

УДК 666.913

DOI: 10.30838/P.CMM.2415.200418.140.21

МОДИФИКАЦИЯ ГИПСОВОГО ВЯЖУЩЕГО ДОБАВКОЙ BASF GLENIUM ACE 430, ТАУРИТОМ И БЕЛОЙ САЖЕЙ

ДЗЮБАН А.В.¹, к.т.н., доц.МОРОЗ Л. В.², к.т.н., доц.МОРОЗ В. Ю.³, аспирант.БИНДЮЖЕНКО С.В.⁴, магистр.ОГДАНСКИЙ И.Ф.⁵, к.т.н., доц.

¹ кафедра технологии строительного производства, ГБУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского 24а, 49000, Днепро, Украина, +38(0562) 47-02-37, e-mail: 0410dav@gmail.com, ORCID ID 0000-0002-6279-346x

² кафедра технологии строительных материалов, изделий и конструкций, ГБУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского 24а, 49000, Днепро, Украина, +38(0562) 46-93-76, e-mail: linysek-slv@i.ua, ORCID ID 0000-0003-3150-7472

³ кафедра технологии строительных материалов, изделий и конструкций, ГБУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского 24а, 49000, Днепро, Украина, +38(0562) 46-93-76, e-mail: MorozDnipro@ukr.net, ORCID ID 0000-0003-2435-8050

⁴ кафедра технологии строительных материалов, изделий и конструкций, ГБУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского 24а, 49000, Днепро, Украина, +38(0562) 46-93-76 e-mail: stasik25172517@gmail.com,

⁵ кафедра технологии строительного производства, ГБУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского 24а, 49000, Днепро, Украина, +38(0562) 47-02-37, e-mail: ivan.ohdanskvi@gmail.com, ORCID ID 0000-0001-8033-2707

Аннотация. Постановка проблемы. Гипсовое вяжущее по сравнению с другими является более экологичным и менее опасными для рабочих. Поэтому устранение недостатков гипсового вяжущего, позволит расширить сферу его применения и улучшить ряд технологических факторов. **Цель.** Получение гипсового вяжущего с повышенными прочностными характеристиками. **Методика проведения исследований.** При проведении исследований использовалась стандартная методика определения свойств гипсового вяжущего. **Основной материал.** Введение добавки Basf Glenium ACE 430 в гипсовое вяжущее позволяет снизить водогипсовое отношение на 13%, получить прирост показателей прочности при изгибе на 38,5%, а при сжатии на 45%. Таурит – это природный полимер кластерного типа, имеющий в своей структуре как органическую, так и минеральную части, не похожий на уже известные углеродсодержащие ископаемые минералы. Несмотря на увеличение водогипсового отношения, введение в состав таурита приводит к увеличению показателей прочности. При этом следует отметить, что введение в состав таурита позволяет получить абсолютно гладкую поверхность образцов – без видимых невооруженным глазом пор. **Выводы.** Введение в состав гипсового вяжущего добавки Basf Glenium ACE 430 позволяет значительно уменьшить водогипсовое отношение. Добавление к составам модифицированного вяжущего таурита приводит к незначительному увеличению водогипсового отношения и приросту показателей прочности. На основании полученных результатов были определены оптимальные составы модифицированного гипсового вяжущего.

Ключевые слова: гипсовое вяжущее, добавки пластификаторы, влияние, модификация, свойства.

МОДИФІКАЦІЯ ГІПСОВОГО В'ЯЖУЧОГО ДОБАВКОЮ BASF GLENIUM ACE 430, ТАУРИТОМ ТА БІЛОЮ САЖЕЮ

ДЗЮБАН О.В.¹, к.т.н., доц.МОРОЗ Л. В.², к.т.н., доц.МОРОЗ В. Ю.³, аспирант.БИНДЮЖЕНКО С.В.⁴, магистр.ОГДАНСЬКИЙ І.Ф.⁵, к.т.н., доц.

¹ кафедра технології будівельного виробництва, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернышевського 24а, 49000, Дніпро, Україна, +38(0562) 47-02-37, e-mail: 0410dav@gmail.com, ORCID ID 0000-0002-6279-346x

² кафедра технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського 24а, 49000, Дніпро, Україна, +38(0562) 46-93-76, e-mail: linysek-slv@i.ua, ORCID ID 0000-0003-3150-7472

³ кафедра технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського 24а, 49000, Дніпро, Україна, +38(0562) 46-93-76, e-mail: MorozDnipro@ukr.net, ORCID ID 0000-0003-2435-8050

⁴ кафедра технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського 24а, 49000, Дніпро, Україна, +38(0562) 46-93-76, e-mail: stasik25172517@gmail.com, ORCID ID 0000-0003-0759-8050

⁵ кафедра технології будівельного виробництва, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського 24а, 49000, Дніпро, Україна, +38(0562) 47-02-37, e-mail: ivan.ohdanskyy@gmail.com, ORCID ID 0000-0001-8033-2707

Анотація. Постановка проблеми. Гіпсове в'язуче порівняно з іншими є більш екологічним і менш небезпечними для робітників. Тому усунення недоліків гіпсового в'язучого, дозволить розширити сферу його застосування і поліпшити ряд технологічних чинників. **Мета.** Отримання гіпсового в'язучого з підвищеними характеристиками міцності. **Методика проведення досліджень.** При проведенні досліджень використовувалася стандартна методика визначення властивостей гіпсового в'язучого. **Основний матеріал.** Додавання до гіпсового в'язучого добавки пластифікатора Basf Glenium ACE 430 дозволяє знизити водо гіпсове відношення на 13%, отримати приріст показників міцності при згині – 38,5%, а при стиску – 45%. Таурит – це природний полімер кластерного типу, що має у своїй структурі як органічну, так і мінеральну частини, не схожий на вже відомі вуглецевімісткі копалини. Незважаючи на збільшення водогіпсового відношення, додавання до складу таурита призводить до збільшення показників міцності. При цьому слід зазначити, що введення в склад таурита дозволяє отримати абсолютно гладку поверхню зразків – без видимих незброєним оком пір. **Висновки.** Введення у склад гіпсового в'язучого добавки Basf Glenium ACE 430 дає змогу значно зменшити водогіпсове відношення. Додавання до складів модифікованого в'язучого таурита призводить до незначного збільшення водогіпсового відношення і приросту показників міцності. На підставі отриманих результатів були визначені оптимальні склади модифікованого гіпсового в'язучого.

Ключові слова: гіпсове в'язуче, добавки пластифікатори, вплив, модифікація, властивості.

MODIFICATION OF GYPSUM BENDING ADDITIVE BASF GLENIUM ACE 430, TAURITE AND WHITE SAGES

DZIUBAN O. ¹, *Ph.D., Assoc. Prof.*,
MOROZ L. ², *Ph.D., Assoc. Prof.*,
MOROZ V. ³, *postgraduate student.*,
BINDIUZHENKO S. ⁴, *magister.*,
OHDANSKYI I. ⁵, *Ph.D., Assoc. Prof.*,

¹ department of Technology of construction production, PHEI «Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», Chernyshevskogo street, 24a, 49000, Dnipro, Ukraine, +38(0562) 47-02-37, e-mail: 0410dav@gmail.com, ORCID ID 0000-0002-6279-346x

² department of Technology of building materials, products and structures, PHEI «Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», Chernyshevskogo street, 24a, 49000, Dnipro, Ukraine, +38(0562) 46-93-76, e-mail: linysek-slv@i.ua, ORCID ID 0000-0003-3150-7472

³ department of Technology of building materials, products and structures, PHEI «Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», Chernyshevskogo street, 24a, 49000, Dnipro, Ukraine, +38(0562) 46-93-76, e-mail: MorozDnipro@ukr.net, ORCID ID 0000-0003-2435-8050

⁴ department of Technology of building materials, products and structures, PHEI «Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», Chernyshevskogo street, 24a, 49000, Dnipro, Ukraine, +38(0562) 46-93-76, e-mail: stasik25172517@gmail.com

⁵ department of Technology of construction production, PHEI «Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», Chernyshevskogo street, 24a, 49000, Dnipro, Ukraine, +38(0562) 47-02-37, e-mail: ivan.ohdanskyy@gmail.com, ORCID ID 0000-0001-8033-2707

Summary. Statement of the problem. Gypsum binder in comparison with others is more environmentally friendly and less dangerous for the workers. Therefore, the deficiencies of gypsum binder, will expand its scope and improve a number of technological factors. **Goal.** Obtaining gypsum binder with high strength characteristics. **The methodology of the research.** When conducting research using the standard methods of determining the properties of the gypsum binder. **The primary material.** The addition of Basf Glenium ACE 430 additive to the gypsum binder allows to reduce the water-gypsum ratio by 13%, to obtain an increase in flexural strengths by 38.5%, and at compression by 45%. Taurite is a natural polymer of the cluster type, having in its structure both organic and mineral parts that are not similar to the already known fossil based carbonaceous minerals. Despite the increase in vodopiyanova relations, introduction to composition Taurito leads to an increase in strength. It should be noted that the

introduction of the compositions of the Taurito allows to obtain an absolutely smooth surface of the samples without visible to the naked eye since. **Conclusions.** Introduction to the composition of the gypsum binder additive Basf Glenium ACE 430 can significantly reduce vedogiovane attitude. Add to compositions of modified binder Taurito leads to a slight increase water gupsum relationships and increase strength. On the basis of the obtained results was determined the optimal compositions of modified gypsum binder.

Key words: gypsum binder, additives, plasticizers, impact, modification, properties

Постановка проблемы

Основные исследования в области строительных материалов связаны с изучением, описанием и моделированием структуры, применением различных частиц и добавок с целью направленного управления свойствами вяжущих материалов, проблемами безопасности и влияния на окружающую среду.

Большинство исследований сосредотачивалось на попытках структурирования цементных материалов и на изучении механизмов их разрушения.

В тоже время предпринимаются попытки улучшения характеристик гипсовых вяжущих [1,2,4-9] с целью устранения основных недостатков – низкой водостойкости и расширения сферы применения. Гипсовое вяжущее по сравнению с другими является более экологичным и менее опасными для рабочих. Поэтому устранение недостатков гипсового вяжущего, позволит расширить сферу его применения и улучшить ряд технологических факторов.

Цель

Получение гипсового вяжущего с повышенными прочностными характеристиками.

Материалы

Для проведения исследований были использованы следующие материалы:

1. Гипсовое вяжущее вещество марка Г5 Н- II согласно ДСТУ Б В.2.7-82 [3], производства ПАТ «Гипсовик», г. Каменец-Подольский.

2. Суперпластифицирующая добавка на основе поликарбоксилата для производства сборных железобетонных изделий и конструкций Basf Glenium ACE 430.

3. Таурит – сланцевый дисперсный порошок черного цвета, производства ТОО «ГРК «КОКСУ», республика Казахстан.

4. Белая сажа.

Методика проведения исследований

При проведении исследований использовалась стандартная методика определения свойств гипсового вяжущего по ДСТУ Б В.2.7-82 [3]. Первоначально были определены свойства (нормальная густота (В/Г), сроки схватывания ($\tau_{нач}$, $\tau_{кон}$), прочность при изгибе ($R_{изг}$) и сжатии ($R_{сж}$)) исследуемого гипсового вяжущего. Далее отслеживалось изменение свойств гипсового вяжущего в результате введения добавки Basf Glenium ACE 430. После чего был выбран состав с

наибольшим приростом прочностных показателей. Для полученного состава определено изменение свойств после введения таурита и белой сажи.

Основной материал

В результате проведенных исследований были получены изменения основных свойств гипсового вяжущего при введении добавки пластификатора Basf Glenium ACE 430. Результаты испытаний представлены в таблице 1.

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы: введение добавки Basf Glenium ACE 430 приводит к снижению В/Г отношения и небольшому замедлению сроков схватывания, а также позволяет получить прирост прочностных показателей при изгибе – 38,5%, при сжатии - 45%.

Полученный состав: гипсовое вяжущее + добавка Basf Glenium ACE 430 в количестве 2% был модифицирован путем введения в его состав таурита и белой сажи.

Таблица 1

Влияние добавки Basf Glenium ACE 430 на свойства гипсового вяжущего / Effect of Basf Glenium ACE 430 additive on the properties of gypsum binder

	Кол-во доба вки, %	В/Г	$\tau_{нач}$	$\tau_{кон}$	$R_{изг}$, МПа	$R_{сж}$, МПа
Чистый гипс	0	0,62	10 мин 10 сек	14 мин 50 сек	2,6	4
BASF Glenium ACE 430 (суперпластификатор)	1	0,57	8 мин 40 сек	11 мин 30 сек	2,68	4,24
	2	0,52	13 мин 30 сек	19 мин	3,6	5,8
	2,5	0,5	15 мин 30 сек	20 мин 10 сек	3,46	5,45

Таурит – это своего рода природный полимер кластерного типа, имеющий в своей структуре как органическую, так и минеральную части, не похожий на уже известные углеродсодержащие ископаемые минералы. В своем составе он содержит глобулярный «неграфитизируемый» углерод с метастабильной надмолекулярной структурой кремнистого типа. В

силу произошедших с ним геологических метаморфоз он не стал ни графитом, ни алмазом. Таурит не магнитен, но электропроводен.

Белая сажа представляет собой тонкодисперсный осажденный диоксид кремния.

Изменение свойств гипсового вяжущего, в результате введения в смесь таурита и белой сажи в количестве 0,5%; 0,75% и 1%, представлено в таблице 2.

Анализ результатов показывает, что при введении таурита в модифицированное вяжущее наблюдается незначительное увеличение водогипсового отношения (максимально на 7,6%). Также для всех составов наблюдается изменение сроков схватывания. Максимальное замедление сроков схватывания (конец схватывания до 29 мин) наблюдается у составов содержащих добавку таурита до 0,75%. Сроки схватывания, не модифицированного гипсового вяжущего, находятся в пределах 11-16 мин. Несмотря на увеличение водогипсового отношения, введение в состав таурита приводит к увеличению показателей прочности при сжатии. При этом следует отметить, что введение в составы таурита позволяет получить абсолютно гладкую поверхность образцов – без видимых невооруженным глазом пор. Следует предположить, что гладкая поверхность образцов является следствием изменения поровой структуры материала.

Таблица 2

Влияние таурита и белой сажи на свойства модифицированного гипсового вяжущего / The influence of Taurite and white carbon on the properties of modified gypsum binder

	В/Г	$\tau_{\text{нач}}$, МИН	$\tau_{\text{кон}}$, МИН	Ризг, МПа	Рсж, МПа	
Чистый гипс	0,65	11	16	2,5	3,3	
Гипс +BASF Glenium ACE 430 (2%)	0,523	17	22,5	3,27	4,26	
Гипс + BASF Glenium ACE 430 (2%) +Таурит	0,50%	0,54	20,5	29	3,13	4,375
	0,75%	0,543	20,5	29	2,8	4,44
	1%	0,547	22	26	2,8	4,38
Гипс +BASF Glenium ACE 430 (2%) +Белая сажа	0,50%	0,547	23	27	2,96	4,05
	0,75%	0,557	17	20	2,93	4,25
	1%	0,563	17	25	3	4,315

При введении в модифицированное вяжущее белой сажи наблюдается увеличение показателя В/Г. Сроки схватывания практически не изменяются по сравнению с модифицированным гипсовым вяжущим. Прирост прочности при сжатии – 30,7% по сравнению с немодифицированным гипсовым вяжущим.

На основании полученных результатов были определены оптимальные составы модифицированного гипсового вяжущего:

Состав 1 – гипсовое вяжущее, BASF Glenium ACE 430 (2% от массы вяжущего), таурит (0,75% от массы вяжущего);

Состав 2 – гипсовое вяжущее, BASF Glenium ACE 430 (2% от массы вяжущего), белая сажа (1% от массы вяжущего).

При определении прочностных показателей гипсового вяжущего наблюдалось изменение температуры в приготовленных образцах. Поэтому для полученных составов определено влияние вводимых добавок на температуру гидратации смеси. График влияния компонентов на температуру гидратации представлен на рисунке 1.

Температура гидратации сначала была определена для гипсовой смеси без добавок, далее для гипсовой смеси модифицированной добавкой BASF Glenium ACE 430 (2%), а также для оптимальных составов содержащих таурит, белую сажу и BASF Glenium ACE 430. Изменение температуры гидратации в процессе твердения гипсового вяжущего выглядит следующим образом: до 15 минут – плавный подъем температуры. С 15 по 26 минут более интенсивный набор температуры. С 27 по 32 минуте держится максимальная температура твердения = 38,5 °С.

Далее наблюдается плавное снижение температуры с характерными площадками выдержки температурных показателей. Введение в гипсовое вяжущее добавки пластификатора BASF Glenium ACE 430 вызывает более длительный подъем температуры.

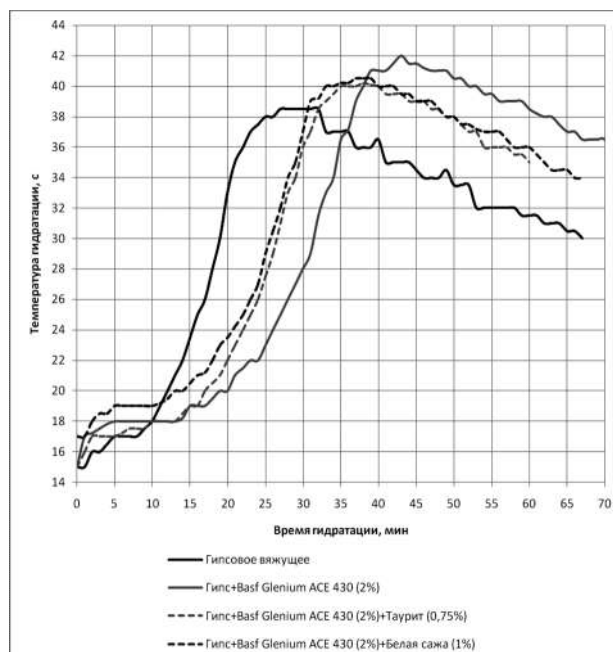


Рис. 1. Изменение температуры гидратации в процессе твердения / Change in the temperature of hydration during hardening

Максимальная температура 42 °С достигается на 43 минуте твердения. Площадка выдерживания максимальной температуры (41-42°С) увеличивается по длительности до 10 минут (с 39 по 49 минуту твердения). После чего происходит плавное снижение температуры гидратации. Оптимальные составы содержащие таурит и белую сажу имеют максимальную температуру гидратации = 40±0,5°С. Кривые изменения температурных показателей практически идентичны. Плавный набор температуры – более длительный, чем у чистого вяжущего, но более быстрый, чем у модифицированного. Площадка выдержки максимальной температуры близка к модифицированному гипсу – около 10 минут.

Выводы

Введение в состав гипсового вяжущего добавки Basf Glenium ACE 430 позволяет уменьшить водогипсовое отношение на 13%, замедлить сроки схватывания, увеличить показатели прочности при изгибе на 30,8%, при сжатии на 29%. В результате введения в полученный состав таурита наблюдается увеличение показателей прочности при незначительном увеличении водогипсового отношения. Также в результате модификации зафиксировано повышение температуры гидратации с 38 до 42 °С. Таким образом, в результате проведенных исследований были получены оптимальные составы гипсового вяжущего модифицированные добавкой пластификатором Basf Glenium ACE 430, тауритом и белой сажой.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Войтович, Е. В. Новые виды гипсовых вяжущих с применением наномодификаторов / Е. В. Войтович, И. В. Жерновский, А. В. Череватова // Сухие строительные смеси. – 2011. - №3. – С. 18-19.
2. Войтович, Е. В. Особенности фазообразования в композиционном наноструктурированном гипсовом вяжущем/ Е. В. Войтович, И. В. Жерновский, А. В. Череватова, В. В. Строкова // Строительные материалы. – 2012. - №7. –С. 9-11.
3. ДСТУ Б В.2.7-82:2010. Будівельні матеріали. В'язучі гіпсові. Технічні умови. – Київ.: Мінрегіонбуд України, 2010.
4. Кондратьева, Н. В. Нанотехнологии в производстве строительных материалов / Н. В. Кондратьева // Будівництво України. – 2012. - №6. - С. 2-9.
5. Королев, Е. В. Нанотехнологии в строительном материаловедении. Анализ состояния и достижений. Пути развития. / Е. В. Королев // Строительные материалы. - 2014. –№11. - С. 47-78.
6. Маева, И. С. Модификация ангидритовых композиций многослойными углеродными нанотрубками / И. С. Маева, Г. И. Яковлев, Г. Н. Первушин, А. Ф. Бурьянов, Р. Мачюлайтис // Строительные материалы. – 2010. - №7. – С. 25-27.
7. Маева, И. С. Структурирование ангидритовой матрицы нанодисперсными модифицирующими добавками / И. С. Маева, Г. И. Яковлев, Г. Н. Первушин, А. Ф. Бурьянов, А. П. Пустовгар // Строительные материалы. – 2009. - №6. – С. 4-5.
8. Токарев, Ю. В. О механизме влияния активных добавок на основе магнезита и углеродных нанотрубок на структуру и свойства ангидритового вяжущего / Ю. В. Токарев, Д. В. Головин, А. Ф. Бурьянов, Хуйганг Тшяо, Тао Ду // Строительные материалы. – 2015. - №2. – С.56-62.
9. Фаликман, В. Р. Наноматериалы и нанотехнологии в современных бетонах / В. Р. Фаликман // Промышленное и гражданское строительство. - 2013. - №1. - С.31-34.

REFERENCES

1. Voytovich, E. V. Novyye vidyi gipsovyih vyazhushchih s primenim nanomodifikatorov [New types of gypsum binders applicable to the nanomodifiers]/ E. V. Voytovich, I. V. Zhernovskiy, A. V. Cherevatova // Suhie stroitelnyie smesi. – 2011. - №3. – S. 18-19.
2. Voytovich, E. V. Osobennosti fazoobrazovaniya v kompozitsionnom nanostrukturirovannom gipsovom vyazhushchem [Peculiarities of phase formation in nanostructured composite gypsum binder] / E. V. Voytovich, I. V. Zhernovskiy, A. V. Cherevatova, V. V. Strokova // Stroitelnyie materialyi. – 2012. - №7. –S. 9-11.
3. DSTU B V.2.7-82:2010. Budivelni materiali. V'yazhuchi gipsovi. Tehnichni umovi [Building materials. Gypsum binders. Specifications]. – KiYiv.: Minregionbud UkraYini, 2010.
4. Kondrateva, N. V. Nanotehnologii v proizvodstve stroitelnyih materialov [Nanotechnologies in production of construction materials] / N. V. Kondrateva // BudIvnitstvo UkraYini. – 2012. - №6. - S. 2-9.
5. Korolev, E. V. Nanotehnologii v stroitelnom materialovedenii. Analiz sostoyaniya i dostizheniy. Puti razvitiya [Nanotechnology in construction material science. Analysis of the status and achievements. The path of development]. / E. V. Korolev // Stroitelnyie materialyi. - 2014. –№11. - S. 47-78.

6. Maeva, I. S. Modifikatsiya angidritovyih kompozitsiy mnogosloynnymi uglerodnymi nanotrubkami [Modification of anhydrite compositions with multilayer carbon nanotubes] / I. S. Maeva, G. I. Yakovlev, G. N. Pervushin, A. F. Buryanov, R. Machyulaytis // Stroitelnyie materialyi. – 2010. - №7. – S. 25-27.
7. Maeva, I. S. Strukturirovanie angidritovoy matritsyi nanodispersnyimi modifitsiruyuschimi dobavkami [Structuring of anhydrite matrix of the modifying additives of nanodispersed] / I. S. Maeva, G. I. Yakovlev, G. N. Pervushin, A. F. Buryanov, A. P. Pustovgar // Stroitelnyie materialyi. – 2009. - №6. – S. 4-5.
8. Tokarev, Yu. V. O mehanizme vliyaniya aktivnyih dobavok na osnove magnezita i uglerodnyih nanotrubok na strukturu i svoystva angidritovogo vyazhushchego [On the mechanism of the effect of active additives on the basis of magnesite and of carbon nanotubes on the structure and properties of anhydrite binder] / Yu. V. Tokarev, D. V. Golovin, A. F. Buryanov, Huygang Tshyao, Tao Du // Stroitelnyie materialyi. – 2015. - №2. – S.56-62.
9. Falikman, V. R. Nanomaterialyi i nanotehnologii v sovremennyih betonah [Nanomaterials and nanotechnologies in modern concretes] / V. R. Falikman // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo. - 2013. - №1. - S.31-34.

Стаття рекомендована до публікації д-ром. техн. наук, проф. В.І. Большаковым (Україна), д-ром. техн. наук, проф. В.М. Дерев'янку (Україна)