

Тоді можна описати аналіз відмов, які реалізуються в умовах експлуатації, за допомогою ступеневих логіко-імітаційних моделей. Побудова дерев відмов і їх аналіз дає можливість виявити імовірні шляхи, які ведуть до відмови долота.

Висновки. У результаті досліджено характер пошкодження та основні причини низької довговічності породоруйнівного оснащення тришарашкових бурових доліт, призначених для розбурювання особливо міцних гірських порід. Запропоновано схему виявлення параметрів елементів технологічної системи, які визначають якісні показники вставного породоруйнівного оснащення тришарашкових бурових доліт. Застосовуючи ступенево-логічний аналіз для виявлення причин відмов долота досліджено характер взаємозв'язків між кореневими чинниками (як подіями, що формуються на етапах проектування доліт та технології їхнього виготовлення) та відмовами з позиції параметрів технічного стану елементів долота. Застосування ступенево-логічних моделей уможливило не тільки виявляти причини відмов породоруйнівного оснащення бурових доліт, а й приймати коректні й обгрунтовані рішення щодо забезпечення якості процесів на основних етапах життєвого циклу виготовлення доліт. Формалізація критеріїв визначення умов мінімальних шляхів та мінімальних перерізів для ступенево-логічних моделей відмов породоруйнівного оснащення доліт уможливило застосовувати інтегровані інформаційні технології в управлінні процесами виробництва.

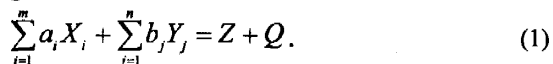
APPLICATION OF SELF-PROPAGATING HIGH-TEMPERATURE SYNTHESIS IN TECHNOLOGIES OF WEAR-RESISTANT COATINGS DEPOSITION

¹ Lutsak D.L., *Ph.D., Docent*, ² Seniutovych A.R., ² Lutsak L.D., *Ph.D., Docent*

¹ *Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,*

² *Cross-Sectoral Scientific and Production Center "Epsilon LTD"*

The technology of self-propagating high-temperature synthesis (SHS) is one of the effective technologies for manufacturing a wide range of materials and coatings including composites [1-3]. The essence of SHS technology lies in the direct synthesis of the refractory compounds in the exothermic reactions between the chemical elements. In the most general form an SHS reaction can be described as [2]:



where X_i – metal in solid state (*Al, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Mo, W*, etc.),

Y_j – metal or nonmetal in solid, liquid or gaseous state (*Al, C, B, Si, N₂, O₂, H₂, S, Se*, etc.),

Z – synthesis products (carbides, borides, silicides, nitrides, oxides, hydrides, intermetallics).

Q – thermal effect of the reaction.

Among the areas of technology, where SHS finds its widespread use, there is a number of technologies for wear-resistant coatings deposition, such as thermal spraying, weld surfacing, electrospark doping, diffusion saturation and others. At the same time, it is necessary to note that application of SHS in these technologies is possible in two fundamentally excellent methods [4]:

- 1) application of different types of source materials (powders, electrodes, etc.), obtained by the SHS method;
- 2) combining the coating deposition technology with the SHS method in a single technological cycle.

In the first case SHS is used only at the stage of manufacturing raw materials by chemical synthesis, expanding their list and ensuring the profitability and quality of the resulting compounds. It is noted [5] that in the case of powder SHS-materials usage it is possible to move away from the use of mechanical mixtures of powders, which in the end improves the uniformity of the applied coatings.

Considerably wider prospects opens the second method of combining the coating deposition technology with the SHS in a single technological cycle, since it allows combining the advantages of both SHS and specific coating deposition technology.

One of the most successful examples of such a combination is the technology of centrifugal SHS-casting or reactive surfacing with the use of thermite-type powder mixtures. This technology allows receiving ceramic and metal-ceramic coatings up to 3 mm in thickness on internal surfaces of metal pipes up to 5.5 m in length [6].

Combining SHS with the technologies of gas-thermal and plasma spraying also allows to improve the quality of the resulting coatings by increasing the thermal activity of the spray particles and increasing the adhesion strength of the spray coating to the background material [5].

Combining SHS with electric arc surfacing of wear-resistant coatings also has a number of features. As was shown at [7] such combining allows to increase the abrasive wear resistance of deposited coatings by ~ 27% in comparison with traditional electric arc surfacing. This is explained by the discovered differences in microstructure of deposited coatings.

Summing up, it is worth noting that due to the wide possibilities of SHS in obtaining a large number of refractory compounds and materials with certain physical and mechanical properties, the scope of SHS application, including technologies of wear-resistant coatings deposition, is continuously increasing.

Combining the coating deposition technology with the SHS serves as a classification feature of dividing into fundamentally excellent methods of its application in the technologies of wear-resistant coatings deposition. Having highlighted the advantages of each method, one can come to the conclusion that considerably wider prospects opens the method combining the coating deposition technology with the SHS method in a single technological cycle, since it allows since it allows combining the advantages of both SHS and specific coating deposition technology.

References:

1. Tavadze, G. F., & Shteinberg, A. (2013). Production of advanced materials by methods of self-propagating high-temperature synthesis. Springer Science & Business Media.
2. Merzhanov A. G. & Mukasyan A. S. (2007). Tverdoglennoe gorenie. Torus Press.
3. Wang, Y. F., & Yang, Z. G. (2007). Finite element analysis of residual thermal stress in ceramic-lined composite pipe prepared by centrifugal-SHS. *Materials Science and Engineering: A*, 460, 130-134.
4. Lutsak, D. L., Kryl, Ya. A., & Pylypchenko, O. V. (2015). Zastosuvannia samoposhiyruvanoho vysokotemperaturnoho syntezu v tekhnolohiiakh nanesennia znosostiikykh pokryttiv. *Rozvidka ta rozrobka naftovykh i hazovykh rodovyshch*, (2), 43-50.
5. Borisova, A. L., & Borisov, Yu. S. (2008). Ispolzovanie processov samorasprostranyayushegosya vysokotemperaturnogo sinteza v tehnologii gazotermicheskogo napyleniya pokrytij. *Poroshkovaya metallurgiya*, (1-2), 105-125.
6. Koidzumi, M. (1998). Himiya sinteza szhiganiem. Mir.
7. Lutsak, D., Prysyzhnyuk, P., & Karpash, M. (2016). Analysis of the microstructure of TiC-based surfaced layer by combining arc surfacing with self-propagating high-temperature synthesis. *Metallurgical and mining industry*, (2), 126-132.