

ГРОМАДСЬКА ОРГАНІЗАЦІЯ
«НАУКА ТА ОСВІТА БЕЗ КОРДОНІВ»

*XXI Міжнародна науково-практична
інтернет-конференція*

**«ІННОВАЦІЙНІ ВЕКТОРИ РОЗВИТКУ
СУЧАСНИХ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ»**

Тези доповідей

Частина 1

11 жовтня 2019 р.



Харків

2019

УДК 0.82

ББК 94.3

Інноваційні вектори розвитку сучасних наукових досліджень: XXI Міжнародна науково-практична інтернет-конференція: тези доповідей, Харків, 11 жовтня 2019 р. – Ч. 1. – Дніпро: ГО «НОК», 2019 – 80 с.

У збірнику містяться матеріали, подані на XXI міжнародну науково-практичну інтернет-конференцію «Інноваційні вектори розвитку сучасних наукових досліджень». Для науковців, аспірантів, здобувачів, викладачів та студентів вітчизняних та зарубіжних вищих навчальних закладів та науково-дослідних установ.

Оргкомітет інтернет-конференції не несе відповідальності за матеріали опубліковані в збірнику. У збірнику максимально точно збережена орфографія і пунктуація, які були запропоновані учасниками. Всі матеріали надані в авторській редакції та виражають персональну позицію учасника конференції. Повну відповідальність за достовірну інформацію несуть учасники, їх наукові керівники та рецензенти.

Бібліографічний опис матеріалів міжнародної науково-практичної інтернет-конференції зареєстровано в міжнародній наукометричній базі «*Google Scholar*».



Всі права захищені. При будь-якому використанні матеріалів конференції посилання на джерела є обов'язковим.

ЗМІСТ

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

Бондаренко О. О., Новікова Н. В. Теорія ігор.....	5
Василишин Я. В. Компоновка сталевих систем перекриття і покриття у будівлях.....	9
Kachala S. V. Increasing the efficiency of use of surface aquatic ecosystems by improving the monitoring system.....	15
Kachala T. B. Research of pollutionated environmental components.....	18
Михайлюк Ю. Д., Бондарчук Т. А. Особливості утворення джерел забруднення при роботі копресорних станцій магістральних газопроводів.....	21
Нестерчук В. О., Сікорський О. О. Особливості використання композиційних цементів.....	28
Радовенчик В. М., Крисенко Т. В. Використання коагулянтів в процесах зниження кольоровості води р. Здвиж.....	30
Саприкіна В. В., Новікова Н. В. Сучасні відкриття в області математики.....	35
Сілакова Т. Т. Оптимізація чартерних рейсів в Україні.....	40
Сингаївський В. В. Динаміка атомів нанокластерів з гексагональною ґраткою.....	45
Штофель О. О., Чижська Т. Г. Підготовка металевого зразка до вивчення його мікроструктури методом фрактального аналізу.....	48

ПРИРОДНИЧІ НАУКИ

Виноградов С. О. Сучасні можливості використання нанотехнологій для лікування раку та онкозахворювань.....	55
Кузь О. П., Дрозденко О. В., Долянівська О. В. Застосування ультразвука в діагностиці та терапії.....	59

Кузь О. П., Дрозденко О. В., Долянівська О. В. Поверхневий натяг води і біологічних рідин, його вимір; вплив поверхнево активних речовин на величину поверхневого натягу; біологічна роль.....	64
Савченко Д. В., Родіонов В. М., Шаніна Б. Д. Вплив обірваних зв'язків та меж зерен на процеси захвату та рекомбінації у полікристалічному 3C SiC.....	69
Стельмахович Г. Д. Загальна характеристика лісових ресурсів та їх значення для стабілізації екологічного стану Івано-Франківської області.....	72
Ужва В. И. Размерные эффекты при сильных токах в сурьмянистом индии n-типа.....	76
Чурсанова М. В. Властивості покращених сцинтиляційних матеріалів на основі кремній-органічних полімерів.....	77

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

ТЕОРІЯ ІГОР

Бондаренко О. О.,

*студентка спеціальності комп'ютерних
наук та інформаційних технологій*

Машинобудівний коледж

Донбаської державної машинобудівної академії

м. Краматорськ, Україна

Новікова Н. В.,

викладач-методист

Машинобудівний коледж

Донбаської державної машинобудівної академії

м. Краматорськ, Україна

Теорія ігор — це логіко-математичний метод вивчення оптимальних стратегій в іграх. Під грою розуміється процес, в якому беруть участь дві і більше сторін, які ведуть боротьбу за реалізацію своїх інтересів. Кожна зі сторін має свою мету і використовує деяку стратегію, яка може вести до виграшу або програшу — залежно від поведінки інших гравців. Теорія ігор допомагає вибрати найкращі стратегії з урахуванням уявлень про інших учасників, їх ресурси і їх можливі вчинки.

Теорія ігор — розділ теорії дослідження операцій. Найчастіше методи теорії ігор знаходять застосування в економіці, трохи рідше в інших суспільних науках: соціології, політології, психології, етиці та інших. Дуже важливе значення вона має для штучного інтелекту і кібернетики, особливо з проявом інтересу до інтелектуальних агентів.

Математична теорія ігор бере свій початок з неокласичної економіки. Вперше математичні аспекти та застосування теорії були викладені в класичній книзі 1944 року Джона фон Неймана і Оскара Моргенштерна «Теорія ігор і економічна поведінка» (англ. Theory of Games and Economic Behavior). У 1928 році Джон фон Нейман написав статтю, в якій вивів теорему про мінімакс, що вважається фундаментальною в теорії ігор. У Принстоні він працював з Моргенштерном над тим, щоб застосувати теорію ігор до економіки, а також до салонних ігор на зразок покеру.

У своїй книзі фон Нейман і Моргенштерн змодельовали спрощену версію гри і проаналізували оптимальні стратегії, які вибирають гравці. Але через роки багато людей знайшли їх ідеї корисними для економіки, біології і особливо для політології. Більш того, теорія ігор стала застосовуватися в спорті і навіть в таких дисциплінах, як філософія [1].

Перші концепції теорії ігор аналізували антагоністичні ігри, коли є ті, хто програв і ті, хто виграв за їх рахунок гравці. Не дивлячись на те, що теорія ігор розглядала економічні моделі, аж до 50-х років XX століття вона була всього лише математичною теорією.

Інші вчені також внесли чималий внесок у розвиток теорії ігор. Серед них – Джон Неш, що відомий завдяки рівновазі Неша. За його теорією, сторони повинні використовувати оптимальну стратегію, що призводить до створення стійкої рівноваги. Гравцям вигідно зберігати цю рівновагу, так як будь-яка зміна погіршить їхнє становище. Ці роботи Неша зробили серйозний внесок в розвиток теорії ігор, були переглянуті математичні інструменти економічного моделювання. За останні 20-30 років значення теорії ігор і інтерес до неї значно зростає, деякі напрямки сучасної економічної теорії неможливо викласти без застосування теорії ігор. Великим внеском у застосування теорії ігор стала робота Томаса Шеллінга, нобелівського лауреата з економіки 2005 року, «Стратегія

конфлікту». Т. Шеллінг розглядає різні «стратегії» поведінки учасників конфлікту. Ці стратегії збігаються з тактиками управління конфліктами і принципами аналізу конфліктів в конфліктології (це психологічна дисципліна) і в управлінні конфліктами в організації (теорія менеджменту). У психології та інших науках використовують слово «гра» в інших сенсах, аніж чим в математиці [2].

Розглянемо деякі види ігор:

– Кооперативні та некооперативні.

Гра називається кооперативною або коаліційною, якщо гравці можуть об'єднуватися в групи, взявши на себе певні зобов'язання перед іншими гравцями і координуючи свої дії. Цим вона відрізняється від некооперативної гри, де кожен зобов'язаний грати за себе. Розважальні ігри рідко є кооперативними, однак такі механізми нерідкі в повсякденному житті.

– З нульовою сумою і з ненульовою сумою.

Гра з нульовою сумою – особливий різновид ігор з постійною сумою, тобто таких, де гравці не можуть збільшити або зменшити наявні ресурси, або фонд гри. В цьому випадку сума всіх вигравів дорівнює сумі всіх програвів при будь-якому ході.

Багато досліджуваних математиками ігор, в тому числі «Дилема ув'язненого», іншого роду: в іграх з ненульовою сумою виграв якогось гравця не обов'язково означає програв іншого, і навпаки. Результат такої гри може бути менше або більше нуля. Такі ігри можуть бути перетворені до нульової суми – це робиться введенням фіктивного гравця, який «привласнює собі» надлишок або поповнює нестачу коштів.

– Паралельні і послідовні.

У паралельних іграх гравці ходять одночасно, або, принаймні, вони не проінформовані про вибір інших доти, поки всі не зроблять свій хід. У послідовних, або динамічних, іграх учасники можуть робити ходи в

заздалегідь встановленому або випадковому порядку, але при цьому вони отримують деяку інформацію про попередні дії інших. Ця інформація може бути навіть не зовсім повною, наприклад, гравець може дізнатися, що його противник з десяти своїх стратегій точно не вибрав п'яту, нічого не дізнавшись про інших.

- З повною або неповною інформацією.

Важливу підмножину послідовних ігор складають ігри з повною інформацією. У такій грі учасники знають всі ходи, зроблені до поточного моменту, так само, як і можливі стратегії супротивників, що дозволяє їм в деякій мірі передбачити подальший розвиток гри. Повна інформація недоступна в паралельних іграх, так як в них невідомі поточні ходи супротивників. Більшість досліджуваних в математиці ігор – з неповною інформацією.

- Ігри з нескінченним числом кроків.

Ігри в реальному світі або ті, що вивчає економіка гри, як правило, тривають скінчене число ходів. Математика не так обмежена, і зокрема, в теорії множин розглядаються ігри, здатні тривати нескінченно довго. Причому переможець і його виграш не визначені до закінчення всіх ходів.

- Дискретні і нескінченні гри.

Більшість досліджуваних ігор дискретні: в них скінчене число гравців, ходів, подій, результатів тощо. Однак ці складові можуть бути розширені на безліч дійсних чисел.

- Диференційні ігри включають безліч дійсних чисел. Вони пов'язані з якоюсь дійсною шкалою (зазвичай шкалою часу), хоча події, що в них відбуваються, можуть бути дискретними за своєю природою. Диференційні ігри також розглядаються в теорії оптимізації, знаходять своє застосування в техніці і технологіях, фізики.

– Метаіграми називають ігри, результатом яких є набір правил для іншої гри (званої цільовою або грою-об'єктом). Мета метаігор – збільшити корисність набору правил, що видаються. Теорія метаігор пов'язана з теорією оптимальних механізмів [3].

Теорія ігор – це історія про те, як по-справжньому осмислити проблеми і спробувати знайти нові рішення для них. Основи теорії ігор лежать в математиці, але нові ідеї, які з'являються при її застосуванні, сприяють зростанню і розвитку. Теорія ігор – нова наука, яку вже вивчають в кращих університетах світу.

Література:

1. Нейман Дж., Моргенштерн О. Теорія ігор і економічна поведінка – М., Наука, 1970.
2. Томас Шеллінг Стратегія конфлікту – М., ІРІСЕН, 2007.
3. Самаров К. Л. Елементи теорії ігор М. Резольвента – 2009.

КОМПОНОВКА СТАЛЕВИХ СИСТЕМ ПЕРЕКРИТТЯ І ПОКРИТТЯ У БУДІВЛЯХ

Василишин Я. В.,

кандидат технічних наук, доцент,

професор кафедри архітектури та містобудування

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

м. Івано-Франківськ, Україна

Сталеві системи перекриття і покриття у будівлях з різною кількістю поверхів переважно організовуються за допомогою балок, призначених для сприйняття згинальних моментів і поперечних сил, і

ферм – систем стрижневих елементів, об’єднаних у вузлах в геометрично незмінні решітчаті прогонні конструкції.

Переважно при підборі перерізів балок орієнтуються на гарячекатані профілі, що представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Орієнтовні співвідношення «прогін/висота перерізу» для головних і другорядних конструкцій перекриття

Тип конструкції	Другорядні	Головні
Прокатні балки	18 – 20	13 – 15
Складені з листів балки	22 – 25	16 – 18
Перфоровані балки	20 – 22	15 – 18
Балки з гофрованою стінкою	18 – 22	13 – 15
Балки перекриття пониженої висоти	26 – 28	-
Ферми	15 – 18	12 – 15

Еквівалентні геометричні характеристики можуть бути забезпечені також за допомогою складених перерізів, виконаних із сталевих листів. У такій конструкції балка формується з трьох листів, розміри полиць варіюються вздовж прогону залежно від рівня внутрішніх напружень, а стінка має постійну товщину.

Переважно при проектуванні багатоповерхових будівель стараються звести до мінімуму будівельну висоту несучих елементів перекриття, оскільки вони забирають об’єм і призводять до збільшення висоти, а, отже, і до подорозчання об’єкта [1].

В табл. 2 представлені орієнтовні співвідношення для однопрогонних і багатопрогонних несучих конструкцій покриття одноповерхових будівель.

Орієнтовні співвідношення «прогін/висота перерізу» однопрогонних і багатопрогонних конструкцій покриття

Тип конструкції	Однопрогонна	Багатопрогонна (при двох і більше рівних прогонах)
Головні балки	20 – 24	25 – 30
Головні ферми	18 – 20	20 – 22
Прогони по балках і фермах	25 – 30	30 – 35

Розташування несучих конструкцій перекриття в будівлях в основному залежить від кроку колон. Колони є важливими з архітектурної точки зору конструктивними елементами, оскільки їх розташування впливає на зовнішній вигляд, внутрішнє просторове вирішення будівель і закріплення огорожувальних конструкцій. Широке застосування знаходять сталобетонні колони, заповнені бетоном, або сталезалізобетонні, у випадку, коли в бетоні встановлюється додатково робоча арматура.

Перерізи сталевих колон поділяються на суцільностінчаті відкриті, суцільностінчаті закриті та наскрізні.

Найбільш поширені варіанти компоновки несучих конструкцій в системі перекриття при рівносторонній або різносторонній базових решітках приведені на рис. 1.

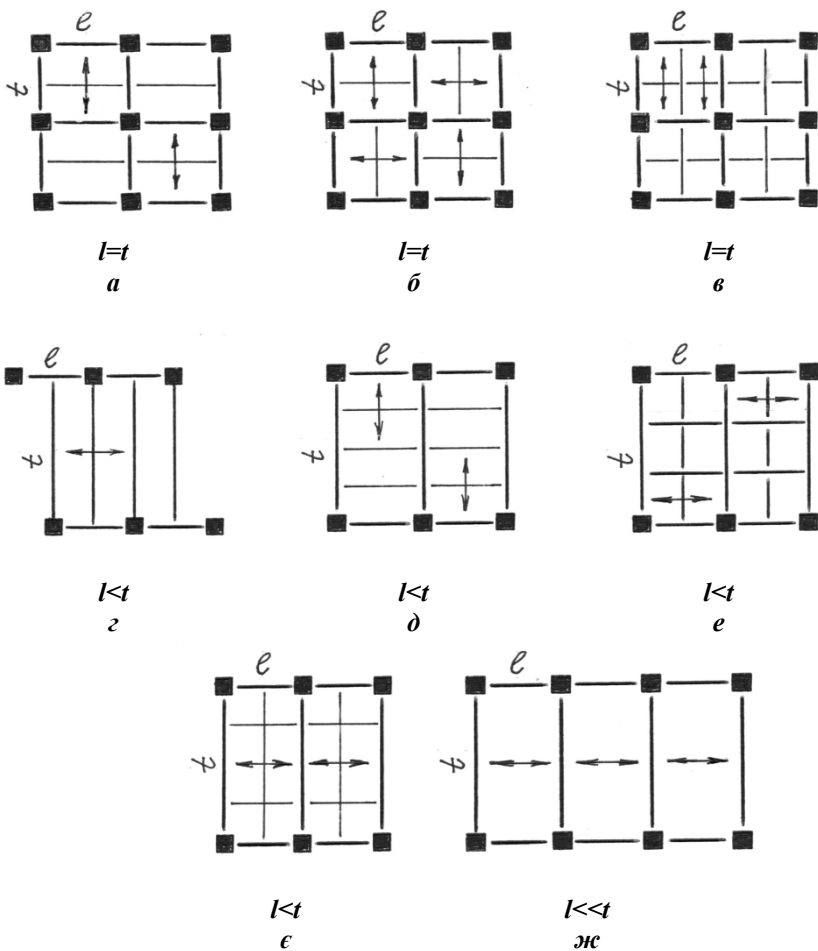


Рис. 1. Варіанти компоновки несучих конструкцій в системі перекриття.

Компоновка при рівносторонній решітці:

а) нормальна; б) шахова; в) ускладнена.

Компоновка при різносторонній решітці:

з) зі зміщеним кроком колон; д) нормальна; е) ускладнена;

є) безпрогонна; ж) спрощена.

Стрілками показано напрям укладання настилу.

Нормальна компоновка дозволяє максимально уніфікувати профілі, що застосовуються, і полегшує облаштування сходових блоків. Шахова компоновка дає можливість максимально рівномірно розподілити навантаження від перекриття. В ускладненій компоновці крім головних і другорядних балок вводяться так звані прогони або балки настилу, по яких безпосередньо укладається плита перекриття. У безпрогонному вирішенні головні балки укладаються вздовж короткого прогону, а другорядні – вздовж довгого з меншим кроком. У спрощеній схемі компоновки передавання навантаження відбувається тільки через один тип балок безпосередньо на колони.

Найбільш ефективні та поширені системи багатопробного міжповерхового перекриття для будівель приведені в табл. 3.

Таблиця 3

Порівняльні орієнтовні ефективні діапазони застосування різних типів перекриття залежно від прогону

Тип перекриття	Прогін, м
Залізобетонна монолітна плита	6 – 8
Сталеві балки пониженої висоти з композитною плитою	6 – 10
Сталеві пониженої висоти балки зі збірними плитами	8 – 12
Залізобетонне монолітне балочно-ребристе перекриття	8 – 12
Залізобетонне збірне з попереднім натягом	10 – 14
Сталеві композитні балки із сталезалізобетонною плитою	6 – 16
Сталеві перфоровані балки, композитні з плитою	12 – 18
Сталеві розкосі ферми, композитні з плитою	16 – 20

Типологія і діапазони застосування сучасних сталевих систем перекриття набагато більші, ніж залізобетонних, оскільки збільшення

прогону у залізобетонних конструкціях призводить до значного збільшення будівельної висоти і ваги елементів [2].

Балочні системи мають обмежене застосування через недостатньо ефективне використання матеріалу, більша частина якого йде на стінку балок для забезпечення сумісної роботи елементів балок. Крім того, у суцільностінчатих прокатних балках ускладнений пропуск інженерних комунікацій [3].

Конструкції ферм набули широкого застосування завдяки низці основних вагомих переваг: а) можливість перекриття великих прогонів; б) економічність; в) свобода організації конструктивної форми; г) можливість пропуску інженерних комунікацій у просторі між стержнями. Недоліком фермових конструкцій є значна будівельна висота і трудомісткість виготовлення [3].

Залежно від призначення, архітектурних вимог і схеми прикладення навантажень ферми можуть мати найрізноманітнішу конструктивну форму.

За типологією розрізняють плоскі і просторові фермові конструкції. За зовнішньою конструктивною схемою переважно розрізняють балочні, рамні, аркові і вантові ферми. За внутрішньою конструктивною схемою розрізняють ферми з шарнірним і жорстким приєднанням елементів у вузлах. Форми поясів ферм можуть бути найрізноманітнішими залежно від функціональних, конструктивних і архітектурних вимог.

Таким чином, раціональність застосування кожної конструктивної системи визначається результатами широкого техніко-економічного аналізу з врахуванням конструктивних, технологічних і архітектурних вимог в окремому конкретному випадку.

Література:

1. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. Укрархбудінформ, 2014. – 199 с.
2. ДБН.В.1.2-14-2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 37 с.
3. Нілов О. О., Пермяков В. А., Шимановский О. В., Білик С. І., Белов І. Д., Лаврінченко Л. І., Володимирський В. О. Металеві конструкції: Підручник. II видання. – К., «Сталь», КНУБА, 2010. – 832 с.

INCREASING THE EFFICIENCY OF USE OF SURFACE AQUATIC ECOSYSTEMS BY IMPROVING THE MONITORING SYSTEM

Kachala S. V.,

Candidate of Technical Sciences,

Docent of the Department of Tourism

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

Ivano-Frankivsk, Ukraine

Hydropower facilities and their reservoirs have a significant impact on the environment. The interaction of hydropower facilities and the environment is a rather complex of dynamic process, depending on natural and man-made factors, which makes it difficult to predict its consequences. In this regard, unforeseen emergencies may occur that reduce the level of safety of hydropower facilities, the public and the environment.

Today, it is necessary to organize a system of effective management of the interaction of hydropower facilities with the environment, in order to achieve efficient use of land, water and other natural resources.

The main purpose of monitoring is timely determination of the development of hazardous processes and optimization of management decisions, ie development of recommendations on measures aimed at preventing the development of predicted negative scenarios, measures to localize or minimize the negative consequences of interaction of the object of influence with the environment.

The monitoring of hydro-ecosystems should be based on a systematic, integrated basin approach that is continuous and strategic, contributing to the following aspects [1]:

- to study the interconnections between components of the hydro-ecosystem;
- to investigate the interconnection of a hydro-ecosystem with a functional hydropower object as a complex hierarchical structure with a defined functional structure;
- continuous monitoring that will facilitate the accumulation of monitoring data;
- to applicate different approaches to forecasting the scenarios of the situation, with the use of modeling and component changes of indicators that determine the status of the aquatic ecosystem.

The monitoring of the status of the aquatic ecosystem should ensure that the state of the environment is assessed prior to the introduction of hydropower facilities and their change during the construction and operation of the facility. The formation of a monitoring system invol. At the primary stage, the background characteristics of the environment in the territory of the hydropower facility are determined, the features of the functioning of the natural hydro-ecosystem, environmental and social problems are revealed.ves several functional steps.

Such monitoring system aims to inform local authorities and the population about the actual state of the hydro-ecosystem, in particular the issues of safety of hydropower and hydrotechnical structures. Monitoring of

water bodies operating with hydropower facilities consists of monitoring of hydraulic structures, social environment and hydro-ecological monitoring of the territory within the hydroelectric reservoir, reservoir and in the zones of their influence in the adjacent territory and in the lower beyof.

The functional scheme of organization of monitoring of hydro-ecosystem proposed by the author provides monitoring of hydraulic structures, hydrometeorological conditions and hydrological regime, aquatic ecosystems, water quality, terrestrial ecosystems, landscapes, sanitary and hygienic conditions and socio-economic conditions. The final algorithm of the monitoring system is formed depending on the scale and parameters of the hydropower facility and its reservoirs, natural and socio-economic conditions, the scale of the projected impacts on the hydro-ecosystem [2].

Minimization or avoidance of the established negative impacts is possible by full compliance of the planned actions with environmental legislation and projected technical and technological solutions and application of a set of measures aimed at environmental protection. The proposed monitoring program will improve the efficiency of the use of water bodies and, while adhering to the set of measures, minimize the negative impact on the hydro-ecosystem. The results of the monitoring will allow to normalize the technogenic influence and bring the natural-technogenic hydroecosystems closer to the optimal state.

References:

1. Kachala S. V. The value of the basin approach in the context of hydro-environmental risk / S. V. Kachala // Proceedings of the XX International Scientific Conference «Ecology, environmental protection and balanced environmental management: education – science – production – 2017», Kharkiv, April 19-22, 2017. – P. 107-108.

2. Kachala S. Improvement of the organization of network monitoring water bodies / S. Kachala // Proceedings of V International scientific conference “Science of the third millennium” Morrisville, Apr. 29, 2017. – P. 13-16.

RESEARCH OF POLLUTIONATED ENVIRONMENTAL COMPONENTS

Kachala T. B.,

Candidate of Technical Sciences,

Docent of the Department of Ecology

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

Ivano-Frankivsk, Ukraine

In order to improve the environmental safety of soil cover, it is necessary to improve the existing monitoring scheme. The process of extraction of minerals from subsoil affects the quality of the geological environment, and mainly the pedosphere. Modern monitoring methods do not allow to obtain complete, qualitative information, which is up to the level of ecological safety of lands, in particular those that are in the area of contamination risk.

The purpose of the work is to develop a soil monitoring scheme for areas that are at risk of contamination by heavy and light hydrocarbon fractions, which cause irreversible degradation of land. Also developing a flexible method of controlling the level of impact of drilling and extraction processes on soil cover [1].

Environmental issues from oil and petroleum (hydrocarbon) pollution have become more and more urgent recently, due to the high cost of mechanical, physical, chemical and thermal treatment, and the limited

availability of these. In addition, the number of sources of oil and petroleum products to the environment is increasing annually.

In the course of the study, a very important fact was established that the pollution of land (soils) by oil products as a result of motor transport activity is significantly different from oil spills during production and transportation, because at the same time petroleum products penetrate into the lower horizons gradually as the concentration of substances on the surface increases. The list includes practically all motor transport enterprises, pipeline transport, enterprises of the petrochemical and oil and gas industry. Hydrocarbon leakage accidents occur both as a result of equipment failure (most commonly electrochemical and biological corrosion) and unauthorized penetration of pipelines [1; 2].

Based on the results of the researches, a database on the sources of contamination of land (soils) by oil and oil products in the territory of Ivano-Frankivsk region was created and expert assessment was made regarding the possible levels of pollution of land due to the activity of pollution sources.

The study areas where soil samples were taken are characterized by a small vegetation cover, large “scorched” areas formed through the migration of light fractions of hydrocarbons from the source of contamination.

The soil contaminated with hydrocarbons in the study areas is characterized by oil content, which makes it impossible to use it for agricultural purposes. In the course of our research, we have found that in the areas of oil fields and along oil pipelines, soils, surface and groundwater are contaminated with oil and petroleum products and related toxic substances, which transforms fertile land into ecologically critical ecosystems. Petroleum is a complex mixture of organic compounds: alkanes (paraffinic or acyclic saturated hydrocarbons), some cycloalkanes (naphthenes) and aromatic hydrocarbons of different molecular weights, as well as oxygen, sulfur and nitrogen compounds.

Hydrocarbons (48 %), carbon monoxide (32 %), solids (20 %) are characteristic pollutants formed in the process of oil production [2; 3]

The location of points, the process of sampling and analysis of soil, as well as the results of the content of oil and petroleum products in the soils allowed us to create a new method of exploration of the soil cover, which was affected, both during the drilling and after its completion, and from significant falling fractions of oil, oil and oil products into its layers. These studies open one of the main sources of hydrocarbon migration in the soil cover, which stimulates the degradation processes of the pedosphere, as well as find a new method of suspending these processes at the time they are already occurring and practically completely stopping the migration processes with timely use.

The creation of barns by way of soil modification will reduce the anthropogenic impact on the territories of both exploration and exploitation. Another equally important plus is the timing of the creation and effective operation, since the process of reclamation begins from the very beginning of the sludge filling. This performance is explained by the natural properties of the sandy soil types to compact and bind the action of liquids and viscous substances that will be present in this facility [4].

A characteristic feature of the landscapes of the Bytkovo oil field and neighboring territories is their altitude tier from the middle and low mountains to the foothills and valleys. Landscapes and landscape facies were formed according to the absolute and relative heights of the topographic surface. Therefore, the leading factor in the embodiment and individual identity of a particular landscape structure was the terrain of the study area. Together with the geological basis, the terrain determined the formation of morphostructures, which were then modified by various agents of the morphosculptural process – water flows of the hydrogrid, the prevailing wind directions, the diluvial-proluvial processes, the denudation and erosion, the presence of one or another soil.

References:

1. Predictive pollution of oil products of transboundary territories / Y. Adamenko, T. Kachala, A. Deskalescu, V. Oros // Ecological safety and balanced resource use: scientific and technical. magazine. – Ivano-Frankivsk, 2014. – № 1 (9). – P. 4-8.
2. Management of land with contaminated oil products technical assessment and restoration of oil-contaminated soil Romanian-Ukrainian cross-border network / Suprun V., Adamenko Y., Prikhodko M., Adamenko O., Mandryk O., Arkhipova L., Shkitsa L., Mishchenko L., Zorin D., Susak O., Radlovskaya K., Kachala T. / manual. P. 2015-100.
3. Kachala T. Forecast of oil pollution by transboundary territories / Adamenko Y., Deskales A-M., Kachala T. // Ecological safety and balanced resource use, scientific and technical journal Ivano-Frankivsk. – 2014. – № (9). – P. 4-9.
4. Influence of Nadvirna Oil and Gas Fisheries on Landscape Agglomerations on the Example of the Bytk-Babchen Oil and Gas Field / T. Kachala, Kh. Karavanovich // II International Scientific-Technical Conference, Actual problems of power engineering, construction and environmental engineering – P. 142-154.

ОСОБЛИВОСТІ УТВОРЕННЯ ДЖЕРЕЛ ЗАБРУДНЕННЯ ПРИ РОБОТІ КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЙ МАГІСТРАЛЬНИХ ГАЗОПРОВОДІВ

Михайлюк Ю. Д.,

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри екології

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

м. Івано-Франківськ, Україна

Бондарчук Т. А.,

студентка інституту природничих наук та туризму

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

м. Івано-Франківськ, Україна

Велика кількість шкідливих речовин, що надходять у навколишнє середовище при використанні природного газу призводить до суттєвих змін в атмосфері, водоймах, підземних водоносних горизонтах, ґрунтах і рослинах. При транспортуванні газу найбільш суттєвими джерелами забруднення біосфери є компресорні станції [1].

Компресорна станція (КС) призначена для компримування природного газу, транспортування його по магістральному газопроводу. Основними небезпечними факторами, що впливають на природне, виробниче та соціальне середовище, в процесі експлуатації КС є: хімічне забруднення атмосферного повітря через викиди шкідливих речовин технологічним обладнанням компресорних станцій, а також через неорганізовані витікання шкідливих речовин у разі пошкодження технологічного обладнання, наявність метану і вуглеводнів, що можуть створити техногенну небезпеку під час утворення вибухопожежних газоповітряних сумішей [2].

На території Богородчанського ЛВУМГ знаходиться чотири компресорні станції (КС):

- КС-21, яка обслуговує газопровід «Союз», компресорний цех (КЦ) обладнаний 7 ГПА ГТК-10-І;
- КС-39, яка обслуговує газопровід «УПУ», КЦ обладнаний 3 ГПА ГТК-25-І;
- КС-7, яка обслуговує газопровід «АЧБ», КЦ обладнаний 6 ГПА СТД-40000 (електропривідні);

- КС-39 П, яка обслуговує газопровід «Прогрес», КЦ обладнаний 3 ЕГПА -25 (електропривідні).

Природний газ із магістрального газопроводу на КС потрапляє в пиловловлювачі, де очищується від механічних домішок і направляється в компресорні цехи, де відбувається його стиснення та охолодження в апаратах повітряного охолодження (АПО) і подається в магістральний газопровід для транспортування [2].

Основними джерелами утворення забруднюючих речовин на КС є технологічне обладнання, що використовується для забезпечення безперебійної роботи КС, та паливовикористовуюче обладнання. Основними забруднюючими речовинами, які утворюються при роботі даного обладнання є складові природного газу та продукти його згорання. Виділення газу обумовлене епізодичними технологічними операціями, передбаченими технічним регламентом (продувка апаратів, газопроводів, і т. д.). Виділення продуктів згорання обумовлене роботою газоперекачуючих агрегатів, котлоагрегатів, вогневих підігрівачів газу. Більшість утворених забруднюючих речовин потрапляють в атмосферу через організовані джерела викиду. Джерелами викидів забруднюючих речовин на проммайданчику КС Богородчани Богородчанського ЛВУМГ є:

- ГПА (10 шт.), де відбувається згорання газу;
- свічі розвантаження контурів компресорів (19 шт.), через які в атмосферу стравлюється природний газ (метан) при їх зупинці;
- свічі, через які в атмосферу стравлюється газ при продувці технологічного обладнання: пиловловлювачів фільтр-сепараторів, адсорберів;
- свічі стравлювання колектора паливно-пускового газу;
- свічі стравлювання колектора пілотного газу;
- свічі маслобака, картера підшипника;

- підігрівачі газу (ПГА);
- котельні;
- котел ГРС;
- резервуари оливи, бензину, дизпалива;
- ємності метанолу, еталенгліколю та інші.

Крім технологічного обладнання на проммайданчику знаходяться столярні майстерні, призначені для виконання ремонтних робіт і обладнані газо-пилоочисними установками. Від металообробних верстатів мехмайстерні в атмосферне повітря через дефлектор – неорганізоване джерело викиду відводяться аерозолі емульсора. В механічній майстерні на проммайданчику КС-39 знаходиться металорізальний верстат, обладнаний пиловловлювачем закритого типу. Пил абразивно-металевий збирається в контейнер, тому викиду в атмосферне повітря немає [2].

В табл. 1 представлено основні джерела виникнення та етапи технологічних процесів, під час яких утворюються забруднюючі речовини КС-21 газопроводу «Союз» Богородчанського ЛВУМГ [3].

Таблиця 1

**Джерела утворення забруднюючих речовин КС-21 газопроводу
«Союз» Богородчанського ЛВУМГ**

Джерело утворення	Етап технологічного процесу	Забруднююча речовина, найменування
Вихлопна шахта ГПА ГТК-10і	Спалювання	Азоту діоксид Вуглецю оксид Неметанові леткі органічні сполуки Вуглецю діоксид

		Азоту (1) оксид (N ₂ O)
Контур нагнітача	Стравлювання, продувка	Метан
Колектор пускового газу	Стравлювання, продувка	Метан
Турбодетандер	Стравлювання, продувка Стравлювання, продувка	Метан
Колектор паливного газу	Стравлювання	Метан
Вал ротора нагнітача	Вивітрювання	Метан
Картер підшипник	Вивітрювання	Масло мінеральне нафтове (веретенне, машинне, цилінрове) Вуглеводні граничні C12-C19
Маслобак	Вивітрювання	Масло мінеральне нафтове (веретенне, машинне, цилінрове)
Комунікації КС (пілот. газ ГПА)	Стравлювання, продувка	Метан
Скрубер	Стравлювання	Метан
Вивітрювач	Продувка	Метан
Колектор робочого газу	Стравлювання, продувка	Метан
	Спалювання	Азоту діоксид

Підігрівач газу		Вуглецю оксид Неметанові леткі органічні сполуки Вуглецю діоксид Азоту (1) оксид (N ₂ O)
Блок осушки газу	Стравлювання, продувка	Метан
Турбогенератор (Solar)	Спалювання	Азоту діоксид Вуглецю оксид Неметанові леткі органічні сполуки Вуглецю діоксид

Отже, основними забруднюючими речовинами, що викидаються в атмосферне повітря стаціонарними джерелами викиду КС Богородчанського ЛВУМГ є метан, який стравлюється зі свічок при стравлюванні, продувці технологічного обладнання КС, та оксиди азоту і вуглецю, що утворюються при згоранні природного газу, потрапляючи в атмосферне повітря через труби ГПА, водогрійних котлів, ПГА. Згідно технологічного регламенту станції одночасно працює не більше 5 ГПА на КС–21 газопроводу «Союз», не більше 2 ГПА на КС–39 газопроводу «УПУ», не більше 4 ГПА на КС-7 газопроводу «АЧБ», та не більше 2 ГПА на КС–39 газопроводу «Прогрес», при цьому кожний ГПА працює не більше 8 місяців на рік. Водогрійні котли працюють виключно в опалювальний період, а ПГА – за необхідністю, в залежності від відбору газу споживачами. Всі викиди метану є залповими. Час роботи джерел залпових викидів метану за рік становить декілька хвилин. Час роботи

цих джерел визначається часом звільнення комунікацій та обладнання від метану для їх планово-попереджувальних ремонтів [3].

Для реалізації завдань захисту атмосфери від шкідливих викидів зараз застосовують шість основних методів: абсорбція; адсорбція; хемосорбція; термічна нейтралізація; каталітичне знешкодження; хімічне знешкодження [4].

Тому вивчення основних джерел забруднення на Богородчанському ЛВУМГ та методів і заходів захисту атмосфери має важливе значення.

Література:

1. Михайлюк Ю. Д. Екологічний стан території компресорних станцій / Ю. Д. Михайлюк // Науковий вісник НЛТУ України: збірник науково-технічних праць. Вип. 24.2. – Львів: РВВ НЛТУ України, 2014. – С. 119-124.
2. Говдяк Р. М. Кількісний аналіз аварійного ризику газотранспортний об'єктів підвищеної небезпеки. Практичні рекомендації / Р. М. Говдяк, Ю. М. Коснирєв. – Львів: Кальварія, 2007. – С. 144-153.
3. КНД 211.2.3.014-95 «Інструкція про зміст та порядок складання звіту проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин на підприємстві», УкрНТЕК, 1995 р.
4. Промислова екологія: Навч. посіб. / [С. О. Апостолук, В. С. Джигирей, А. С. Апостолук та ін.]. – К.: Знання, 2005. – 474 с.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ ЦЕМЕНТІВ

Нестерчук В. О.,

магістрант кафедри хімічної технології композиційних матеріалів

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

м. Київ, Україна

Сікорський О. О.,

асистент кафедри хімічної технології композиційних матеріалів

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

м. Київ, Україна

Композиційним цементом називають гідравлічне в'язуче яке складається з портландцементу та активних мінеральних добавок. Згідно ДСТУ Б В.2.7-46:2010 вміст портландцементного клінкеру може коливатись в межах 40 – 64 % для КЦ V/A та 20 – 39 % для КЦ V/Б. Найчастіше в якості активних мінеральних добавок використовуються: доменний шлак, зола винесення, природні пуцолани та мікрокремнезем. Наявність такої добавки як доменний шлак в складі композиційного цементу є обов'язковою.

Введення мінеральних добавок до складу цементу дозволяє вирішити ряд проблем. Перша – це зменшення вартості в'язучого за рахунок більш дешевих мінеральних добавок у порівнянні з ціною портландцементного клінкеру. Крім того шлак та зола являються техногенними відходами і їх використання в якості мінеральних добавок являється одним із методів їх утилізації [1, с. 261]. Однак більш цікавим

являються експлуатаційні відмінності між використанням чистого портландцементу і композиційного цементу. До технічних переваг композиційного цементу можна віднести: підвищену стійкість до м'яких і сульфатних вод, жаростійкість та зменшені тепловиділення і усадка [2, с. 42].

При впливах високих температур відбуваються процеси, які негативно впливають на механічну міцність виробу на основі портландцементу. Це пов'язано з утворенням $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в процесі тверднення портландцементу. При температурі вище 500°C відбувається розкладання гідроксиду кальцію та поліморфне перетворення кварцу. Але введення активних мінеральних добавок, що хімічно зв'язують CaO , дозволяє на 75 % зменшити втрату міцності цементного каменю під впливом високих температур [3, с. 15].

Також при будівництві масивних залізобетонних конструкцій великою проблемою являється тепловиділення при гідратації клінкерних мінералів, в наслідок чого утворюються тріщин в монолітній конструкції.

Основною причиною тепловиділення є термодинамічна нестабільність високотемпературних клінкерних мінералів, наявність в них запасу внутрішньої енергії, що виділяється в процесі хімічної реакції при переході речовини в більш стабільну структуру.

Для зменшення кількості виділеного тепла в процесі гідратації необхідно використовувати цементи зі зменшеним вмістом клінкерної складової. Проте необхідно зазначити, що зменшення вмісту клінкеру, хоч і зменшує тепловиділення, супроводжується певною втратою міцності бетону.

Таким чином використання активних мінеральних добавок хоча і володіє ефектом уповільнення набору міцності на ранніх строках та підвищення водопотреби, все ж дозволяє не тільки зменшити собівартість

матеріалу, але і надає можливість його використання в умовах не можливих для чистого портландцементу [4, с. 165].

Література:

1. Тейлор, Х. Химия цемента Текст. / Х. Тейлор; пер. с англ ; М.: Мир, 1996. –560 с.
2. Ушеров-Маршак, А. Шлакопортландцемент и бетон [Текст] / А. Ушеров-Маршак, З. Гергичны, Я. Маломепши. – Х.: Колорит, 2004. – 154 с.
3. Агеев С. І. Оптимізація складу композиційного цементу в умовах високих температур / С. І. Агеев, О. І. Башинський, М. З. Плешко // Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності: Збірник наукових праць. – 2018. С. 14-15.
4. Рунова Р. Ф. В'язучі речовини / Р. Ф. Рунова, Л. Й. Дворкін, О. Л. Дворкін, Ю. Л. Носовський. Київ, «Основа», 2012. 448 с.

ВИКОРИСТАННЯ КОАГУЛЯНТІВ В ПРОЦЕСАХ ЗНИЖЕННЯ КОЛЬОРОВОСТІ ВОДИ р. ЗДВИЖ

Радовенчик В. М.,
доктор технічних наук,
професор кафедри екології та технології рослинних полімерів
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
м. Київ, Україна

Крисенко Т. В.,
кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри екології та технології рослинних полімерів

Практично всі води з поверхневих водойм мають підвищену кольоровість, що вимагає проведення додаткових заходів щодо вилучення з них гумітів. Нормативні документи України на питну воду встановлюють допустиму кольоровість води на рівні 20 градусів [1, с. 17]. Найчастіше сьогодні для доведення кольоровості води до нормативних значень використовують коагуляцію, флокуляцію, фільтрацію, флотацію тощо [2, с. 295]. Найбільш продуктивними, простими та дешевими є методи коагуляції та флокуляції. Проблема полягає ще й в тому, що кольоровість природних вод може змінюватися в широких межах – 30–250° хромово-кобальтової шкали і залежить, в значній мірі, від пори року. Саме тому наші дослідження були присвячені, перш за все, вивченню ефективності різних видів коагулянтів в процесах зниження кольоровості води.

Методика роботи полягала у відборі проб природних вод з річки Здвиж, обробці їх коагулянтами за різних умов та відстоюванні отриманої суміші для визначення ефективності зниження кольоровості обробленої води. В якості коагулянтів застосовували хлорид та сульфат алюмінію, хлорид заліза (III) та промисловий коагулянт на основі гідроксихлоридів алюмінію «Полвак 68».

До початку досліджень було вивчено вплив часу відстоювання на кольоровість води. Було встановлено, що після 25 хв. відстоювання кольоровість досягає постійного значення і при подальшому відстоюванні практично не змінюється. Тому при подальших дослідженнях термін відстоювання, якщо не зазначено окремо, складав 30 хв.

В процесах зниження кольоровості визначальним для ефективності технології є найбільш прийнятна доза реагенту. Тому наступні наші дослідження були присвячені саме вивченню цього питання. Було встановлено, що практично для всіх типів досліджених коагулянтів спостерігається суттєва залежність залишкової кольоровості води від дози коагулянту. Причому, для різних типів коагулянтів та при різних початкових значеннях кольоровості води ці дози суттєво змінювалися. Так, при початковій кольоровості води 45° для більшості коагулянтів найбільш ефективною можна вважати дозу у 20–30 мг/дм³ (по іону металу). Подальше збільшення дози коагулянту не супроводжується відповідним збільшенням ефективності процесу. Якщо зважити на те, що допустима кольоровість питної води сягає 20°, то цілком очевидно, що такі дози при чіткому контролі можуть бути навіть суттєво знижені.

При збільшенні початкової кольоровості води до 60° необхідні дози коагулянтів практично не змінюються, однак починала проявлятися різна ефективність різних типів коагулянтів, особливо при невеликих значеннях кольоровості (рис. 1). Найменш ефективним виявився хлорид алюмінію, найбільш ефективним – Полвак 68. Однак, навіть хлорид алюмінію забезпечував при концентрації більше 10 мг/дм³ нормативні значення кольоровості води, а значення ефективних доз для інших коагулянтів залишаються на тому ж рівні.

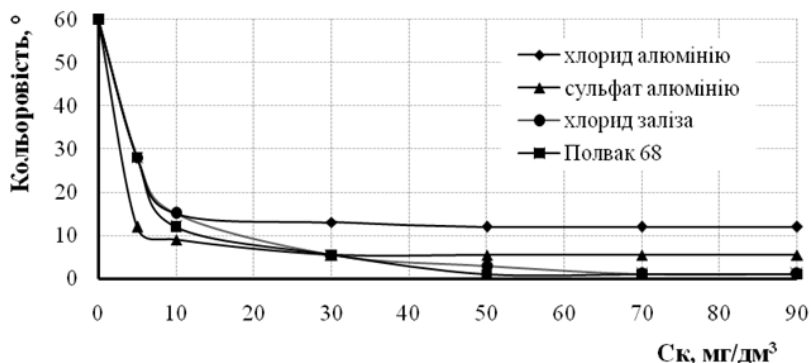


Рис. 1. Залежність залишкової кольоровості води від концентрації коагулянту за початкової кольоровості води 60°

Подальше збільшення початкової кольоровості води до 73 та 91,5° суттєвих змін у викладені вище висновки не внесли. Однак, при дозі коагулянту 70–90 мг/дм³ спостерігається зниження ефективності процесу. Ми вважаємо, що такий ефект може спостерігатися за рахунок збільшення мутності обробленої води в результаті надмірної кількості дрібних пластівців коагулянту, однак це твердження потребує додаткових ґрунтовних досліджень.

Суттєво впливає на ефективність коагулянтів і рН та температура. Проведені нами дослідження в цьому напрямку показали, що всі типи досліджених коагулянтів краще працюють в лужній області, що можна пояснити формуванням стабільних пластівців гідроксидів алюмінію та заліза (рис. 2). В кислій області пластівці гідроксидів або взагалі не утворюються (наприклад, для іонів алюмінію) або мають нестабільний характер і не можуть в повній мірі захвачувати з розчину сполуки гумінових кислот.

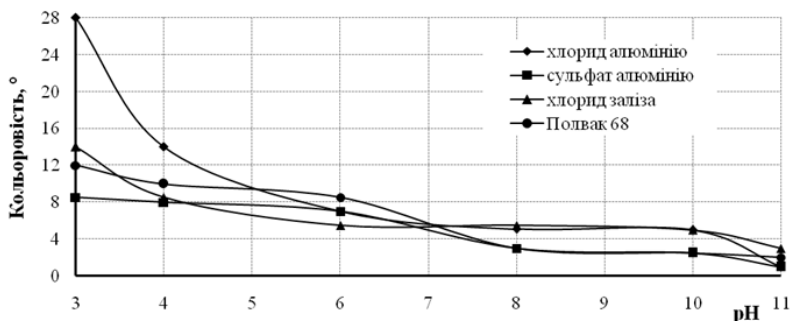


Рис. 2. Залежність залишкової кольоровості води від pH

Щодо впливу температури, то тут зниження ефективності (причому, часом досить суттєве) спостерігається при температурах нижче 20°C (рис. 3). Цей факт ми пов'язуємо із відомою властивістю більшості коагулянтів знижувати свою ефективність при низьких температурах. Тому найбільш прийнятними для зниження кольоровості води з використанням коагулянтів є температура на рівні 30°C. У випадку неможливості забезпечення такої температури води зниження ефективності необхідно компенсувати збільшенням дози реагенту або вибрати більш ефективний коагулянт.

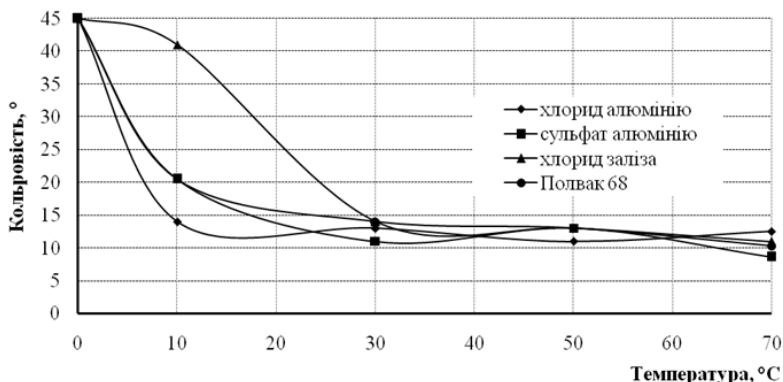


Рис. 3. Зміна залишкової кольоровості води в залежності від температури

Таким чином, проведеними дослідженнями підтверджено можливість використання коагулянтів в процесах зниження кольоровості природних вод. Оптимальними для досліджених типів коагулянтів можна вважати дози на рівні 20–30 мг/дм³, нейтральне або слабко лужне середовище та температури не нижче 20–30°C.

Література:

1. ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». – Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 12.05.2010 р. № 400.
2. Єріна І. М., Терновська О. І. Міркування з приводу застосування нових реагентів для очищення річкової води // Комунальне господарство міст, 2011. – № 99. – С. 293-299.

СУЧАСНІ ВІДКРИТТЯ В ОБЛАСТІ МАТЕМАТИКИ

Саприкіна В. В.,

студентка спеціальності

комп'ютерно-інтегрованих технологій

Машинобудівний коледж

Донбаської державної машинобудівної академії

м. Краматорськ, Україна

Новікова Н. В.,

викладач-методист

Машинобудівний коледж

Донбаської державної машинобудівної академії

м. Краматорськ, Україна

На відміну від інших наук, математика розвивається поступово, незалежно від захоплень людства в тому чи іншому проміжку часу. На розв'язок деяких математичних питань йдуть цілі століття.

Не дивлячись на те, що наука просунулася далеко вперед, люди продовжують здійснювати нові відкриття. Те, що було загадкою ще пару століть назад, стає зрозумілим тільки зараз, в наші дні.

Одним з недавніх відкриттів став доказ теореми про розфарбування доріг. В теорії графів теорема про розфарбовування доріг, відома до недавнього часу як гіпотеза про розфарбовування доріг, має справу з інструкціями синхронізації. Завдання ставиться в знаходженні таких інструкцій, щоб незалежно від початкового положення об'єкта можна було б дійти до пункту призначення в мережі (яка може являти собою вулиці міста або лабіринт).

У загальному випадку, нехай є спрямований граф G – з ребрами-«стрілками» між вершинами. Нехай у цього графа є рівномірний вихідний ступінь d – це значить, що з кожної вершини виходить рівно d ребер. Входити при цьому в кожен окрему вершину може різна кількість, необов'язково d . Нехай у нас є набір з d букв якогось алфавіту, які ми будемо називати «кольорами». Тоді «розфарбування» графа задається призначенням для кожної вершини всіх d букв для d її вихідних ребер. Отже, якщо ми «знаходимося» в будь-якій вершині і хочемо «піти» кудись згідно з кольором α , то розфарбування завжди скаже нам, по якому ребру нам треба йти до якої нової вершини. «Словом» назвемо будь-яку послідовність літер-кольорів. Тоді, якщо в графі задане розфарбування і x – будь-яка вершина, а w – будь-яке слово, то xw позначає вершину, до якої ми прийдемо, починаючи з x і слідуючи слову w .

Розфарбування називається синхронізуючим, якщо існує таке слово w , яке будь-яку вершину x приводить до однієї фіксованою вершини x_0 . В цьому випадку w називається синхронізуючим словом.

Теорема про розфарбовування доріг каже, що цих умов досить: будь-який не періодичний, сильно зв'язний спрямований граф з d ребер з кожної вершини має синхронізуюче розфарбування. Вперше її сформулювали як гіпотезу в 1970 році і з того часу було багато часткових результатів, які доводять окремі випадки, але повний доказ з'явився тільки в 2007 році [1, с. 58].

Травень 2012 року став цілком плідним місяцем для теорії чисел: буквально за один тиждень стало відомо про прогрес в двох найскладніших проблемах, що відносяться до так званих адитивних задач. Якщо грубо, то це цілий клас задач, які мають справу з поданням одних чисел у вигляді суми інших, причому ці інші беруться з якогось спеціального класу. Відповідно, більшість задач зводиться до того, чи існують зазначені уявлення і якщо так, то скільки їх. Відповідь на останнє запитання, звісно, дається не точна, а у вигляді якоїсь приблизної оцінки. До завдань цього класу відносяться, наприклад, завдання Лежандра про подання цілого числа у вигляді суми чотирьох квадратів натуральних чисел, завдання про подання натурального числа у вигляді суми п'яти квадратів простих чисел.

У 2012 році світ побачила робота відомого фахівця з теорії чисел Терренса Тао. Йому вдалося показати, що будь-яке непарне число можна представити як суму не більш ніж п'яти простих чисел.

А в 2013 році результатом праць перуанського математика Харальда Хельфготта стала 133-сторінкова робота, яка містить всі необхідні оцінки та остаточний доказ тернарної гіпотези Гольдбаха, яка стверджує, що будь-яке парне число, починаючи з 4, можна представити у вигляді суми двох простих чисел. Головна теорема звучить наступним чином: всі непарні цілі числа, більш ніж 1029, можуть бути представлені у вигляді суми трьох простих. Раніше твердження гіпотези Гольдбаха було

перевірено (самим Хельфготтом у співпраці з Давидом Платтом) до $8,875 \times 10^{30}$ [2, с. 312].

Ще одним цікавим результатом є теорема Чена – вона стверджує, що будь-яке парне число можна представити або у вигляді суми двох простих, або у вигляді суми простого і напівпростого [3].

А в 2015 році вчені з Великобританії, Іспанії та Німеччини довели, що одна з «проблем тисячоліття» (пов'язану з фізикою елементарних частинок) є нерозв'язною. Результати своїх досліджень Тобі Кубітт, Девід Гарсія Перес і Майкл Вольф опублікували в журналі «Nature», а коротко про них повідомляє «Nature News».

У своїй роботі вчені розглянули окремий приклад з фізики конденсованих середовищ: двовимірну модель нескінченної кристалічної решітки, у вузлах якої знаходяться атоми. Вчені спробували розрахувати спектральну щілину – розрив між сусідніми енергетичними рівнями електрона.

Це дозволяє визначити властивості матеріалів, які, зокрема, в деяких випадках при зниженні температури можуть перейти в надпровідний стан. Вчені в своїй роботі квантові стани атомів в решітці описали як реалізацію машини Т'юринга, що містить інформацію про кожен крок обчислень, необхідних для визначення спектральної щілини.

Кубітт і його колеги показали, що в разі нескінченної решітки неможливо дізнатися, чи закінчуються обчислення, так що питання про спектральної щілини залишається нерозв'язним. Тим часом, для кінцевої двовимірної решітки обчислення займають кінцевий час і призводять до певної відповіді.

Незважаючи на те, що реальні матеріали мають кінцеві розміри, їх незначна модифікація може призвести до різкої зміни спектральної щілини. Остання обставина і дозволила вченим заявити про принципову нерозв'язність «проблеми тисячоліття».

Незважаючи на те, що завдання, на думку вчених, не може бути вирішено в загальному випадку, відповідь на нього, ймовірно, можливо знайти в окремих випадках. Як зазначили автори, своє дослідження вони проводили в рамках фізики конденсованого стану речовини, тоді як проблема тисячоліття спочатку сформульована для фізики елементарних частинок [4].

Автору вирішення цього завдання Математичний інститут Клея обіцяє один мільйон доларів. В даний час з семи «проблем тисячоліття» вирішена тільки одна (гіпотеза Пуанкаре). Автор рішення, російський математик Григорій Перельман, відмовився від своєї премії і з особистих мотивів пішов з науки.

Математика є системотвірною наукою, що грає особливу роль у всій системі знань. З рівнем розвитку математики безпосередньо пов'язаний рівень розвитку інших наук. Математика є основною похідною силою в суспільстві, тому сучасні відкриття в області математики впливають на долю людства в цілому.

Література:

1. Аврахам Н. Трахтман. Проблема фарбування доріг // Ізраїльський журнал математики. – 2009. – Т. 172, вып. 1. – С. 51-60.
2. Иэн Стюарт. Величайшие математические задачи. – М.: «Альпина нон-фикшн», 2016. – 460 с.
3. Р. Курант, Г. Роббинс Что такое математика? – 3-е изд., испр. и доп. – М.: МЦНМО, 2001.
4. Майкл Вольф, Тоби Кьюбитт, Давид Перес-Гарсиа Неразрешимая задача // В мире науки – 2018, № 12. – с. 46–59

ОПТИМІЗАЦІЯ ЧАРТЕРНИХ РЕЙСІВ В УКРАЇНІ

Сілакова Т. Т.,

*кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри загальної фізики та фізики твердого тіла*

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут

імені Ігоря Сікорського»

м. Київ, Україна

Авіаційний транспорт – один з найважливіших видів транспорту, важлива ланка економічної та соціальної інфраструктури країни. Для України авіаційний транспорт є фактором нормального функціонування ринків товарів і послуг, соціального і економічного розвитку регіонів, міжнародних зв'язків. Існує необхідність забезпечення високого технічного рівня цивільної авіації з урахуванням постійно зростаючих вимог з безпеки польотів, удосконалення всієї системи авіаційних операцій (організація перевезень і технічне обслуговування), а також зниження вартості експлуатації [1, с. 55].

В останні роки в сфері експлуатації авіатранспорту з'явилася нова організаційна форма – чартерні рейси, яка стрімко зайняла помітне становище серед інших форм перевезень. Чартерні рейси – це прямі перельоти в певному напрямку, організовані не авіакомпаніями, а сторонніми замовниками. Часто це найкращий спосіб прямого перельоту на курорти з різних міст [2]. Виліт може здійснюватися з міст, в яких немає регулярних рейсів. Але при цьому чартер не вноситься в загальний розклад, квитки продаються тільки через туроператорів [3]. Чартер – це оренда літака на певний час, при цьому екіпаж і обладнання таке ж саме як і на регулярних рейсах. Організацією пересування займаються наземні

служби, які контролюють і рейси за розкладом. Відмінність лише в продажу квитків: на чартер продають місця тільки ті компанії, які його замовили [4; 5].

Вибір теми дослідження обумовлений важливістю завдань оптимізації процесів експлуатації авіатранспорту і в зокрема задачі оптимізації чартерних рейсів, що суттєво впливає на економічні показники роботи авіакомпанії. Незважаючи на дослідження в даній сфері, існує необхідність в створенні системи підтримки прийняття управлінських рішень, необхідних на різних стадіях діяльності авіапідприємства, в тому числі при виконанні чартерних рейсів. Метою є дослідження можливості створення системи підтримки процесів щодо оптимізації проведення чартерних авіарейсів.

Чартерні перевезення створюють альтернативу регулярному перевезенню. Даний вид перевезень дозволяє замовнику здійснювати поїздки по своєму графіку і маршруту, економлячи час і гроші, що є основним рушійним мотивом розвитку цього сегмента. Головний плюс чартерів – низька вартість авіаквитків. Ціна авіаквитка на чартер може бути на 30-60 % нижче, ніж переліт регулярними рейсами. І хоча обслуговування не найкраще, дістатися виходить економно.

За допомогою чартеру можна без пересадок потрапити туди, куди не літають регулярні рейси. І все це без тривалих очікувань рейсів, пошуку кількох квитків і складного підбору маршруту. Навіть з невеликих міст організовуються перельоти на популярні курорти.

Але існують і мінуси чартерних рейсів. Розклад чартерних перельотів нестабільно. Зазвичай виліт чартеру «вбудовується» в розклад постійних (регулярних) рейсів, в результаті чого можливі затримки. Першими завжди випускають літаки, які рухаються по конкретних дат, так як пасажирів часто планують пересадки, поспішають на роботу. Чартери ж завжди прямі, більшість клієнтів вирушають відпочивати, тому

їх можуть пересунути на кілька хвилин або годин. Та й вильоти часто організовують не в найзручніший час.

Бонуси і милі за переліт на чартери не нараховуються. Додаткові подарунки можливі лише від туроператора, але тільки при купівлі турів, а не окремих квитків. Здати квиток на чартерний рейс не вийде. Іноді можливий обмін на іншу дату або переоформлення на іншу особу, але тільки якщо компанія піде на зустріч.

Сучасні тенденції в розвитку бізнес-авіації безпосередньо пов'язані з діджиталізацією галузі, доступністю літаків і зміною щодо самих споживачів до цієї послуги. Якщо раніше чартерні перевезення вважалися послугою класу люкс виключно для знаменитостей, то сьогодні її економічну ефективність відзначають дедалі більшу кількість людей.

Можна виділити декілька ключових аспектів, які допоможуть чартерним авіакомпаніям досягти більш високих показників і знизити ризики, пов'язані з політичними або економічними коливаннями.

1) Чартерним операторам і, особливо, агентам, варто пошукати нові сфери застосування чартерних джетів або турбогвинтових літаків. Одним з таких напрямків може стати санітарна авіація, яка набирає популярність завдяки зростаючому попиту з боку лікарень і страхових компаній. Деякі оператори можуть використовувати свої літаки по черзі для ділових та медичних цілей. Однак це зажадає деяких інвестицій, зокрема, на навчання або підбір медичного персоналу. Що стосується агентів, їм достатньо вивчити ринок чартерних перевізників, які вже найняли медичний персонал і почати з ними співпрацю.

Чартерні оператори можуть звернути увагу на ринок вантажних перевезень, а також розвивати свої послуги в сфері безперебійності та сталого функціонування бізнесу.

2) Бізнес-авіація, як правило, використовує невеликі аеропорти, які не обслуговують комерційні авіалінії. Просте дослідження ринку

покаже потенційно цікаві напрямки і передбачувану кількість пасажирів, які готові заплатити трохи більше за прямий чартерний рейс замість того, щоб здійснювати пересадку і витратити значно більше часу, щоб дістатися до місця призначення.

3) Збільшення витрат на паливо і страхування, нестача пілотів, нові гравці на ринку з меншими накладними витратами і, отже, більш низькими цінами – ці ризики вимагають зниження витрат.

Пошук більш вигідних постачальників обладнання і запчастин, уніфікація парку літаків, співпраця з операторами наземного обслуговування і харчування – все це допоможе оптимізувати витрати. Це особливо актуально для чартерних операторів, оскільки вони, в свою чергу, допоможуть агентам розробити більш привабливу пропозицію для своїх клієнтів.

4) Чартерні авіаперевезення асоціюють з розкішшю і недоступністю. Тепер це в минулому. Операторам варто сфокусуватися на інших меседжах, таких як гнучкість, економія часу і доступність. Відтепер чартерні перевезення це можливість вилетіти і приземлитися практично в будь-якому аеропорту в будь-який час і з мінімальними приготуваннями до польоту.

Слово «розкіш» може не відповідати очікуванням тих клієнтів, які будуть вибирати сервіс за його відчутні переваги перед комерційними рейсами, а не в якості ексклюзивної дорогої послуги.

5) Всі ми знаємо як йдуть справи з величезними міжнародними аеропортами з точки зору пасажирів, вони переповнені, якщо не сказати більше. Те ж справедливо і для чартерних літаків: їм доводиться ділити перевантажені злітно-посадочні смуги і руліжні доріжки разом з великими авіалайнерами, витрачаючи на це багато часу.

Однак існують сотні терміналів, призначених для чартерної авіації, які зазвичай служать в якості запасних аеропортів при виникненні

надзвичайної ситуації. Вони знаходяться недалеко від центру міста і мають відмінну інфраструктуру, центри наземного обслуговування та місткі ангари. У міру того, як зростає кількість приватних літаків, зростає і попит на спеціалізовані аеропорти.

Для подальшого успішного функціонування даного виду перевезень необхідне створення адекватної нормативно-правової та законодавчої бази, що підіймає статус чартерного рейсу в порівнянні з регулярним. При цьому створення на ринку нових продуктів, з урахуванням розвитку туристичного бізнесу і розширення міжнародних зв'язків, дозволить розвивати даний вид авіаперевезень і зробити його доступним широкому колу споживачів.

Література:

1. Войтушенко О. Новітні підходи до сучасних туристичних авіаційних перевезень / О. Войтушенко // Наукові записки Київського університету туризму, економіки і права. Серія: філософські науки. – 2011. – Вип. 11. – С. 275-283.
2. Манаєнкова С. Чартерные перевозки. Взгляд изнутри // Авиатранспортное обозрение. – 2001. – № 37.
3. Смышляев А. Охотники за самолетами// Jet. – август, 2006.
4. Никольская О. Чартеры как предчувствие // Туризм и отдых. – 2007. – № 9 (05.03.2007).
5. Карпачева Татьяна Александровна, Вишнякова Алена Александровна. Актуальность чартерных перевозок // Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык. 2016. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnost-charternyh-perevozok> (дата звернення: 15.07.2019).

ДИНАМІКА АТОМІВ НАНОКЛАСТЕРІВ З ГЕКСАГОНАЛЬНОЮ ГРАТКОЮ

Сингаївський В. В.,

*магістрант кафедри фізики твердого тіла
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»
м. Київ, Україна*

В галузі наноелектроніки забезпечення стійкості наноструктур – одне з питань, якому слід приділяти увагу, адже з часом наноструктури розпадаються. У той же час, завдяки розпаду наноструктур, можна отримувати нові об'єкти нанорозмірів з іншими властивостями. Окремою темою для дослідження є процес розпаду нанопроводу на ланцюжок невеликих кластерів. У наноелектроніці такі ланцюжки використовуються як хвилепроводи. Виготовлення таких хвилюководів методом отримання окремих наночастинок і їх подальшого упорядкованого розташування на підкладці – процес, складний в реалізації і керуванні. Більш перспективним є інший спосіб – розташувати на підкладці нанопровід, і за певних умов він через 15–30 хвилин сам розпадеться на ланцюжок нанокластерів, періодичність і розмір яких визначає належний температурний режим.

Математичне моделювання процесів розпаду проводів нанорозмірів є досить актуальною темою у наш час, оскільки воно є чудовим аналогом складних і дорогих експериментів. Дослідження професора Горшкова В. М., описані в «J. Appl. Phys., December 2017» показали, що кристалічна будова нанопроводу має суттєвий вплив на динаміку приповерхневих шарів атомів. При цьому, було з'ясовано, що

можна керувати швидкістю розпаду нанопроводу, формою нанокластерів та їх розміром. Але в останній час постала зворотна проблема. Утримуючи нанопровід від розпаду, сформувати на його поверхні окремі упорядковані нанокластери в режимі дифузійного осадження на його поверхню «вільних» атомів [1].

У роботі «Long-term stability of Cu surface nanotips» наведені результати комп'ютерного моделювання процесів поверхневої дифузії атомів нанокластерів міді з гексагональною структурою кристалічної кратки. Проведено дослідження стабільності і часу життя тонких наностержнів на поверхні міді (Cu) при різних температурах з точки зору дифузійних процесів. Для цієї мети дослідники розробили поверхневу кінетичну модель Монте-Карло, в якій процеси стрибків описуються табличними попередньо розрахованими енергетичними бар'єрами.

В роботі показано, що при кімнатній температурі характеристики нанокластера досить стабільні. Проте, було виявлено, що стабільність сильно залежить від зміни температури і напрямку осей, вздовж яких ростуть наностержні. Наприклад наностержні, побудовані уздовж кристалографічних напрямків (110), виявилися значно більш стабільними, ніж орієнтовані в кристалографічних напрямках (100) або (111).

Модель Kinetic Монте-Карло гарно підійде для моделювання процесів динаміки атомів на поверхні, що було підтверджено результатами даної роботи. Також слід зазначити, що модель Монте-Карло на два порядки обчислювально швидша в порівнянні з іншими моделями [2].

У роботі «Diffusive growth of metallic nano-particles: numerical investigations and different shape formation rules» показано, що:

- Форма металевих нанокристалів може бути близька до багатогранника Вульфа тільки при повільному зростанні, коли форма наночастинки головним чином визначається дрейфом атомів.

- Нанокристал зростає в нерівноважному режимі, однак це не виключає утворення правильних багатогранників, якщо швидкість росту не перевищує порогову, характерну для заданої кристалічної решітки.
- Зростання кластера може бути контрольованим за допомогою управління основними параметрами системи – концентрацією вільних атомів і температурою.
- Еволюція форми наночастинки в значній мірі визначається взаємним зв'язком між конфігурацією цієї поверхні в поточний момент часу і просторовим розподілом щільності дифузійних потоків поблизу поверхні наночастинки, які концентруються в зонах більшої кривизни поверхні.
- Зміною параметрів системи можна домогтися нестійкого зростання кластера.
- Можливе збудження багатомодного режиму нестійкості зростання поверхні, що продемонстровано на прикладі гексагональної щільно упакованої решітках [3].

Обрана тема є досить актуальною для проведення подальших досліджень та виявлення закономірностей перебігу змін форми нанокластерів та динаміки атомів у різних температурних режимах. Окрему увагу слід приділити моделі Монте-Карло, що дозволяє оптимізувати процес моделювання.

Література:

1. Електронний ресурс. Доступ до даних за посиланням: <https://kpi.ua/1732-3>
2. Long-term stability of Cu surface nanotips V Jansson¹, E Baibuz¹ and F Djurabekova¹ ¹ Helsinki Institute of Physics and Department of Physics, P.O. Box 43 (Pehr Kalms gata 2), FI-00014 University of Helsinki, Finland. <https://bitly.su/CIFo>

3. Diffusive growth of metallic nano-particles: numerical investigations and different shape formation rules. V. Gorshkov, V. Privman, A. Zavalov

ПІДГОТОВКА МЕТАЛЕВОГО ЗРАЗКА ДО ВИВЧЕННЯ ЙОГО МІКРОСТРУКТУРИ МЕТОДОМ ФРАКТАЛЬНОГО АНАЛІЗУ

Штофель О. О.,

асистент кафедри загальної

фізики та фізики твердого тіла

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут

імені Ігоря Сікорського»

м. Київ, Україна

Чижська Т. Г.,

старший викладач кафедри загальної

фізики та фізики твердого тіла

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут

імені Ігоря Сікорського»

м. Київ, Україна

Дослідження структури методом оптичної мікроскопії, запропоноване П. П. Аносовим у 1831 році, широко використовується для вивчення будови металів і для їх технічного контролю. Це пояснюється тим, що між структурою металу, видимої в оптичному мікроскопі, і багатьма його властивостями існує певний зв'язок. Мікроаналіз дозволяє в багатьох випадках пояснити причини зміни властивостей сплавів в

залежності від зміни хімічного складу, умов обробки, а також після певного експлуатаційного терміну. Новим способом вивчення структури є і метод фрактального аналізу, мета якого пошук взаємозв'язків структури металу і зміни його фізико-механічних властивостей. При вивченні даного питання періодично виникає питання про правильність підготовки зразків.

Фрактал – це бескінченно самоподібна геометрична фігура, кожен фрагмент якої повторюється при зміні масштабу [1; 2]. Можемо вважати метал фракталом, адже кожен метал має певну кристалічну решітку, а кристали металів зазвичай мають невеликі розміри, тому металевий виріб складається з великого числа кристалів. Кристали неправильної форми в полікристалічному агрегаті зветься зернами. Відповідно, метод фрактального аналізу спрямований на вивчення форми, розміру, розташування зерен в металі. Зерна можуть складатися з фрагментів, розорієнтованих лише на кілька градусів. Фрагменти складаються з блоків, розорієнтованих на дуже невеликі кути – в кілька хвилин. Блоки мозайки дуже малі, але помітні під електронним мікроскопом. Якщо фрагменти великі, то вони добре видні при вивченні під оптичним мікроскопом (рис. 1) [3, с. 13].

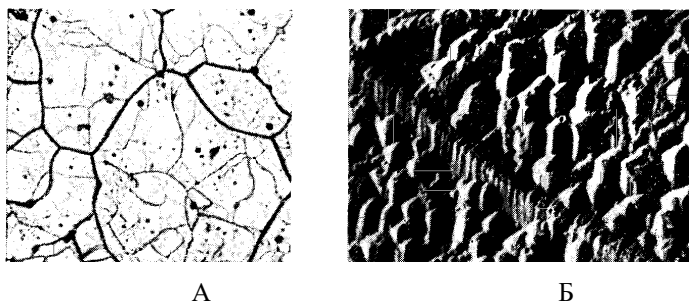


Рис. 1. А – Зерна фериту (потовщені кордони) і фрагменти (тонкі лінії кордонів) $\times 250$; Б – блок-структура зерна фериту (межа фрагментів і блоку мозайки) $\times 16000$.

Фрактальний аналіз в матеріалознавстві – це математичний алгоритм виявлення єдиного числового елементу для опису багаторівневих структур, якими є, зокрема структури металів, поверхні зламів, зони руйнування, структурні кордони в'язко-крихкого переходу тощо.

Властивості окремо взятого кристала за певним напрямом залежать від того, як багато в цьому напрямку зустрічається атомів (рис. 2).

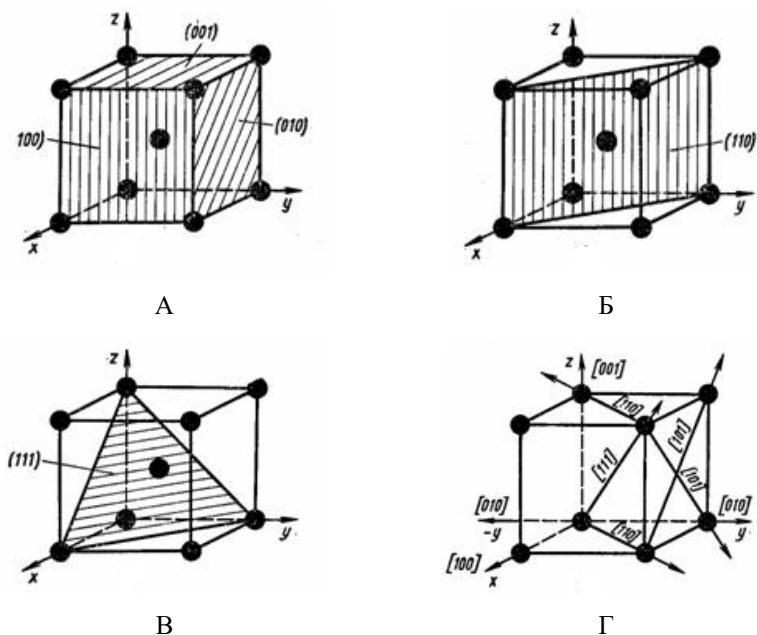


Рис. 2. Індеси кристалографічних площин (а, б, в) і напрямків (г) в ОЦК гратці.

Реальний метал складається з багатьох кристалів, розмір кожного кристала вимірюється долями міліметра, і тому в 1 см^3 металу містяться десятки тисяч кристалів. Довільність орієнтування кожного кристала приводить до того, що в будь-якому напрямку розташовується приблизно

однакову кількість різноорієнтованих кристалів. В результаті виходить, що властивості такого полікристалічного тіла однакові у всіх напрямках [4, с. 21].

Для дослідження реального металу використовують оцінку структури по зламам або на шліфах [5]. Оцінка структури досить проста, вона дає багато корисних відомостей, але підготовка зразків для вивчення структури повинна бути виконана за певними правилами і послідовностями.

Метод фрактального аналізу зарекомендував себе як новий цікавий підхід до вивчення структури металів і дефектів на металевих конструкціях. На даному етапі, метод фрактального аналізу пов'язує інформацію, отриману зі структури (фрактальну розмірність) з відповідними фізико-механічними властивостями об'єкта (частино об'єкта), з якого був взятий зразок [5].

Метал досліджують як за допомогою мікро- так і макроструктури. Мікро- та макроаналіз металів і сплавів дозволяє визначати будову металів неозброєним оком або при використанні оптичного мікроскопа. Макроаналіз є попереднім видом дослідження і дозволяє визначити види зламів, порушення суцільності металу, неоднорідності. Мікроаналіз дозволяє оцінити форми і розміри окремих фаз, зерен, включення і мікропустоти та їх розташування [6].

Виготовлення та підготовка металографічних шліфів зазвичай складається з декількох операцій:



Рис. 3. Вирізані зразки.

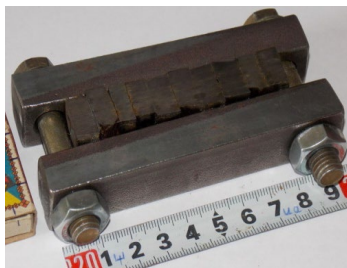


Рис. 4. Закріплення зразка у струбцинах.

1. Для початку необхідно визначитися з місцем вирізки, адже фізико-механічні властивості в тому чи іншому місці досліджуваного об'єкта можуть відрізнятися.
2. Для вирізки зразків (рис. 3) використовується іскрове різання або різання абразивним кругом.
3. Закріплення зразка у струбцинах для рівномірного шліфування (рис. 4).
- 4). Плюси даного способу – швидкий монтаж, а також мінімізація завалу крайових областей.
4. Шліфування має починатися із найбільш мелкозернистого матеріалу, здатного за 2-5 хвилини створити вихідну рівну поверхню зразка і усунути ефект вирізки. Кожна наступна операція шліфування супроводжується зменшенням зернистості застосовуваного абразиву.
5. Механічне полірування роблять на спеціальному полірувальному верстаті, диск якого обтягнутий фетром. Полірувальний диск змочують рідиною для полірування, що складається з води, в якій в підвішеному стані знаходяться дуже дрібнодисперсні частинки полірувального порошку: окис хрому, окис алюмінію, окис заліза або інші сполуки.

6. Відполірований зразок, перш за все, потрібно вивчити під мікроскопом. Вивчення нетравленого шліфа дозволяє визначити наявність дефектів (пор, тріщин, і т. п.) і неметалічних включень.

7. Поверхню відполірованого зразка потрібно промити, знежирити і висушити. Для знежирення застосовують спирт або ацетон.

Хімічне травлення розчинами – під дією хімічно активного середовища (розчинів кислот, солей, лугів і т. д.) ступінь травлення окремих зерен на поверхні мікрошліфа виявляється різною [7].

Після підготовки зразка, складним завданням залишається вибір збільшення структури під мікроскопом. Адже (рис. 1а) метод фрактального аналізу вивчає всі інформаційні кордони – як кордони зерен, так і кордони фрагментів.

Таким чином, даний підхід вивчення структури методом фрактального аналізу вимагає: якісного вибору зразків, тому що структура металу досить схильна до зміни фізико-механічних властивостей; якісної обробки зразків, тому що будь-яке пошкодження на структурі може сприйматися як інформаційний кордон; аналітичного підходу до вибору збільшення структури.

Література:

1. Метод фрактального анализа для оценки структуры конструкционных сталей О. А. Штофель – Знание, 2016.
2. Использование мультифрактального анализа для оценки свойств конструкционных сталей О. А. Штофель, М. Д. Рабкина – Universum: технические науки, 2016.
3. Гуляев А. П. Металловедение. Издательство «Металлургия», Москва – 1966.
4. Блантер М. Е. Металловедение и термическая обработка. Машгиз, 1963.

5. Вовк Я. С., Ляхман А. В., Штофель О. О. Метод фрактального аналізу як сучасний підхід до вивчення структури металлу, Розвиток сучасної науки: теорія, практика, інновації: XV Міжнародна науковопрактична інтернет-конференція: тези доповідей, Дніпро, 29 березня 2019 р. – Ч. 1. – Дніпро: ГО «НОК», 2019.
6. Приготовление образцов для металлографического исследования микроструктуры. Методические материалы к выполнению лабораторных работ по металлографии Учебное пособие. – Х.: ХНУ имени В. Н. Каразина, 2012. –18 с.
7. Макро- и микроанализ металлов и сплавов: учебно-методическое пособие к лабораторным работам по дисциплине «Материаловедение» / Л. Г. Петрова [и др.]. – М.: МАДИ, 2018. – 56 с.

ПРИРОДНИЧІ НАУКИ

СУЧАСНІ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЛІКУВАННЯ РАКУ ТА ОНКОЗАХВОРЮВАНЬ

Виноградов С. О.,

студент механіко-машинобудівного інституту

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

м. Київ, Україна

В сучасному світі використання нанотехнологій дуже актуальне – це пов’язано з можливостями, які вони відкривають людству. Зокрема, такі розробки знаходять своє застосування в медицині та біофізиці. На сьогодні симбіоз нанотехнологій та медицини є найдинамічнішим напрямком у вирішенні проблем діагностування, попередження та, в перспективі, лікування хворих на рак ще до його клінічного прояву [1].

Розміри наночастинок становлять близько однієї мільярдної частини метра. Фактично, нанометр визначає розмір найменших природних структур, що відкриває надвеликі можливості для впливу на фундаментальні частини організму – атоми та молекули. Передумовою для створення таких об’єктів стало винайдення сканувального тунельного мікроскопа Генріхом Рорером та Гердом Біннінгом з дослідницької лабораторії IBM у Цюриху 1981 р. Також варто згадати про американського науковця Еріка Дрекслера, якого вважають засновником нанотехнології через його внесок у розвиток цієї науки [2].

Наразі дуже важко попередити розвиток пухлини або раку, оскільки більшість людей виявляють їх лише через проблеми, що вже спричинені цими захворюваннями. Саме тому, однією з головних задач

нанотехнології є превентивна – у діагностуванні цих захворювань на ранніх стадіях. За останні роки, візуалізація за допомогою магнітного резонансу та комп'ютерної томографії стала основною у визначенні місцезнаходження злоякісних пухлин, однак нанотехнології планують сягнути клітинного та молекулярного рівнів візуалізації – це дозволить дослідити індивідуальність організму людини та особливості її захворювання, створити її унікальний молекулярний профіль. Зокрема це досягається за допомогою міток – до них належать квантові точки, які складаються з кількох сотень атомів. Після додавання мітки до зразка, при дослідженні його світлом певної довжини, можна дізнатися, чи відбулася реакція та відслідкувати положення ворожого білка з її допомогою. Таким чином, фіксуючи квантові точки різних розмірів на антигенах ракових клітин, можна прослідкувати їх локальне переміщення, зробити оцінку ефективності медикаментозного лікування та прослідкувати метастатичне розповсюдження хвороби, тобто побачити всі вражені області, що дуже важливо за оперативного втручання. Також слід зауважити, що сенсори на основі квантових точок дозволяють діагностувати не тільки онкологічні хвороби, а й ті хвороби, що пов'язані з патологічними змінами в клітинах людини, наприклад склеродермія та цілий ряд аутоімунних захворювань. Такі недуги зазвичай досить важко діагностувати на ранній фазі розвитку, у той час, коли ефективність лікування та можливість одужання залежать саме від вчасно виявленого типу хвороби та її особливостей [3].

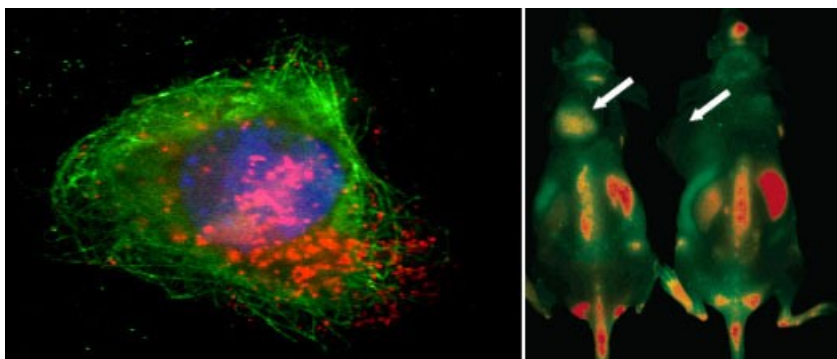


Рис. 1. Багатокольорове конфокальне флуоресцентне розподілення КТ на фоні мікроструктури кліткового цитоскелету та ядра у клітинах лінії ТНР-1 фагоцитів людини (ліворуч) та накопичення нанокристалів зкон'югованих з пептидом RGD на пухлинній ділянці, а також контрольне введення КТ без пептиду (праворуч). (CdTe нанокристали, 705 нм).

На сьогодні, з метою виявлення трансформованих клітин та метастазів до 1см, поступово впроваджується використання колоїдного золота та феромагнітних наночастинок, задля підсилення різних томографічних сигналів. Однак, дослідження в цій області тільки розпочаті, тому нанотехнології активно використовуються для вдосконалення вже існуючих методів лікування раку [4].

Окрім того, поступово поширюються розробки застосування квантових точок для виявлення шкідливих генів хвороби, яка ще не проявилася, з метою запобігання її подальшому розвитку [5].

Потреба в пошуку новітніх засобів терапії обумовлена низькою вибірковістю дії та високою токсичністю вже існуючих препаратів. Фундаментом вирішення цієї проблеми є цілеспрямована доставка активних компонентів за допомогою нанокompatитних матеріалів, до яких відносяться фолати, міцели, вуглецеві нанотрубки, тощо. Варто зазначити,

що серед усіх подібних матеріалів, найбільше увагу приділяють дендромерам та ліпосомам. Дендромери являють собою сферичні молекули з внутрішнім об'ємом, достатнім для того, аби включити в них лікарські засоби та здатністю послідовно вивільняти цей вміст, тому на сьогодні ведуться активні роботи по синтезу подібних дендромерів, що здатні самостійно вивільняти свій вміст за присутності певних пускових молекул, що перебувають у пошкоджених тканинах. Ліпосоми – це кулеподібні утворення, мембрана яких складається з фосфоліпідів та які мають порожнину всередині, здатну до заповнення ліками або розчинником. Першим препаратом в подібній формі став дексорубіцин, що вже зарекомендував себе як дієвий, при лікуванні хворих на саркому Капоші, рак молочної залози та яєчника [6].

Як і будь-якій інновації, нанотехнологіям потрібен час, аби зайняти своє місце в житті людини, зокрема в медицині. Нанооб'єкти впевнено прокладають собі шлях саме в біомедичних дослідженнях. Вже зараз ведуться активні роботи з інтегрування цієї науки в проблеми подолання онкологічних хвороб, адже потенціал подібних рішень є величезним [7].

Література:

1. Чехун В. Ф. Роль інноваційних технологій у розв'язанні проблем онкології / Вісн НАН України – 2008.
2. Nanotechnology applications in cancer. / Nie S, Xing Y, Kim G. J, Simons J. W / Annu Rev Biomed Eng – 2007.
3. Олейников В. А., Суханова А. В., Набиев И. Р. / Флуоресцентные полупроводниковые нанокристаллы в биологии и медицине. *Российские нанотехнологии*. 2, с. 160-173, – 2007.

4. C. B. Murray, D. J. Norris, M. G. Bawendi. / Synthesis and characterization of nearly monodisperse CdE semiconductor nanocrystallites. *J. Am. Chem. Soc.* 115, P. 8706-8715, – 1993.
5. Мовчан Б. А. Электронно-лучевая нанотехнология и новые материалы в медицине – первые шаги / Вісн фарма-кол фармації – 2007.
6. Hartman K. B. , Wilson L. J. , Rosenblum M. G. Detecting and treating cancer with nanotechnology. *Mol Diagn Ther* – 2008.
7. Корсунская Н. Е., Борковская Л. В., Крыштаб Т. Г., Гермаш Л. П., Печерская Е. Ю., Остапенко С., Чернокур А. «Влияние присоединения биомолекул на фотолюминесцентные и структурные характеристики квантовых точек CdSe-ZnS» // ФТП, Т. 43, № 6, стр. 804-810 – 2009.

ЗАСТОСУВАННЯ УЛЬТРАЗВУКА В ДІАГНОСТИЦІ ТА ТЕРАПІЇ

Кузь О. П.,

старший викладач кафедри загальної

фізики та фізики твердого тіла

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут

імені Ігоря Сікорського»

м. Київ, Україна

Дрозденко О. В.,

старший викладач кафедри загальної

фізики та фізики твердого тіла

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут

імені Ігоря Сікорського»

м. Київ, Україна

*Долянівська О. В.,
старший викладач кафедри загальної
фізики та фізики твердого тіла
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»
м. Київ, Україна*

Ультразвук являє собою звукові хвилі з частотою вище тої, що сприймається людським вухом. Дана межа варіюється від людини до людини і в середньому становить 20 000 Герц. Фізична природа та закони поширення є спільними для звука будь-якого діапазону частот, проте ультразвук володіє рядом специфічних властивостей, що включають:

- малу довжину хвилі, яка обумовлює променевий характер поширення ультразвукових хвиль;
- малий період коливань, що дозволяє випромінювати ультразвук у вигляді коротких акустичних імпульсів;
- можливість отримання високих значень інтенсивності коливань при малій амплітуді, що дозволяє створювати ультразвукові пучки і поля з високим рівнем енергії [1].

Сукупність даних факторів обумовлює специфічний вплив ультразвуку на середовище. Основними з ультразвукових ефектів є кавітація, емульгування та локальний нагрів, що отримали широке застосування в ультразвуковій терапії.

Апарати УЗД широко застосовуються для досліджень захворювань м'яких тканин, визначення кіст та пухлин, при обстеженні внутрішньоутробного розвитку плоду.

Ультразвуковий датчик містить один або більше кристалів з п'єзоелектричними властивостями. Якщо кристал помістити в електричне

поле, він деформується і виробляє звукові хвилі характерної частоти. Це явище називається зворотним п'єзоелектричним ефектом. Пульсуючий електричний струм, проходячи через кристали датчика, виробляє короткі імпульси звукових височастотних хвиль, сигнал від яких триває мікросекунди.

Відбитий звук виявляється тим же кристалом. Інтервали між імпульсами ультразвуку досить великі, щоб дозволити вловити і проаналізувати відображені ехо-хвилі перед посилюючою наступного імпульсу. Повертаючись ехо-хвилі викликають механічну деформацію кристала і електричні сигнали посилюються завдяки п'єзо-електричному ефекту. Ці сигнали аналізуються відповідно з силою і глибиною відображення, а потім виводяться на екран [2].

Складовими системи ультразвукової діагностики є генератор ультразвукових хвиль, який одночасно грає роль приймача відображених ехо-сигналів, та детектор (трансдюсер) – складний датчик, що складається з декількох сотень або тисяч дрібних п'єзокристалічних перетворювачів, які працюють в однаковому або різних режимах, аналогічно цифровим антенним ґраткам. Всі ультразвукові датчики поділяються на механічні та електронні [3].

Серед методів ультразвукових досліджень окремо виділяють доплерографію та ехоконтрастування.

Доплерографія – методика ультразвукового дослідження, заснована на використанні ефекту Доплера. Сутність ефекту полягає в тому, що від рухомих об'єктів ультразвукові хвилі відбиваються зі змінною частотою. Цей зсув частоти пропорційний швидкості руху лоційованих структур – якщо рух направлено в сторону датчика, то частота збільшується, якщо від датчика – зменшується [4].

Ехо-контрастування засноване на внутрішньовенному введенні особливих контрастуючих речовин, що містять вільні мікропухирці газу діаметром менше 5 мкм при їх циркуляції не менше 5 хвилин [4].

Ультразвукова терапія являє собою будь-який тип ультразвукової процедури, що має на меті досягнення певного терапевтичного ефекту. Прикладами можуть слугувати гісто- та літотрипсія, ультразвукова доставка ліків, ліпектомія і тромболізис за допомогою ультразвуку.

Найбільш широке застосування в хірургії та онкології отримав сфокусований ультразвук високої інтенсивності (HIFU). Завдяки тому, що довжина ультразвукової хвилі на мегагерцових частотах має розміри, які вимірюються в міліметрах, а ультразвуковий зонд має увігнуту форму, ультразвуковий промінь можна сфокусувати на невеликий об'єм тканини, не зачіпаючи здорову [5].

Використання HIFU дозволяє підвищити температуру в обраній області вище 55°C, що призводить до негайної загибелі клітин. Останнім часом все частіше став використовуватись також механічний (кавітаційний) режим впливу. Даний метод видалення тканин отримав назву «гістотрипсія». Його перевагою є те, що кавітація є чутливою до зміни різних акустичних параметрів, відповідно, може бути відрегульована. При використанні термічного ефекта ультразвуку неминуче вражається певна прилегла ділянка тканини, якій передається тепло; при використанні механічної дії кавітації зона ураження тканин мінімізована. Пошук нових, ефективніших методів контролю кавітації є одним з основних напрямів досліджень в області ультразвукової терапії [6].

На окрему увагу заслуговує тема ультразвукової доставки ліків. Цей метод являє собою використання ультразвуку для посилення транспорту молекул через біологічну тканину. Він використовується у поєднанні з місцевою ін'єкцією і конвекційної доставкою. Впливаючи на

уражену тканину фокусованим ультразвуком, вдається збільшити її проникність для лікарського препарату і тим самим значно підвищити ефективність його дії. Сфокусований ультразвук є схожим до HIFU, але застосовується до тканин за значно меншої потужності [7].

Таким чином, завдяки своїм фізичним особливостям та специфічній дії на біологічні середовища ультразвук отримав широке застосування в діагностиці та терапії. Основою ультразвукової діагностики є здатність звукових хвиль відбиватись від різних структур організму, що завдяки малій довжині хвилі та малому періоду коливань забезпечує високу точність результату. Ультразвукова терапія заснована на локальному нагріві та кавітації під дією ультразвуку. Даний метод терапії показує високу ефективність, проте потребує вдосконалення та подальших досліджень методів контролю кавітаційного та термічного впливу.

Література:

1. Ультразвук. *Советская энциклопедия* / глав. ред. И. П. Голямина. М., 1979. С. 9-12
2. Физика визуализации изображений в медицине: в 2 т. / Москва : Мир, 1991. Т. 2: Ультразвуковая диагностика / перевод с англ. под ред. С. Узбба. 45 с.
3. Лучевая диагностика: учебник Т. 1. / под ред. Г. Е. Труфанова. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009. С. 39-40.
4. Слюсар В. И. Ультразвуковая техника на пороге третьего тысячелетия. *Электроника: наука, технология, бизнес*, 1999. № 5. С. 50-53.
5. Robertson V J, Baker K G. A review of therapeutic ultrasound: effectiveness studies. *Physical Therapy* 2001; 81 (7): С. 1339-1350.
6. Andrew K W, Chandra M S. A review of low-intensity ultrasound for cancer therapy; 2015 Apr; 41 (4): С. 905-928.

7. George Lewis Jr., William Olbricht and George Lewis Sr. (2007). "Acoustic targeted drug delivery in neurological tissue".

**ПОВЕРХНЕВИЙ НАТЯГ ВОДИ І БІОЛОГІЧНИХ РІДИН, ЙОГО
ВИМІР; ВПЛИВ ПОВЕРХНЕВО АКТИВНИХ РЕЧОВИН НА
ВЕЛИЧИНУ ПОВЕРХНЕВОГО НАТЯГУ; БІОЛОГІЧНА РОЛЬ**

Кузь О. П.,

*старший викладач кафедри загальної
фізики та фізики твердого тіла
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»
м. Київ, Україна*

Дрозденко О. В.,

*старший викладач кафедри загальної
фізики та фізики твердого тіла
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»
м. Київ, Україна*

Долянівська О. В.,

*старший викладач кафедри загальної
фізики та фізики твердого тіла
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут*

Поверхневий натяг є одним з факторів, що визначає форму клітини і її частин. Малий поверхневий натяг дозволяє клітинам легко ізолюватися одна від одної. Окремі види клітин (напр., лейкоцити і яйцеклітини) при звільненні від дії поверхневого натягу набувають форму кулі і втрачають активність. До локальних змін поверхневого натягу належить важлива роль в процесах сприйняття і передачі нервових імпульсів, в фагоцитозі, піноцитозі, гастрюляції, амебодному русі і, особливо, в проникності клітинних мембран.

В останні роки широко обговорюється роль інформаційно збагаченої або активованої води в процесах утворення біологічних відгуків. До активуючих воду чинників відносять термічну, електричну та електромагнітну обробки, намагнічування, замерзання-розтавання, механічну обробку (вплив відцентрової сили, створення великих швидкостей потоку, різке гальмування струменя води, що рухається), насичення повітрям і озоном, тощо.

Під час обробки води, зазначеними факторами, кожна одиниця її об'єму отримує енергію, в результаті чого руйнуються водневі зв'язки [1], що сприяє утворенню вільних радикалів або зміні властивостей і структури агрегатів – кластерів [2; 3], що відповідають за фізико-хімічні властивості води. В процесі активування довгі молекулярні ланцюжки (H_2O) n – асоціати – розриваються. Це призводить до зменшення когезії – сил зчеплення між молекулами води і відповідно до зменшення величини коефіцієнта поверхневого натягу σ .

Для знаходження коефіцієнта σ ми користувалися методом визначення висоти підняття води по капілярних трубках.

У наших дослідях використовувалися три капілярні трубки, що мають різні внутрішні радіуси (які визначалися за допомогою оптичного мікроскопа): 0,193; 0,718 і 1,33 мм. [4].

Капілярні трубки в загальному тримачі встановлювалися вертикально і опускалися в кювету з досліджуваною водою на глибину, що на 6-8 см перевищує необхідну для проведення дослідів. У цьому положенні трубки залишали на 5-6 хвилин, щоб стінки їх каналів змочувалися. Потім трубки піднімали так, щоб нижні кінці капілярів залишалися у воді на глибині близько 0,5 см. Закріпивши в такому положенні капіляри в штативі, за допомогою катетометра в них вимірювали висоту підняття води і до кожного відліку додавали поправку на меніск. У наших дослідях використовувався катетометр марки В-630. Точність визначення рівня рідини в капілярах і в кюветі становила 0,01 мм. Перед кожним вимірюванням капіляри очищали за відомою методикою [5].

У всіх експериментах суворо контролювалися чистота капілярів, сталість температури ($t = 24-26^{\circ}\text{C}$), висота води в кюветі, глибина занурення капілярів тощо.

Результати вимірювань занесені в табл. 1. У всіх випадках фізичному впливу піддавалася водопровідна вода, відстояна протягом 24 годин.

Таблиця 1

Значення коефіцієнта поверхневого натягу питної водопровідної води при різних фізичних впливах

Вода	$\sigma, 10^3$ Н / м	$\alpha, \%$
Дистильована	71,35	4,82

Питна, водопровідна	62,98	7,82
Відстояна протягом 24 год, водопровідна	67,91	0
Піддається впливу електричного розряду	61,8	9,88
Тала	60,43	12,37
Насичена повітрям	62,27	9,05
Насичена озоном:		
- через 10 хв. після барботування	58,35	16,38
- через 1,5 години після барботування	62,32	8,96
Піддається впливу НВЧ хвиль протягом:		
- 10 хвилин	62,61	8,46
- 30 хв	57,96	17,16

У таблиці наведені середні значення σ , виміряні одночасно трьома капілярами.

Як видно з таблиці, величина коефіцієнта σ , знайдена нами для дистильованої води, досить близька до літературних даних [1]. Значення коефіцієнта σ для прісної води, взятої з міського водопроводу, майже збігається з σ для води, насиченої повітрям. Цей збіг, мабуть, пов'язаний з тим, що вода в водопровідну мережу подається потужними насосами, хлорована, в результаті чого вона має підвищену насиченість газом.

Озонування води спочатку значно знижує її поверхневий натяг [6], але через 1,5 години після озонування σ майже збігається з коефіцієнтом поверхневого натягу вихідної води без озонування. Зменшення величини σ озонованої води з плином часу пов'язано, вірогідно, з розщепленням молекул озону.

Як видно з таблиці, такий порядок зменшення поверхневого натягу спостерігається і для талої води, а також для води, що піддається електричній обробці.

Досліди показали, що опромінення води електромагнітним випромінюванням викликає зменшення поверхневого натягу, причому це зменшення залежить від часу її обробки. Для усунення певною мірою процесу нагріву позаклітинної води під час експозиції ми пропонуємо сантиметровий діапазон випромінюваних електромагнітних хвиль. Вимірювання σ відстояної протягом 24 годин води проводилися до і після 10- і 30-хвилинного опромінення.

Таким чином, в експериментах, пов'язаних з біологічними відгуками, неодмінно повинні досліджуватися початкові показники самого розчинника, тобто води, щоб визначити внесок енергоінформаційного впливу на власні параметри останньої або побічно на показник її активності.

Література:

1. Карюхіна Т. А., Чурбанова І. М. Хімія води і мікробіологія. М. : Стройиздат, 1983. С. 14.
2. Вода в дисперсних системах. Під. ред. Б. В. Дерягіна і ін. М. : Хімія, 1989. С. 132.
3. Дерягин Б. В., Чураев Н. В., Муллер В. М. Поверхневі сили. М. : Наука, 1987. С. 359.
4. Фізичний енциклопедичний словник. М. : 1962 т. 2, с. 277 (608); 1965, т. 4, с. 56 (592).
5. Фізичний практикум. Під ред. В. І. Івероновой М. : Наука, 1967. т. 1, с. 240.
6. Кожинов В. Ф., Кожинов І. В. Озонування води. М. : Стройиздат, 1974. С. 18.

ВПЛИВ ОБІРВАНИХ ЗВ'ЯЗКІВ ТА МЕЖ ЗЕРЕН НА ПРОЦЕСИ ЗАХВАТУ ТА РЕКОМБІНАЦІЇ У ПОЛІКРИСТАЛІЧНОМУ 3С SiC

Савченко Д. В.,

*кандидат фізико-математичних наук,
асистент кафедри загальної фізики та фізики твердого тіла
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
м. Київ, Україна*

Родіонов В. М.,

*кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник,
доцент кафедри загальної фізики та фізики твердого тіла
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
м. Київ, Україна*

Шаніна Б. Д.,

*доктор фізико-математичних наук, професор,
провідний науковий співробітник відділу оптики та спектроскопії
напівпровідникових і діелектричних матеріалів
Інститут фізики напівпровідників ім. В. Є. Лашкарьова НАН України
м. Київ, Україна*

Відомо, що полікристалічний карбід кремнію (SiC) 3С політипу застосовується для виготовлення флуоресцентних шарів SiC, мікронагрівачів, силових перемикачів, сонячних елементів. У даній роботі зразки об'ємного полікристалічного карбід кремнію (SiC) 3С політипу п- та р-типу були досліджені за допомогою методу електронного

парамагнітного резонансу (ЕПР), вимірювання температурної залежності електричної провідності на постійному струмі, фотопровідності, а також вимірювання часороздільного спаду фотопровідності. Зразки було отримано методом термічного розкладу парів метилтрихлорсилана в атмосфері водню [1]. Було досліджено зразки: отримані в звичайних умовах (n-типу) з концентрацією донорів $(N_D - N_A) = 2 \cdot 10^{18} \div 5 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$, та леговані домішкою бора в процесі отримання (р-типу) з різною концентрацією (9-25 мг/л).

У спектрах ЕПР полікристалічного 3С SiC n- та р-типу, виміряних за $T = 297 \text{ К}$, було виявлено три сигнали з ізотропними значеннями g-факторів та різною шириною лінії. Ці сигнали ЕПР були віднесені до:

- обірваних зв'язків вуглецю [2];
- обірваних зв'язків кремнію [2];
- дефекту, пов'язаному з надлишком кремнію ($\cdot\text{Si}\equiv\text{Si}_3$) [3].

У полікристалічному 3С SiC р-типу за $T < 120 \text{ К}$ додатково спостерігався квартет ліній ЕПР завдяки мілким акцепторам бора, що заміщують кубічні вузли у ґратці 3С SiC.

З теоретичного аналізу температурної залежності електричної провідності та фотопровідності, вимірної у зразках полікристалічного 3С SiC n- та р-типу у інтервалі від 80 К до 600 К, були отримано:

- енергію іонізації мілких акцепторів бору порядку $E_v + 400 \div 340 \text{ меВ}$;
- рівні залягання у забороненій зоні для пасток неосновних носіїв заряду на $E_c - 77 \text{ меВ}$ та $E_c - 92.6 \text{ меВ}$, розташовані на границях зерен.

Пастки для неосновних носіїв заряду було віднесено до обірваних зв'язків вуглецю та обірваних зв'язків кремнію в оточенні вуглецю.

У зразках полікристалічного 3С SiC р- та n-типу було проведено вимірювання часороздільного спаду фотопровідності після припинення фото збудження міжзонним світлом за $T = 80 \text{ К}$. За допомогою кінетичних рівнянь, що враховують процеси захвату, іонізації та рекомбінації

нерівноважних носіїв заряду, було теоретично описано часороздільні спади фотопровідності. Виявилось, що у полікристалічному 3C SiC р- та n-типу є два основні процеси, що відповідають за релаксації фотопровідності з часом:

- електрон-діркова рекомбінація на пастках (n-тип);
- іонізація акцепторів бора та вихід/прихід дірки на рівень бора (р-тип).

Спостережену різницю у процесі релаксації фотопровідності у полікристалічному 3C SiC р- та n-типу було пояснено присутністю потенційного бар'єру висотою порядку 8.6 меВ на границях зерен для захвату основних носіїв у полікристалічному 3C SiC р-типу. Отримані результати мають важливе технологічне значення для розробки силових перемикачів та приладів фотовольтаїки на основі полікристалічного SiC. Пастки неосновних носіїв заряду, розташовані на границі зерен, виявлені у полікристалічному 3C SiC, можуть впливати на час життя електронів у біполярних приладах. В свою чергу стани границь зерен на інтерфейсі, які є ефективними рекомбінаційними центрами для фотозбуджених носіїв, можуть впливати на функціональність сонячних елементів, створених на основі полікристалічних матеріалів.

Література:

1. Ivanova L. Preparation of polycrystalline silicon carbide by thermal decomposition of methyl trichlorosilane / L. Ivanova, A. Pletyushkin // Silicon Carbide / I. Frantsevich. – New York: Consultants Bureau, 1970. – С. 116-121.
2. Macfarlane P. Intrinsic point defects in oxidized 3C epitaxial layers on Si substrates / P. Macfarlane, M. Zvanut, G. Janowski. // J. Appl. Phys. – 2001. – Vol. 89, № 2. – P. 955-959.
3. Visible Photoluminescence In Si+-Implanted Silica Glass / [T. Shimizu-Iwayama, K. Fujita, S. Nakao et al.]. // J. Appl. Phys. – 1994. – Vol. 75. – P. 7779-7783.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ ТА ЇХ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ СТАБІЛІЗАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ІВАНО- ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Стельмахович Г. Д.,

асистент кафедри екології

Івано-Франківський національний

технічний університет нафти і газу

м. Івано-Франківськ, Україна

На відміну від багатьох інших екологічних систем, ліс – це не тільки джерело одержання різноманітної сировини, але й найбільш могутній фактор регулювання природних процесів, який можна використати з великим ефектом для поліпшення стану довкілля. Ліси являють собою найбільш крупну, найбільш складну і динамічну екологічну систему, яка має властивість саморегуляції і самовідновлення. Він значною мірою впливає на підтримання стійкості, збалансованості і взаємозв'язку між компонентами природи. Ні земля, ні вода, ні атмосфера самі по собі не можуть попередити їх забруднення чи руйнування. Ліс значно знижує інтенсивність негативного антропогенного впливу, стабілізує і відновлює природні процеси при умові, що ступінь порушеності не перевищує допустимих меж. Внаслідок притаманних їм екологічних функцій лісові насадження поліпшують клімат, регулюють водний режим, мають важливе водоохоронне, протиерозійне, санітарно-гігієнічне і культурно-естетичне значення. Особливу роль у стабілізації збалансованої взаємодії ландшафтоутворюючих компонентів відіграють водоохоронна, водорегулююча і протиерозійна функції.

Лісові ресурси – лісові багатства які складаються із деревини і продуктів побічного користування лісом (мисливство, заготівля

дикорослих рослин – грибів, ягід, лікарської сировини) у сукупності з оздоровчими (рекреаційними) та захисними (грунтозахисна, водорегулююча і водозахисна) функціями [1].

В Івано-Франківській області ліси зайняті деревно-чагарниковою рослинністю землі займають 635,8 тис. га, у тому числі чагарники – 24,6 тис. га. Площа земель лісового фонду – 626,0 тис. га. Вкритих лісовою рослинністю земель – 561,6 тис. га, лісистість території області – 40,3 % [2].

Запаси стовбурної деревини досягли 149,7 млн. м³. Приріст на одному гектарі вкритих лісовою рослинністю земель становить 4,4 м³, з них щорічно заготовлюється тільки 1,24 м³, або 28,2 %. Щорічна розрахункова лісосіка головного користування в області складає 385,8 тис. м³, або 0,26 % від загального запасу стовбурової деревини.

Функціональна структура лісів області включає 59,9 % (336,4 тис. га) лісів I групи і 40,1 % (215,2 тис. га) лісів II групи. До лісів I групи віднесені всі ліси, що розташовані вище 1100 метрів над рівнем моря. Вони виключені із розрахунку головного користування і віднесені до «протиерозійних лісів». Крім цього, до лісів I групи віднесені смуги лісів уздовж річок та інших водних об'єктів – 24,1 тис. га, протиерозійні ліси – 14,0 тис. га, уздовж залізниць і автомобільних доріг – 5,8 тис. га, ліси зелених зон навколо населених пунктів – 62,0 тис. га, ліси природно-заповідних територій – 138,8 тис. га.

У віковій структурі насаджень молодняки займають 24,4 % (139,0 тис. га), середньовікові – 54,0 % (303,3 тис. га), пристигаючі – 12,0 % (67,6 тис. га), стиглі і перестійні – 9,6 % (51,6 тис. га).

Підприємствами, зареєстрованими на території області, яким надані в користування землі лісового фонду, у 2018 р. вироблено продукції, робіт та послуг лісового господарства у фактичних цінах (без ПДВ) на суму 378,9 млн. грн., що на 7,3 % більше, ніж у 2017 р.

Рубки лісу проведено на площі 26,6 тис. га, в т.ч. головного користування – на 2,1 тис. га.

Від усіх видів рубок та проведення підготовчих робіт заготовлено 1364,1 тис.м³ деревини, що на 0,8 % менше, ніж у 2017 році, у т.ч. від рубок головного користування – 578,7 тис. м³, від рубок формування і оздоровлення лісів та інших заходів – 785,4 тис. м³.

У загальних обсягах заготовленої деревини ліквідна деревина склала 1107,4 тис. м³ (81 %), з неї 49 % – лісоматеріали круглі, 31 % – дров'яна деревина для технологічних потреб, 20 % – дрова для опалення.

Протягом 2018 року у вкриті лісовою рослинністю землі переведено 3,2 тис. га лісових культур та ділянок з природним поновленням, що на 4,5 % менше, ніж у 2017 році. Відтворення лісів здійснено на 3,7 тис. га земель лісового фонду, що на 9,4 %. більше, ніж у 2017 році, з них на 1,9 тис. га – садіння і висівання лісу, на 1,8 тис. га – природне поновлення.

Запропоновано лісозахисні заходи, що можуть сприяти поліпшенню екологічної ситуації в регіоні [2]:

- збільшення площі лісів, формування оптимальної лісистості, вікової та породної структури деревостанів у межах водозборів рік;
- відновлення деревостанів, які відповідають корінним типам лісу;
- удосконалення методики встановлення розрахункової лісосіки, забезпечення безперервного функціонування лісових екосистем та невиснажливого використання лісових ресурсів на основі екологічно обґрунтованих нормативів лісозаготівель;
- впровадження екологічно безпечних способів рубок головного користування та технології лісозаготівель на базі канатно-підвісних систем транспортування деревини, колісних тракторів гужового транспорту;

- обмеження суцільних рубок у гірських лісах, заборона вирубки пралісів, заборона суцільних рубок у дубових, букових і ялицевих старовікових (перестійних) насадженнях;
- обмеження санітарно-вибіркового рубки, проведення їх тільки на підставі заключень спеціальних комісій за участю представників територіальних органів Міністерства екології та природних ресурсів України та місцевого самоврядування;
- будівництво мережі лісових доріг;
- збільшення площі природно-заповідних територій та об'єктів, формування регіональної екологічної мережі;
- розширення енергетичного використання біомаси деревно-чагарникової рослинності (створення спеціальних енергетичних лісів на землях лісового фонду, а також у межах прибережних захисних смуг уздовж річок і на еродованих сільськогосподарських угіддях);
- пріоритетне використання лісів у екологічно-стабілізуючих, рекреаційно-туристичних і оздоровчих цілях.

Поліпшення екологічної ситуації може забезпечити також і переорієнтація економіки на формування рекреаційного комплексу, розвитку індустрії відпочинку і оздоровлення як провідної галузі виробничої спеціалізації та пріоритетного використання природно-ресурсного потенціалу Івано-Франківської області [1].

Література:

1. Адаменко О. М., Приходько М. М. Регіональна екологія і природні ресурси (на прикладі Івано-Франківської області). Підручник для студентів екологічних, географічних та геологічних спеціальностей вищих навчальних закладів. Видавництво «Таля», Івано-Франківськ, 2000 р. 278 с.
2. Генсірук І. Історія лісництва в Україні // Львів. Світ. 1990.

3. Природа Українських Карпат. Під. ред. Геренчука К. І. – Львів – Карпати, 1978.

РАЗМЕРНЫЕ ЭФФЕКТЫ ПРИ СИЛЬНЫХ ТОКАХ В СУРЬМЯНИСТОМ ИНДИИ n-ТИПА

Ужва В. И.,

*кандидат физико-математических наук, доцент,
доцент кафедры общей физики и физики твёрдого тела*

*Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»
г. Киев, Украина*

Экспериментально исследовано магнитосопротивление в полупроводнике с монополярной проводимостью, вызванное собственным магнитным полем тока. Измерения выполнены при $T = 77$ К на образцах n-InSb с различными концентрациями примеси и поперечными размерами в области электрических полей E , предшествующих междузонной ударной ионизации ($E < 200$ В/см).

В соответствии с данными [1, с. 616] в образцах с $N \approx 10^{14}$ см⁻³ электроны в основном рассеиваются на полярных оптических фононах, а в образцах с $N \gg 10^{14}$ см⁻³ – на ионизированных примесях. Оценённые по формулам работы [2, с. 94-104] коэффициенты магнитосопротивления в слаболегированных образцах были по крайней мере в 20 раз меньше, чем в сильнолегированных образцах.

Из анализа вольт-амперных характеристик (ВАХ) следует, что в слаболегированных образцах ($n = 1,3 \cdot 10^{14}$ см⁻³), где основным механизмом рассеяния электронов является рассеяние на полярных оптических

фононах, магнитосопротивление в поле тока незначительно, при этом во всей области $E \mu_n H < 1$, где H – магнитное поле тока.

Эффект возрастает по мере увеличения степени легирования, т. е. с увеличением вклада рассеяния на ионизированных примесях. Если $n = 4,5 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$, магнитосопротивление становится заметным уже в полях $E > 10 \text{ В/см}$ ($\mu_n H > 1$) и выражается в зависимости ВАХ от толщины образца (с увеличением толщины при фиксированном E ток и H увеличиваются, возрастает также магнитосопротивление, и ВАХ становятся всё более сублинейными). Отношение тангенсов углов наклона участков ВАХ, соответствующих условиям $\mu_n H \geq 1$ и $\mu_n H < 1$ достигает величины 0,35 в образцах с поперечным сечением $1,0 \times 0,16 \text{ см}$. Проводится сравнение результатов эксперимента с теорией [3, с. 1889].

Собственное магнитосопротивление следует учитывать в экспериментах по исследованию разогрева электронов в легированном сурьмянистом индии и свойств электронно-дырочной плазмы этого полупроводника.

Литература:

1. Mukhopadhyay D., Nag B. R. Indian J. Pure Appl. Phys. 1969. v. 7, p. 616.
2. Аскеров Б. М. Кинетические эффекты в полупроводниках. Ленинград: Наука, 1970, с. 304.
3. Бойко И. И. ФТТ. 1975. т. 17, с. 1889.

ВЛАСТИВОСТІ ПОКРАЩЕНИХ СЦИНТИЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ КРЕМНІЙ-ОРГАНІЧНИХ ПОЛІМЕРІВ

Чурсанова М. В.,

кандидат фізико-математичних наук,

доцент кафедри загальної фізики та фізики твердого тіла

Численні наукові та технологічні проблеми сьогодення, зокрема інтереси радіоекології та радіомедицини, вимагають вимірювання малих потоків іонізуючого випромінювання. Тому актуальною є розробка, дослідження та підвищення чутливості відповідних детекторів, а отже дослідження новітніх сцинтиляційних матеріалів. Сцинтиляторами є речовини, які здатні випромінювати світло при поглинанні іонізуючого випромінювання, причому випромінена кількість фотонів майже пропорційно залежить від поглиненої енергії випромінювання. Останні наукові дослідження [1; 2] показали, що органічні люмінесцентні матеріали та детектори іонізуючої радіації на їх основі мають ряд переваг при реєстрації легких заряджених частинок в порівнянні з неорганічними матеріалами і мають стабільний квантовий вихід у межах широкого діапазону температур. Для підвищення чутливості актуальною є проблема виготовлення детекторів з великою площею поверхні, що стає можливим завдяки використанню полікристалічних та композитних кремній-органічних матеріалів.

Порівняльні дослідження оптичних властивостей сцинтиляторів на основі монокристалів, полікристалів та розчинів стильбену [2] показали, що відносний квантовий вихід для полікристалічних матеріалів не має помітної відмінності від квантового виходу монокристалів. При цьому полікристалічні сцинтилятори не мають жодних технологічних обмежень щодо площі поверхні та конфігурації в порівнянні з монокристалами. А саме, розроблено новітню методику виготовлення полікристалічних матеріалів за допомогою гарячого пресування мікрокристалічних гранул стильбену [2]. Аналіз спектрів

фотолюмінесценції та спектрів збудження в залежності від довжини хвилі збудження, від температури в діапазоні від 5 до 280 К та від розміру гранул показав, що для полікристалічних матеріалів можливо досягти інтенсивності фотолюмінесценції що складає близько 87 % від величини для монокристалів [2].

Крім того, важливим є з'ясування механізму вивільнення носіїв із пасток, що визначає інтенсивність фотолюмінесценції. Характерною особливістю полімерів є наявність неперервного спектру енергії локалізованих станів. При опроміненні полімеру ультрафіолетовим світлом збуджуються електрони і дірки, які захоплюються локалізованими станами і при низьких температурах можуть перебувати на них довгий час. Така система з локалізованими на пастках носіями є нерівноважною. При дослідженні методом термолюмінесценції полімер нагрівається, носії звільняються із пасток та відбувається частково випромінювальна рекомбінація. Вважається, що звільнення носіїв із пасток відбувається завдяки коливальним рухам різних видів (акустичним та оптичним), але окремі коливання не виділяються і залежність інтенсивності випромінювання від температури є суцільною кривою. При цьому поглинання кванта коливань відбувається для тих локалізованих зарядів, енергія активації яких дорівнює або менша енергії кванта коливань. Оскільки існують оптичні коливання з різною енергією, можливий відрив зарядів з різних глибин залягання локалізованих станів і, отже, спостереження декількох енергій активації. Тому, незважаючи на те, що енергетичний спектр рівнів пасток в полімерах квазінеперервний і рівні заселені зовнішнім джерелом збудження неперервно, спектр енергій активації, що спостерігається методом фракційної термолюмінесценції, може бути дискретним. Ефект появи дискретних рівнів енергії активації локалізованих носіїв заряду було виявлено при дослідженні термолюмінесценції органічних полімерів PDHS та PDHGe [3; 4]. Більш

того, при порівнянні спектрів фракційної термолюмінесценції та спектрів комбінаційного розсіювання встановлено що дискретні значення енергії активації співпадають з квантом енергії молекулярних коливань, отриманим із даних по комбінаційному розсіювання світла. Також в [4] показано, що цей ефект стає менш помітним (зменшується кількість дискретних рівнів енергій активації та додаткова структура стає менш виразною) при появі неоднорідностей в полікристалічній системі і збільшенні ширини рівнів молекулярних коливань.

Література:

1. J. H. Baker, N. Z. Galunov, O. A. Tarasenko, "Variation of Scintillation Light Yield of Organic Crystalline Solids for Different Temperatures" / IEEE Transactions on Nuclear Sciences, 2008, v. 55, p. 2736.
2. N. Ostapenko, M. Ilchenko, Yu. Ostapenko, O. Kerita, V. Melnik, E. Klishevich, N. Galunov, I. Lazarev & M. Chursanova "Photoluminescence of a new polycrystalline scintillator based on stilbene" / Molecular Crystals and Liquid Crystals, 2018, v. 671:1, pp. 104-112.
3. Fluorescence relaxation kinetics of poly (methylphenylsilane) film and nanocomposites / N. Ostapenko V. Gulbinas R. Augulis A. Boiko M. Chursanova A. Volkov G. Telbiz // Nanoscale Research Letters, – 2016. – 11 (1):185, – p. 1-6.
4. N. I. Ostapenko, O. A. Kerita, Yu. V. Ostapenko, and M. V. Chursanova "Effect of the polymer ordering on the optical spectra and thermoluminescence of polygermane and polysilane films and nanocomposites" / Low Temperature Physics / Fizika Nizkikh Temperatur, 2019, v. 45, No. 7, pp. 874-880.