

## МАШИНОЗНАВСТВО

УДК 001.4:546-162

І.Г. Черниш, д.т.н., проф.

Житомирський інженерно-технологічний інститут

## СУЧАСНИЙ СТАН ТЕРМІНОЛОГІЇ ТЕРМОРОЗШИРЕНОГО ГРАФІТУ

*Зроблено аналіз існуючих термінів позначення ТРГ та проведено детальне обґрунтування нового терміну "термографеніт".*

Кристалічна структура графіту та електронна будова обумовлюють утворення сполук інтеркалювання графіту з багатьма хімічними речовинами, металами та сплавами. Можливість втілення сірчаної кислоти в графіт вперше виявив Шафхаутл у 1841 році [1]. Здатність значно збільшувати об'єм при нагріванні графіту, обробленого сумішшю сірчаної кислоти і бертолетової солі, Броді у 1859 р. застосував для очищення графіту [2]. Д.І. Менделєєв у підручнику "Основи хімії" [3] детально описував процес очищення графіту, який використовували у виробництві олівців: "...Спосіб, який запропонував для цієї мети Броді, полягає в тому, що подрібнений графіт змішують з 1/4 частиною за вагою бертолетової солі, суміш поливають подвійною за вагою кількістю міцної сірчаної кислоти і нагрівають до тих пір, поки перестануть виділятися пахучі газу; після охолодження суміш кидають у воду і промивають, потім графіт, висушують і прожарюють до червоногорозпеченого жару, при цьому графіт значно збільшується в своєму об'ємі".

Отже, Броді запропонував спосіб одержання нової структурної форми графіту, яку тепер названо "терморозширений графіт" (ТРГ).

В останні роки у зв'язку зі значним прогресом в технології одержання та застосування ТРГ в літературних джерелах, особливо в патентах, для позначення ТРГ використовують різноманітні терміни (табл. 1).

Таблиця 1.

Найуживаніші терміни позначення ТРГ

Мова літературного джерела			
Російська	Англійська	Німецька	Французька
Найуживаніші терміни			
Расширенный графит; вспученный графит; набухший графит; терморасширенный графит; пенографит; верникулярный графит; термоударный графит	Expended graphite; Exfoliated graphite; Delaminated graphite	Aufgeblöhte graphit; expandiert graphit	Graphite expanse'; graphite exfolic

Аналіз словосполучень (табл. 1), проведений нами раніше, показав, що вони не можуть вживатися як терміни. По-перше, ні окремі значення, ні сума значень слів, що використовуються у функції до слова "графіт", не відображають ні характеру фізико-хімічних процесів, які необхідно здійснювати для одержання цього матеріалу, ні його фізико-хімічних та структурних властивостей [4]. По-друге, вживані терміни не задовольняють найважливішу вимогу – бути короткими, максимально простими, більш раціональними і прийнятними для міжнародної номенклатури [5].

Так, термін "расширенный графит" означає, що частки графіту збільшені в лінійних розмірах. Але збільшення часток графіту можна досягти за рахунок теплової дії (теплове розширення матеріалів – відоме фізичне явище) або процесу інтеркалювання (рідко фазного, газофазного). Незначна тепла обробка (до 400 °С) сполук інтеркалювання графіту (СІГ) теж дає ще більш розширену форму графіту, але і за хімічним складом, і за структурними особливостями вони значно відрізняються від терморозширеного графіту. Таким чином, методи одержання "расширенного графита" мають принципову відмінність і використовують

різноманітну сировину (частки природного або синтетичного графіту, сполуки інтеркалювання графіту), а одержаний продукт відрізняється від ТРГ як хімічним складом, так і структурними характеристиками. Тому вживання терміну "розширений графіт" необхідно запровадити тільки до вищезгаданих продуктів. Цей термін потребує уточнення методу одержання продукту та його хімічного складу. До речі, Тіле у 1932 році одержав СІГ (бісульфат графіту) електрохімічним методом і вперше запропонував термін "розширення" для цих сполук [6].

У терміні "расщепленный графит" використовують російське дієслово "расщеплять", яке означає "розколювати на частки ("щепки"), роздробити, заставити розпадатися на частки" [7]. Термін "расщепление" широко застосовується у фізиці та техніці (расщепление ядра [8], расщепление слюды [9]). Англійське дієслово "exfoliate" в науці та техніці частіш за все вживають у значенні (російською мовою) "шелушить(ся)", "отслаивать(ся)".

Ні термін "расщепленный графит", ні "exfoliated graphite" не відповідають умовам одержання та структурним особливостям ТРГ, а тому не можуть нести термінологічного навантаження.

У будівельній техніці інколи використовують термін "вспученный" (вспученный перлит, вспученный вермикулит), і він вживається у випадках, коли йдеться про збільшення об'єму замкнутої структури. ТРГ одержують при термообробці сполук інтеркалювання графіту, які не є замкнутими структурами, бо процес деінтеркалювання (реакція, обернена реакції інтеркалювання) може відбуватися при звичайній температурі [4]. Російське дієслово "вспучиваться" є синонімом дієслова "набухать" і воно належить до просторіччя, тобто до слів масової розмовної мови, що їх використовують у літературній мові як стилістичний засіб для надання мові жартівливого, зневажливого, іронічного, грубуватого відтінку [10]. За таких умов даному терміну не можна віддати перевагу перед іншими вживаними термінами.

Значно пізніше з'явився термін "пенографит" (російською мовою), але обґрунтування його практично немає. Оскільки частки ТРГ є твердофазним матеріалом, то, згідно прийнятої класифікації, він мусить бути твердою піною, тобто газ у твердій речовині. Тверді піни широко використовуються в техніці, а тому термін (російською мовою) "пенографит" виник завдяки будівельній технології ("пенобетон", "пеностекло", "пенопласт"). Піноматеріал має пори у всьому об'ємі. Частки ТРГ не можна класифікувати як тверду піну. Поверхня часток ТРГ має стільникову (піздрювату) структуру, але в середині часток газові включення (пори) практично відсутні. Але якщо газові включення є, то їх певна кількість і утворюються вони шляхом "захлопування" зігнутих площин графітових шарів.

Окремі частки ТРГ не можна відносити до піноматеріалів, хоч із них можна виготовляти піноматеріал низької густини [11].

Термін "пінографіт" не дає відповіді на питання: це простий графіт синтетичного походження [12] чи ТРГ? Нами розроблено метод одержання легкогустинного (пористого) матеріалу із ТРГ [11]. Але ще є і вуглецеві піни, які, до речі, ми одержували з густиною 47–50 кг/м<sup>3</sup> [13].

З огляду на наведені приклади, термін "пінографіт" (російською мовою – пенографит) не є однозначним, та й за фізико-хімічним змістом теж не відповідає вимогам, які ставляться при розробці термінів.

Той факт, що для позначення ТРГ в кожній мові використовується декілька (а в російській мові найбільше) термінологічних словосполучень, свідчить про те, що жодне з них не є переважним і жодне з них не задовольняє вимогам, котрі ставляться до термінів. Беручи до уваги це, а також те, що ТРГ широко використовується в науці та техніці, виникла необхідність в розробці терміну, побудова якого врахувала б метод одержання (умови одержання), вихідний матеріал і його структурні особливості.

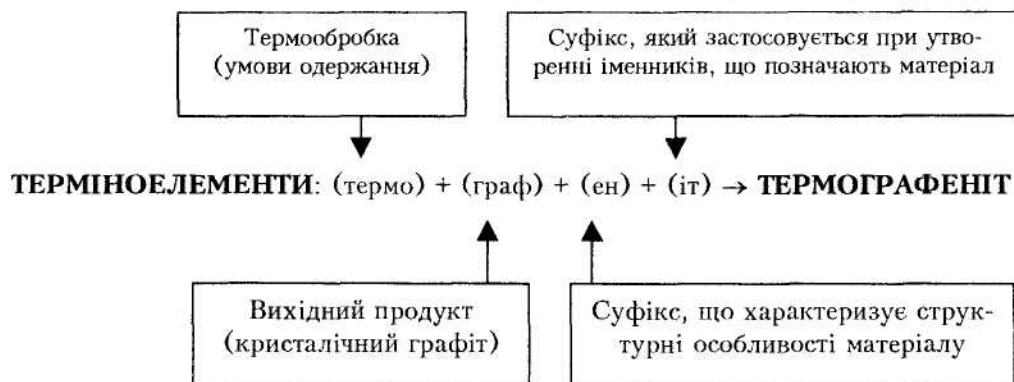
Нами раніше був запропонований термін для позначення ТРГ, але без детального обґрунтування. Враховуючи структурні особливості графіту як алотропної форми вуглецю, використання термінів "вуглецева сітка", "вуглецева пластинка", "графітовий шар", "шар графіту", "шар (сітка) вуглецевих шестикутників" неприйнятні [14]. Для побудови більш системного терміну необхідно врахувати, що суфікс -ене- (-ен-) використовується для утворення назв для конденсованих поліциклічних ароматичних вуглеводів навіть тоді, коли корінь терміну має тривіальне походження, наприклад, коронен, овален. Окремий вуглецевий шар (моношар) графітної структури розглядають як граничний член цього ряду [15], тобто

член нескінченно великого розміру. Це дає підставу вживати для позначення окремого шару (моношару) термін "графеновий шар".

Застосування терміну "графеновий шар" найбільш повно відображає структурні особливості ТРГ.

Якщо при одержанні графіту використання високих температур має свої особливості, то це враховується при розробці термінів і визначень. Так, монокристалічний графітний матеріал з високим ступенем переважної кристалографічної орієнтації відносно с-осі, перпендикулярної поверхні підкладки, отриманий осадженням із газової фази при температурах вище 1900 °С і названий у відповідності з рекомендацією Міжнародного комітету по описуванню властивостей і термінології вуглецю "піролітичний вуглець" [14].

При технологічній переробці антрацитів одержують термоантрацит і термографіт [16]:



Різні температурні режими обробки антрацитів призводять до утворення матеріалу різної структури і застосування. Так, термографіт застосовується переважно для виробництва мастильних матеріалів, а термоантрацит – для електродного виробництва і одержання карбідів кальцію та кремнію.



Із схеми видно, що термін побудований у відповідності з продуктивними способами словоутворення на основі міжнародних терміноелементів. Перший з них "thermo" є першою складовою частиною складових слів, що означають "оброблюваний, отриманий за допомогою теплоти, високих температур". Друга складова частина цього терміну – "graph" (граф), тобто терміноелемент, на основі якого побудований термін "графіт". Третій терміноелемент, "-en-" (ene) використовується для утворення назв для конденсованих поліциклічних ароматичних вуглеводів навіть тоді, коли корінь терміну має тривіальне походження, наприклад, коронен, овален. Четвертий терміноелемент широко використовувався і використовується для утворення множини іменників, які позначають мінерали, сполуки, матеріали (каолініт, вюрцит, кубаніт – кубічний нітрид бору).

Перевагою запропонованого терміну "thermographite" є його точність, однозначність, короткість, системність, фіксованість змісту. Цим, як ми вважаємо, він буде успішно виконувати не тільки номінативну функцію, але і функцію відображення змісту поняття. Дуже важливою перевагою є те, що термін "thermographite" (ТРГ, а для міжнародного позначення TEG) буде повністю інтернаціональним і може увійти до міжнародного термінологічного фонду. Застосування запропонованого терміну позбавить необхідності вживати багато словосполучень, які до цього часу використовуються в різних мовах для виконання його функцій.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. *Schaffaut P. J.* Prakt. chem. 1841, Bd. 21. – S. 155–162.
2. *Brodie B. C.* Phil. Trans. Roy. Soc. 1859, v. 149, p. 249.
3. *Менделеев Д.И.* Основы химии. – СПб, 1906.
4. *Черныш И.Г., Карпов И.И., Приходько Г.П., Шай В.М.* Физико-химические свойства графита и его соединений. – Киев: Наукова думка, 1990. – 200 с.
5. *Голуб А.М.* Систематика і термінологія в неорганічній хімії. – К.: Вид-во Київського університету, 1959. – 148 с.
6. *Thiele H.Z.* Anorg. Allg. Chem. – 1932. – 207, N 4. – S. 340–342.
7. *Ожегов С.И.* Словарь русского языка / Под ред. чл.-корр. АН СССР Н.Ю. Шведовой. – М.: Русский язык, 1987. – 750 с.
8. *Пайерлс Р.Е.* Законы природы. – М.: Гос. издат. физ.-мат. литературы, 1962. – 280 с.
9. *Соболев В.В.* Слюдопласты и их применение. – Л.: Энергоатомиздат, Ленинградское отделение, 1985. – 192 с.
10. *Александрова З.Е.* Словарь синонимов русского языка / Под ред. Л.А. Чешко. – М.: Советская энциклопедия, 1968. – 600 с.
11. А.с. 319844 СССР, М. Кл с 04 В 35/54 / И.Г. Черныш, Ю.А. Никитин, М.Л. Пятковский и др.; Заявл. 17.010.89.
12. *Костиков В.И.* и др. Гидравлика пористых графитов. – М.: Металлургия, 1987. – С. 280.
13. *Черныш И.Г.* Углеродные материалы // АН УССР – отрасли народного хозяйства: Сборник. – Киев: Наукова думка, 1988. – С. 11.
14. International committee for characterization and terminology of carbon. First publication of 30 tentative definitions // Carbon. – 1982. 20, N 5. – P. 445–449.
15. *Уббелода А.Р., Льюис Ф.А.* Графит и его кристаллические соединения. – М.: Мир, 1965. – С. 105.
16. *Клер В.Р.* Изучение и геолого-экономическая оценка качества углей при геологоразведочных работах. – М.: Недра, 1975. – С. 65.

ЧЕРНИШ Іван Григорович – доктор технічних наук, професор кафедри технології машинобудування та конструювання технічних систем Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

- технологія одержання та модифікування високотемпературних матеріалів аерокосмічного призначення;
- хімічне матеріалознавство;
- екологія;
- хімія та технологія поверхні дисперсних матеріалів.

Подано 18.01.2000.