

## Литература

1. Бережкова, Г. В. Нитевидные кристаллы [Текст] / Г. В. Бережкова. – М.: Госиздат, 1969. – 158 с.
2. Brenner, S. S. Cross Sectioning of Whiskers [Text] / S. S. Brenner, C. R. Morelock // Review of Scientific Instruments. – 1957. – Vol. 28, Issue 8 – 652 p.
3. Kamiyoshi, K. I. Sci. Repts. Inst. Ser. A [Text] / K. I. Kamiyoshi, I. Yamakami // Sci. Repts. Inst. Ser. A. – 1960. – № 28. – 258 p.
4. Захарова, М. В. ФТТ [Текст] / М. В. Захарова, А. А. Предводителев, В. Н. Ржавский, Г. В. Бережкова // ФТТ. – 1967. – № 9. – С. 997 – 1000.
5. Классен-Неклюдова, М. В. Кристаллография [Текст] / М. В. Классен-Неклюдова, В. Н. Рожанский. – 1962. – № 7. – 499 с.
6. Meyer, Y. Festkorperphysik [Text] / Y. Meyer. – Berlin 1961. – № 1. – 519 p.
7. Бокштейн, С. З. физика твердого тела [Текст] / С. З. Бокштейн, С. Т. Кишкин, И. Л. Светлов // ФТТ. – 1966. – № 8. – 688 с.
8. Wei, C. T. J. Appl. Phys [Text] / C. T. Wei. – 1959. – № 30. – 1457 p.
9. Kamiyoshi, K. I. J. Phys. Sos. Japan [Text] / K. I. Kamiyoshi, I. Yamakami, 1960. – № 15. – 1347 p.
10. Gordon, J. E. Growth and Perfection of Crystals [Text] / J. E. Gordon. – 1959. – 219 p.
11. Cabrera, N. Growth and Perfection of Crystals. N. Y., John Wiley [Text] / N. Cabrera, P. V. Price. – 1959. – № 3. – 204 p.
12. Yoshida, K. J. Appl. Phys. [Text] / K. Yoshida. – 1966. – № 5. – 405 p.
13. Кушнир, И. П. Кристаллография [Текст] / И. П. Кушнир, Л. К. Михайлова, Ю. А. Осипьян. – 1965. – № 10. – 87 с.
14. Charsley, P. Acta metallurgica [Text] / P. Charsley. – 1960. – № 8. – 353 p.
15. Bayer, P. D. J. Mater. Sci [Text] / P. D. Bayer, R. E. Cooper. – 1967. – № 2. – 301 p.
16. Кушнир, И. П. Дислокации в металлах и вопросы прочности [Текст] / И. П. Кушнир, Ю. А. Осипьян // Изд. АН СССР, 1961. – 11 с.
17. Вейк, Г. Проблемы совр. мет. [Текст] / Г. Вейк. – 1959. – № 5. – 128 с.
18. Price, P. V. Philos. Mag. [Text] / P. V. Price. – 1960. – № 5. – 1973 p.

УДК 669.268

## ВОЗНИКНОВЕНИЕ СФЕРОЛИТОВ И ПЕНТАГОНАЛЬНЫХ КВАЗИКРИСТАЛЛОВ В ЭЛЕКТРООСАЖ- ДАЕМЫХ МЕТАЛЛАХ

О. Б. Гирин

Доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой\*

E-mail: girin@ua.fm

В. И. Овчаренко

Кандидат технических наук, доцент, доцент  
кафедры\*

E-mail: kafmat@i.ua

\*Кафедра материаловедения

Украинский государственный химико-  
технологический университет  
пр. Гагарина, 8, г. Днепрпетровск,  
Украина 49005

*Виявлено утворення сферолітів та пентагональних квазікристалів у шарах електроосаджуваних металів, прилеглих до катоду. Зроблено висновок, що наявність сферолітів та пентагональних квазікристалів в електроосаджених металах є наслідком надшвидкого твердіння переохолодженої рідкої металевої фази, яка утворюється при електрохімічному осадженні металів. Одержаний результат доводить достовірність явища фазоутворення електроосаджуваних металів через стадію рідкого стану*

*Ключові слова: сфероліт, пентагональний квазікристал, рідкий стан, електроосаджений метал, переохолодження, надшвидке твердіння*

*Виявлено образование сферолитов и пентагональных квазикристаллов в слоях электроосаждаемых металлов, прилегающих к катоду. Сделан вывод, что наличие сферолитов и пентагональных квазикристаллов в электроосажденных металах является следствием сверхбыстрого затвердевания переохлажденной жидкой металлической фазы, образующейся в процессе электрохимического осаждения металлов. Полученный результат доказывает достоверность явления фазообразования электроосаждаемых металлов через стадию жидкого состояния*

*Ключевые слова: сферолит, пентагональный квазикристалл, жидкое состояние, электроосажденный металл, переохладение, сверхбыстрое затвердевание*

### 1. Введение

На основе обобщения результатов экспериментальных и теоретических исследований установлено явление

фазообразования электроосаждаемых металлов через стадию жидкого состояния [1–8]. Сущность этого явления состоит в том, что при электрохимическом осаждении металла в водной среде на твердый катод

происходит образование сильно переохлажденной металлической жидкости и сверхбыстрое ее затвердевание при температуре осаждения в виде кристаллической или/и аморфной фазы.

Следует при этом отметить два момента. Во-первых, металлическая жидкость, возникающая в микрообъемах электроосаждаемого металла, всегда находится в сильно переохлажденном состоянии. Во-вторых, металлическая жидкость электроосаждаемого металла является следствием его высокоэнергетического состояния (а не высокотемпературного, которое является частным случаем высокоэнергетического состояния).

В работах [4–8] представлены экспериментальные доказательства достоверности явления фазообразования электроосаждаемых металлов через стадию жидкого состояния. Цель данной работы состояла в дальнейшей экспериментальной проверке справедливости обнаруженного явления.

## 2. Постановка проблемы

Известно, что при незначительном переохлаждении расплава затвердевание металла обычно происходит в дендритной форме, обусловленной морфологической неустойчивостью на межфазной границе кристалл-расплав. В условиях же сильного переохлаждения расплава дендритная форма кристаллизации переходит в сферолитную [9, 10], отличительным признаком которой является наличие кристаллов радиально-лучевого строения. При этом, как показано на образцах слитков металлов, затвердевших при больших переохлаждениях, сферолиты образуются, как правило, на границе раздела металла с тиглем [11, 12].

При сверхвысоких скоростях охлаждения расплава сферолиты являются доминирующей формой кристаллизации [13–15]. Кроме того, сверхбыстрое затвердевание сильно переохлажденного расплава приводит к возникновению квазикристаллов с пентагональной симметрией [16–18], которые характеризуются аперриодическим дальним порядком в расположении атомов и отсутствием трансляционной симметрии.

Следовательно, если электроосаждаемые металлы действительно проходят стадию переохлажденного жидкого состояния и быстро затвердевают при температуре осаждения, то в их слоях, прилегающих к катоду, должны быть обнаружены сферолитные формы кристаллизации и пентагональные квазикристаллы. Возникновение в слоях электроосаждаемых металлов, прилегающих к катоду, сферолитов и пентагональных квазикристаллов, характерных для металлов, затвердевших с очень большой скоростью в условиях сильного переохлаждения, будет служить доказательством достоверности открытого явления.

## 3. Материал и методика исследования

Для проверки вышеизложенной идеи исследовали слои электроосажденных металлов (меди, свинца и кобальта), прилегающие к катоду. Чтобы осадки металлов можно было легко отделить от катода, в качестве последнего использовали пластины из полированной нержавеющей стали. Состав электролитов и режи-

мы осаждения исследуемых металлов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Состав электролитов и режимы осаждения металлов

Металл	Состав электролита, г/л	Температура электролита, °С	Плотность тока, А/дм <sup>2</sup>
Cu	CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O – 250 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> – 100	25	0,4-0,6
Pb	Pb(BF <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> – 150 HBF <sub>4</sub> – 60 H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> – 25	25	0,8-1,0
Co	CoSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O – 300 NaCl – 3 H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> – 6	25	0,1-0,3

Морфологию поверхности слоев металлов, прилегающих к катоду, исследовали с использованием растрового электронного микроскопа РЭМ-106И, работающего в режиме получения изображения во вторичных электронах. Предельное остаточное давление в колонне микроскопа (в области пушки) не превышало  $6,7 \cdot 10^{-4}$  Па, ток пушки составлял 98 мА.

## 4. Результаты электронно-микроскопического исследования металлов

В результате проведенных исследований выявили наличие сферолитов (рис. 1) в слоях электроосажденных металлов, прилегающих к катоду. Так, сферолиты электроосажденной меди (рис. 1, *a–в*) имели пирамидально-гранное строение кристаллов, радиально исходящих из одного центра. Сферолиты электроосажденного свинца (рис. 1, *г–е*) характеризовались радиально-плоскостным строением в отличие от сферолитов кобальта, которые имели лепестково-лучевое строение (рис. 1, *ж–и*). Характерным признаком сферолитной формы всех агрегатов кристаллов в слоях электроосажденных металлов, соприкасающихся с катодом, являлось то, что они имели радиально-лучевое строение и исходили из одного центра.

Квазикристаллы с осью симметрии пятого порядка, запрещенные классической кристаллографией, также были выявлены в слоях электроосажденных металлов, прилегающих к катоду (рис. 2). Такие квазикристаллы как и сферолиты, имели строение, характерное для каждого исследуемого электроосажденного металла. Например, строение пентагональных квазикристаллов электроосажденной меди описывалось пирамидально-гранными формами (рис. 2, *a*, рис. 2, *б*), в то время как такие же квазикристаллы электроосажденного свинца имели радиально-плоскостное строение (рис. 2, *в*, рис. 2, *г*).

Многообразие форм сферолитов и пентагональных квазикристаллов, хорошо выявляемых в слоях металлов, контактирующих с подложкой, свидетельствует о их существовании, что доказывает выдвинутую концепцию фазообразования электроосаждаемых металлов путем образования сильно переохлажденной металлической жидкости и сверхбыстрого ее затвердевания. Образование сферолитов и пентагональных квазикристаллов в электроосаждаемых металлах можно объяснить следующим образом.

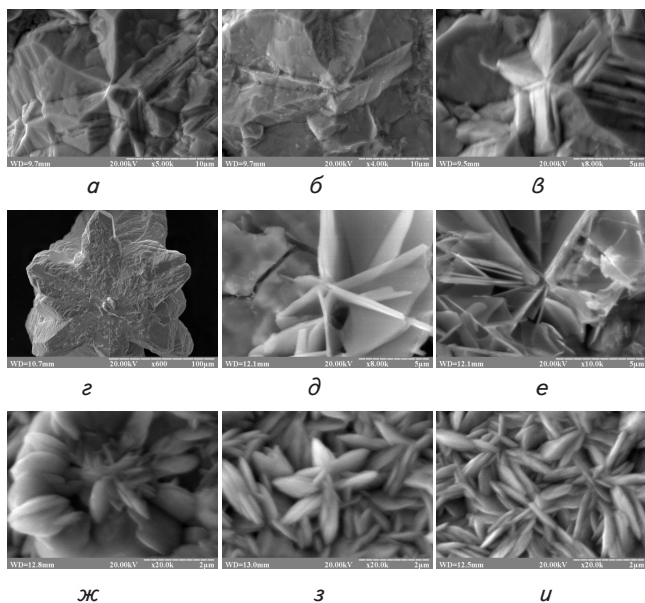


Рис. 1. Растровые электронно-микроскопические изображения слоев электроосажденных металлов, прилегающих к катоду, демонстрирующие возникновение сферолитов в: *a-б* – меди; *г-е* – свинце; *ж-и* – кобальте

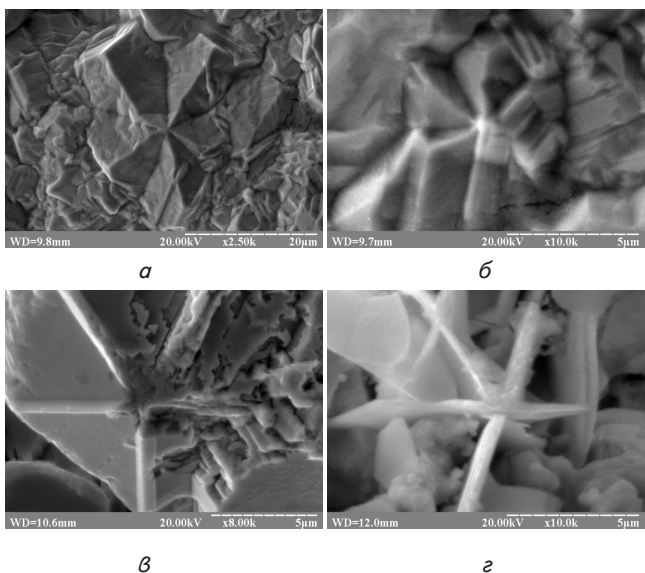


Рис. 2. Растровые электронно-микроскопические изображения слоев электроосажденных металлов, прилегающих к катоду, иллюстрирующие возникновение пентагональных квазикристаллов в: *a, б* – меди; *в, г* – свинце

В соответствии с выдвинутой концепцией, жидкое состояние электроосаждаемого металла обусловлено очень быстрым (взрывным) характером его выделения вследствие цепной реакции электрохимического образования атомов [3]. При этом в течение одного акта взрывного роста образуется в среднем 40–60 атомов. В связи с очень быстрым протеканием акта взрывного роста (примерно  $10^{-7}$  с) атомы не успевают сформировать структуру с дальним порядком в их расположении [3].

Множество таких кластеров атомов, выделяющихся лавинообразно в различных местах на поверхности катода, и в дальнейшем объединяющихся в более круп-

ные образования, представляют собой жидкую фазу электроосаждаемого металла, находящуюся в сильно переохлажденном состоянии [3]. Сверхбыстрое затвердевание сильно переохлажденной металлической жидкости приводит к возникновению в электроосаждаемых металлах сферолитов и пентагональных квазикристаллов, которые и наблюдали экспериментально (рис. 1, 2).

Следует отметить, что образование сферолитов и пентагональных квазикристаллов в слоях электроосаждаемых металлов, приграничных с катодом, является известным фактом. Так, в работе [19] с использованием метода просвечивающей электронной микроскопии установлено наличие сферолитов в электроосажденной меди, а в работе [20] – в электроосажденном кобальте и никеле. Имеются также литературные данные по исследованию квазикристаллов с пентагональной симметрией в электроосажденных металлах с гранцентрированной кубической решеткой [21–23]. Согласно результатам работы [24], именно пентагональные квазикристаллы составляют ядра сферолитов и являются зародышами кристаллизации.

Авторы данной работы проводили эксперименты по выявлению сферолитов и пентагональных квазикристаллов в электроосажденных металлах с целью экспериментальной проверки достоверности рассматриваемого явления. И экспериментальное выявление в электроосажденных металлах этих структурных особенностей, подтвержденное литературными данными, свидетельствует о сверхбыстром затвердевании переохлажденной жидкой металлической фазы, образующейся в процессе электрохимического осаждения металлов.

В литературе имеются работы [25–28], в которых формирование квазикристаллов с пентагональной симметрией и различных типов структуры (аморфной или совершенной кристаллической) в электроосажденных металлах объясняется достижением металлами высокотемпературного жидкофазного состояния в процессе их электроосаждения и последующим охлаждением. Так, в работах [25–27] по исследованию фазообразования электроосаждаемой меди показано, что « ... температура в растущем островке из-за особенностей теплообмена при электрокристаллизации в определенном диапазоне размеров островка резко возрастает (при этом она может превысить температуру плавления меди) и затем падает до температуры подложки ...» [27].

Если принять, что металлы, электроосаждаемые в водных растворах, действительно затвердевают из расплавленного состояния вследствие достижения растущими островками температуры плавления, то следует предусмотреть остановку роста островков при их нагревании свыше  $100\text{ }^\circ\text{C}$  вследствие образования слоя пара вокруг поверхности островков. При этом, учитывая, что число островков составляет  $10^5$  на  $1\text{ см}^2$  [29], процесс электрохимического осаждения будет полностью прекращен при достижении растущими островками этой температуры.

Кроме того, если металлы в процессе электроосаждения будут проходить стадию высокотемпературного жидкого состояния, то отсутствие сильного переохлаждения приведет к затвердеванию этих металлов в дендритной форме, а не в сферолитной, и отсутствию пентагональных квазикристаллов. В этой связи механизм фазообразования электроосаждаемых металлов,



предложенный в работах [25–28], представляется маловероятным.

Таким образом, наличие сферолитов и пентагональных квазикристаллов в электроосажденных металлах является следствием сверхбыстрого затвердевания переохлажденной жидкой металлической фазы, образующейся в процессе электрохимического осаждения металлов. Полученный результат доказывает достоверность явления фазообразования электроосаждаемых металлов через стадию жидкого состояния.

## 5. Выводы

1. Экспериментально выявлено образование сферолитов и пентагональных квазикристаллов в слоях электроосаждаемых металлов, прилегающих к катоду.

2. Показано, что наличие сферолитов и пентагональных квазикристаллов в электроосажденных металлах является следствием сверхбыстрого затвердевания переохлажденной жидкой металлической фазы, образующейся в процессе электрохимического осаждения металлов.

3. Образование сферолитов и пентагональных квазикристаллов в слоях электроосаждаемых металлов, прилегающих к катоду, доказывает достоверность явления фазообразования электроосаждаемых металлов через стадию жидкого состояния.

## Литература

1. Гирин, О. Б. Изменение дифракции рентгеновских лучей, рассеянных металлами в процессе их электролитического осаждения [Текст] / О. Б. Гирин, Г. М. Воробьев // Журнал физической химии. – 1988. – Т. 62, № 5. – С. 1347–1349.
2. Girin, O. B. Substructure Formation and Texture in Electrodeposits [Text] / O. B. Girin // Journal of Electronic Materials. – 1995. – Vol. 24, № 8. – P. 947-953.
3. Girin, O. B. Phenomenon of Precipitation of Metal Being Electrodeposited, Occurring via Formation of an Undercooled Liquid Metal Phase and its Subsequent Solidification. Part 1. Experimental Detection and Theoretical Grounding [Text] / O. B. Girin // Materials Development and Processing. – Weinheim : WILEY-VCH, 2000. – V. 8. – P. 183-188.
4. Girin, O. B. Phenomenon of Precipitation of Metal Being Electrodeposited, Occurring via Formation of an Undercooled Liquid Metal Phase and its Subsequent Solidification. Part 2. Experimental Verification [Text] / O. B. Girin // Materials Development and Processing. – Weinheim : WILEY-VCH, 2000. – V. 8. – P. 189-194.
5. Girin, O. B. Phenomenon of Structure Formation of Metals being Electrodeposited via a Super-Cooled Metal Liquid, and its Use for the Development of Advanced Technologies of Depositing New Types of Protective Composite Coats on Canned Food Steel Sheet [Text] / O. B. Girin // Proc. of the 5th Int. Sci. Forum AFES. – Paris: Int. Acad. of Engn, 2004. – P. 142–147.
6. Girin, O. B. Phase Transformations in the Metallic Materials being Electrodeposited and Their Application for the Development of Advanced Technologies for Anticorrosive Protection of Canned-Food Steel Sheet [Text] / O. B. Girin // Materials Science Forum. – 2007. – V. 561-565. – P. 2369-2372.
7. Girin, O. B. Phase and Structure Formation of Metallic Materials Electrodeposited via a Liquid State Stage: New Experimental Proof [Text] / O. B. Girin // Defect and Diffusion Forum. – 2010. – V. 303-304. – P. 99-105.
8. Girin, O. B. Phase Formation through a Stage of Liquid State in Metallic Materials being Electrodeposited: Recent Experimental Proofs [Text] / O. B. Girin // International Journal of Material Science. – 2012. – Vol. 2. – №4. – P. 108-118.
9. Мирошниченко, И. С. Закалка из жидкого состояния [Текст] : монография / И. С. Мирошниченко. – М. : Металлургия, 1982. – 168 с.
10. Glezer, A. M. Melt-Quenched Nanocrystals [Text] / A. M. Glezer, I. E. Permyakova. – Boca Raton : CRC Press, 2013. – 369 p.
11. Powel, G. L. F. The Undercooling of Copper and Copper-Oxygen Alloys [Text] / G. L. F. Powel, L. M. Hogan // Transactions of the Metallurgical Society of AIME. – 1968. – Vol. 242. – № 10. – P. 2133-2138.
12. Caesar, C. Undercooling and Crystal Growth Velocity During Rapid Solidification [Text] / C. Caesar // Advanced Engineering Materials. – 1999. – V. 1. – № 1. – P. 75-79.
13. Есин, В. О. Сферолитные формы кристаллизации в металлах [Текст] / В. О. Есин, В. А. Сазонова, И. А. Заблочкая // Известия АН СССР. Металлы. – 1989. – № 2. – С. 73-77.
14. Granasy, L. Growth and Form of Spherulites [Text] / L. Granasy, T. Pusztai, G. Tegze, J. A. Warren, J. F. Douglas // Physical Review E. – 2005. – Vol. 72. – № 1. – 011605.
15. Andreassen, J.-P. Investigations of Spherulitic Growth in Industrial Crystallization [Text] / J.-P. Andreassen, E. M. Flaten, R. Beck, A. E. Lewis // Chemical Engineering Research and Design. – 2010. – Vol. 88. – P. 1163-1168.
16. Shechtman, D. Metallic Phase with Long-Range Orientational Order and No Translational Symmetry [Text] / D. Shechtman, I. Blech, D. Gratias, J. W. Cahn // Physical Review Letters. – 1984. – Vol. 53. – № 20. – P. 1951-1954.
17. Tsai, A. P. Icosahedral Clusters, Icosahedral Order and Stability of Quasicrystals – a View of Metallurgy [Text] / A. P. Tsai // Science and Technology of Advanced Materials. – 2008. – Vol. 9. – P. 1-20.
18. Vekilov, Yu. Kh. Quasicrystals [Text] / Yu. Kh. Vekilov, M. A. Chernikov // Physics-Uspekhi. – 2010. – Vol. 53. – № 6. – P. 537-560.
19. Мамонтов, Е. А. Формирование сферолитов при электрокристаллизации меди на индифферентных подложках [Текст] / Е. А. Мамонтов, Л. А. Курбатова, А. П. Воленко // Электрохимия. – 1983. – Т. 19. – № 11. – С. 1546-1549.
20. Мамонтов, Е. А. Сферолиты как форма роста электролитических осадков [Текст] / Е. А. Мамонтов, Л. А. Курбатова, А. П. Воленко // Электрохимия. – 1985. – Т. 21. – № 9. – С. 1211-1214.

21. Мамонтов, Е. А. Образование пентагональных кристаллов в электролитических осадках меди и дисклинации [Текст] / Е. А. Мамонтов, Л. А. Курбатова // Электрохимия. – 1992. – Т. 28. – № 5. – С. 746-753.
22. Викарчук, А. А. Классификация структур, формирующихся при электрокристаллизации металлов с гранцентрированной кубической решеткой [Текст] / А. А. Викарчук // Электрохимия. – 1992. – Т. 28. – № 7. – С. 974-982.
23. Vikarchuk, A. A. Pentagonal Copper Crystals: Various Growth Shapes and Specific Features of their Internal Structure [Text] / A. A. Vikarchuk, A. P. Volenko // Physics of the Solid State. – 2005. – Vol. 47. – № 2. – P. 352-356.
24. Мамонтов, Е. А. О возможностях дисклинационного анализа структуры электроосажденных металлов [Текст] / Е. А. Мамонтов // Электрохимия. – 1994. – Т. 30. – № 2. – С. 170-173.
25. Викарчук, А. А. Модель начального этапа электрокристаллизации меди на индифферентных подложках [Текст] / А. А. Викарчук, А. П. Воленько, В. И. Скиданенко // Известия РАН. Серия физическая. – 2004. – Т. 68, №10. – С. 1384-1390.
26. Vikarchuk, A. A. Specific Features of Mass and Heat Transfer in Microparticles and Nanoparticles Formed upon Electrocrystallization of Copper [Text] / A. A. Vikarchuk, I. S. Yasnikov // Physics of the Solid State. – 2006. – Vol. 48. – № 3. – P. 577-580.
27. Vikarchuk, A. A. Phase Transitions in Small Particles Formed at the Initial Stages of Electrocrystallization of Metals [Text] / A. A. Vikarchuk, I. S. Yasnikov // Physics of the Solid State. – 2007. – Vol. 49. – № 1. – P. 1-5.
28. Vikarchuk, A. A. Temperature Evolution for Small Particles Formed During Electrocrystallization [Text] / A. A. Vikarchuk, Yu. D. Gamburg, I. S. Yasnikov // Russian Journal of Electrochemistry. – 2008. – Vol. 44. – № 7. – P. 857-860.
29. Vikarchuk, A. A. Initial Stage in Three-Dimensional Nucleation of Pentagonal Crystals [Text] / A. A. Vikarchuk, A. P. Volenko, Yu. D. Gamburg, V. I. Skidanenko // Russian Journal of Electrochemistry. – 2005. – Vol. 41. – № 9. – P. 996-1000.

*В роботі розглянуто процеси просочення газобетонних виробів сумішами кремнійорганічних сполук, модифікованих термопластичними полімерами та епоксидіановою смолою. Оптимальні концентрації препаратів визначалися шляхом вимірювання поверхневої адсорбції. Отримані дані підтверджувалися величинами глибини просочення, та водопоглинання зразків газобетону. Відсліджувалося підвищення фізико-механічних характеристик виробу в залежності від складу та концентрації просочуючого, і визначалась найбільш ефективна композиція*

*Ключові слова: газобетон, модифікування поверхні, поліметилфенілсилоксан, проникність, водопоглинання, межа міцності на згин, гідрофобізація*

*В работе рассмотрены процессы пропитки газобетонных изделий смесями кремнийорганических соединений, модифицированных термопластическими полимерами и эпоксидиановой смолой. Оптимальные концентрации препаратов определялись путём измерения поверхностной адсорбции. Полученные данные подтверждались величинами глубины пропитки, и водопоглощения образцов газобетона. Отслеживалось повышение физико-механических характеристик изделий в зависимости от состава и концентрации пропитки и определялась наиболее эффективная пропитка*

*Ключевые слова: газобетон, модифицирование поверхности, полиметилфенілсилоксан, проницаемость, водопоглощение, граница прочности на изгиб, гидрофобизация*

УДК 666.973.6.

## ВПЛИВ ПОВЕРХНЕВОЇ МОДИФІКАЦІЇ ГАЗОБЕТОНУ НА ЙОГО ФІЗИЧНІ ТА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

О. Ю. Лобанов

Інженер I категорії

Відділ фізико-хімічної механіки

дисперсних систем

Інститут колоїдної хімії та хімії води

ім. А. В. Думанського НАН України

бул. Акад. Вернадського, 42,

м. Київ, Україна, 03682

E-mail: alessandro87@ukr.net

В. А. Свідерський

Доктор технічних наук, професор

Завідувач кафедри хімічної технології

композиційних матеріалів

Хіміко-технологічний факультет

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056

E-mail: xtkm@kpi.ua

### 1. Вступ

Однією з умов реалізації національної програми “Доступне і комфортне житло – громадянам України”,

що передбачає збільшення об’єму будівництва житла до 2015 р. до 80 млн. м<sup>2</sup>, є значне збільшення будівельних матеріалів, і в першу чергу стінових, які складають 50–60 % від об’єму будівлі [1].