякі із отриманих смуг товщиною 0,5 мм потім розшарувалися по середині її товщини і були досліджені при статичному та циклічному вигині. Методом рентгеноструктурного аналізу встановлено, що матеріал, отриманий при нагріванні та прокатці при 770 °С, містить фазу ГПУ Ti і фазу TiAl<sub>3</sub>. Встановлено анізотропію структури в шарах титану. Границя пропорційності матеріалу товщиною 0,5 мм склала 368 МПа. Визначено характеристики пружності, пропускання енергії коливань і опір втомі зразків мікрочаруватого матеріалу Ti–TiAl<sub>3</sub> на зразках товщиною 0,25 мм, вирізаних вздовж і поперек напрямку прокатки. Для цього збуджували резонансні коливання згину консольно закріплених зразків на їх першій та другій формах і визначали залежності максимальних напружень у зразках від відносної потужності установки (електродинамічного вібратора)  $W/W_{\max}$ , а також руйнівних втомних напружень у зразках від числа циклів навантаження. Показано, що модуль Юнга зразків, вирізаних уздовж прокатки, складає 92, а поперек прокатки — 100 ГПа. Встановлено, що мікрочаруватий матеріал Ti–TiAl<sub>3</sub>, вирізаний уздовж прокатки, менш досконалий, ніж вирізаний поперек прокатки, тому що при однаковій відносній потужності збудження коливань неруйнівні напруження в ньому на 11% менші, ніж у напрямку поперек прокатки, через більш високий рівень розсіювання енергії в анізотропній кристалографічній структурі. Границі витривалості на базі 107 циклів для зразків матеріалу Ti–Al ( $T_{\text{пр}} = 460$  °С), вирізаних уздовж прокатки, склали 303 МПа, для зразків Ti–TiAl<sub>3</sub>, вирізаних уздовж прокатки, — 299 МПа, а поперек прокатки — 481 МПа.

### ***Порошкова металургія. – 2020. – № 7-8.***

**Вплив термічної обробки на фізико-хімічні властивості ультрадисперсного порошку системи ZrO<sub>2</sub>–Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–CeO<sub>2</sub>–Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–CoO / О. В. Дуднік, М. С. Глабай, А. В. Котко, С. А. Корній, І. О. Марек, В. П. Редько, О. К. Рубан // Порошкова металургія. – 2020. – № 7-8. – С. 3-14.**



Визначено особливості зміни фазового складу, питомої поверхні та морфології структурних складових ультрадисперсного порошку 70ZA30CoA, % (мас.): 70 (90 ZrO<sub>2</sub>(3 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 2 CeO<sub>2</sub>)–10 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)–30 CoAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, одержаного комбінованим методом гід–ро–термального синтезу та механічного змішування, в процесі термічної обробки до 1300 °С. Дослідження проведено методами рентгенофазового аналізу, растрової та просвітлювальної електронної мікроскопії, петрографії, а також методом теплової адсорбції азоту. Встановлено, що утворення CoAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> у процесі термічної обробки порошку 70ZA30CoA супроводжується зворотним фазовим перетвореннями T-ZrO<sub>2</sub> → M-ZrO<sub>2</sub> → T-ZrO<sub>2</sub>: в інтервалі 850–1000 °С вміст M-ZrO<sub>2</sub> збільшується від 15 до 46%, а при подальшому підвищенні температури до 1150 °С — зменшується до 13%. Процес супроводжується незначним укрупненням первинних частинок T-ZrO<sub>2</sub>, при цьому розмір первинних частинок M-ZrO<sub>2</sub> майже не змінюється. Вказане фазове перетворення обумовлено зниженням вільної енергії термодинамічно нерівноважної системи, якою є ультрадисперсний порошок 70ZA30CoA. Фазовий склад впливає на зміну кольору порошку 70ZA30CoA у послідовності: сірий → сіро-блакитний → насичено-голубий → яскраво-синій. Результати дослідження морфології структурних складових показали, що утворення CoAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> та зворотне фазове перетворення T-ZrO<sub>2</sub> → M-ZrO<sub>2</sub> супроводжуються зміною форми, розпушенням і подальшим спіканням агломератів. Виникнення ланцюгоподібних з'єднань агломератів різноманітних розмірів та форми показує високу активність до спікання порошку 70ZA30CoA при 1300 °С. Зменшення питомої поверхні з 46 до 1 м<sup>2</sup>/г та характер її залежності від температури термічної обробки обумовлені розвитком трьох процесів структурних перетворень: утворенням CoAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, фазовими переходами твердого розчину на основі ZrO<sub>2</sub> та спіканням вільно насипаного порошку 70ZA30CoA. Встановлені закономірності мають фундаментальне значення для мікроструктурного проектування композитів на основі ZrO<sub>2</sub>, зокрема матеріалів системи ZrO<sub>2</sub>–Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–CeO<sub>2</sub>–Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–CoO синього та інших кольорів, для різноманітних прикладних застосувань.

**Радченко, П. Я. Високощільні псевдосплави Мо-W-Cu на основі гомогенного порошку сплаву Мо-25% W, отриманого відновленням оксидів у шарах, що переміщуються / П. Я. Радченко, В. В. Панічкіна, О. І. Гетьман // Порошкова металургія. – 2020. – № 7-8. – С. 15-24.**

Конструкційний матеріал на основі псевдосплаву (Mo–25% W)–20% (об.) Si з відносною густиною 98,5–99,5%, з гомогенним тугоплавким каркасом і підвищеною пластичністю, отримано шляхом одноразового пресування і спікання дисперсної суміші при температурах 1400–1500 °С. Досліджено отримання дисперсного гранульованого порошку сплаву Mo–25% W з розміром частинок 0,1–0,3 мкм шляхом розкладання складної солі парамолібдату і паравольфрамату амонію до оксидних сполук  $xWO_3 \cdot yMoO_3$  і подальшого їх відновлення воднем з використанням обертової камери. Проведено зіставлення фізико-технологічних властивостей (фазовий склад, вміст кисню, питома поверхня, насипна густина, густина утряски) порошоків складних оксидів  $xWO_3 \cdot yMoO_3$  і металевих порошоків Mo–25% W після відновлення у водні в залежності від температури і часу розкладання складної солі в шарах, що переміщуються, з відповідними властивостями порошоків, отриманих в стаціонарній трубчатій печі в нерухомому шарі. Вивчено температурні залежності пористості псевдосплавів (Mo–25% W)–20% (об.) Si після спікання в інтервалі температур 900–1500 °С. Встановлено, що ущільнення дисперсних сумішей порошоків (Mo–25% W)–20% (об.) Si і гомогенізація сплаву Mo–25% W при спіканні починається при температурі на 300 °С нижчій, ніж при спіканні механічних сумішей промислових порошоків металів. Показано, що псевдосплав (Mo–25% W)–20% (об.) Si, отриманий рідиннофазним спіканням при температурі 1500 °С впродовж 1 год, має такі характеристики: при 20 °С — границя міцності на розрив  $\sigma_v = 490$  МПа, відносне подовження  $\delta = 1,1$ , твердість за Брінеллем  $HV = 3,3$  ГПа, а при 500 °С —  $\sigma_v = 370$  МПа,  $\delta = 4,4$ ,  $HV = 2,7$  ГПа.

**Вплив технологічних параметрів на структуру та властивості порошоків Fe-Al інтерметалідів, отриманих спіканням та імпульсним гарячим пресуванням** / О. І. Толочин, Г. А. Баглюк, О. В. Толочина, Я. І. Євич, Ю. М. Подрезов, І. Ю. Окунь // Порошкова металургія. – 2020. – № 7-8. – С. 25-38.

Вивчено вплив високоенергетичного розмелу і режимів подальшої обробки на структуру і фізико-механічні властивості алюмініду заліза Fe–15% (мас.) Al, одержаного спіканням та імпульсним гарячим пресуванням. Показано, що розмел суміші порошоків заліза і алюмінію в планетарному млині призводить до формування частинок пластинчастої форми, морфологія яких зберігається в структурі сплаву після спікання й імпульсного

гарячого пресування. Спечені інтерметаліди, одержані з порошкових сумішей після розмелювання, характеризуються низькими фізико-механічними властивостями внаслідок низької якості границь між зернами. Застосування імпульсного гарячого пресування для ущільнення зразків з розмелених порошків при температурах 850–1150 °С сприяє значному підвищенню щільності інтерметалідів в порівнянні зі спеченими матеріалами аналогічного складу — з 5 до 6,5 г/см<sup>3</sup>. Зі збільшенням температури імпульсного гарячого пресування зростають і механічні характеристики, коли максимальні значення міцності на вигин і тріщиностійкість складають 880 МПа та 21 МПа · м<sup>0,5</sup> відповідно. Подальший високотемпературний відпал (1350–1450 °С) призводить до підвищення якості міжзерених границь з формуванням переважаючої розривної сітки, коагулюванню сегрегації домішок і, як результат, до різкого росту міцності на вигин і тріщиностійкості, які становлять 1400 МПа і 27 МПа · м<sup>0,5</sup> відповідно. Показано, що міжчастинковий характер руйнування, який спостерігається у зразків після імпульсного гарячого пресування при відносно низьких температурах, змінюється на транскристалітний після високотемпературного відпалу.

**Дурсун Озюрек. Мікроструктура та зносостійкість дисперсійно-зміцненої нержавіючої сталі 17-4 з різним вмістом титану / Дурсун Озюрек, Ендер Налкакіоглу, Керім Четінкайя // Порошкова металургія. – 2020. – № 7-8. – С. 30-48.**

Досліджено характеристики зносу дисперсійно-зміцненої нержавіючої сталі 17-4 PH SS з різним вмістом титану (0,5, 1,0, 1,5 і 2% (мас.)). Суміш елементарних порошків (у % (мас.): 17 Cr, 4 Cu, 4 Ni, 1 Mn, 1 Si, 0,3 Nb, 0,07 C, решта Fe) піддавали холодному пресуванню (800 МПа), далі пресовки спікали у вакуумі під тиском 0,1 Па протягом 1 год при температурі 1300 °С й охолоджували з пічкою до кімнатної температури. Сплав із різним вмістом титану піддавали старінню при температурі 480 °С протягом 1, 4 і 8 год. Для характеристики термооброблених сплавів застосовували сканувальну електронну мікроскопію, рентгенівський дифракційний аналіз, вимірювали їхню густину та твердість. Випробування на знос проведені за схемою “штифт–диск” при швидкості ковзання 0,8 м/с, двох різних навантажень (30 і 45 Н) та п’яти різних величинах шляху ковзання (600, 1200, 1800, 2400 і 3000 м). Результати дослідження показали, що втрати маси та густина сплавів 17-4 PH SS зменшувались зі збільшенням вмісту титану, тоді як твердість

зростала. Отже, збільшення частки титану в сталі сприяє зменшенню втрат маси. Найвищі значення коефіцієнта тертя показали зразки з 0,5% Ti, а найнижчі — зразки з 2% Ti. Цілком очікувано в матеріалі утворюються карбіди  $M_{23}C_6$  і  $M_3C$ . За результатами сканувальної електронної мікроскопії зношених поверхонь адгезивні та окиснювальні механізми зносу визначені домінуючими. Показано, що вибором складу з найбільшою твердістю та відповідних умов спікання можна значною мірою підвищити зносостійкість нержавіючої сталі 17-4.

### Порошкова металургія. – 2020. – № 9-10.

**Корабльов, Д. С. Вплив різних добавок на гідроліз  $MgH_2$ , синтезованого механічним високоенергетичним розмелюванням в середовищі водню / Д. С. Корабльов, О. В. Бездорожев, С. Герлотка, В. А. Яртись, Ю. М. Солонін // Порошкова металургія. – 2020. – № 9-10. – С. 3-11.**

Гідрид магнію є перспективним матеріалом для отримання водню шляхом гідролізу, завдяки високому вмісту водню, м'яким умовам реакції і низькій вартості. Однак реакція гідролізу  $MgH_2$  швидко сповільнюється через утворення пасивного шару  $Mg(OH)_2$ . Для підвищення ефективності реакції використовують різні добавки. У даній роботі вперше досліджено вплив добавки 5 % (мас.) ЕДТА та  $TiC-2TiB_2$  на гідроліз наноструктурного  $MgH_2$  у порівнянні з чистим  $MgH_2$  та  $MgH_2 + 5\%$  (мас.)  $AlCl_3$ . Гідрид магнію синтезований механічним високоенергетичним розмелюванням порошку  $Mg$  в середовищі водню під тиском, при цьому нанокompозити на основі  $MgH_2$  були одержані або змішуванням попередньо синтезованого  $MgH_2$  з 5 % (мас.) добавки, або синтезовані одночасно з гідруванням магнію. Синтезований  $MgH_2$  являє собою нанодисперсний порошок, що складається із двох фаз:  $\beta$ - $MgH_2$  та метастабільної модифікації  $\gamma$ - $MgH_2$ . Ефективність отримання водню, з огляду на ступінь проходження реакції та вихід водню, визначали об'ємним методом. Встановлено, що композит  $MgH_2 + 5\%$  (мас.) ЕДТА має найнижчу реакційну здатність серед випробуваних матеріалів, ймовірно, внаслідок взаємодії  $MgH_2$  з ЕДТА при подрібненні в кульовому млині. Чистий  $MgH_2$  і композит  $MgH_2 + 5\%$  (мас.) ( $TiC-2TiB_2$ ) володіють майже в два рази кращими характеристиками гідролізу, але все ще далекими від вимог для практичного застосування. Максимальний вихід водню 557 мл/г  $MgH_2$  і ступінь перетворення 30,3% спостерігалися для  $MgH_2 + 5\%$

(мас.)  $AlCl_3$  після 10 хв гідролізу, що пояснюється дестабілізацією шару  $Mg(OH)_2$  іонами хлору.

**Кузьмов, А. В. Моделювання різноопірної пружної поведінки пошкоджених матеріалів порошкового походження обчислювальними методами мікромеханіки / А. В. Кузьмов, О. В. Вдовиченко, М. Б. Штерн, О. Г. Кіркова // Порошкова металургія. – 2020. – № 9-10. – С. 12-21.**

Робота присвячена вдосконаленню фундаментальних теоретичних засад методу акустичної дефектоскопії сирих пресовок та слабкоспечених матеріалів. Запропоновано теоретичну методику визначення пружних властивостей пористих матеріалів порошкового походження з розподіленими мікрodefектами. Нелінійно-пружну різноопірну (різна жорсткість на розтяг та стиск) поведінку такого матеріалу описано шляхом мікромеханічного осереднення на представницькій комірці. Відповідно до механіки композитів, геометрія комірки при цьому відображає структуру гетерогенного матеріалу, а граничні умови на представницькій комірці дають можливість пов'язати напружено-деформований стан на макро- та мезорівнях. Осереднення здійснено шляхом комп'ютерного моделювання методом скінченних елементів з адаптивною сіткою, яка автоматично згущувалась у місцях великого градієнту напружено-деформованого стану. Структура представницької комірки відповідає матеріалу порошкового походження з "недосконаліми", частково відшарованими, контактами між частинками. У запропонованій моделі реологічний відгук пористого пошкодженого матеріалу задається трьома модулями пружності, а структура такого матеріалу описується двома внутрішніми параметрами стану: пористістю та ступенем відшарування контактів між частинками. Тобто модулі пружності є функціями пористості й пошкоженості. Відповідно обраховано цілу низку значень кожного з модулів пружності для певного дискретного діапазону густини та пошкоженості. Перевага такого підходу полягає саме в спрямованості на матеріали порошкового походження, а не взагалі на будь-які пошкоджені матеріали, що дає змогу за допомогою методів механіки мікронеоднорідних матеріалів врахувати реальну структуру пошкодженого матеріалу. Розроблена структурно чутлива модель пружності дала можливість знайти залежність між дефектністю пористого зразка та резонансною частотою його вільних коливань.

**Сергєєв, В. П. Наноструктуроване вуглецеве волокно, модифіковане наночастинками срібла, для медичного призначення** / В. П. Сергєєв, О. Б. Логінова, Л. Д. Кістерська, Н. В. Бошицька, В. Д. Кліпов // Порошкова металургія. – 2020. – № 9-10. – С. 22-31.

Досліджено можливості створення нових апікаційних матеріалів медичного призначення на основі активованого вуглецевого волокнистого наноструктурованого матеріалу з наночастинками срібла, іммобілізованими методом адсорбції з розчинів (АВВНМ–НЧАg). Вивчено стабільність утвореної композиційної системи, як сучасної апікаційної лікарської форми, в фізіологічних розчинах. Запропоновано оптимальні режими активації карбонізованої тканини для отримання наноструктурованого вуглецевого волокна високої сорбційної ємності. Доведено, що розподіл наночастинок срібла за розмірами після ультразвукової обробки вихідного розчину срібла в гліцерині змінюється в бік суттєвого зменшення розмірів агломератів, які утворюються в розчині. Після обробки вуглецевого волокна наночастинками срібла вони рівномірно адсорбуються на поверхні вуглецевої матриці з утворенням агломератів срібла розмірами ~90–120 та 250–300 нм. Встановлено, що інтенсивність виділення срібла з поверхні композиційної системи АВВНМ–НЧАg залежить від об'ємної ємності вуглецевої матриці, вихідної концентрації срібла в розчині, яким було оброблено вуглецеве волокно, та хімічного складу біологічних середовищ: кількість виділеного срібла у воду в декілька разів більша, ніж у фізіологічні розчини. Визначено, що вихідна концентрація срібла 25 мг/л у суспензії гліцерину є найбільш оптимальною для створення стабільних композиційних систем АВВНМ–НЧАg. При цьому більш повільне виділення срібла з поверхні вуглецевих матриць у фізіологічні розчини різного сольового складу забезпечує пролонговану дію срібла у сучасних апікаційних формах для медичного призначення. Композиційну систему АВВНМ–НЧАg з ємністю вуглецевої матриці 1,0 см<sup>3</sup>/г та вихідною концентрацією срібла в розчині 25 мг/л рекомендовано для подальшої розробки сучасних апікаційних матеріалів.

**Mohanty, D. Структурні та електричні властивості легованої магнієм сполуки CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>** / D. Mohanty, A. U. Naik, P. K. Nayak, Банарджи Бехера, С. К. Сатпатхі // Порошкова металургія. – 2020. – № 9-10. – С. 32-40.

Леговану магнієм сполуку CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (Co<sub>0,5</sub>Mg<sub>0,5</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) отримано шляхом твердофазної реакції. Систематично досліджено

вплив включень Mg на структурні параметри синтезованої сполуки та подальший розвиток в структурі термічно стимульованих елек-т-роактивних ділянок, оскільки ця сполука має склад, придатний для заміщення Co магнієм завдяки близькості їхніх атомних радіусів. Крім того, Mg характеризується як високофероелектричний та легкий матеріал. Структуру та мікроструктуру отриманої сполуки досліджено методами сканувальної електронної мікроскопії (SEM) та рентгенівської дифракції (XRD). Діелектричні властивості вивчено у широких діапазонах частоти та температури і встановлено досить низький рівень діелектричних втрат. Частотно-залежні електричні характеристики оцінено за різних температур у контексті формалізму імпедансу та провідності. Діаграма Найквіста відображає вплив зерна та його меж. В композитах спостерігались термічно активовані процеси релаксації, що не відповідають процесам за Дебаєм. Універсальний закон потужності Джоншера відповідає частотно-залежній провідності змінного струму при різних температурах. Температурна залежність провідності змінного струму на різних частотах свідчить про негативну поведінку температурного коефіцієнта опору. Оцінка значень енергії активації в різних діапазонах температур дає можливість визначити тип системи провідності.

**Зміцнення керамічними частинками нітриду кремнію полімерних матеріалів для 3D друку /** О. Б. Згалат-Лозинський, О. О. Матвійчук, О. І. Толочин, О. В. Євдокимова, Н. О. Згалат-Лозинська, В. І. Закієв // Порошкова металургія. – 2020. – № 9-10. – С. 41-56.

Проведено комплексне дослідження із виготовлення полімерно-керамічного матеріалу на основі поліетилену високої густини або поліпропілену та порошку  $\beta$ -Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>. Поетапно досліджено процес введення керамічних частинок нітриду кремнію (5 та 10% (об.)) у полімери для виготовлення на їх основі полімерно-керамічного філаменту. Встановлено, що якісний полімерно-керамічний філамент на основі поліпропілену можна отримати при температурі екструзії від 150 °C зі швидкістю видавлювання 20 см/хв, а філамент на основі поліетилену — при 160 °C та швидкості 30 см/хв. Дані щодо розподілу частинок Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> за формою та розмірами використано для моделювання елементарного об'єму філаменту з метою визначити механічні властивості композитів за допомогою скінченно-елементної моделі в двохвимірній постановці.

Встановлено, що армування матеріалу на основі поліпропілену/поліетилену частинками  $\text{Si}_3\text{N}_4$  на рівні 10% (об.) не є достатнім, оскільки модуль пружності композиту зростає несуттєво, а критична деформація при цьому помітно зменшується, і можна вводити більший об'єм твердих частинок для підвищення модуля пружності. Для оцінки якості полімерно-керамічного філаменту спроектовано та надруковано деталі різної форми (шайба та шнек) з наповненого і ненаповненого філаменту. Надруковані деталі з полімерно-керамічного матеріалу демонстрували рівну поверхню, без виступів та ділянок несучільної поверхні. Досліджено механічні (твердість за методами Віккерса і Брінелля) та трибологічні (об'ємний знос) властивості таких матеріалів. Тестуванням на знос композиту поліетилен– $\text{Si}_3\text{N}_4$  встановлено, що зі зростанням вмісту керамічних частинок в філаменті спостерігається тенденція до покращення зносостійкості композиту. Низький ступінь абразивного зносу полімерно-керамічного матеріалу на основі поліпропілену/поліетилену з частинками  $\text{Si}_3\text{N}_4$  та поведінка частинок кераміки при контакті з індентором свідчать про стійкість отриманого композиційного матеріалу до зламу та руйнування при 3D друці.

**Зносостійкі керамічні матеріали на основі  $\text{TiCN}$  для високонавантажених вузлів тертя** / О. М. Григор'єв, П. В. Мазур, І. П. Нешпор, Т. В. Мосіна, М. Д. Бега, В. Т. Варченко, Д. В. Ведель, В. П. Коновал, О. І. Духота, В. В. Харченко, Джунгху Менг, Джуніан Занг // Порошкова металургія. – 2020. – № 9-10. – С. 57-67.

Досліджено трибологічні властивості композиційних матеріалів на основі карбонітриду титану матричного та каркасного типів в умовах сухого тертя на повітрі. Для вибору зв'язки композита та виявлення можливості отримувати зразки методом просочення пористого каркасу були проведені експерименти зі змочування композиційного матеріалу  $\text{TiCN-Cr}_3\text{C}_2$  сплавами нікель–хром та міді. Дослідження, проведені методом лежачої краплі, показали, що нікель і його сплави мають низький кут змочування композиту  $\text{TiCN-Cr}_3\text{C}_2$  ( $\theta \sim 8$  град). Зокрема,  $\theta < 5$  град при змочуванні інтерметалідом  $\text{Ni}_3\text{Al}$ , що дозволяє використовувати його як металеву зв'язку. Схожа ситуація спостерігається і для міді. Розроблено технологію отримання композитів на основі  $\text{TiN-Cr}_3\text{C}_2$  просоченням пористого каркасу розплавами  $\text{Ni}_3\text{Al}$  і міді та вивчено трибологічну поведінку керметів в умовах сухого тертя. При просоченні вихідного композита інтерметалідом  $\text{Ni}_3\text{Al}$



спостерігається зниження коефіцієнта тертя ( $\mu = 0,25$ ). Структурні дослідження проведено на металографічному мікроскопі MIM-10, фазовий рентгенівський аналіз — на установці ДРОН-2, твердість і розміри контактних зон визначено на твердомері “Falcon 9” (Нідерланди). Для дослідження структури та фазового складу контактної зони виготовлено шліфи поперечного перерізу. Структуру зразків вивчено методами рентгенофазового аналізу та растрової електронної мікроскопії. Виявлено вплив твердості контртіла (сталь 45, 40X, ШХ-15) на трибологічні властивості композиційного матеріалу на основі TiCN–Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>. У випадку, коли твердість сталі становить 60 HRC, зі збільшенням шляху тертя коефіцієнт тертя зростає. Однак ці результати були отримані при малих швидкостях і навантаженнях. Збільшення навантаження з 2 до 6 МПа при швидкості 12 м/с зменшує втрати на тертя: коефіцієнт тертя знижується до 0,23. Кермети на основі TiCN–20% Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>, просочені Ni<sub>3</sub>Al, можуть бути рекомендовані як антифрикційні матеріали для застосування у високошвидкісних та високонавантажених вузлах тертя.

**Вплив TiB<sub>2</sub> на фазовий склад, мікроструктуру та трибологічні властивості композитів AlCoCrFeNi/TiB<sub>2</sub> / Канг Дж.Г. , Янг Б.Т. , Вей Дж.С. // Порошкова металургія. – 2020. – № 9-10. – С. 68-78**

Високоентропійні сплави (ВЕС) привертають дедалі більшу увагу завдяки своїй структурі, високій міцності та твердості, хорошій пластичності та гарним властивостям до пом'якшення, окиснення, корозії та зносостійкості. Серед відомих систем ВЕС сплав AlCoCrFeNi має складну мікроструктуру та вирізняється винятковими механічними властивостями. У цьому дослідженні композити AlCoCrFeNi/TiB<sub>2</sub> виготовляли методом порошкової металургії у поєднанні з технологією іскроплазмового спікання (ІПС). Для виготовлення композитів AlCoCrFeNi/TiB<sub>2</sub> використовували вихідні порошки AlCoCrFeNi, отримані газовим розпиленням суміші високочистих вихідних елементів в середовищі Ar, та комерційні порошки TiB<sub>2</sub> із середнім розміром частинок близько 2 мкм. Вплив вмісту TiB<sub>2</sub> на фазовий склад, мікроструктуру та трибологічні властивості композитів AlCoCrFeNi/TiB<sub>2</sub> досліджували за допомогою рентгенофазового аналізу, електронної сканувальної мікроскопії та мікрорентгеноспектрального аналізу. Результати показують, що фазове перетворення відбувається з утворенням  $\sigma$ -фази після спікання. Частинки TiB<sub>2</sub> мають тенденцію до агломерації і ростуть зі

збільшенням вмісту TiB<sub>2</sub>. Вплив TiB<sub>2</sub> на трибологічну поведінку композитів вивчали шляхом вимірювання коефіцієнта тертя та швидкості зношування (*W*). Отримані результати свідчать про покращення зносостійкості композитів AlCoCrFeNi/TiB<sub>2</sub> зі збільшенням вмісту диборида титану.

**Порошкові титаноалітовані покриття з шаром TiN на сталі 9XC та твердому сплаві BK8** / В. Г. Хижняк, Т. В. Лоскутова, Г. Ю. Калашніков, І. С. Погребова, О. І. Дудка // Порошкова металургія. – 2020. – № 9-10. – С. 79-90.

Вивчено фазовий та хімічний склад, структуру та властивості титаноалітованих покриттів з шаром TiN на сталі 9XC і твердому сплаві BK8. Шар нітриду титану TiN товщиною 5,0–5,5 мкм наносили методом фізичного осадження з газової фази. Титаноалітування сплавів проводили в контейнерах з плавким затвором у суміші порошоків, % (мас.): 40,0 Ti; 5,0 Al; 5,0 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 5 NH<sub>4</sub>Cl, — при температурі 1050 °C впродовж 4 год. Встановлено, що на поверхні сталі 9XC формується багатошарове покриття — Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; Fe<sub>2</sub>Ti<sub>4</sub>O; TiC; TiN; на твердому сплаві — Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; TiAlCo<sub>2</sub>; TiC; TiN. Шар TiN на сталі 9XC повністю гальмує проникнення в основу алюмінію, а на твердому сплаві BK8 — алюмінію і кисню. На сталі 9XC відсутній шар Fe $\alpha$ (Al), на твердому сплаві BK8 зникає зона покриття, яка містить алюміній та кисень. Окремі шари в покриттях відрізняються високою мікротвердістю. Так, шар TiC на сталі 9XC має мікротвердість 35,6 ГПа, на сплаві BK8 — 29,0 ГПа, шари TiN на обох основах — 23,4–23,6 ГПа. Структура покриттів на поперечних шліфах практично безпориаста, з хорошою адгезією між окремими шарами і основою, що характерно для дифузійних покриттів. Показано, що зносостійкість в умовах тертя ковзання без змащування сталі 9XC з розробленими покриттями в 6,9 разів вища, ніж сталі без покриттів. Встановлено екстремальну залежність зношування сталі 9XC з покриттями від швидкості ковзання. Стійкість багатограних твердосплавних пластин з механічним кріпленням, що мали покриття, при обробці різанням сталі 40X13 виявилася в 8,3 разів вищою порівняно з інструментом без покриття. Встановлено, що отримані в роботі покриття можуть суттєво збільшити працездатність інструментів із сталі 9XC та твердого сплаву BK8.

**Високоентропійна кераміка для термобар'єрних покриттів на основі ZrO<sub>2</sub>, комплексно легованого оксидами P3E** / О. В. Дуднік,

С. М. Лакиза, І. М. Гречанюк, В. П. Редько, М. С. Глабай, В. Б. Шмібельський, І. О. Марек, О. К. Рубан, М. І. Гречанюк // Порошкова металургія. – 2020. – № 9-10. – С. 91-100.

Сучасні роботи з пошуку матеріалів керамічного шару термобар'єрного покриття (ТБП) наступного покоління сфокусовано переважно на трьох-, чотирьохкомпонентних і більш складних оксидних системах. Досліджено можливість використання для ТБП висоентропійної кераміки на основі оксиду цирконію  $ZrO_2$ , комплексно легованого сумішшю оксидів РЗЕ, і вивчено властивості керамічного шару ТБП, нанесеного методом електронно-променевого випаровування–конденсації за один технологічний цикл. Для дослідження обрано концентрат рідкісноземельних елементів на основі оксиду церію (легкий концентрат — ЛК) складу, % (мас.): 62,4  $CeO_2$ ; 13,5  $La_2O_3$ ; 10,9  $Nd_2O_3$ ; 3,9  $Pr_6O_{11}$ ; 0,92  $Sm_2O_3$ ; 1,2  $Gd_2O_3$ ; 0,24  $Eu_2O_3$ ; 2,66  $ZrO_2$ ; 1,2  $Al_2O_3$ ; 1,7  $SiO_2$ ; сумарний вміст інших оксидів — 1,38. Мішені для напилення керамічного шару ТБП отримані керамічним способом з шихти складу, % (мас.): 85  $M-ZrO_2$  –15 ЛК. Двошарові термобар'єрні покриття метал/кераміка наносили на промисловій електронно-променевої установці УЕ-174, що експлуатується в НВП ЕЛТЕХМАШ (м. Вінниця), на модельні лопатки, виготовлені методом спрямованої кристалізації зі сплаву ЖС-26ВІ. Встановлено, що сформувалося шорсткувате щільне глянсове покриття. Товщина покриття на спинці і вхідний кромці складає 85 мкм, у кориті лопатки — 70 мкм. Фазовий склад покриття — суміш  $F-ZrO_2$  та  $M-ZrO_2$ . У керамічному шарі утворилися стовпчасті, досить щільні кристаліти, зібрані в пероподібні утворення. Між ними утворилися вертикальні пори, які розташовані перпендикулярно або під кутом до поверхні. Між керамічним і зв'язуючим металевим шарами утворився шар складної шпінелі на основі  $Al_2O_3$  товщиною 2–2,5 мкм. У процесі напилення вкерамічному шарі сформувалася ламінарна структура, обумовлена синергетичним ефектом компонентів механічної суміші  $ZrO_2$  –концентрат РЗЕ в процесі випаровування/конденсації. Особливості мікроструктури покриття визначають градієнт розподілу мікротвердості по його висоті. Експерименти з термоциклювання показали, що це покриття витримало 161 термозміну, а це вище, ніж у стандартного покриття YSZ (138 термозмін). Попередні дослідження продемонстрували, що стабілізація  $ZrO_2$  концентратами оксидів РЗЕ є перспективним напрямком мікроструктурного проектування керамічного шару ТБП.

**Семенова, О. Л. Діаграма стану системи Co-Ni-Zr в облсті Zr-ZrCo-ZrNi I. Фазові рівноваги в системі при субсолідусній ТЕМПЕРАТУРІ, при 900 ТА 800 оС / О. Л. Семенова, В. М. Петюх, О. С. Фомічов // Порошкова металургія. – 2020. – № 9-10. – С. 101-114.**

Методами фізико-хімічного аналізу вперше досліджено фазові рівноваги в системі Zr-ZrCo-ZrNi при субсолідусній температурі та температурах 900 та 800 °С і побудовані проєкція поверхні солідуса та ізотермічні перерізи системи при 900 та 800 °С. Ізоморфні сполуки Zr<sub>2</sub>Co та Zr<sub>2</sub>Ni з тетрагональною кристалічною структурою типу AlCu<sub>2</sub> (θ) утворюють неперервні ряди твердих розчинів, що ділять систему Zr-ZrCo-ZrNi на дві підсистеми: Zr-Zr<sub>2</sub>Co-Zr<sub>2</sub>Ni та ZrCo-ZrNi-Zr<sub>2</sub>Ni-Zr<sub>2</sub>Co. Показано, що рівноваги на поверхні солідуса системи Zr-Zr<sub>2</sub>Co-ZrCo-Zr<sub>2</sub>Ni та при 900 °С різняться суттєво. Це пов'язано з тим, що у подвійній системі Zr-Co утворюється η-фаза на основі сполуки Zr<sub>3</sub>Co за перитектоїдною реакцією  $\alpha\beta\text{-ZrNi} + \alpha\text{Zr}_2\text{CoNi} \rightarrow \eta$  при температурі 980 °С, близькій до температури кристалізації евтектики  $L \leftrightarrow \theta + \beta$  (986 °С). При 900 та 800 °С η-фаза розчиняє до 14,5% Ni. На поверхні солідуса потрібної системи Zr<sub>2</sub>Co-Zr<sub>2</sub>Ni-ZrCo-ZrNi існує трифазна рівновага θ-фази з фазами квазібінарного перерізу ZrCo(δ) та ZrNi(δ<sub>2</sub>), δ + δ<sub>2</sub> + θ. Площина цього конодного трикутника значно розширюється при 900 і 800 °С через зміну розчинності нікелю в кубічній типу CsCl фазі на основі ZrCo. При кімнатній температурі усі сплави підсистеми ZrCo-ZrNi-Zr<sub>2</sub>Ni-Zr<sub>2</sub>Co мають бути трифазними d + d<sub>2</sub> + q. Поверхня солідуса системи Zr-ZrCo-ZrNi сформована поверхнями, які відповідають областям гомогенності δ-, d<sub>2</sub>-, q- та β-фаз, площиною конодного трикутника q + d + d<sub>2</sub> та лінійчастими поверхнями, що обмежують двофазні об'єми q + d<sub>2</sub>, q + d та θ + β зверху. При 900 та 800 °С у системі спостерігали дві трифазні рівноваги: η + θ + β та δ + δ<sub>2</sub> + θ.

**Васильєв, О. О. Термодинамічні властивості дисульфїду вольфраму з перших принципів у квазігармонічному наближенні / О. О. Васильєв // Порошкова металургія. – 2020. – № 9-10. – С. 115-127.**

Розраховано стандартні значення ( $T = 298,15 \text{ K}$ ) термодинамічних властивостей гексагонального шаруватого дисульфїду вольфраму 2H-WS<sub>2</sub> з перших принципів з використанням теорії функціоналу електронної густини та квазігармонічного наближення за методом скінченних зміщень у суперкомірках. У якості обмінно-кореляційного функціоналу було

обрано наближення локальної електронної густини, а розрахунок здійснено без застосування корекцій щодо взаємодій Ван дер Ваальса. Отримане в роботі добре узгодження розрахованих величин, окрім ентальпії утворення, з надійними експериментальними результатами знімає розбіжності між наявними в літературі експериментальними даними та посилює достовірність відповідних даних для дисульфиду вольфраму в цілому. Окрім того, воно вказує на необхідність додаткової уваги до експериментального дослідження фононного спектру 2H-WS<sub>2</sub>, зокрема на ділянці Г → К низькоенергетичної частини дисперсії, де відхилення між розрахунком та даними непружного розсіювання нейтронів є особливо суттєвим. Значення теплоємності, ентропії, ентальпії речовини дисульфиду молібдену рекомендовано до залучення у термодинамічні бази даних та практичного використання, а параметри їх розрахунку — як вихідні у дослідженнях з перших принципів властивостей 2H-WS<sub>2</sub>, пов'язаних із вібраційним спектром. Отримане значення  $\Delta f_{H_0}(2H-WS_2; 298,15 \text{ K}) = -275 \pm 0,5 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$  є меншим близько як на 10% від медіани наявних літературних даних та близько як на 15% — від експериментального результату, прийнятого за найбільш достовірний. Його покращення в розрахунку вимагає додаткової уваги, наприклад, через застосування корекції Ван дер Ваальса або використання гібридних наближень до обмінно-кореляційного функціоналу.

**Особливості формування структури та властивостей хромистої карбідосталі 65% (мас.) Fe–35% (мас.) ФХ800, легованої добавками бориду титану / Є. С. Кирилюк, В. А. Маслюк, А. А. Мамонова, О. М. Грипачевський, В. Т. Варченко // Порошкова металургія. – 2020. – № 9-10. – С. 128-136.**

Досліджено вплив добавок TiB<sub>2</sub> на структуру, фазовий склад, механічні та триботехнічні властивості матеріалів на основі системи Fe–ФХ800. Показано, що введення бориду титану активує ущільнення композитів на основі заліза за рахунок спікання за участю рідкої фази, яка з'являється в результаті утворення легкоплавких евтектик Fe–C–B (Тпл ~ 1050 °C) та  $\gamma$ -Fe–Fe<sub>2</sub>B–TiB<sub>2</sub> (Тпл ~ 1162 °C); температура спікання пресовок при цьому знижується на 50–70 °C. Добавки бориду титану в межах 0,38–0,74% (мас.) забезпечують, при деякому підвищенні твердості, зростання на 20–25% границі міцності на згин композиту 65% (мас.) Fe–35% (мас.) ФХ800 Металографічні дослідження, рентгенофазовий і

локальний мікрорентгеноспектральний аналізи матеріалів на основі системи Fe–35% (мас.) ФХ800–TiB<sub>2</sub> показали, що легування добавками бориду титану забезпечують формування багатофазної, мікрогетерогенної структури композиту матрично-наповненого типу, яка складається з хромистої сталі типу Х17, подвійних залізохромових карбідів М7С3, М3С і складних карборидів типу Ме3(СВ). Вивчено вплив добавок TiB<sub>2</sub> на стійкість композитів проти зношування при обробці закріпленими частинками алмазного круга і в умовах сухого тертя в парі зі сталлю ШХ15. Дослідження показали, що підвищення кількості добавки TiB<sub>2</sub> від 0,38 до 1,48% (мас.) сприяє зниженню абразивного масового зносу карбідосталей (Ім) від 36,94 до 14,8 мг/км, а лінійного (Іл) — від 0,197 до 0,079 мм/км. Присадки TiB<sub>2</sub> у кількості 0,38–2,2% (мас.) зменшують інтенсивність масового зносу при сухому терті композита по контртілу зі сталі ШХ15 твердістю 50–55 HRC з 4,9 до 1,9 мг/км і знижують коефіцієнт тертя від 0,49 до 0,38.

**Аджамський, С. В. Вплив параметрів селективного лазерного плавлення на формування ванни розплаву одиничного треку жароміцного нікелевого сплаву “INCONEL 718” / С. В. Аджамський, Ю. В. Ткачов, Г. А. Кононенко // Порошкова металургія. – 2020. – № 9-10. – С. 137-147.**

Для визначення оптимальних параметрів процесу селективного лазерного плавлення досліджено характеристики ванн одиничних треків (розмір, форма і стабільність), які сформувались в результаті плавлення порошку жароміцного нікелевого сплаву “Inconel 718”. Дослідження проведено з метою визначити діапазон параметрів процесу селективного лазерного плавлення, які забезпечили б стабільний трек з глибиною проплаву 2–3 шари. Поодинокі треки були побудовані з використанням різних комбінацій параметрів процесу: потужність лазера 50–400 Вт з кроком 30 Вт, швидкість сканування 450–1000 мм/с з кроком 50 мм/с (всього 144 режими). За допомогою світлового мікроскопа “Axiovert 200M MAT” (“Carl Zeiss”) вивчено поперечний переріз одиничних треків і оцінено геометричні параметри ванн розплаву. Статистичний аналіз виконано в пакеті “Excel Microsoft Office”. Експериментально вивчено закономірності впливу швидкості сканування і потужності лазера на глибину і ширину одиничного треку, а також їх співвідношення. Встановлено, що при невисокій потужності ( $P = 50$  Вт) і малій швидкості сканування ( $V = 450$ – $500$  мм/с) формувався нестабільний трек, при більших швидкостях трек взагалі не сформувався. При потужності  $P$

= 80–200 Вт на малих швидкостях формується стабільний трек ( $V = 500\text{--}900$  мм/с), а при збільшенні швидкості до  $V = 1000$  мм/сек він стає нестабільним, переривчастим. При збільшенні потужності лазера ( $P = 230\text{--}400$  Вт) і невеликих швидкостях процесу формується суцільний трек, але він має змінну збільшену ширину, що свідчить про відхилення від умов стабільного формування треку. Вперше встановлено, що інтенсивність впливу швидкості сканування ( $450\text{--}1000$  мм/с) на глибину проникнення одиночного треку змінюється в залежності від потужності лазера ( $50\text{--}400$  Вт) більш ніж в 2,5 рази. Визначено параметри процесу, що забезпечують формування оптимального (з точки зору геометричних параметрів) одиночного треку.

### Порошкова металургія. – 2020. – № 11-12.

**Зносостійкі композити TiN–20% (мас.) Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> та TiN–20% (мас.) TiB<sub>2</sub>, отримані мікрохвильовим спіканням / О. Б. Згалат-Лозинський, К. С. Апурбба, І. І. Єгоров, В. Т. Варченко, К. С. Суреш // Порошкова металургія. – 2020. – № 11-12. – С. 3-14.**

Проведено комплексне дослідження з мікрохвильового спікання композиційних матеріалів TiN–20% (мас.) TiB<sub>2</sub> та TiN–20% (мас.) Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>. Показано, що в мікрохвильовій печі при постійній потужності мікрохвильового випромінювання 900 Вт можна ефективно ущільнити композит TiN–20% (мас.) TiB<sub>2</sub> до залишкової поруватості 9% при температурі 1370 °С, а композит TiN–20% (мас.) Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>  $\frac{3}{4}$  до поруватості 6% при 1407 °С. Порівняльний аналіз консолідації цих композиційних матеріалів традиційним спіканням в печі опору до температури 1550 °С зі швидкістю 50 °С/хв виявив залишкову поруватість композитів більш ніж 25%. В структурі консолідованих мікрохвильовим спіканням зразків виявлено області щільного матеріалу, переважно сферичної форми ( $D \sim 5$  мкм), що формуються з фаз нітриду титану та дибориду титану. Таке зональне обособлення ущільнення з утворенням сферичних агломератів TiN та TiB<sub>2</sub> пов'язане з неоднорідністю розподілу електромагнітного поля у робочому об'ємі мультимодової НВЧ-печі, внаслідок чого в об'ємі оброблюваного матеріалу виникають локально перегріті області. Виявлено, що структурні особливості композитів TiN–20% (мас.) TiB<sub>2</sub> та TiN–20% (мас.) Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> впливають на їх механічні та трибологічні властивості. Так, виміряна твердість композита TiN–20% (мас.) TiB<sub>2</sub> склала  $19,5 \pm 1,1$  ГПа, а композита TiN–20% (мас.) Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>  $\frac{3}{4}$   $19,8 \pm 0,8$  ГПа. Проведені тести на

зносостійкість композитів в парі з твердим сплавом ВК6 показали відносно високі трибологічні властивості: лінійний знос  $\frac{3}{4}$  12,5 мкм/км (TiN–20% (мас.) Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) та 11,3 мкм/км (TiN–20% (мас.) TiB<sub>2</sub>), коефіцієнт тертя  $\frac{3}{4}$  0,43 і 0,26 відповідно. Порівняльний аналіз особливостей консолідації композитів TiN–20% (мас.) TiB<sub>2</sub> та TiN–20% (мас.) Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> методами мікрохвильового та традиційного спікання дозволив зробити висновок, що підвищення швидкості нагрівання при мікрохвильовому спіканні в діапазоні температур 600–1500 °С до 50 °С/хв і вище, а також використання гібридного НВЧ-нагрівання дозволить отримати однорідну дрібнозеренну структуру, яка позитивно позначиться на механічних та трибологічних властивостях.

**Формування інтерметаліду TiNi при спіканні суміші порошків TiH<sub>2</sub>–Ni та його надпружна поведінка** / І. І. Іванова, Ю. М. Подрезов, В. М. Клименко, Н. А. Крилова, М. В. Карпець, Н. М. Марченко // Порошкова металургія. – 2020. – № 11-12. – С. 15-26.

Досліджено процеси фазоутворення та консолідації в порошкових сумішах TiH<sub>2</sub>–Ni для утворення інтерметаліду TiNi. Застосування гідриду титану як прекурсору за оптимальних умов спікання (900–1000 °С) дозволило отримати матеріал з оптимальною пористістю та уникнути утворення рідкої фази при спіканні. Встановлено, що процеси фазоутворення при спіканні сумішей TiH<sub>2</sub>–Ni відбуваються зі значною швидкістю. При температурах спікання 900–1000 °С утворюється 70–82% TiNi. Додатковою фазою, яка утворюється в матеріалі при всіх умовах спікання, є інтерметалід Ti<sub>2</sub>Ni. Стійкість цієї фази пояснюється її спорідненістю до кисню з утворенням складних стабільних оксидів. Процес окиснення прискорюється завдяки високій дисперсності суміші та активності титану, утвореного при розкладі його гідриду. Причому взаємодія з киснем починається раніше, ніж з нікелем. Зразки на основі суміші з максимальною дисперсністю мають гіршу гомогенність, ніж зразки, отримані із менш дисперсної суміші. Суттєво вища дисперсність порошку гідриду забезпечує високу швидкість взаємодії титану з нікелем та швидке поглинання кисню. Встановлено, що за таких умов спікання пористість матеріалу складає 12–15%, тобто є оптимальною для медичного застосування. Дослідження механічної поведінки сплавів на основі TiNi виявило аномально низьке значення модуля пружності — 40 ГПа. Експерименти з циклічного навантаження–розвантаження показали, що на початковій ділянці діаграми навантаження пружна



деформація складає 1,1%, зворотна деформація перетворення — 0,7%. Після деформації на 4% модуль пружності зменшується до  $E \sim 32,7$  ГПа, сумарна пружна складова деформацій збільшується до  $\epsilon_{pr} \sim 2,6\%$ , демпфуюча здатність сягає  $Q^{-1} = 0,036$ . Механічні характеристики отриманих матеріалів наближені до властивостей кісток людини. Результати експериментів свідчать про те, що отримані спечені матеріали на основі нікеліду титану за структурою та механічними властивостями є перспективними для створення імплантів кісток людини.

**Спечені наноструктурні біокомпозити на основі алюмінію та графену для медичного застосування** / Дапенг Дуан , Баофенг Лі, Паруль Кумар Шарма, Монідіпа Праманік, Шаші Б. Сінгх, Суніл Кумар Прадхан // Порошкова металургія. – 2020. – № 11-12. – С. 27-37.

Відомо, що графен міцніший за сталь. Він характеризується надзвичайно високими значеннями модуля Юнга (до 1 ТПа), міцності ( $\sim 125$  ГПа) і теплопровідності ( $\sim 5000$  Вт/м · К). Тому в даній роботі його використано для отримання нано-біо композиційних матеріалів алюміній–графен із застосуванням методів порошкової металургії, зокрема високоенергетичного кульового розмелювання з подальшим вакуумним спіканням. Виготовлені вироби зі спечених композиційних матеріалів оцінювались за допомогою сучасних методів аналізу мікроструктури, таких як скануюча електронна мікроскопія з польовою емісією (FE-SEM), енергетично-дисперсійна спектроскопія (EDS), просвічувальна електронна мікроскопія (TEM) та спектроскопія КРС. За результатами досліджень встановлено однорідний розподіл компонентів в структурі матеріалу, на даних ділянках сканування. Відносна густина композиту після спікання становить  $\approx 97,5\%$ . Дані щодо електропровідності алюмінієво-графенових наноструктурних біокомпозиційних матеріалів дають підстави для застосування їх у інженерії кісткової тканини.

**Особливості руйнування спеченої низьколегованої сталі, отриманої інжекційним литтям з порошків** / С. В. Завадюк, П. І. Лобода, Т. О. Соловйова, І. Ю. Троснікова, О. П. Карасевська // Порошкова металургія. – 2020. – № 11-12. – С. 38-49.

Під час виготовлення спечених сталей за технологією інжекційного лиття порошку важко уникнути типових мікроструктурних дефектів, таких як пори та їх агломерація, гетерогенність фазової структури, границі між різними фазами. Такі неоднорідності завжди призводять до утворення,

росту та поширення тріщини під час механічних навантажень спечених матеріалів. Траєкторія руху тріщини та протидія зламу пов'язані з комплексною неоднорідною структурою, яка включає в себе ферит, цементит, мартенсит, пори та слабкі поверхні розподілу. Встановлено, що зі збільшенням часу витримки при спіканні відбувається стрімкий ріст зерна металу, що призводить до крихкого руйнування зразків. Подальша термообробка дозволяє значно зменшити розмір зерен та змінити характер руйнування на в'язкий. Метод багатоциклічного спікання низьколегованої сталі з матеріалу "Catamold 8740" дозволяє значно підвищити ударну в'язкість зразків з надрізом (з 7,55 до 13,95 Дж/см<sup>2</sup>). Підвищення щільності зразків та зменшення кількості концентраторів напружень позитивно впливає на властивість матеріалу протидіяти ударним навантаженням. Так, зі збільшенням щільності заготовок після шостого циклу спікання на 2,5% ударна в'язкість зростає в 1,8 разів. Встановлено, що зі збільшенням числа циклів спікання розмір ямок в'язкого руйнування помітно зростає, у той же час приріст ударної в'язкості та щільності спеченого матеріалу поступово зменшується. Сумарна тривалість спікання призводить до значного росту розміру зерен (що, у свою чергу, гальмує заліковування пор) та збільшення щільності зразків. Рентгеноструктурним і спектральним аналізом виявлено додаткові фази після спікання та термообробки. Із підвищенням температури спікання та при застосуванні термічної обробки більш чітко проявляються додаткові карбідні і оксидні дрібнокристалічні фази. Присутність у спеченій сталі сторонніх крихких включень, поряд із залишковою пористістю, зумовлюють зниження динамічних характеристик матеріалу.

**Оксидаційні властивості багатокомпонентних сплавів Ta–W–Ti–Al, виготовлених іскро-плазмовим спіканням** / Бай Джунджан, Чен Уаїхонг, Лі Лу, Лі Джіесін, Ченг Уаїювей // Порошкова металургія. – 2020. – № 11-12. – С. 50-60.

Багатокомпонентні сплави Ta–W–Ti–Al виготовлено методом іскро-плазмового спікання — інноваційної технології в металургії, в основі якої лежить активація розряду та термопластична деформація. Характеристики окиснення спечених сплавів досліджено в повітряному середовищі при температурах 1000 та 1200 °С. Мікроструктуру та фазовий склад сплавів та оксидів вивчено за допомогою різних аналітичних методів, таких як дифракція рентгенівських променів (XRD), сканувальна електронна мікроскопія (SEM), електронно-дисперсійна спектроскопія (EDS) та електронна мікроскопія зворотного розсіювання (BSE). Відносна

густина спечених зразків становила 98%. Відносна густина усіх зразків з великим вмістом Ті перевищувала 100%, що свідчить про суттєвий вплив додавання титану на осадження в рідкій фазі. У сплавах Та–W–Al виявлено новоутворені інтерметалічні сполуки, а на межах зерен у зразках з високим вмістом Ті помічені фази, збагачені титаном та киснем. Додавання Ті і Al ефективно покращило стійкість до окиснення отриманих сплавів. Після окиснення при температурі 1000 °С утворювався захисний шар, що свідчить про те, що кінетика окиснення сплавів підпорядковуються псевдопараболічним законам. При температурі окиснення 1200 °С відбувалася реакція між  $Al_2O_3$  і  $Ta_2O_5$  з утворенням  $AlTaO_4$ , який має менший захисний ефект. Приріст маси в сплавах після окиснення при 1200 °С протягом 4 год був приблизно в 7 разів вищий у порівнянні з окисненням при 1000 °С.

**Вплив тиску пресування та температури спікання на властивості високопористого чистого алюмінію, виготовленого з додаванням борної кислоти (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>)** / Несе О. Корпе, Н. Башак Дюргер, Ділек Дур, Ібрагім Целікюрек // Порошкова металургія. – 2020. – № 11-12. – С. 61-72.

Високопористий чистий алюмінієвий матеріал із чарунковою структурою виготовлено методом порошкової металургії із додаванням порошків борної кислоти як пороутворювача. Борну кислоту застосовували як новітній пороутворюючий агент. Були успішно виготовлені алюмінієві порошки з високою пористістю (~50%). Проведено експерименти з метою дослідження впливу таких параметрів, як тиск пресування та температура спікання, на кінцеві властивості зразків. Квazистатичну стисливу поведінку високопористих матеріалів досліджували за умов їх деформації зі швидкістю 10–3 с<sup>-1</sup>. Результати дослідження показують, що найкращі стисливі властивості високопористих станів мають зразки, виготовлені холодним пресуванням при 630 МПа та спіканням при 620 °С протягом 3 год. За результатами дослідження напружено-деформованого стану матеріалів встановлено існування плато з майже постійним тиском та високим ступенем деформації, що становить близько 70%. Густина таких високопористих станів становила приблизно 1,0 г/см<sup>3</sup>, а середній розмір чарунки становив приблизно 0,6 мм. На відміну від традиційних методів, використання порошків борної кислоти (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) дозволяє отримати матеріали з кращими механічними властивостями, такими як статична міцність

на стиск та швидкість поглинання енергії, що становлять 18 МПа та 12 МДж/м<sup>3</sup> відповідно.

**Композиційна кераміка для термобар'єрних покриттів на основі ZrO<sub>2</sub>, комплексно легованого оксидами рідкісноземельних елементів ітрієвої підгрупи / О. В. Дуднік, С. М. Лакиза, І. М. Гречанюк, В. П. Редько, А. О. Макудера, М. С. Глабай, І. О. Марек, О. К. Рубан, М. І. Гречанюк // Порошкова металургія. – 2020. – № 11-12. – С. 73-84.**

Досліджено можливості використання складно-композиційної кераміки на основі діоксиду ZrO<sub>2</sub>, комплексно легованого сумішшю рідкісноземельних елементів (РЗЕ) ітрієвої підгрупи, для нанесення термобар'єрних покриттів (ТБП). Для дослідження обрано важкий концентрат (ВК) оксидів рідкісноземельних елементів ітрієвої підгрупи складу, % (мас.): 13,3 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1,22 Tb<sub>4</sub>O<sub>7</sub>; 33,2 Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 8,9 Ho<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 21,8 Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 1,86 Tm<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 12,5 Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 0,57 Lu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; сумарний вміст інших оксидів — 6,65 (у тому числі 3,2 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>); порошки Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> та M-ZrO<sub>2</sub>. Мішені для нанесення керамічних шарів ТБП  $\frac{3}{4}$  стандартного та складно-композиційного  $\frac{3}{4}$  методом електронно-променевого напилення виготовлено з керамічних сумішей, % (мас.): M-ZrO<sub>2</sub>-7 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> та 90 M-ZrO<sub>2</sub>-10 ВК. Проведено порівняння властивостей складно-композиційного шару та стандартного керамічного шару на основі ZrO<sub>2</sub>, стабілізованого оксидом ітрію, у термобар'єрних покриттях, нанесених методом електронно-променевого напилення за один технологічний цикл. Двошарові термобар'єрні покриття метал/кераміка на модельні лопатки, отримані методом спрямованої кристалізації зі сплаву ЖС-26ВІ, осаджено на промисловій електронно-променевій установці УЕ-174 (НВП ЕЛТЕХМАШ, м. Вінниця). Керамічний шар ТБП складу M-ZrO<sub>2</sub>-7 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> позначено як ІСЦ, а складу 90 M-ZrO<sub>2</sub>-10 ВК — як ВКСЦ. Для формування внутрішнього жаростійкого шару використано сплав МЗП-6 (нікель-хром-алюміній-ітрій). За означених умов утворились шорсткуваті щільні глясові покриття, що відрізняються за кольором: ІСЦ — світло-сірий; ВКСЦ — темно-сірий. Товщина покриттів на спинці складає 90–95 мкм, у кориті — 90 мкм. Фазовий склад обох покриттів представлений F-ZrO<sub>2</sub>. У покриттях сформувалися мікроструктури, що вміщують перистоподібні утворення. У шарі ІСЦ є два типи щільних утворень: у формі стовпчиків та розгалужені, а шар ВКСЦ має нерегулярну мікроструктуру, що містить широкі перистоподібні утворення, зрощені між собою. Встановлено формування ламінарної

мікроструктури керамічних шарів, що обумовлено технологічними особливостями методу електронно-променевого напилення. Мікротвердість шару ІСЦ становить: на спинці — 3884 МПа, в кориті — 6052 МПа. Мікротвердість шару ВКСЦ суттєво нижче: на спинці — 1381 МПа, а в кориті — 1679 МПа. Складно-композиційне покриття витримало 161 термозміну, а стандартне покриття  $\frac{3}{4}$  138 термозмін. Попередні дослідження показали перспективність стабілізації ZrO<sub>2</sub> концентратами оксидів РЗЕ ітрієвої підгрупи для мікроструктурного проектування керамічного шару ТБП.

**Юркова, О. І. Формування високоентропійного покриття AlNiCoFeCrTi холодним газодинамічним напиленням / О. І. Юркова, Д. В. Гущик, А. В. Мініцький // Порошкова металургія. – 2020. – № 11-12. – С. 85-102.**

Досліджено особливості формування методом холодного газодинамічного напилення (ХГН) покриттів із порошкового високоентропійного сплаву AlNiCoFeCrTi, отриманого короточасним механічним легуванням в планетарному млині еквіатомної суміші елементарних компонентів з наступним відпалом при температурі 1200 °С та розмелом утворених під час відпалу агломератів. Методами рентгеноструктурного і мікроструктурного аналізів досліджено фазові та структурні перетворення на різних етапах отримання порошкового сплаву AlNiCoFeCrTi та після його напилення на сталеву підкладку. Встановлено, що під час механічного легування порошкової суміші формується метастабільний твердий розчин з ОЦК структурою, який знаходиться в наноструктурному стані. Після відпалу фазовий склад сплаву змінюється — він представлений упорядкованим ОЦК твердим розчином (В2 фазою), інтерметалідною s-фазою (FeCr) та карбідом титану TiC. Після розмелу в планетарному млині протягом 1 год агломератів, що утворилися в процесі відпалу, впорядкована В2 фаза перетворюється на невпорядкований ОЦК твердий розчин, що знаходиться в наноструктурному стані. Карбід TiC та s-фаза залишаються у складі сплаву, але частинки s-фази значно подрібнюються та частково розчиняються в ОЦК твердому розчині. Показано, що після напилення фазовий склад та наноструктурний стан вихідного порошкового сплаву залишаються незмінними і ХГН-покриття складається з ОЦК твердого розчину, інтерметалідної s-фази та включень карбиду TiC. Середня товщина покриття становить 405 мкм, а його мікротвердість HV = 10,0 ± 0,3 ГПа. Висока твердість покриття забезпечується ефектами зміцнення: твердорозчинного і наноструктурного, включеннями інтерметалідної та карбідної фаз, а

також деформаційного зміцнення під час напилення під впливом інтенсивної пластичної деформації з надзвичайно високою швидкістю ( $\sim 105\text{--}107\text{ с}^{-1}$ ) при низькій температурі. Покриття має хорошу адгезію з підкладкою та незначну пористість ( $<1\%$ ).

**Семенова, О. Л. Діаграма стану системи Co–Ni–Zr в області Zr–ZrCo–ZrNi II. Поверхня ліквідуса діаграми стану системи. Взаємодія сплавів з воднем / О. Л. Семенова, В. М. Петюх, О. С. Фомічов, Т. В. Хомко // Порошкова металургія. – 2020. – № 11-12. – С. 103-112.**

За результатами дослідження литих сплавів системи Zr–ZrCo–ZrNi методами мікроструктурного, рентгенівського фазового, диференційного термічного та локального рентгеноспектрального аналізів вперше побудовано проекцію поверхні ліквідуса системи Zr–ZrCo–ZrNi на концентраційний трикутник. Встановлено, що вона складається з чотирьох поверхонь первинної кристалізації фаз: твердого розчину на основі  $\beta$ -Zr та фаз на основі сполук ZrCo (d), ZrNi (d2) і  $\theta$  фази (неперервних твердих розчинів між ізоструктурними сполуками Zr<sub>2</sub>Co і Zr<sub>2</sub>Ni типу AlCu<sub>2</sub>). При кристалізації сплавів має місце одна нонваріантна чотирифазна рівновага перехідного типу за участю рідкої фази L + d D d2 +  $\theta$ , при 1025 °С. Будова квазібінарних перерізів системи ZrCo–ZrNi та Zr<sub>2</sub>Co–Zr<sub>2</sub>Ni, що демонструють зниження температур солідуса та ліквідуса сплавів зі збільшенням вмісту нікелю зумовлює тип нонваріантної рівноваги. Дослідження литих сплавів підтвердило, що фаза на основі сполуки Zr<sub>3</sub>Co (h) утворюється за перитектоїдною реакцією. Представлено схему реакцій, що мають місце в сплавах Zr–ZrCo–ZrNi в інтервалі температур від кристалізації сплавів до перетворень в твердому стані, пов'язаних з утворенням h-фази за перитектоїдною реакцією і з мартенситним перетворенням b D  $\alpha$  цирконію. Із залученням відомостей про рівноваги в обмежувачих подвійних системах Zr–Co та Zr–Ni та даних щодо рівноваг на поверхні солідуса і при 900 та 800 °С потрібної системи Zr–ZrCo–ZrNi побудовано два політермічні перетини. Отримані дані про взаємодію окремих сплавів системи з воднем. Значна швидкість поглинання та виділення водню з гідридів досягається при температурах, вищих за кімнатну.

**Температурно-концентраційна залежність термодинамічних функцій змішування розплавів Co–Cr–Cu–Fe–Ni / П. Г. Агравал,**

Л. О. Древаль, М. А. Турчанін, Г. О. Водоп'янова // Порошкова металургія. – 2020. – № 11-12. – С. 113-126.

В рамках методу CALPHAD розроблено термодинамічно базу даних для розрахунку термодинамічних властивостей рідких сплавів системи Co–Cr–Cu–Fe–Ni та її чотирикомпонентних підсистем. Термодинамічні функції змішування розплавів розраховано при температурах 1873 та 1500 К. Встановлено, що розраховані надлишкові інтегральні функції змішування мають додатні значення в більшій частині концентраційного простору чотирикомпонентних систем з міддю та системи Co–Cr–Cu–Fe–Ni. Внесок ідеальної складової в енергію Гіббса змішування чотири- та п'яти-компонентних розплавів системи Co–Cr–Cu–Fe–Ni є домінуючим. Надлишкова енергія Гіббса змішування еквіатомних рідких сплавів чотирикомпонентних систем з міддю та системи Co–Cr–Cu–Fe–Ni за абсолютними значеннями є меншою, ніж ідеальна складова енергії Гіббса змішування. Із зниженням температури збільшуються відхилення від ідеальності надлишкової енергії Гіббса змішування та зменшуються абсолютні значення ідеальної енергії Гіббса змішування, що призводить до зменшення термодинамічної стабільності рідкої фази. Розраховані температури розшарування для чотири- та п'ятикомпонентного еквіатомних розплавів системи Co–Cr–Cu–Fe–Ni варіюються між 1370 та 1770 К. Найвищі температури розшарування спостерігаються в розплавах, що містять одночасно мідь і хром.

**Мікростворення, твердість і модуль Юнга полікомпонентних твердих розчинів з ОЦК кристалічною ґраткою** / О. В. Соболев, В. Ф. Горбань, М. О. Крапівка, Т. Г. Рогуль, С. О. Фірстов // Порошкова металургія. – 2020. – № 11-12. – С. 127-135.

Методами рентгеноструктурного аналізу із застосуванням розробок НТУ “Харківський політехнічний інститут” досліджено фазовий склад, мікронапруження II роду, розміри областей когерентного розсіяння (ОКР) полікомпонентних (середньо- та високоентропійних) твердих розчинів з ОЦК кристалічною ґраткою й усередненою електронною концентрацією  $C_{sd}$  від 4,6 до 5,47 ел./ат. Проаналізовано вплив означених характеристик на твердість і модуль пружності сплавів. Сплави виплавляли у вакуумно-дуговій печі МІФІ-9 із компонентів чистотою не менше 99,5% (мас.), злитки переплавляли 6 разів. Твердість і модуль пружності сплавів визначали з кривих наноіндентування, отриманих на установці “Мікрон-гамма” при навантаженні від 0,98 до 2,94 Н алмазною

пірамідою Берковича в режимі автоматичного навантаження і розвантаження. Показано, що невелика зміна кількісного елементного складу зразків призводить до помітної зміни параметра кристалічної ґратки, мікронапружень II роду, розміру областей когерентного розсіяння, мікротвердості та модуля пружності. Максимально високі значення мікронапружень II роду і мінімальні розміри областей когерентного розсіяння спостерігаються для сплавів, що мають велику усереднену відносну невідповідність розмірів атомів елементів, які входять до складу сплавів. Підвищення електронної концентрації в сплавах призводить до збільшення їх твердості та модуля пружності, а також до зниження параметра кристалічної ґратки. Збільшення мікронапружень II роду також супроводжується зростанням твердості і модуля пружності сплавів. Показано, що мікротвердість сплавів  $H$  істотно перевищує розраховану за правилом суміші  $H_{см}$  і визначається твердорозчинним зміцненням (величина  $\Delta H = H - H_{см}$  знаходиться в інтервалі 2,9–6,4 ГПа). Встановлено, що прецизійно обчислені за шириною рентгенівських ліній мікронапруження II роду можуть розглядатися як міра спотворення кристалічної ґратки твердого розчину і бути використаними для оцінки рівня твердорозчинного зміцнення. Запропоновано співвідношення між рівнем твердорозчинного зміцнення, модулем пружності і величиною мікроспотворень кристалічної ґратки (мікронапружень II роду).

**Вплив наповнювача, що містить добавки мікро- і ультрадисперсних порошоків алмазів, на властивості алмазних трубчастих свердел при обробці деяких неметалічних матеріалів // Порошкова металургія. – 2020. – № 11-12. – С. 136-145.**

Подано результати порівняльних лабораторних випробувань алмазних трубчастих свердел при свердлінні віконного скла, граніту і абразивного каменю на основі карбїду кремнію SiC. Випробування проводили в холодній проточній воді. Зв'язкою інструмента була олов'яниста бронза з наповнювачем  $\frac{3}{4}$  мікро- і ультрадисперсними порошками алмазів марок ACM 40/28, ACM 10/7, ACM 1/0 і порошком молібдену. Вивчено залежність твердості спеціально виготовлених зразків зв'язки від їх складу. Встановлено, що з підвищенням концентрації ACM 1/0 до 5% (мас.) у наповнювачі твердість зразків зв'язки зростала на третину і досягала максимуму  $\sim 96,5$  HRB. Подальше збільшення концентрації ACM 1/0 призводило до деякого зниження твердості зразків. Використання більших за розміром алмазних порошоків вимагало більшої їх концентрації, яка



забезпечувала високі значення твердості. Добавки порошку АСМ 10/7 у кількості 10% (мас.) чи 40–60% (мас.) до наповнювача АСМ 40/28 підвищували твердість зв'язки до такого ж максимуму. Введення у зв'язку наповнювача в кількостях, що забезпечували максимальну її твердість, дозволило значно підвищити ефективність роботи алмазних трубчастих свердел. Так, знос свердел після обробки скла знизився в 2–6 разів, а швидкість свердління збільшилася в 3–4 рази. Знос свердел після обробки граніту знизився в 50–84 рази, а швидкість свердління, відповідно, збільшилася в 2,7–6 разів. Після обробки абразивного каменю на основі карбиду кремнію знос алмазних трубчастих свердел знизився в 1,4–2,9 разів. При цьому швидкість свердління підвищилася в 1,5–2,5 рази. Вплив добавок до наповнювача зв'язки інструмента залежав від вибору марки порошоків алмазів, а також від їх концентрації. Оптимальним варіантом стало введення ультрадисперсного порошку алмазу марки АСМ 1/0 у кількості 5–9% (мас.). Введення в наповнювач порошоків АСМ 10/7 і, особливо, АСМ 40/28, по-перше, вимагало більшої їх концентрації (10–40% (мас.)), по-друге, було не таким ефективним: знос алмазного інструмента був вищим, а швидкість свердління  $\frac{3}{4}$  нижча.

***Техническая диагностика и неразрушающий контроль : междунар. науч.-теор. и произв. журн. / Нац. акад. наук України, Ин-т электросв. им. Е. О. Патона, Междунар. ассоц. "Сварка". – Киев : [б. и.], 1989. – Выходит ь щоквартально***

***Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2020. – № 3.***

**Композити на основі магнітних наночастинок для неруйнівної магнітної та магнітно-люмінесцентної дефектоскопії / І. В. Василенко, Н. В. Грабова, А. С. Литвиненко, В. В. Павліщук, С. В. Колотілов, М. Л. Казакевич // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2020. – № 3. – С. 11-15.**

Представлено результати розробки магнітної та магнітно-люмінесцентної рідини на основі нанорозмірних частинок  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ , а також композитів магнітних наночастинок  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  та  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  з органічними полімерами. Показано, що використання рідини на основі  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  для магнітної дефектоскопії дозволяє візуалізувати дефекти з шириною розкриття щонайменше 1,2 мкм. Додавання люмінесцентного барвника до магнітної рідини дає можливість одержати магнітно-

люмінесцентний матеріал, використання якого дозволяє проявляти дефекти завдяки втягуванню усієї рідини в магнітне поле. Запропоновано простий спосіб приготування композицій для одержання реплік для методу магнітно-порошкової дефектоскопії, який полягає у створенні магнітних рідин  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  та  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ , що містять органічні полімери та затвердівають при видаленні розчинника. Розроблені матеріали характеризуються високою чутливістю в дефектоскопії та дозволяють легко отримувати їх без додаткових процедур та матеріалів.

**Нові методики та технічні засоби контролю і підвищення ресурсу роботи метало-композитних з'єднань авіаційної техніки /** Л. І. Муравський, Т. І. Вороняк, Я. Л. Іваницький, М. М. Гвоздюк, О. П. Максименко, О. Г. Куць, І. В. Стасишин, Г. І. Гаськевич, О. Д. Сурядова // *Техническая диагностика и неразрушающий контроль*. – 2020. – № 3. – С. 16-22.

Розроблено методику виявлення підповерхневих дефектів у шаруватих композитних структурах шляхом відслідковування динамічних змін оптичних спектів на зображеннях поверхні безпосередньо над дефектом під дією резонансного ультразвукового збудження та методику визначення полів деформацій біля навантажених отворів у композитах для різних режимів їх свердління за допомогою переносного оптико-цифрового корелятора. Наведені результати досліджень з визначення напружень зминання у багаторядних болтових з'єднаннях «композит-метал» за деформацією в околі одиничного отвору, контактено навантаженого через болт.

**Хворостяний, В. В. Опір руйнуванню та пошкоджуваність лінійно-пружної кераміки в умовах локального крайового навантаження: статистичний підхід /** В. В. Хворостяний, Ю. М. Родічев, О. Б. Сорока // *Техническая диагностика и неразрушающий контроль*. – 2020. – № 3. – С. 23-29.

Виконаний статистичний аналіз експериментальних даних лінійно-пружної однофазної кераміки, випробуваної при локальному навантаженні методом дряпання індентором Роквела поверхні зразку до відколювання його кромки. Для параметрів пошкоджуваності та опору руйнуванню кромки побудовані експериментальні залежності розподілу Вейбула і застосовані мономодальні апроксимації. Отримано діаграми руйнування керамічних матеріалів з урахуванням даних статистичного аналізу, на яких відображено закономірності зміни величини параметру пошкоджуваності кромки при різних значеннях ймовірності руйнування. Наведено зіставлення експериментальних та розрахункових

статистичних результатів. Зроблено висновок про те, що поєднання емпіричних та аналітичних даних пошкоджуваності кромки та опору їх руйнуванню в зазначених умовах випробувань дозволяє одержувати обґрунтовані значення відповідних параметрів, які необхідні для подальшого достовірного прогнозування працездатності кераміки. Запропонований підхід значно підвищує точність оцінки застосовуваних параметрів механічної поведінки крихких матеріалів і сприяє раціональному вибору для них оптимальних режимів експлуатації.

**Із досвіду використання неруйнівних методів контролю для оцінки технічного стану аварійної ділянки трубопроводу /** О. П. Гопкало, П. С. Юхимець, Г. Я. Безлюдько, Р. М. Соломаха, В. О. Нехотящий // *Техническая диагностика и неразрушающий контроль.* – 2020. – № 3. – С. 30-36.

Приведено приклад діагностування неруйнівними методами контролю технічного стану аварійної ділянки трубопроводу нафтохранилища. За результатами обстеження аварійної ділянки трубопроводу (вимірювання твердості, овальності труб та коерцитивної сили Нс) були визначені характеристики статичної міцності металу труб та дана оцінка відносної навантаженості, структурного стану металу та рівня отриманих пошкоджень. Коерцитиметричним контролем встановлено, що рівень сумарних максимальних напружень, отриманих спочатку при монтажі конструкції, а потім після аварії та відновлення вихідного положення окремих елементів трубопроводу відносно опор, складав менше 30 % від умовної межі плинності металу. Дана оцінка відповідає даним розрахунків напружено-деформованого стану та узгоджується з результатами вимірювання овальності труб і відсутності локальних пластичних деформацій у найбільш навантажених зонах. Коерцитиметричним діагностуванням виявлені відмінності використаних марок сталей на окремих ділянках трубопроводу.

**Системи акустико-емісійного моніторингу при технічному діагностуванні промислових об'єктів /** А. Я. Недосєка, С. А. Недосєка, М. А. Яременко, М. А. Овсієнко // *Техническая диагностика и неразрушающий контроль.* – 2020. – № 3. – С. 37-42.

Наведені узагальнені результати застосування систем безперервного акустико-емісійного моніторингу після проведення модернізації обладнання та відповідного програмного забезпечення на високотемпературних елементах енергетичного обладнання, потенційно небезпечних об'єктах хімічної промисловості, що сприятиме їх надійній безаварійній експлуатації.

**Скануючі рентгенівські системи на основі мініатюрних твердотільних перетворювачів** / В. О. Троїцький, М. М. Карманов, С. Р. Михайлов, В. О. Шалаєв, Р. О. Пастовенський // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2020. – № 3. – С. 43-47.

В даний час в світовій практиці замість плівкової радіографії отримали розвиток цифрові методи неруйнівного контролю з використанням повноформатних напівпровідникових рентгенівських плоскпанельних детекторів. Ці перетворювачі не можуть знайти в Україні широкого практичного застосування через велику вартість. Нами запропоновано рентгентелевізійні системи на основі відносно недорогих мініатюрних твердотільних перетворювачів. Збільшення зони контролю досягається електромеханічним скануванням з наступним програмним зшиванням отриманих окремих малоформатних цифрових рентгенівських зображень.

**Баглай, А. В. Впровадження автоматичної системи контролю та діагностики технічного стану вентиляторів газоочищення мартенівських печей** / Баглай, М. М. Кіпін, М. О. Дубіна // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2020. – № 3. – С. 48-52.

За допомогою автоматичної системи контролю та діагностики технічного стану вентиляторів газоочищення мартенівських печей в автоматичному режимі виконується аналіз технічного стану підшипників, з'єднувальних муфт, визначається вид і ступінь розвитку дефекту. Наведено результати впровадження. Безперервний моніторинг технічного стану вентиляторів дозволяє конкретизувати обсяг виконання ремонтних робіт та контролювати якість проведення ремонтів.

**Спеціалізовані пристрої неруйнівного контролю для оцінки технічного стану обертових та необертових частин механізмів** / М. Г. Шульженко, О. Ф. Поліщук, Ю. Г. Єфремов, К. В. Аврамов // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2020. – № 3. – С. 53-57.

Викладено результати розробок інтелектуальних датчиків вібрації та спеціалізованих пристроїв діагностування і неруйнівного контролю технічного стану агрегатів та вузлів енергетичного обладнання. Створено інтелектуальні датчики вібропереміщення та віброшвидкості, що складаються з первинного та функціонального перетворювачів. Вони забезпечують автоматичну компенсацію впливу температури та нелінійності амплітудно-частотної характеристики датчика, автоматичне налаштування амплітудного діапазону вимірювання, контроль

вібропараметрів у заданих смугах частот і автоматичну перевірку справності функціонування. Створено вихорострумові пристрої для виявлення тріщин в деталях нарізних з'єднань та теплових канавках роторів. Розроблені інтелектуальні датчики та пристрої використовуються для контролю вібрації потужних турбоагрегатів та наявності тріщин в нарізних елементах.

**Баглай, А. В. Динаміка та діагностика зазорів в клітях з багатонитковою прокаткою** / А. В. Баглай, В. В. Веренев // *Техническая диагностика и неразрушающий контроль*. – 2020. – № 3. – С. 58-60.

Представлено види перехідних процесів по крутильному моменту в клітях дрібносортного стану при двохнитковій прокатці. Описано їхні особливості під час захвату першої полоси, а потім другої полоси. Запропоновано метод розрахунку коефіцієнта динамічності та максимального пікового навантаження при вході в валки, що знаходяться під навантаженням, наступних полос. Показана можливість визначення технічного стану лінії приводу відносно зносу та зазорів.

**Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2020. – № 4.**

**Розроблення методу оцінювання роботоздатності та залишкової довговічності магістральних трубопроводів з експлуатаційним макророзшаруванням** / О. Т. Цирульник, Н. В. Крет, О. І. Звірко, Г. М. Никифорчин // *Техническая диагностика и неразрушающий контроль*. – 2020. – № 4. – С. 3-7.

Проведено експертизу дефектності експлуатованих 40 років прямокутних колін/гинів труб компресорної станції газотранспортної системи та лінійної надземної ділянки 30 років експлуатованого магістрального газопроводу–перехід через водні перешкоди в гірській місцевості неруйнівним методом ультразвукового контролю товщини стінок труб з застосуванням товщиноміру з А/В сканом MVX (DakotaUltrasonics). Комплекс діагностичних ознак спричиненого воднем макророзшарування всередині стінки труби магістрального трубопроводу доповнено новою діагностичною електрохімічною ознакою, а саме поляризаційним опором, за зниженням якого на величину  $> 30\%$  можна прогнозувати таке посилення напружено-деформованого стану на зовнішній поверхні труби, яке створює небезпеку виходу макродефекту на поверхню. Розроблено метод оцінювання роботоздатності та залишкової довговічності труб системи

магістральних трубопроводів з експлуатаційним макророзшаруванням, який враховує роль водню в процесах розвитку такого типу макродефектів, експлуатаційну деградацію металу та використання неруйнівних методів контролю пошкодженості металу всередині труб.

**Пристрої для виявлення дефектів на ранніх стадіях їх зародження при визначенні технічного стану механізмів /** М. Юзефович, І. М. Яворський, І. Й. Мацько, О. В. Личак, Г. Р. Трохим, О. Ю. Дзерин, І. Г. Стецько // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2020. – № 3. – С. 8-16.

Вібраційний сигнал є носієм інформації про певні дефекти системи, має властивості повторюваності та стохастичності. Ці його властивості дають можливість описати і дослідити математичну модель у вигляді періодично корельованого випадкового процесу (ПКВП). Імовірнісні характеристики ПКВП відображають модуляційну взаємодію стохастичної і детермінованої складових вібрацій, яка виникає в разі появи дефектів. Взаємний ПКВП-аналіз вібросигналів, використання введених функцій когерентності дозволяють виявляти дефекти, класифікувати їх типи, а також визначити їх розташування. Поєднання багаточкового відбору вібраційних сигналів, методів взаємного статистичного ПКВП-аналізу та програмного забезпечення цифрової обробки сигналів у розробленому компактному пристрої неруйнівного контролю «Компакт-Вібро» дає можливість підвищити ефективність вібродіагностики обертових вузлів технологічних об'єктів під час експлуатації без зміни їх штатних режимів функціонування. Проведений моніторинг турбоагрегатів ТЕС розробленими методами дав змогу виявити ряд типових дефектів опорних підшипників ковзання, що було підтверджено під час ремонту обертових вузлів.

**Підвищення надійності та подовження ресурсу вітроустановок за рахунок регулюючих засобів та систем діагностики, гармонізованих з європейськими стандартами /** Ю. І. Гижко, В. М. Головка, М. С. Гурова, В. М. Зварич, В. П. Коханевич, С. О. Кудря, М. В. Мислович, Л. Б. Остапчук // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2020. – № 4. – С. 17-22.

Досліджено особливості використання лінійних AR та ARMA процесів в якості математичних моделей вібраційних сигналів двигунів власних потреб ТЕС і ТЕЦ та двигунів вітрогенераторів. Визначено особливості побудови прототипу безпроводної інформаційно-вимірювальної системи діагностування стану таких двигунів. Приведено результати експериментальних досліджень використання прототипу IBC на прикладі

досліджень вібрацій двигунів власних потреб, а саме двигуна DKRAI – 4519-4V Дарницької ТЕЦ з використанням міжнародних стандартів. Отримано нові математичні моделі статичних та динамічних процесів в аеромеханічних регулюючих засобах роторів вітроустановок з відцентровим регулятором, проведено їх експериментальну перевірку та на їх основі розроблено методику по вибору параметрів та характеристик аеромеханічних регулюючих засобів роторів вітроустановок з відцентровим регулятором та методику визначення навантажень і розрахунку на міцність лопатей вітроустановки, які будуть використані розробниками при проектуванні нових вітроустановок.

**Підхід до автоматизації управління газотранспортною системою України** / В. Ф. Чекурін, Ю. В. Пономарьов, М. Г. Притула, О. М. Химко // *Техническая диагностика и неразрушающий контроль*. – 2020. – № 4. – С. 23-31.

У статті розглядається варіант поетапної автоматизації управління газотранспортною системою України з використанням методології, визначеної стандартом ANSI/ISA-95, та сучасних методів управління цілісністю трубопроводів. Підхід передбачає збереження та розвиток наявних засобів автоматизації технологічних процесів, а також вже впроваджених систем моделювання, планування, оптимізації та керування магістральними газопроводами і підземними сховищами газу та формування на їхній основі системи автоматизації оперативного управління, яка задовольняє вимогам цього стандарту. Автоматизація управління газотранспортною системою за запропонованим підходом є сукупністю двох процесів, кожен із яких складається із трьох етапів, які виконуються ітераційно. Перший процес: створення системи оперативного управління, запровадження автоматичного моніторингу параметрів технологічних і фізичних процесів та формування інформаційної системи у частині забезпечення оперативного управління та керування технологічними процесами. Другий процес: формування інформаційної системи в частині забезпечення бізнес-процесів, впровадження автоматизованої системи корпоративного управління та впровадження автоматичного моніторингу бізнес процесів.

**Розроблення методу, методики та засобів контролю елементів будівельних машин та металевих конструкцій з використанням магніострикційного ефекту** / В. П. Бабак, Ю. В. Куц, І. В. Богачев, В. В. Хайдуров, В. М. Зварич, М. В. Мислович, Л. М. Щербак, Ю. І. Гижко, М. С. Гуторова, Л. Б. Остапчук // *Техническая диагностика и неразрушающий контроль*. – 2020. – № 4. – С. 32-39.

Розроблено та апробовано метод і математичні моделі прямих та обернених задач ультразвукового контролю та діагностики складних металевих конструкцій на наявність дефектів. Виготовлено та експериментально перевірено дослідний зразок системи магніострикційного контролю елементів досліджуваних об'єктів. Проведено математичне моделювання процесів ультразвукового контролю з використанням програмного середовища MATLAB та COMSOL Multiphysics. Адекватність математичних моделей підтверджена результатами їх порівняння з реальними фізичними експериментами.

**Мінаков, С. М. Моніторинг напруженого стану мостової пролітної споруди під час монтажу методом насування / С. М. Мінаков, В. М. Учанін // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2020. – № 4. – С. 40-44.**

Запропоновано методику моніторингу механічних напружень у стінках пролітної споруди мостів із феромагнітних сталей під час їх монтажу методом насування з застосуванням магнітоанізотропного методу. Для вибору точок вимірювання напружень прогінна будова розглянута у вигляді консольної двохопорної балки, для якої побудовано, зокрема, епюри поперечної сили та згинаючих моментів. Методика реалізована під час будівництва моста через р. Дніпро (м. Київ), результати якої підтвердили її ефективність. Розроблена методика може бути модифікована для моніторингу пролітних споруд мостів із феромагнітних сталей під час їх експлуатації.

**Портативні засоби діагностування виробів та елементів конструкцій за параметрами пружних хвиль різної природи / Є. П. Почапський, Б. П. Клим, Н. П. Мельник, Я. Д. Толопко, П. М. Долішній, П. П. Великий // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2020. – № 4. – С. 45-49.**

Наведено результати створення портативних засобів діагностування виробів та елементів конструкцій за параметрами пружних хвиль різної природи. Розроблено структури багатоканальної акустико-емісійної та магнетоакустичної систем діагностування. Обґрунтовано виконання систем у вигляді набірних блочних конструкцій. Запропонована конструкція мобільного пристрою для переміщення накладного електромагнета магнетоакустичної системи. Розроблено системне та інформаційне програмне забезпечення для магнетоакустичної та багатоканальної акустико-емісійної портативних систем. Запропоновано методику оцінювання напруженого стану феромагнетних елементів



конструкцій за параметрами сигналу магнетопружної акустичної емісії. Розроблено методики контролю метрологічних характеристик розроблених систем. Проведено акустико-емісійне та магнетоакустичне обстеження ємностей, що працюють під тиском, та ділянок трубопроводів і обладнання нафтогазового комплексу України у Львівській та Івано-Франківській областях.

**Баглай, А. В. Використання особливостей технології та режимів роботи прокатних клітей з діагностичною метою / А. В. Баглай // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2020. – № 4. – С. 50-52.**

Представлено результати вимірювань на одній з клітей стану 1680 часу запізнювання ділянок лінії приводу при двох режимах прокатки. Показано, що чим більша швидкість завдання полоси в кліть, тим більше розмикаються зазори в шпindelьному зчленуванні і тим більше час запізнювання реакції ділянок лінії, який приймається в якості діагностичної ознаки. Запропоновано використовувати особливості технології та режимів роботи при визначенні часу запізнювання та технічного стану лінії.

## **БЕЗПЕКА ПРАЦІ ТА ЖИТТЯ**

***Охорона праці [щомісячний науково-виробничий журнал] / Держ. ком. України з пром. безпеки, охорони праці та гірничого нагляду (Держгірпромнагляд) (Київ). - Київ : б.в., 1994 - . - ISSN 7437-7. - Виходить щомісячно***

***Охорона праці. – 2020. – № 10.***

**Фандеєв, Олександр. Про парадокс смерті на роботі. Під час трудової діяльності гине більше людей, ніж у війнах / О. Фандеєв // Охорона праці. – 2020. – № 10. – С. 5-10.**

На тренінгу МОП розглядали виклики, пов'язані з безпекою і здоров'ям працівників в Україні.

**Варення, Григорій. Оживити охорону праці - значить змінитися всім / Г. Варення // Охорона праці. – 2020. – № 10. – С. 11-13**

Змінюємо ставлення керівників – від байдужості до лідерства, працівників – до безпеки власної та свого оточення.

**Богданова, Ольга. Стандарти з безпеки – інструменти керування ризиками** / О. Богданова, К. Гнатишак // Охорона праці. – 2020. – № 10. – С. 14-15.

Стандарт «Управління ризиками» від Ліги безпеки праці іноземних підприємств в Україні.

**Колесник, Сергій. Ризик – прийнятний, захист – надійний** / С. Колесник // Охорона праці. – 2020. – № 10. – С. 16-18.

Про систему охорони праці на Запорізькій АЕС.

**Фандєєв, О. Джаннет Аршимова: «Керування ризиками – це основа безпеки»** / О. Фандєєв // Охорона праці. – 2020. – № 10. – С. 19-23

Які знання і компетенції потрібно опанувати українським фахівцям, щоб відповідати європейським стандартам у сфері безпеки праці та здоров'я на роботі

**Голядинець, Михайло. ЗІЗ: обов'язковий мінімум** / Михайло Голядинець // Охорона праці. – 2020. – № 10. – С. 24-26.

Що потрібно знати роботодавцеві та працівникові про забезпечення та використання засобів індивідуального захисту.

**Голядинець, Світлана. Відповідальність за загибель у колодязі** / С. Голядинець // Охорона праці. – 2020. – № 10. – С. 27-29.

Кримінальна відповідальність для керівників за нехтування правилами безпеки та невикористання ЗІЗ працівниками.

**Фандєєв, Олександр. ЗІЗ для роботи у замкнутих просторах** / О. Фандєєв // Охорона праці. – 2020. – № 10. – С. 30-32.

Поради експертів, як уникнути придбання фальсифікованої або неякісної продукції.

**Колесник, Сергій. Чи буде ринок газу в Україні безпечним?** / С. Колесник // Охорона праці. – 2020. – № 10. – С. 34-35.

Зміни в порядку газопостачання для споживачів.

**Горячев, Сергій. Шахтарям – комфортні умови праці** / С. Горячев // Охорона праці. – 2020. – № 10. – С. 36-37.

Знижуємо ризик сезонної захворюваності працівників шахт.

**Колесник, Сергій. Сонячна електростанція: можливості та ризики** / С. Колесник // Охорона праці. – 2020. – № 10. – С. 38-40.

Чи небезпечна СЕС? Роз'яснення надає начальник служби охорони праці.

**Рахліс, Вадим. Розговорити і домовитися, або Рекомендації професійного парламентаря** / В. Рахліс // Охорона праці. – 2020. – № 10. – С. 42-44.

Як проводити переговори з терористами.

**Коробчанський, Володимир. Медицина граничних станів: запобігаємо профзахворюванню** / В. Коробчанський // Охорона праці. – 2020. – № 10. – С. 46-49.

Нова парадигма медицини орієнтована не на хвору, а на здорову людину.

**Якименко, Зінаїда. Тернистий шлях до істини** / З. Якименко // Охорона праці. – 2020. – № 10. – С. 50-53.

Заплутана судова справа: чи був випадок профзахворювання?

**Якименко, Зінаїда. Перевірки по-новому. Обговорюємо законопроект** / З. Якименко // Охорона праці. На допомогу спеціалісту з охорони праці : додаток до журналу "Охорона праці". – 2020. – № 10. – С. 8-11.

Ініціативи, які передбачає проект Закону «Про основні засади державного нагляду (контролю)», та положення, що потребують тлумачення.

**Ануфрієва, Ольга. Про призначення координаторів з питань охорони праці** / О. Ануфрієва // Охорона праці. На допомогу спеціалісту з охорони праці : додаток до журналу "Охорона праці". – 2020. – № 10. – С. 12-13.

Координатори з питань ОП повинні брати участь у будівництві на всіх його стадіях

**Стандарт «Управління ризиками»** // Охорона праці. На допомогу спеціалісту з охорони праці : додаток до журналу "Охорона праці". – 2020. – № 10. – С. 14-28.

Документ, розроблений Лігою безпеки праці іноземних підприємств в Україні (ESOSH), який пропонується використовувати фахівцям з ОП.

**Штоляр, О. Контроль ризиків під час виконання робіт у замкнених просторах / О. Штоляр // Охорона праці.** На допомогу спеціалісту з охорони праці : додаток до журналу "Охорона праці". – 2020. – № 10. – С. 29-38.

**Дудка, В. Медогляди і COVID-19 / В. Дудка // Охорона праці.** На допомогу спеціалісту з охорони праці : додаток до журналу "Охорона праці". – 2020. – № 10. – С. 39-41.

Поради роботодавцям щодо проведення медоглядів працівників під час пандемії COVID-19.

**Гринь, Дмитро. Загальні вимоги щодо організації безпечних умов праці в робочих зонах / Д. Гринь, Т. Касьяненко // Охорона праці.** На допомогу спеціалісту з охорони праці : додаток до журналу "Охорона праці". – 2020. – № 10. – С. 42-46.

Облаштування робочих зон на відкритих територіях і в приміщеннях

**Федоренко, Микола. Безпечна експлуатація засобів геліоенергетики / М. Федоренко // Охорона праці.** На допомогу спеціалісту з охорони праці : додаток до журналу "Охорона праці". – 2020. – № 10. – С. 47-55.

Вимоги щодо безпеки під час використання джерел сонячної енергії.

### ***Охорона праці. – 2020. – № 11.***

**Фандєєв, Олександр. Новий закон – нове мислення / К. Радиш, О. Фандєєв // Охорона праці.** – 2020. – № 11. – С. 4-6.

Результати засідання робочої групи з опрацювання нового працезахоронного закону.

**Колесник, Сергій. Свіжий погляд / С. Колесник // Охорона праці.** – 2020. – № 11. – С. 7-9.

Актуальне інтерв'ю з начальником Управління Держпраці у Кіровоградській області Олександром Кухаренком.

**Аршимова, Джаннет. Дивись у корінь / Д. Аршимова // Охорона праці.** – 2020. – № 11. – С. 10-14.

Головне в розслідуванні нещасного випадку – знайти помилку в системі, а не людину, яку можна звинуватити.

**Варення, Григорій П'ять завдань на виріст** / Г. Варення // Охорона праці. – 2020. – № 11. – С. 16-19.

Яким вимогам має відповідати фахівець з ОП за нових реалій.

**Якименко, З. Лідерство в охороні праці** / З. Якименко // Охорона праці. – 2020. – № 11. – С. 20-22.

Керівник повинен вчити працівника ставати кращим, а не звільняти його за певні вчинки. Лідери мають бути, як батьки. Основні батьківські завдання - допомагати дитині успішно рости і розвиватися, направляти й навчати її. Так само і в бізнесі - працівника потрібно вчити ставати кращим, а не звільняти з роботи за певні вчинки.

**Колесник, С. Мотивація – шлях до безпечної праці** / С. Колесник // Охорона праці. – 2020. – № 11. – С. 24-26.

Залучаємо весь колектив до вирішення питань охорони праці.

**Солодчук, Л. Чи виліковні хвороби будівництва?** / Л. Солодчук // Охорона праці. – 2020. – № 11. – С. 28-31.

Круглий стіл щодо проблем безпеки в будівельній галузі.

**Колесник, С. Безпека повинна бути монолітною** / С. Колесник // Охорона праці. – 2020. – № 11. – С. 32-35.

Про заходи безпеки під час проведення бетонних робіт.

**Федоренко, М. Уроки державної мови: підмоцнення – підмацнення, риштовання – риштування, поміст – підмості** / М. Федоренко // Охорона праці. – 2020. – № 11. – С. 36-37.

Особливості вживання цих термінів у чинному законодавстві.

**Якименко, Зінаїда. Страйк чи стихійний протест?** / З. Якименко // Охорона праці. – 2020. – № 11. – С. 38-41

43 дні під землею гірники обстоювали своє право на гідну зарплату і безпечні умови праці. Крапки над «і» розставить суд.

**Колесник, С. Випадковий предмет був не випадковим** / С. Колесник // Охорона праці. – 2020. – № 11. – С. 42-43.

Про груповий нещасний випадок, що стався через послаблення контролю за технічним станом обладнання

**Колесник, С. Убивчі баки** / С. Колесник // Охорона праці. – 2020. – № 11. – С. 44-47.

Запобігаємо травмуванню під час проведення зварювальних робіт на паливних баках транспортних засобів.

**Колесник, С. Пестициди в АПК: користь, шкода й небезпека /** С. Колесник // Охорона праці. – 2020. – № 11. – С. 48-51.

За останні 5 років в Україні не зареєстровано випадків отруєння агрохімікатами. Але чи так це насправді?

**Якименко З. На курорт через суд /** З. Якименко // Охорона праці. – 2020. – № 11. – С. 52-54.

Необґрунтовані вимоги органів соцстрахування ускладнюють вирішення звичайних проблем інвалідів.

**Якименко, Зінаїда. Гід з державних послуг /** З. Якименко // Охорона праці. На допомогу спеціалісту з охорони праці : додаток до журналу "Охорона праці". – 2020. – № 11. – С. 8-10.

Про онлайн-портал, на якому можна замовити або отримати інформацію щодо послуг, які надаються органами виконавчої влади та місцевого самоврядування.

**Подорожний, Сергій. Складаємо звіт про працевлаштування осіб з інвалідністю /** С. Подорожний // Охорона праці. На допомогу спеціалісту з охорони праці : додаток до журналу "Охорона праці". – 2020. – № 11. – С. 11-17.

За 2020 рік потрібно подавати звітність за новою формою, затвердженою наказом Мінсоцполітики від 27.08.2020 № 591

**Федоренко, Микола. Умови праці осіб з інвалідністю /** М. Федоренко // Охорона праці. На допомогу спеціалісту з охорони праці : додаток до журналу "Охорона праці". – 2020. – № 2. – С. 18-23.

Вимоги чинного законодавства до організації праці таких осіб.

**Цопа, Віталій. Основні положення та терміни з керування професійними ризиками в системах управління безпекою праці та здоров'я працівників /** В. Цопа // Охорона праці. На допомогу спеціалісту з охорони праці : додаток до журналу "Охорона праці". – 2020. – № 11. – С. 24-40.

Про терміни та їх визначення, використані у проекті закону «Про безпеку праці та здоров'я працівників», порівняно з відповідними ДСТУ та ISO.

**Штоляр, Оксана. Організація трафіка при проведенні дорожніх робіт /** О. Штоляр // Охорона праці. На допомогу спеціалісту з охорони праці : додаток до журналу "Охорона праці". – 2020. – № 11. – С. 41-49.

Розробка Канадського центру з безпеки та гігієни праці, адаптована для України.

**Федоренко, Микола. Нещасний випадок через зварювальні роботи біля паливного бака /** М. Федоренко // Охорона праці. На допомогу спеціалісту з охорони праці : додаток до журналу "Охорона праці". – 2020. – № 11. – С. 50-55.

Визначаємо обставини, причини, відповідальних та робимо правильні висновки.

**Бутиліна, Ольга. Організація розслідування нещасних випадків невиробничого характеру: проблема та шляхи її вирішення /** О. Бутиліна // Охорона праці. На допомогу спеціалісту з охорони праці : додаток до журналу "Охорона праці". – 2020. – № 11. – С. 56-59.

Алгоритм розслідування таких випадків.

### ***Охорона праці. – 2020. – № 12.***

**Бурмака, Марія. "Що не в змозі робити держава, маємо робити ми!" /** Марія Бурмака ; інт-ю зап. Людмила Солодчук // Охорона праці. – 2020. – № 12. – С. 4-8.

Актуальне інтерв'ю про безпеку на роботі та в житті.

**Чеберячко, Сергій. Найкращі практики з безпеки: оберіть свою /** С. Чеберячко // Охорона праці. – 2020. – № 12. – С. 10-13.

Що менше виробничий процес залежить від людини, то він ефективніший і безпечніший. Саме тому особливу популярність у світі мають працеохоронні практики, спрямовані на зменшення впливу людського чинника.

**Годнєв, Євгеній. Практика інтеграції систем менеджменту /** Є. Годнєв // Охорона праці. – 2020. – № 12. – С. 14-17.

Ефективні шляхи мотивації персоналу до змін для загального успіху компанії.

**Смолярчук, Стас. Як мотивувати працівника до безпечної праці /** С. Смолярчук // Охорона праці. – 2020. – № 12. – С. 18-19.

Про способи підкріплення й підсилення мотиву безпеки в працівників.

**Бунєєв, Тарас. Імідж - понад усе / Т. Бунєєв // Охорона праці. – 2020. – № 12. – С. 20-23.**

Образ інженера з ОП, який спонукатиме до безпечної поведінки.

**Колесник, Сергій. Удосконалюємо виробничий і навчальний процеси / С. Колесник // Охорона праці. – 2020. – № 12. – С. 24-25.**

Рецепт ефективності від МСП «НІКА-ТЕРА»: модернізація + навчання.

**Варення, Григорій. Навчання – результат пільних зусиль керівника та працівників / Г. Варення // Охорона праці. – 2020. – № 12. – С. 26-28.**

Головні вимоги, щоб завжди залишатися затребуваними на ринку праці.

**Федоренко, Микола. Уроки державної мови: навчальний заклад і навчальний центр / М. Федоренко // Охорона праці. – 2020. – № 12 – С. 30-31.**

Особливості вживання цих термінів у нормативних документах.

**Кожухар, Олександр. Роботи під напругою. Досвід компанії ДТЕК Мережі / О. Кожухар, М. Пантюшенко // Охорона праці. – 2020. – № 12. – С. 32-34.**

Про переваги впровадженого передового методу.

**Єременко, Наталія. Пічник - твій помічник / Н. Єременко, О. Ярмак, Н. Гончарова // Охорона праці. – 2020. – № 12. – С. 36-37.**

Користувачам газових приладів та печей – про безпеку під час опалювального сезону.

**Колесник, Сергій. Котельня на даху - вигідно і безпечно / С. Колесник // Охорона праці. – 2020. – № 12. – С. 38-41.**

Про переваги й особливості дахових котелень і правила їх улаштування та експлуатації.

**Цопа, Віталій. Катастрофа маршала Недєліна / В. Цопа // Охорона праці. – 2020. – № 12. – С. 42-44.**

Як людський чинник та невміння оцінювати ризики небезпек і керувати ними спричиняють трагічні події.



**Колесник, Сергій. Розслідування COVID-19 - досвід інженера з ОП / С. Колесник // Охорона праці. – 2020. – № 12. – С. 46-49.**

Алгоритм розслідування гострого профзахворювання.

**Фесан, Володимир. Питання доплат рухається по колу / В. Фесан // Охорона праці. – 2020. – № 12. – С. 50.**

Проблеми працівників із немедичною освітою, які тестують населення щодо COVID-19.

**Фандєєв, Олександр. Де лікують, там і інфікують / О. Фандєєв // Охорона праці. – 2020. – № 12. – С. 51-53.**

Безсимптомні носії – ахіллесова п'ята боротьби з пандемією.

**Якименко, Зінаїда. Штрафи за мобінг (цькування) на роботі / З. Якименко // Охорона праці. На допомогу спеціалісту з охорони праці : додаток до журналу "Охорона праці". – 2020. – № 12. – С. 9.**

У законопроекті щодо протидії та запобігання дискримінації визначено поняття мобінгу та передбачено встановлення адміністративної відповідальності.

**Робота з медичним киснем вимагає обережності! // Охорона праці. На допомогу спеціалісту з охорони праці : додаток до журналу "Охорона праці". – 2020. – № 11. – С. 10-17.**

Методичні рекомендації щодо безпечної експлуатації балонів та систем трубопроводів з киснем від Держпраці.

**Богданова, Ольга. COVID-19: настанови щодо оцінки ризику / О. Богданова // Охорона праці. На допомогу спеціалісту з охорони праці: додаток до журналу "Охорона праці". – 2020. – № 12. – С. 18-28.**

Рекомендації від Інституту професійного здоров'я та безпеки IOSH (Велика Британія) щодо проведення оцінки ризику впливу COVID-19. Орієнтовна оцінка ризиків поширення захворювання COVID-19 на виробничому підприємстві.

**Цопа, Віталій. Хронологія катастрофи маршала Неделіна / В. Цопа // Охорона праці. На допомогу спеціалісту з охорони праці : додаток до журналу "Охорона праці". – 2020. – № 12. – С. 29-49.**

Наймасштабніші світові аварії в ракетно-космічній галузі. Докладний аналіз причин катастрофи маршала Неделіна (ракети Р-16) з погляду керування ризиками.

---

**Підвищуємо безпеку гірничих робіт** / О. Чередниченко, В. Рясний, О. Лисак, Ю. Рум'янцев, І. Євстратенко // Охорона праці. На допомогу спеціалісту з охорони праці : додаток до журналу "Охорона праці". – 2020. – № 12. – С. 50-57.

Вітчизняні науковці знайомлять з розробками спецобладнання для ведення аварійно-рятувальних, ремонтно-відновлювальних робіт у шахтах.