

растворов / *Н.А. Измайлов*. – М.: Химия, 1976. – 488 с. **7.** *Плугин А.Н.* Электрогетерогенные взаимодействия при твердении цементных вяжущих: дисс. ... доктора хим. наук: 02.00.11 / Аркадий Николаевич Плугин. – К., 1989. – 282 с. **8.** *Багоцкий В.С.* Основы электрохимии / *В.С. Багоцкий*. – М.: Химия, 1988. – 400 с. **9.** *Фридрихсберг Д.А.* Курс коллоидной химии / *Д.А. Фридрихсберг*. – Л.: Химия, 1984, 337 с. **10.** *Плугин А.А.* Долговечность бетона и железобетона в обводненных сооружениях: Коллоидно-химические основы: дисс. ... доктора техн. наук: 05.23.05 / Андрей Аркадиевич Плугин. – Х., 2005. – 442 с. **11.** *Ландау Л.Д.* Электродинамика сплошных сред / *Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц*. – М.: Гостехтеориздат, 1957. – 246 с. **12.** *Каминский М.* Атомные и ионные столкновения на поверхности металла / *М. Каминский*. – М.: Мир, 1967. – 216 с.

Надійшла до редколегії 05.06.13

УДК 625.143:620.193.7

Дослідження й розвиток кількісних уявлень про мікроструктуру сталі: механічні властивості сталі залізничних рейок / Д.А. ПЛУГІН // Вісник НТУ «ХПІ». – 2013. – № 47 (1020). – (Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія). – С. 106 – 112. – Бібліогр.: 12 назв.

Представлены новые теоретические положения, и теории механических свойств стали, в частности рельсов, на основе реальной структуры и электроповерхностных свойств, явлений и процессов. Установлено, что в основе механических свойств стали лежит ее полидисперсный характер структуры, существование на поверхности зерен двойных электрических слоев и электроповерхностного потенциала, взаимодействие между зернами в виде ион - электронного притяжения в единичных контактах, латеральное отталкивание между противоионами двойных электрических слоев.

Ключевые слова: сталь, феррит, цементит, субмикроструктура, единичные контакты, железнодорожный рельс, прочность.

We present new theoretical principles and theories of mechanical properties of steel, particularly railway rails, on the basis of the actual structure and surface electrical properties, phenomena and processes. It is established that the basis of the mechanical properties of steel is its poly-dispersed character of the structure, the existence of grains on the surface of electrical double layers and surface electrical potential, the interaction between grains in the form of an ion - electron attraction in individual contacts, the lateral repulsion between counterions electrical double layers.

Keywords: steel, ferrite, cementite, submicrostructure, individual contacts, railway rails, strength.

УДК 622.012.7

Н.М. САМОЙЛЕНКО, канд. техн. наук, доц., НТУ "ХПИ"

В.І. АВЕРЧЕНКО, канд. техн. наук, доц., НТУ "ХПИ"

ІНТЕГРАЛЬНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ КРИТЕРІЙ ДЛЯ ВИБОРУ ПРОГРЕСИВНИХ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ ПРИ РОЗРОБЦІ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗБАГАЧЕННЯ ТА ОЧИСТКИ МІНЕРАЛЬНОЇ СИРОВИНИ

Показана актуальність визначення екологічності конструкції при проектуванні обладнання для збагачення та очистки мінеральної сировини. На основі бального методу оцінки розроблені показники інтегрального критерію її визначення. Наведений приклад використання даного критерію.

Ключові слова: мінеральна сировина, проектування обладнання, інтегральний екологічний критерій.

По різноманіттю та багатству своєї мінерально-сировинної бази Україна має кращі показники, ніж багато зарубіжних країн. Так, по окремим видам корисних копалин вона випереджає США, Канаду, Бразилію, Китай та провідні країни Європи. На її території розвідано більш, ніж 90 типів корисних копалин, з яких більше 30 мають особливо важливе економічне значення.

Практично усі галузі народного господарства країни забезпечені вітчизняною сировиною основного призначення та, крім того, на міжнародні ринки постачатись уран, залізна, марганцева і титанова руди, а також графіт, каолін, бентонітові та вогнестійкі глини, кам'яна сіль, високоякісна флюсова сировина, піски для скляної промисловості і інші корисні копалини. Для підвищення конкурентоспроможності на світовому ринку та ефективного використання в технологічних процесах одержання кінцевого продукту з копалини природна сировина на підприємствах України підлягає збагаченню. Але в останній час у даному напрямку з'явилися складні проблеми, що пов'язані з використанням старих технологій, недосконалого обладнання та інших технічних засобів, які потерпають швидкий знос і виходять з експлуатації. У короткий термін майже до 50 % таких фондів переходять в металевий брухт. В зв'язку з цим виникають і інші проблеми, які стосуються ресурсозбереження та охорони довкілля від забруднення.

© Н.М. Самойленко, В.І. Аверченко, Д.Є. Самойленко, 2013

Майже у всіх випадках інвестувати у мінерально-сировинний комплекс досить вигідно, і у теперішній час відзначається активізація цього процесу. Останнє спонукає до розробки та впровадження нових технологій, обладнання, оснастки та ін. При цьому стає питання вибору прогресивних проектних

рішень, для чого потрібно використовувати не тільки технічні, але й екологічні критерії, які стосуються напрямків сталого розвитку країни.

Звичайно, при проектуванні конструктор намагається забезпечити найвищі показники надійності, ресурсу роботи, високого коефіцієнту використання обладнання. В значній мірі це визначається тим, що застосовуються цінні, не рідко мало екологічні конструкційні матеріали, які роблять таке обладнання високим за ціною, але економічно вигідним при експлуатації. Такого принципу дотримуються навіть деякі світові лідери по випуску машин і механізмів. Проте нехтувати проблемами охорони довкілля у теперішній час недопустимо. В Україні розроблена досить досконала нормативно-правова база, яка закріплює вимоги охорони довкілля та ресурсозбереження. Так, наприклад, в матеріалах оцінки впливу на навколишнє середовище [1] у відомостях щодо заходів по забезпеченню нормативного стану довкілля та екологічної безпеки наводиться перелік та коротка характеристика технологічних рішень у цьому напрямку. Вони стосуються ресурсозбереження, вторинного використання відходів, очистки. Як відомо, ці матеріали розробляються перед проведенням державної екологічної експертизи, при здійсненні якої також розглядаються дані напрямки зменшення антропогенного впливу. Подальший розвиток розглянутого стосується положень екологічного аудиту. Зрозуміло, що перелічені заходи закріплені законодавчо. Крім того, тенденція застосування адміністративно-регулюючих та адміністративно-контрольних методів охорони довкілля у теперішній час вказує на подальше жорстке виконання вимог охорони навколишнього середовища та впровадження нових нормативно-законодавчих документів, які в тому числі будуть стосуватись сфери проектування. Таким чином, проектування обладнання з урахуванням принципів охорони довкілля є актуальною задачею і потребує теоретично обґрунтованих та відповідно практично реалізуємих критеріїв екологічності.

Класичний підхід до вибору конструкційних матеріалів включає:

- забезпечення необхідних механічних, фізичних, хімічних, магнітних та електромагнітних властивостей;
- високу корозійну та абразивно-ерозійну стійкість;
- довгостроковий термін експлуатації;
- низьку собівартість.

Враховуючи екологічний аспект до зазначеного слід додати такі характеристики:

- вплив матеріалів конструкції на довкілля у процесі експлуатації, їх утилізація або поховання;
- кількість матеріалів, що йде на виготовлення виробу, у тому числі рідкісних;
- застосування у якості конструкційних матеріалів вторинних ресурсів;
- здатність матеріалу обладнання (вузлів, деталей) до утилізації після закінчення строку служби;
- стратегія використання конструкційного матеріалу з точки зору його розповсюдження, наявних запасів та ринку пропозицій;
- технологія демонтажу відпрацьованих елементів конструкцій, виготовлених з різних деталей.

Таким чином, проектувальнику необхідно вибрати екологічний матеріал, під яким розуміється такий, застосування котрого приводить до мінімального впливу на довкілля, а також виснаження ресурсів і виконання певних лімітів на його використання. При розробці конструкції використовуються різні сталі, сплави металів, органічні матеріали, вторинні матеріальні ресурси і рідко чисті метали. Важливим для конструктора є визначення оптимальних співвідношень між ними таким чином, щоб вони задовольняли технічним вимогам до виробу та зазначеним екологічним аспектам. Крім того, враховується і забруднення довкілля, що має місце при його виготовленні, у тому числі відходами. Сумуючи розглянуте можливо сказати, що при проектуванні з урахуванням екологічної складової, визначається весь життєвий цикл виробництва продукції – від її народження (проектування) до поховання чи утилізації. При цьому виділяються етапи: забезпечення ресурсами виробничого процесу виготовлення виробу; здійснення основних і допоміжних операцій; його ремонт і утилізація.

Звичайно, інженер-конструктор орієнтується на маловідходну технологію, при якій шкідлива дія на довкілля не перевищує допустимі рівні, але через можливі технічні, економічні, організаційні причини частина матеріалів перетворюється у відходи і спрямовується на зберігання. Повністю реалізувати безвідхідний процес неможливо, бо як зазначається автором [2] він не існує навіть у самій природі. «Біосфера, жива речовина працює з відходами, подібно до техноречовин. Земна кора – склад відходів біосфери».

Екологічність виробу – багатофакторна характеристика, яка потребує застосування інтегрального показника (критерію). Враховуючи те, що фактори неможливо розглядати у якій-небудь стандартній одиниці виміру, то для ви-

значення критерію застосуємо бальний метод оцінки, що відповідає значенням від 0 до 10.

Інтегральний критерій екологічності проектуємої конструкції включає суму балів по показникам:

- запаси природних ресурсів по їх розповсюдженню і терміну виснаження;
- вплив матеріалів на довкілля (відомості про токсичність або категорію небезпеки);
- ресурсна характеристика (доля цінного матеріалу у виробі, використання вторинних матеріальних ресурсів; утилізація матеріалу виробу).

Перелік показників екологічності виробу та притаманні їм бали приведені в табл. 1.

Присвоєння балів показникам потребує від конструктора знання відповідної технічної інформації щодо матеріалу, який розглядається. Така інформація не систематизована у літературних джерелах, але кожен фахівець може без великих зусиль створити банк даних у тій сфері, на якій він спеціалізується і яку потребують його розробки.

Розглянемо деякі особливості визначення показника довговічності виробу, наприклад, рівному 4 роки. На практиці ця характеристика забезпечується різними технологічними прийомами.

Обладнання по збагаченню мінеральної сировини, в основному, характеризується зносом деталей та механізмів. При цьому знос матеріалу розглядається як мікроруйнування поверхневого шару в результаті багаторазового впливу на нього фізичних, хімічних, фізико-хімічних та інших чинників при русі відносно поверхні цього матеріалу зовнішнього середовища (твердого тіла, сипучого матеріалу, рідини, газу, сумішей матеріалів) або дії на неї статичної сили.

Знос класифікується на механічний (абразивний), утомний, знос як результат заїдання та корозійний знос.

Першому підлягають робочі поверхні (органи). До них відносяться лопатки, шестерні, гвинти насосів, що перекачують суспензії, які містять абразивну природну сировину, наприклад пісок та ін.

Таблиця 1 – Показники екологічності виробу

Найменування показника	Бали
1. Запаси природних ресурсів по їх розповсюдженню і терміну їх виснаження : – 15-25 років;	1

– 25-50 років;	2-3
– до 100 років;	4-6
– 100- 1000 років;	7-8
– більше 1000 років	9-10
2. Вплив матеріалів на довкілля:	
– дуже небезпечний;	1
– небезпечний;	2-3
– мало небезпечний;	4-8
– безпечний	9-10
3. Довговічність та експлуатаційна надійність:	
– 1-2 роки;	1
– 3-5 років;	2-5*
– 6-9 років;	6-9*
– 10 і більше років	10*
4. Ресурсна характеристика	
Доля цінного матеріалу у масі виробу:	
– 90-100%;	1-3
– 80-70 %;	4-6
– 60-50 %;	7-9
– менше 50 %	10
4.2. Утилізація матеріалу виробу:	
- повністю утилізується;	10
- утилізується на 50 %;	5
- утилізується на 30-20 %;	2-3
- не утилізується	0
4.3. Використання вторинних матеріальних ресурсів (ВМР) у якості конструкційного матеріалу:	
- виготовлений повністю з ВМР;	10
- виготовлений на 50% з ВМР;	5
- виготовлений на 20-30 % з ВМР;	2-3
- виготовлений повністю з первинних ресурсів	0

*з урахуванням прогресивних технологій.

Другий тип – це знос, що викликається крихкістю поверхневого шару. Він має місце, наприклад, у віджимних роликах фільтрпресів. Знос при заїданні характеризує поверхні, які труться (зубчасті передачі, гвинти насосів і т.п.). Корозійний знос викликається ерозією та експлуатацією конструкцій, які працюють, в основному, в атмосферному і водному середовищах.

Для підвищення довговічності виробів застосовують наступні засоби:

1) методи підвищення поверхневої твердості, які включають цементацію, поверхневе загартування, у тому числі лазерне, азотування, хіміко-термічну обробку, іонну імплантацію;

2) збільшення поверхні тертя та профілю направляючої сили для зменшення тиску у поверхнях, що труться;

3) прийняття заходів для зменшення корозії. До них відносяться гальванічні покриття, осадження хімічних плівок, нанесення полімерних плівок. Але так як перелічені заходи вирішують проблему руйнування шару на короткий термін, то конструкції, як правило, намагаються виготовляти із корозійно-стійких сталей;

4) зменшення тертя фосфатуванням, сульфидуванням, графітуванням та ін.;

5) застосування (якщо це можливо) змазки поверхонь, що труться.

Так як перелічені заходи самі по собі вже є забруднюючими довкілля, то конструктор повинен вибрати із них найбільш екологічний метод або найкращу із доступних технологій. Під останньою згідно принципів охорони довкілля розуміють наступне. Найкраща із доступних технологій (технічних засобів) є така, що відповідає самому сучасному ступеню науково-технічного розвитку і разом з тим практично здійснювана. Якщо вона ще не знайшла свого практичного застосування, то нею буде така технологія, яка знижує забруднення довкілля в цілому.

Припустимо, що виходячи із технічних умов довговічність виробу терміном 4 роки забезпечує підвищення поверхневої твердості методом азотування. Існує пічне та іонне азотування. Класичне пічне з екологічної точки зору не є досконалим, так як характеризується енергоємністю і супроводжується викидами забруднювачів. Іонне ж – значно економніше та нетоксичне. Отже рекомендується для застосування іонний метод азотування. За шкалою балів він відповідає значенню 5.

У якості прикладу визначення інтегрального критерію екологічності матеріалу при проектуванні конструкції розглянемо вибір матеріалу для виготовлення крильчатки насосів, що працюють в умовах перекачування суспензії, що містить частки природного абразиву. Як відомо, для таких елементів виробу досить важко забезпечення довговічної експлуатації.

Звичайно їх виготовляли із нержавіючих сталей, але у теперішній час в техніці активно використовують пластмасові матеріали і у даному випадку як альтернативу виберемо їх. Проведемо визначення критерію виходячи з того,

що крильчатку виготовляють із хромонікельової сталі або з поліефірного склопластика. Показники екологічності знаходяться по таблиці 1, при цьому обов'язково враховується вплив технологій виготовлення матеріалу на довкілля та забезпечення довговічності виробу. Результати розрахунків стосовно характеристик України приведені в табл. 2 .

Таблиця 2 – Результати розрахунків екологічності виробів

Найменування показника	Нержавіюча сталь	Скло-пластик	Примітка
1. Запаси природних ресурсів: - залізо; - хром; - нікель Всього для сталі	8 3 4 15	10	Визначається класом їх розповсюдженості та темпами використання
2. Вплив матеріалів на довкілля	7	7	Визначається з урахуванням технологічних аспектів виробництва та утилізації
3. Довговічність та експлуатаційна надійність	1	5	
4. Ресурсна характеристика 4.1. Доля цінного матеріалу у виробі 4.2 Утилізація матеріалу 4.3 Використання ВМР	7 8 3	10 6 5	При утилізації враховуються енергозатрати та забруднення довкілля. Показник використання ВМР для сталі визначається з урахуванням введення металобрухту при її виплавці.
Всього по показникам	41	45	

Одержаний результат свідчить про те, що ні один матеріал по своїй екологічності явно не перевершує інший. Кожен із них має свої проблеми по відношенню до довкілля. Очевидно, що на вибір матеріалу крильчатки насосів у даному прикладі його екологічність немає значного впливу.

Для більш детальної характеристики екологічності конструкції та вибору матеріалів для неї доцільно застосувати моделювання, наприклад, на ос-

нові графів, вершинами яких є пов'язані між собою технічні і екологічні показники.

Застосування даного критерію можливе майже при всіх видах проектування конструкцій при урахуванні вимог щодо екологічного навантаження на регіон, планах стабільного розвитку територій та ін.

Інформація даної статті буде використана в матеріалах проекту ТЕМПУС CENEAST (530603-TEMPUS-1-2012-1-LT-TEMPUS-JPCR (2012-3071/001-001)).

Список літератури: 1. Состав і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд: ДБН А.2.2.-1-2003. – [Чинний від 2004-01-04]. – К.: ДержбудУкраїни, 2004. – Режим доступу: <http://proxima.com.ua/dbn/articles.php?clause=6>. 2. Юрченко Л.І. Технології в системі економічних та соціально-економічних змін / Л.І. Юрченко. – К.: Професіонал, 2004. – 176 с.

Надійшла до редколегії 20.05.13

УДК 66.012.7

Інтегральний екологічний критерій для вибору прогресивних проектних рішень при розробці обладнання для збагачення та очистки мінеральної сировини / Н.М. САМОЙЛЕНКО, В.І. АВЕРЧЕНКО, Д.Є. САМОЙЛЕНКО // Вісник НТУ «ХПІ». – 2013. – № 47 (1020). – (Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія). – С. 113 – 120. – Бібліогр.: 2 назв.

Показана актуальність определения екологичности конструкции при проектировании оборудования для обогащения и очистки минерального сырья. На основе балльного метода оценки разработаны показатели интегрального критерия ее определения.

Ключевые слова: минеральное сырье, проектирование оборудования, интегральный экологический критерий.

Shown to determine the relevance of environmental design in the design of equipment for enrichment and purification of minerals. Based on the magnitude estimation method developed indicators of integrated criterion for determining it. The example of the use of this criterion.

Keywords: mineral raw materials, equipment design, integrated environmental criteria.

УДК 621.357.7