

Таким образом, дистанционная форма обучения инженерным дисциплинам в техническом университете на современном этапе своего развития имеет как преимущества, так и недостатки. Препятствием к полному внедрению выше упомянутой формы об-

учения, в частности в Украине, является недостаточное материально-техническое обеспечение. В то же время, опыт западной системы образования доказывает, что внедрение дистанционного образования в нашей стране является процессом неотвратимым.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Средства дистанционного обучения. Методика, технология, инструментарий. Серия «Мастер решений» / С. В. Агаонов [и др.]. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 336 с.
2. Преподавание в сети Интернет: учеб. пособие / В.И. Солдаткин [и др.]. – М.: Высшая школа, 2003. – 792 с.
3. Интернет обучение: технологии педагогического дизайна / Под ред. М.В. Моисеевой. – М.: Камерон, 2004. – 216 с.
4. Thach E.C Competencies for distance education professionals / E.C. Thach, K.L. Murphy // Educational Technology Research & Development. – Vol. 43, No.1. – 1995. – P.57–79.
5. Методологические аспекты проведения нанометрических исследований в дистанционной системе образования / Ю.Ю. Бондаренко [и др.] // Методологические аспекты сканирующей зондовой микроскопии: матер. докл. X междунар. конф., 13–16 ноября 2012 г. – Минск: Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси, 2012. – С. 115–120.
6. Прибылов, Н.Н. Лабораторный практикум по физике для дистанционного обучения / Н.Н. Прибылов, Е.И. Прибылова, С.А. Прицепова // Физическое образование в вузах. – Т. 9, № 2. – 2003. – С. 108–112.

## НАНОТЕХНОЛОГІЇ У ВИРОБНИЦТВІ ВУГЛЕЦЕВОВМІСНИХ ВОГНЕТРИВІВ

*Борисенко О. М., Логвінков С. М., Івашура А. А.*

*Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця,  
м. Харків, Україна*

Розвиток металургійної галузі призвів до зростання вимог щодо випуску високоякісних вогнетривких матеріалів, які експлуатуються в жорстких умовах. До таких матеріалів відносяться вуглецевомісні вогнетриви, які мають високу експлуатаційну надійність. В Україні випускається недостатня кількість таких вогнетривів, що пов'язано, в першу чергу, з відсутністю власної сировини, що закуповується за кордоном.

При виробництві вуглецевомісних вогнетривів зв'язка є одним з основних компонентів, яка визначає надійність, термічну стійкість, метал- та шлакостійкість. При підборі зв'язуючого враховують дві головні його функції: утворення

міцного коксового залишку під час термообробки, а також надання масі, що формується, достатньої пластичності. Кам'яновугільні пеки при термообробці виділяють канцерогенні сполуки: фенол, бензапирен, аміак та інші, норми викидів яких в навколишнє середовище різко обмежені. Високі вимоги до охорони навколишнього середовища призвели до використання в якості зв'язок синтетичних смол, що містять менше зазначених шкідливих речовин і в той же час не поступаються за властивостями пеку. Зниження концентрації шкідливих викидів досягають застосуванням синтетичних малофенольних смол. Фенолформальдегідні смоли мають високу

ступінь полімеризації, утворюють тривимірну структуру вуглецевого каркаса, забезпечуючи тим самим високу термостійкість і більший вихід коксового залишку. Їх можна використовувати в твердому і рідкому вигляді. Отже, в основі новітніх розробок лежать зв'язки з термореактивних смол в поєднанні з термообробкою з метою видалення залишкового фенолу і полімеризації смоли, що гарантує різке зниження канцерогенних речовин в процесі служби та забезпечення вуглецевмісним виробам достатніх фізико-механічних характеристик.

Для захисту вуглецю від окиснення до складу вуглецевмісних матеріалів вводять антиоксиданти: метали, карбіди, бориди та інші. Антиоксиданти не тільки перешкоджають окисненню графіту, але і мають позитивний вплив на багато властивостей вогнетривів: окиснювальні, термомеханічні, корозійні, фазовий склад матеріалу та інші. Серед добавок – антиоксидантів, які використовують для захисту вуглецевмісних інгредієнтів від окиснення, найкращими є метали, їх сплави з високою спорідненістю до кисню. Добавки уповільнюють окиснення вуглецевого компонента, так як самі окиснюються раніше і осідають в порах вогнетривкого матеріалу, знижуючи ступінь проникнення кисню всередину матеріалу. Наявність антиоксидантів підвищує термін служби вогнетривів. Застосування того чи іншого антиоксиданту обумовлюється ділянкою футеровки, де використовуються вогнетривкі матеріали. Однак єдиної думки про ефективність того чи іншого антиоксиданту у дослідників не склалося. Отже, підбір антиоксиданту і термоди-

намічна оцінка його дії є питанням затребуваним.

Все частіше у виробництві вогнетривів використовують нанотехнології, що на сучасному етапі виробництва вуглецевмісних матеріалів є затребуваним і може дати непередбачений позитивний результат. Присутність нанорозмірних елементів структури забезпечує можливість отримання більш високого рівня властивостей. Навіть незначна модифікуюча добавка наноматеріала істотно впливає на властивості кінцевого продукту. Вуглецеві нановолокна відрізняються високим ступенем графітизації і великою питомою поверхнею. Ставки робляться на вуглецеві нановолокна, вуглецеві нанотрубки та інші наноматеріали.

Одним з відомих способів підвищення термостійкості виробів є метод армування вогнетривких виробів волокнистими матеріалами. Такі включення, з одного боку, є «корисними» дефектами, які загальмовують і навіть зупиняють поширення тріщин, а з іншого боку, вони мають підвищену міцність порівняно з матричним матеріалом, зберігають міцність матеріалу, запобігаючи катастрофічному руйнуванню виробів.

Вуглецевмісні вироби мають комплекс цінних властивостей, таких, як термостійкість, висока корозійна стійкість, механічна міцність. Дослідження щодо зниження енерговитрат при збереженні високих експлуатаційних характеристик вуглецевмісних вогнетривів під час використання різних видів сировини та шляхом зміцнення вуглецевої зв'язки нанорозмірними новоутвореннями становлять значний не тільки практичний, але і науковий інтерес.