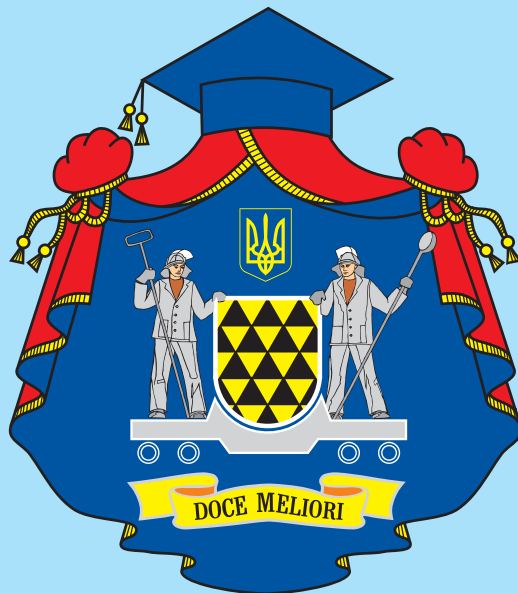


НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ



НОВІТНІ МАТЕРІАЛИ

ГАЗАРИ – НОВИЙ ТИП ПОРИСТИХ МАТЕРІАЛІВ

Науково-дослідна лабораторія «Сплав» більше 25 років розробляє та виготовляє новий вид пористих матеріалів – газарів. Назва матеріалу походить від словосполучення: газом армований матеріал. Це новий тип пористих литих матеріалів, які виготовляються з більшості металів та сплавів, деяких видів кераміки і мають литу матрицю. В основі процесу лежить газоевтектичне перетворення в системі водень - метал. Пори матеріалу мають дзеркальну поверхню, а сам матеріал – такі механічні властивості, які в декілька разів перевищують в спечених матеріалах. Крім того пори газарів мають задану орієнтацію та досить велику довжину, що дозволяє віднести їх до анізотропних матеріалів.

Зараз газари вже знайшли своє застосування як легкі і міцні матеріали, фільтри, підшипники ковзання, каталізатори, фрикційні матеріали та інше.



ФІЛЬТРУЮЧИЙ ЕЛЕМЕНТ З ГАЗАРІВ МАЄ ТАКІ ПЕРЕВАГИ ПЕРЕД ІНШИМИ ФІЛЬТРАМИ:

- литу металеву матрицю фільтруючого елемента;
- стабільність розмірів отворів фільтра у часі;
- 100% регенерацію фільтра;
- простоту регенерації та очищення;
- низький гідро - та аеродинамічний опір;
- термін роботи в 5-10 разів більше ніж сітєвих фільтрів

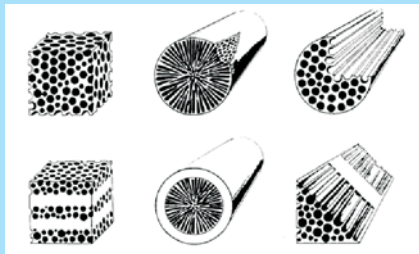
Процес вироблення газарів керований та дозволяє створювати матеріал з діаметром пор від 10 – 15мкм до 10 – 15мм та пористістю від 5 до 65% (залежно від матеріалу та розміру пор) і формувати монолітні шари як на поверхні виробу, так і в середині зразку газару. Пори мають форму куль, циліндрів, ламаних довгих каналів (деякі сплави), а матеріал легко обробляється механічно та добре зварюється. Коли потрібно мати відкриті пори - поверхню матеріалу обробляють травленням або електроіскровим засобом.

ГАЗАРИ – ПЕРСПЕКТИВНИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ ПІДШИПНИКІВ КОВЗАННЯ

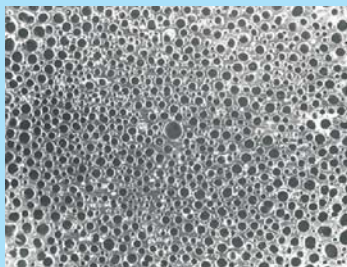
ПЕРЕВАГИ НАД ТРАДИЦІЙНИМИ МАТЕРІАЛАМИ: радіальна орієнтація скрізних пор забезпечує високу якість змащування підшипників, яка при їх роботі забезпечує необхідну міцність та високу довговічність та надійність підшипника



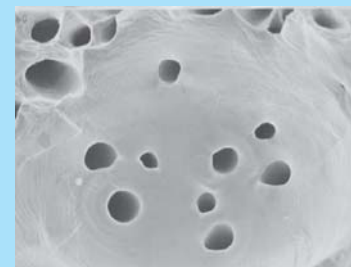
Будова теоретичної структури газарів ідеалізована, а реальна дуже близька до неї.



a



б (x5)



б(x3000)

Теоретична (а) та реальна (б) структура газарів

Газари мають високу анізотропію властивостей, що дозволяє використовувати їх як міцні конструкційні матеріали. Зразки матеріалу з пористістю 35-45% значно міцніші, ніж монолітні. Велика площина поверхні газарів робить їх хорошими каталітичними матеріалами та основами до них. Теплофізичні властивості газарів забезпечують можливість використовувати їх при низьких температурах (до 100⁰С) як ефективні радіатори на базі мікрокапілярних теплових труб. Такі радіатори мають більшу теплопровідність ніж у міді (у сотні разів), що є дуже важливим для сучасного електронного обладнання.

НОВА ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ «СОНЯЧНОГО» КРЕМНІЮ З ПІДВИЩЕНИМИ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Технологія забезпечує:

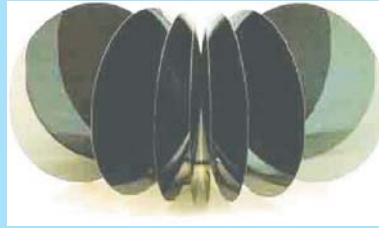
- підвищення часу життя неосновних носіїв заряду ($\tau_{\text{HHЗ}}$) монокристалів «сонячного» кремнію з 18,4 мкс до 228 мкс за рахунок цілеспрямованого легування;
- додаткове підвищення часу життя неосновних носіїв заряду ($\tau_{\text{HHЗ}}$) пластин «сонячного» кремнію у 1,5-2 рази в порівнянні з монокристалами за рахунок термічної обробки;
- підвищення ККД «сонячних» батарей до 21%.

Розроблено:

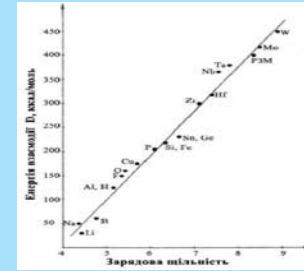
- методику фізико-хімічного моделювання для вибору ефективних легуючих елементів для напівпровідникового кремнію, яка враховує зміну енергії взаємодії атомів кремнію в кристалічній ґратці;
- вибір температур, швидкості нагрівання-охолодження при технологічних операціях (дифузія домішок, гетерування, відпал) з метою запобігання фазових перетворень у кремнії, формуванню дефектної структури та деградації електрофізичних властивостей;
- режими термічної обробки монокристалів та пластин легованого кремнію з врахуванням температур фазових перетворень.



*Монокристал напівпровідникового
«сонячного» кремнію*



*Пластини напівпровідникового
«сонячного» кремнію*



*Вплив легуючих елементів на енергію
взаємодії атомів кремнію в кристалічній
ґратці*

МЕТАЛОКЕРАМІЧНИЙ КОМПЗИТ «СЕРМЕТ»

НОВИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В УМОВАХ ВИСОКИХ ТЕМПЕРАТУР ТА/АБО АГРЕСИВНОГО СЕРЕДОВИЩА

Переваги матеріалу:

- Висока робоча температура;
- Висока тріщиностійкість;
- Низька густина;
- Низька теплопровідність;
- Стійкість до високотемпературної газової корозії.



Переваги технології:

- Лиття;
- Ковка;
- Порошкова металургія;
- Висока оброблюваність;
- Вартість виробництва менше, ніж керамічних матеріалів

Застосування:

- Турбіни турбоагнітача;
- Робочі колеса газових турбін;
- Деталі двигуна внутрішнього згорання:
 - Днище поршня;
 - Гільза циліндра;
 - Головка блоку циліндрів;
 - Шатуни;
- Компоненти металургійного обладнання

Виготовлення зразків

Національна металургійна академія України може організувати виготовлення прототипів компонентів для експериментального оцінювання. Прототипи можуть бути виготовлені відповідно до технічних креслень методом лиття, або кування у формах та штампах, які будуть надані замовником. Інші умови можуть бути темою переговорів.

Технічні дослідження

Академією розроблена велика кількість нових КЕРМЕТ-композитних матеріалів. З цих матеріалів визначені дві групи сплавів серед яких одна має кращу високотемпературну міцність, а друга – кращий опір окисленню. Нові матеріали по своїм фізичним та механічним властивостям мають значні переваги перед будь якою керамікою.

Деякі фізичні та механічні властивості матеріалу КЕРМЕТ у порівнянні з керамічними та звичайними сплавами

Властивості	CERMET (литий)	CERMET (кований)	Ti-6Al-4V	Si ₃ N ₄	XD (Ti-45Al-2Mn-2Nb- 0,8TiB ₂)
Максимальна робоча температура, °C	780	750	500	1400	760
Густина, г/см ³	4600	4600	4400	2400...3400	3900
Границя міцності/подовження, МПа/%					
20°	980 / 0,2	1033 / 0,6	900	300...450	730 / 1,6
300°	775 / 0,3	830 / -	670	-	700 / 1,7
600°	681 / 0,5	700 / -	370	-	660 / 3,1
800°	314 / 24	303 / 11	-	-	391 / 8,3
Границя текучості при стисненні (МПа)	1650	-	1000...1250	-	-
Відносна деформація при стисненні (%)	5,2	-	4...6	-	-
Тріщиностійкість (МПа/м ^{1/2})	20	25	60...70	6...10	17
Твердість (HRC)	43...45	43	36...40	-	-
Модуль Юнга (ГПа)	141...146	-	110...120	250...320	160...175
Теплопровідність (Вт/мК)	5,9...7,0	5,9...7,0	7,0	15...20	13,6
Коефіцієнт термічного розширення в інтервалі 20- 800 °C, × 10 ⁻⁶ /°C	8,5...10,0	8,5...10,0	10,0	3...5	12,1

АЛЬРЕЗИСТ

Новий сплав, який характеризується поліпшеною зносостійкістю і низьким коефіцієнтом лінійного розширення. Він призначений для виготовлення різних деталей, що експлуатуються при підвищених температурах.

Сплав АЛЬРЕЗИСТ виробляється з використанням нових фізичних принципів структуроутворення. Деталі з нього виготовляються компактуванням і екструзією. При цьому використовується стандартне виробниче устаткування.

ЗАСТОСУВАННЯ:

- деталі циліндрів і поршнів форсованих двигунів внутрішнього згорання;
- деталі приладів, яким необхідно мати поліпшену стабільність розмірів і форми.



Фізико-механічні властивості сплаву при різних температурах

Температура, °С	20	150	250
Густина, кг/м ³	2620	-	-
Твердість, НВ (може бути змінена на вимогу)	195...135	145...115	115...95
Межа міцності на розтягування, МПа	320...280	227...210	175...155
Межа міцності на стиснення, МПа	410...380	-	300...270
Відносне подовження на розтягування, %	1,5	2,5	3,5
Коефіцієнт лінійного розширення, $\times 10^6$ 1/°С	12,1...11,5		15,7...15,6

Фізико-механічні і службові властивості сплаву АЛЬРЕЗИСТ гарантують:

- стабільність розмірів і форми деталей приладів в широкому температурному інтервалі;
- менший удвічі абразивний знос контакту «компресійне кільце-канавка поршня»;
- меншу вагу деталей машин, що знижує динамічні навантаження і покращує рівноваженість двигуна;
- зменшення зазору між поршнем і циліндром, що знижує витрату масла, рівень шуму і втрату потужності;
- зменшення термічного зростання розміру поршнів на 40...60% в порівнянні зі сплавом Al- 12%Si.

Випробування двигунів, укомплектованих деталями із сплаву АЛЬРЕЗИСТ, проведені на лабораторних стендах і в польових умовах, показали їх переваги перед звичайними.

ЕКОНОМНОЛЕГОВАНІ БЕЗВАНАДІЄВІ СТАЛІ З КАРБОНІТРИДНИМ ЗМІЦНЕННЯМ

Освоєна в промислових масштабах заміна ванадію в вуглецевих і низьколегованих сталях з карбонітридним зміцненням на титан й алюміній. Залежно від співвідношення концентрацій азоту й нітридоутворюючих елементів можливі два типи макроструктури литого металу:

- спокійні сталі з вмістом азоту нижче або на рівні межі його розчинності у твердому металі при температурі солідусу (0,009-0,017% мас.);

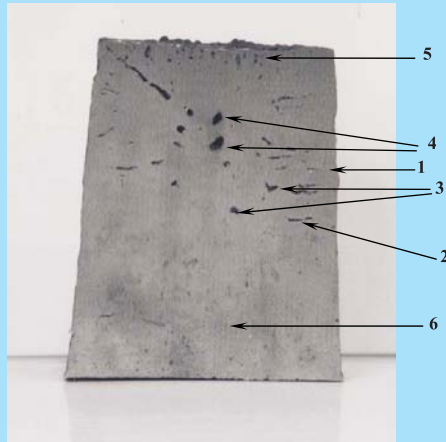
- **злитки з напівспокійною структурою або заготовки із “зверхривноважним” азотом ($\geq 0,018\%$ мас.).**

Перевагами сталей першого типу, у порівнянні з ванадійвмісними, є більш високий комплекс експлуатаційних характеристик при зниженні витрат на дорогі нітридоутворюючі та легуючі матеріали. Сталі другого типу, поряд із зазначеними перевагами, дозволяють підвищити вихід придатного прокату із глибокорозкисленого металу до рівня напівспокійних низькокремністих сталей, як мінімум на 10-12%.

Для легування сталі азотом використовуються стандартні азотовані феросплави або розроблені нами азотовмісні легуючі композиції (АЛК) на базі стандартних феросплавів в комплексі з органічними азотоносіями.

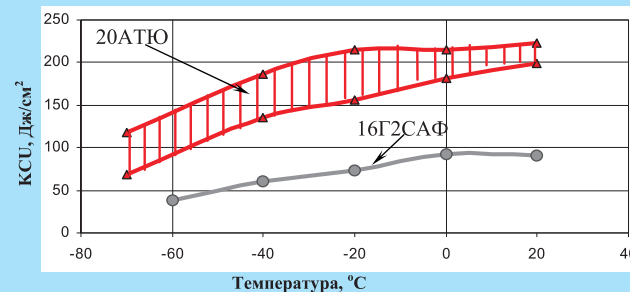
Основні показники якості прокату зі спокійних і напівспокійних сталей у порівнянні зі стандартними узагальнені у таблиці. У всіх випадках досягнуто високий рівень властивостей, як правило перевищуючий показники сталей-аналогів. По ударній в'язкості сталь 20АТЮ навіть перевищує низьколеговану ванадійвмісну сталь 16Г2АФ.

Зернограничне та дисперсійне зміцнення розроблених сталей забезпечує збільшення їх утомленої міцності в 1,5-1,7рази. Запропонований клас сталей може бути ефективно використаний для широкого асортименту прокату, а також литих виробів підвищеної міцності.



Макроструктура злитку спокійної сталі типа АТЮ с розсереженою усадочною раковиною

- 1 – беспузристая корочка злитку;
- 2 – сотові пузири;
- 3 – глобулярні пузири;
- 4 – зосереджені газоусадочні раковини;
- 5 – "міст";
- 6 – щільна частина злитку.



Порівняльна характеристика стандартних і розроблених сталей

Марка сталі	Вміст азоту	Метод виплавки	Тип злитку	Вид профілю	Механічні властивості			Ударна в'язкість		
					ζ_{τ} , МПа	ζ_{σ} , МПа	Γ , %	KCU ⁻⁴⁰ , Дж/см ²	KCU ⁻⁷⁰ , Дж/см ²	KCU ⁺²⁰ після мех. старіння, Дж/см ²
20АТЮ	0,018-0,020	EF	Пс	□40 □8	323-372 421-453	430-480 586-597	36-43 34-41	135-167 -	68-119 -	- -
15САТЮ	0,008-0,015	LD	Сп	Фасонний прокат >8-10мм	370-385	500-512	31-33	115-142	75-120	94-165
15САТЮ	0,016-0,025	LD	Пс	Фасонний прокат >8-10мм	390-441	559-578	30-32	120-142	80-140	182-209
09Г2С	δ0,007	LD	Сп	Фасонний прокат >8-10мм	1345	1490	!21	134	129	!29
15Г2САТЮ	0,010-0,012	EF	Сп	Швел.№14 Швел.№24 Лист >10	480-500 425-430 440-455	630-640 625-630 605-610	22-29 28-29 22-26	79-103 34-50 40-59	51-75 [†] 50-72 [†] 30-33 [†]	44-88 42-64 39-59
35ГСАТЮ	0,016-0,025	LD,М	Пс	Шахтне кріплення	470-520	680-780	21-25	50-80 ^{**}	-	-
18Г2АФ	0,015-0,030	LD,М	Пс	Шахтне кріплення	1440	1590	119	139 ^{**}	-	-
20ГАТЮ	0,011-0,015	EF	Сп	Литі вироби	370-420	560-660	125	-	60-110 ⁺	-
20ГЛ	0,007-0,010	EF	Сп	Литі вироби	330-360	500-600	125	-	30-80 ⁺	-

Примітка: EF - електродугова піч; LD - конвертор (з верхньою продувкою); М - мартенівська піч. * Випробування при -60°C; ** Випробування при +20°C

