

ISSN 1561-8331 (Print)  
ISSN 2524-2342 (Online)  
УДК 666.616;552.11  
<https://doi.org/10.29235/1561-8331-2023-59-2-169-176>

Поступила в редакцию 18.11.2022  
Received 18.11.2022

С. Е. Баранцева, Ю. А. Климош, А. В. Поспелов, И. М. Азаренко, М. А. Курилович

*Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь*

## ГЛАУКОНИТСОДЕРЖАЩАЯ ВСКРЫШНАЯ ПОРОДА – ПЕРСПЕКТИВНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ СИНТЕЗА СТЕКОЛ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

**Аннотация.** Приведены результаты исследования по применению глауконитсодержащих вскрышных пород Новодворского месторождения базальтов и туфов Пинского района Брестской области для получения стекол различного назначения. Разработаны составы сырьевых композиций в системе глауконитсодержащая порода–мел–оксид железа–кальцинированная сода, оптимизированы пределы массового количества сырьевых компонентов шихты и основных оксидов в стеклах. Установлено, что главным критерием получения качественных стекол является рациональное сочетание тугоплавких и легкоплавких оксидов, что обеспечивает однородность стекол, выработочную вязкость, способность формоваться различными способами, отсутствие склонности к кристаллизации, черный цвет в массе, а также комплекс удовлетворительных физико-химических свойств. Результаты исследования подтвердили перспективность использования глауконитсодержащих вскрышных пород для синтеза стекол различного назначения, что будет способствовать рациональному использованию полезных и попутных ископаемых Новодворского месторождения базальтов и туфов Республики Беларусь, а также улучшению экологической ситуации прилегающих к месторождению регионов.

**Ключевые слова:** глауконитсодержащая порода, дендрограмма кластеризации, минералы, сырьевая композиция, стекло, технологические характеристики, физико-химические свойства

**Для цитирования.** Глауконитсодержащая вскрышная порода – перспективное сырье для синтеза стекол различного назначения / С. Е. Баранцева [и др.] // Вест. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. хім. навук. – 2023. – Т. 59, № 2. – С. 169–176. <https://doi.org/10.29235/1561-8331-2023-59-2-169-176>

S. E. Barantseva, Yu. A. Klimosh, A. V. Pospelov, I. M. Azaranka, M. A. Kurylovich

*Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus*

## GLAUCONITE-CONTAINING OVERBURDEN IS A PROMISING RAW MATERIAL FOR THE SYNTHESIS OF GLASSES FOR VARIOUS PURPOSES

**Abstract.** The results of a study on the use of glauconite-containing overburden rocks of the Novodvorskoje deposit of the Pinsk district of the Brest region to produce glasses for various purposes are presented. The compositions of raw materials in the system «glauconite-containing rock – chalk – iron oxide – soda ash» have been developed, the limiting amount of the raw components and basic oxides in glasses have been optimized. It has been established that the main criterion for obtaining high-quality glasses is a rational combination of refractory and low-melting oxides, which ensures the homogeneity of glasses, working viscosity, the ability to form in various ways, the absence of a tendency to crystallization, black color in the mass, as well as a complex of satisfactory physical and chemical properties. The results of the study confirmed the prospects of using the glauconite-containing overburden for the synthesis of glasses for various purposes, which will contribute to the rational use of natural resources and associated minerals of the Novodvorskoje deposit of the Republic of Belarus, and will improve the environmental situation in the areas adjacent to the deposit.

**Keywords:** glauconite-containing rock, clustering dendrogram, minerals, raw material composition, glass, technological characteristics, physical and chemical properties

**For citation.** Barantseva S. E., Klimosh Yu. A., Pospelov A. V., Azaranka I. M., Kurylovich M. A. Glauconite-containing overburden is a promising raw material for the synthesis of glasses for various purposes. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya khimichnyh navuk = Proceedings of the National Academy of Science of Belarus. Chemical series*, 2023, vol. 59, no. 2, pp. 169–176 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1561-8331-2023-59-2-169-176>

**Введение.** Открытое месторождение базальтов и туфов Новодворское Пинского района Брестской области Республики Беларусь характеризуется следующим геологическим разрезом: в верхней части вскрышные породы представлены строительными песками с примесью гравия, в ниж-

ней – глауконитсодержащими песками, алевритами и алевролитами; ниже залегают базальты и сапонитсодержащие туфы. Основными полезными ископаемыми являются базальты и туфы, а попутными – глауконитсодержащие породы.

Базальты и туфы этого месторождения изучены достаточно подробно [1] и подтверждена перспективность получения широкой линейки силикатных материалов, в частности пористых теплоизоляционных, керамических, а также минеральных волокон, стеклокристаллических материалов и каменного литья.

Глауконитсодержащие вскрышные породы для синтеза стекол различного назначения – архитектурно-строительного, художественного дизайна, окрашенного в массу, ранее не применялись, поэтому сведения в литературе весьма ограничены. Описано лишь использование этих пород и перспективы получения теплоизоляционных пористых материалов, сырьевые композиции которых содержат в качестве основного компонента глауконитсодержащие осадочные вскрышные породы Новодворского месторождения [2].

Цель исследования – разработка рецептуры сырьевых композиций и технологических параметров получения стекол с использованием глауконитсодержащих пород Новодворского месторождения, которые по своему химическому и минеральному составу являются кремнийсодержащим компонентом, пригодным для их получения.

**Методика исследования.** Известно [4], что на основе создания структуры развития кластера (дендрограммы) объединяется любая группа объектов или явлений, которые составляют единое целое. Это может успешно применяться и для решения технологических задач. При проведении исследований для развития кластера использовали дерево целей (рис. 1), представляющее собой структурированный иерархический перечень, в котором цели более низкого уровня подчинены целям более высокого уровня и служат для достижения генеральной цели, в нашем случае полу-

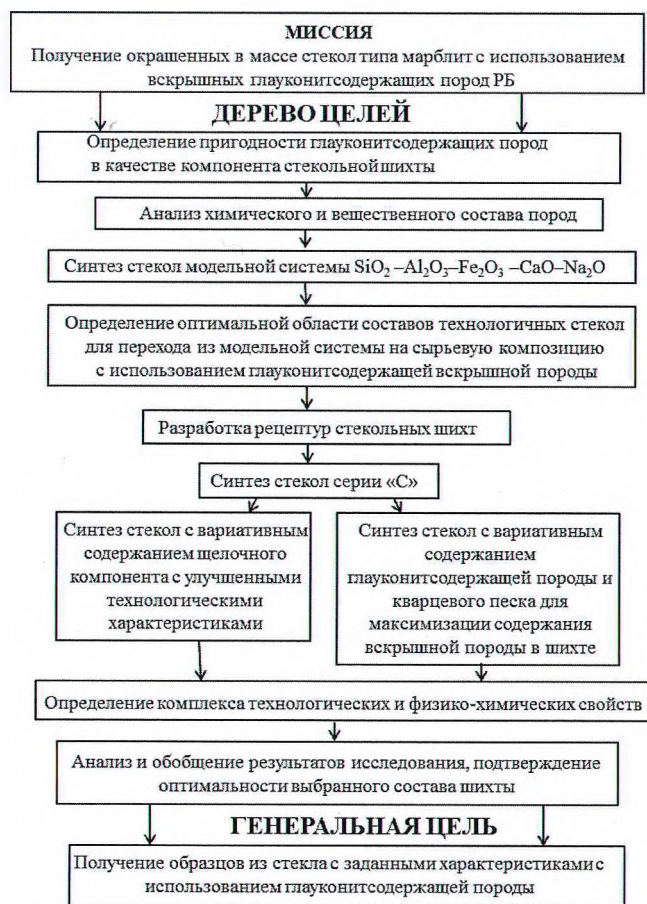


Рис. 1. Дендрограмма кластеризации

Fig. 1. Dendrogram of clustering



Таблица 1. Качественный минеральный состав глауконитсодержащей валовой вскрышной породы

Table 1. Qualitative mineral composition of glauconite-containing bulk overburden

Минералы породы	Структурная химическая формула
Кварц	$\text{SiO}_2$
Глауконит	$\text{K}(\text{Fe}^{3+}, \text{Al}, \text{Fe}^{2+}, \text{Mg}), [\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
Полевые шпаты: альбит, анортит, ортоклаз	$\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8], \text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8], \text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$
Каолинит	$\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$
Мусковит	$\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$
Сидерит	$\text{FeCO}_3$
Фосфаты	$(\text{CH}_3\text{O})_n\text{P}(\text{O})(\text{OH})_{3-n}$

чения образцов из стекла различного назначения с заданными характеристиками с использованием глауконитсодержащей породы.

Стекла синтезировали при температуре  $(1450 \pm 10)^\circ\text{C}$  и выдержке в течение 1 ч из шихт, приготовленных в соответствии с разработанной рецептурой, образцы изготавливали отливкой в формы или на металлическую плиту, а также вытягиванием из расплава с последующим отжигом при температуре  $(500 \pm 10)^\circ\text{C}$  в течение 1 ч для снятия внутренних напряжений и сохранения их целостности.

Химический оксидный состав глауконитсодержащего сырья и стекла оптимального состава определяли с помощью сканирующего электронного микроскопа JEOL JSM-5610 LV, оснащенного системой локального химического анализа EDX JED-2201 JEOL (Япония). Расчет составов стекол и определение комплекса их физико-химических свойств проводили согласно методикам [3].

**Экспериментальная часть.** Основными критериями, обеспечивающими получение стекол с заданными физико-химическими свойствами, являются химический и минеральный состав породы. Вскрышная порода, залегающая над базальтами и туфами, представлена тремя пластами: глауконитсодержащими алевритами (пласт 1), кварцевым песком (пласт 2) и алевритами (пласт 3), которые характеризуются близким химическим составом, поэтому использовали валовую пробу, что при промышленной разработке месторождения не потребует их селективной добычи. Усредненный состав валовой породы, которой присвоен индекс «ОВ», представлен следующими оксидами, мас. %:  $\text{SiO}_2$  74,75;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  8,11;  $\text{TiO}_2$  0,77;  $\text{FeO}$  7,10;  $\text{CaO}$  1,19;  $\text{MgO}$  1,75;  $\text{K}_2\text{O}$  1,92;  $\text{Na}_2\text{O}$  0,33;  $\text{MnO}$  0,14;  $\text{Ag}_2\text{O}$  0,28;  $\text{CuO}$  1,74; п. п. п. 1,90.

Химический состав глауконитсодержащего сырья характеризуется высоким содержанием оксидов кремния и алюминия, что свидетельствует о возможности его использования в качестве компонента сырьевых композиций стекол различного назначения. Качественный и усредненный количественный минеральный состав валовой экспериментальной пробы представлен в табл. 1 и на рис. 2 [5].

Исходя из химического состава вскрышной глауконитсодержащей породы, а именно присутствия оксида железа, предполагалось получение окрашенного в массе стекла черного цвета типа марблит.

Первая часть исследования посвящена синтезу модельных стекол в системе  $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Fe}_2\text{O}_3\text{--CaO--Na}_2\text{O}$ . Установлено, что оптимальная область технологичных стекол, полученных при температуре варки  $(1450 + 20)^\circ\text{C}$ , находится в пределах содержания оксидов, мас. %:  $\text{SiO}_2$  65–70,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  5–10,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  5–10 при постоянном содержании  $\text{CaO}$  и  $\text{Na}_2\text{O}$  в количестве 5 и 15 соответственно (рис. 3).



Рис. 2. Диаграмма количественного распределения минеральных составляющих глауконитсодержащих вскрышных пород Новодворского месторождения

Fig. 2. Circle diagram of the quantitative distribution of mineral components of glauconite-containing overburden rocks of the Novodvorskoje deposit

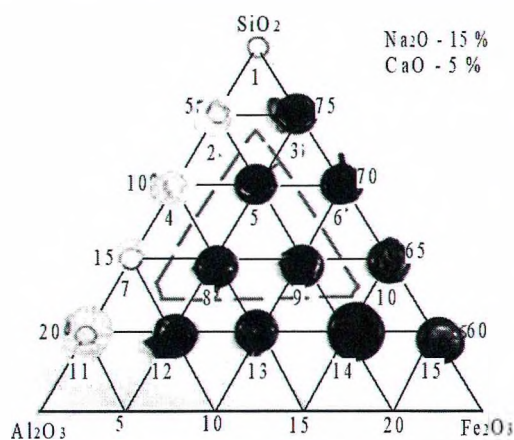


Рис. 3. Образцы экспериментальных стекол модельной системы  $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-CaO-Na}_2\text{O}$

Fig. 3. Samples of experimental glasses of the model system  $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-CaO-Na}_2\text{O}$

Анализ изученных стекол системы  $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-CaO-Na}_2\text{O}$  показал, что образцы стекол № 1, 2, 4, 7 и 11 бесцветны из-за отсутствия оксида железа, однако не полностью осветляются и провариваются, поскольку суммарное содержание тугоплавких оксидов составляет 80 % и сохраняется за счет эквивалентного уменьшения  $\text{SiO}_2$  и увеличения одновременно  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Стекла № 10, 14 и 15 отличаются повышенной склонностью к кристаллизации, проявляющейся образованием на поверхности слегка ирризирующей матовой пленки. Стекла № 12 и 13 отличаются меньшей технологичностью, связанной с повышением их вязкости по мере увеличения количества вводимого оксида алюминия. Наиболее технологичными являются стекла составов № 3, 5 и 6, однако с использованием в дальнейшем в качестве основного компонента валовой глауконитсодержащей породы не представляется возможным сохранить их оксидный состав из-за сложности химического состава породы. Таким образом, по нашему мнению, оптимальный состав стекла может быть синтезирован в области системы  $\text{SiO}_2$  60–65 %,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  5–10 %,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  5–10 % при постоянном содержании  $\text{CaO}$  и  $\text{Na}_2\text{O}$  в количестве 5 и 15 % соответственно.

Для более конкретного уточнения содержания оксидных компонентов, исходя из установленных пределов (рис. 3), был проведен синтез стекол № 16 и 17, составы которых представлены, мас. %:  $\text{SiO}_2$  66,5;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  6,75;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  6,75 и  $\text{SiO}_2$  67,0;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  2,5;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  10,5 соответственно при постоянном содержании  $\text{CaO}$  и  $\text{Na}_2\text{O}$  в количестве 5 и 15 мас. %. Стекла хорошо провариваются и могут служить основой для перехода из оксидной модельной системы на сырьевую композицию с использованием глауконитсодержащей вскрышной породы.

Вторая часть исследования посвящена решению вопроса перехода от сырьевых композиций стекол модельной системы  $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-CaO-Na}_2\text{O}$  на сырьевые композиции, содержащие природные компоненты, включающие валовую глауконитсодержащую породу (ОВ), доломит, соду кальцинированную, мел, а также песок кварцевый, оксид железа (III) и глинозем. Синтез стекольных шихт проводили по традиционной технологии, варку стекла осуществляли в газовой печи периодического действия (температура варки 1450–1470 °С, выдержка 1 ч). Последовательность процесса оптимизации составов стекол с использованием глауконитсодержащей вскрышной породы заключалась в вариации содержания исходных сырьевых компонентов серии «С» (табл. 2). Расчетный оксидный химический состав стекол серии «С» приведен в табл. 3.

Т а б л и ц а 2. Составы сырьевых композиций серии «С» с использованием глауконитсодержащей валовой породы

T a b l e 2. Compositions of raw compositions of the «С» series using glauconite-containing bulk rock

Индекс состава	Компоненты, мас. %						
	ОВ	доломит	мел	сода	песок кварцевый	оксид железа	глинозем
1С	70	5	5	20	—	—	—
2С	65	10	5	20	—	—	—
3С	65	5	10	20	—	—	—
4С	60	15	5	20	—	—	—
5С	60	10	10	20	—	—	—
6С	60	5	15	20	—	—	—
7С	72,65	—	5,75	20,6	—	—	1,0
8С	33,25	—	7,0	21,5	32,5	5,75	—



Т а б л и ц а 3. Расчетный оксидный состав стекол серии «С»

Table 3. Calculated oxide composition of glasses of the «C» series

Индекс состава	Содержание оксидов, мас.%											
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	MnO	CuO	TiO <sub>2</sub>	Ag <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Σ
1C	58,40	7,07	9,61	5,35	2,26	0,18	1,41	0,52	0,23	1,44	13,52	100
2C	55,94	6,86	9,16	7,21	3,45	0,18	1,38	0,50	0,23	1,23	13,86	100
3C	55,76	6,80	9,14	8,68	2,23	0,18	1,38	0,50	0,23	1,23	13,87	100
4C	53,25	6,62	8,69	9,16	4,72	0,17	1,30	0,47	0,21	1,17	14,24	100
5C	53,07	6,56	8,68	10,67	3,47	0,17	1,30	0,47	0,21	1,17	14,23	100
6C	52,93	6,50	8,67	12,13	2,22	0,17	1,30	0,47	0,21	1,17	14,23	100
7C	60,50	7,17	9,82	4,06	1,11	0,19	1,47	0,53	0,21	1,32	13,61	100
8C	65,68	2,45	9,31	4,90	0,67	0,17	0,98	0,30	0,08	0,74	14,71	100

Анализ результатов определения свойств стекол серии «С», синтезированных с использованием глауконитсодержащей валовой породы, и их технологических характеристик (степени однородности расплава, отсутствия непровара, выработочной вязкости, способности формоваться) подтвердили практическую аналогию со свойствами стекол оптимальной области модельной системы (рис. 3), при этом наиболее перспективным является состав 8С.

Для облегчения процесса осветления, гомогенизации расплава и обеспечения необходимой выработочной вязкости стекол в составе сырьевой композиции 8С варьировали содержание щелочного компонента в сторону его увеличения, вводимого кальцинированной содой (табл. 4). Расчетный оксидный состав стекол с вариативным увеличением количества Na<sub>2</sub>O приведен в табл. 5.

Т а б л и ц а 4. Составы сырьевых композиций с вариативным содержанием щелочного компонента

Table 4. Compositions of raw compositions with a variable content of the alkaline component

Индекс состава	Компоненты, мас.%				
	ОВ	мел	сода	песок кварцевый	оксид железа
8C1	38,5	8,11	27,95	38,4	5,9
8C2	38,5	8,11	30,5	38,4	5,9
8C3	38,5	8,11	33,05	38,4	5,9

Т а б л и ц а 5. Расчетный оксидный состав стекол с вариативным содержанием щелочного компонента

Table 5. Calculated oxide composition of glasses with variable contents of the alkaline component

Индекс состава	Содержание оксидов, мас.%											
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	MnO	CuO	TiO <sub>2</sub>	Ag <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Σ
8C <sub>1</sub>	63,42	3,10	9,88	4,72	0,71	0,05	0,20	0,29	0,08	0,71	16,84	100
8C <sub>2</sub>	61,84	3,03	9,65	4,61	0,69	0,04	0,19	0,28	0,07	0,70	18,89	100
8C <sub>3</sub>	60,26	2,95	9,40	4,49	0,67	0,04	0,18	0,27	0,07	0,68	20,97	100

Установлено, что в процессе варки вышеприведенных стекол и их выработки отмечалось улучшение технологических характеристик и способности формоваться без склонности к кристаллизации в ряду увеличения содержания щелочного компонента в составах стекол 8C<sub>1</sub>→8C<sub>2</sub>→8C<sub>3</sub> (табл. 5).

Технологические свойства стекол составов 8C<sub>1</sub>, 8C<sub>2</sub> и 8C<sub>3</sub> непосредственно связаны с содержанием щелочного компонента, который оказывает существенное влияние на стоимость шихты. В связи с этим для дальнейшей оптимизации глауконитсодержащих сырьевых композиций выбран состав стекла 8C<sub>2</sub>, содержащий 18,89 мас.% Na<sub>2</sub>O, для введения которого требуется 30,5 мас.% кальцинированной соды.

Следует отметить, что при выборе и обосновании перспективных составов к дальнейшему апробированию следует учитывать наиболее рациональный экономический фактор, заключаю-

щийся также в стремлении к максимально возможному содержанию в сырьевой композиции глауконитсодержащей вскрышной породы, которая является попутным полезным ископаемым Новодворского месторождения. Это обеспечит наряду с использованием основного полезного ископаемого – базальтов и туфов наиболее эффективную промышленную разработку пород и их использование. Составы сырьевых композиций и расчетные оксидные составы стекол приведены в табл. 6 и 7.

Т а б л и ц а 6. Составы сырьевых композиций стекол с вариативным содержанием глауконитсодержащей породы и кварцевого песка

T a b l e 6. Compositions of raw compositions of glasses with variable content of glauconite-containing rock and quartz sand

Составы	Наименование сырьевых компонентов и их содержание, г				
	ОВ	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	мел	сода	песок
8C <sub>2/10</sub>	42,34	5,9	8,11	30,5	34,56
8C <sub>2/20</sub>	46,18	5,9	8,11	30,5	30,72
8C <sub>2/30</sub>	50,02	5,9	8,11	30,5	26,88
8C <sub>2/40</sub>	53,86	5,9	8,11	30,5	23,04
8C <sub>2/50</sub>	57,70	5,9	8,11	30,5	19,20

Т а б л и ц а 7. Расчетный оксидный состав стекол с вариативным содержанием валовой породы и кварцевого песка

T a b l e 7. Calculated oxide composition of glasses with variable content of bulk rock and quartz sand

Составы	Содержание оксидов, мас.%										
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	FeO	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MnO	Ag <sub>2</sub> O	CuO
8C <sub>2/10</sub>	62,74	3,30	0,31	9,35	4,70	0,71	0,78	17,23	0,06	0,11	0,71
8C <sub>2/20</sub>	61,78	3,60	0,34	9,69	4,75	0,78	0,85	17,25	0,06	0,12	0,77
8C <sub>2/30</sub>	60,82	3,90	0,37	10,04	4,80	0,84	0,92	17,28	0,07	0,13	0,84
8C <sub>2/40</sub>	59,86	4,20	0,40	10,38	4,85	0,91	0,99	17,30	0,07	0,14	0,90
8C <sub>2/50</sub>	58,89	4,50	0,43	10,72	4,89	0,97	1,07	17,33	0,08	0,16	0,97

На рис. 4 приведены фотографии экспериментальных образцов стекол с эквивалентной заменой кварцевого песка на глауконитсодержащую породу (ОВ) в сырьевых композициях. Образцы стекла 8C<sub>2/30</sub> отличаются отсутствием кристаллизации при выработке и наиболее качественной поверхностью.

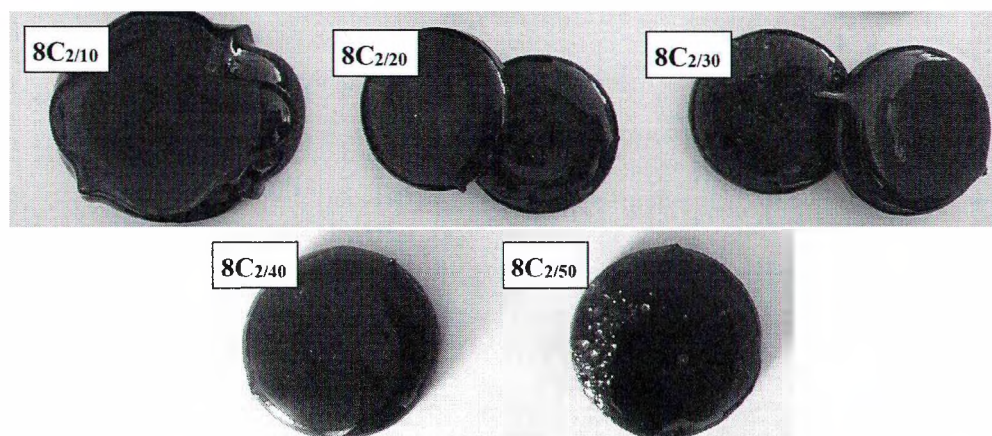


Рис. 4. Экспериментальные образцы стекол с эквивалентной заменой кварцевого песка на глауконитсодержащую породу (ОВ) в сырьевых композициях

Fig. 4. Experimental samples of glasses with equivalent replacement of quartz sand with glauconite-bearing rock (OM) in raw compositions



Оценка технологических свойств стекол и визуальные характеристики полученных образцов (однородность, состояние поверхности и ее зеркальность, отсутствие включений и склонности к кристаллизации, черный цвет в массе, прозрачность в тонком скеле и его благородный зелено-вато-бутылочный цвет) позволили подтвердить оптимальность стекла  $8C_{2/30}$  (рис. 5).

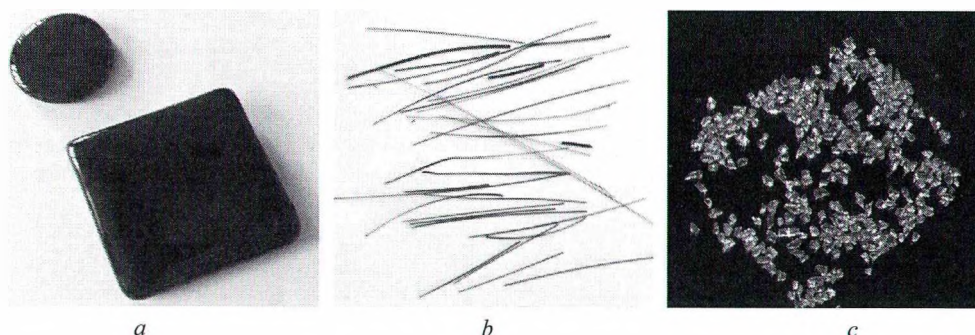


Рис. 5. Фотографии образцов стекла оптимального состава  $8C_{2/30}$ : *a* – монолитные образцы стекла; *b* – прозрачные нитеобразные образцы диаметром 0,3–1,0 мм, полученные методом вытягивания из расплава; *c* – осколочная фракция стекла (1–3 мм)

Fig. 5. Photographs of glass samples of optimal composition  $8C_{2/30}$ : *a* – monolithic glass samples; *b* – transparent filamentous samples with a diameter of 0,3–1,0 mm obtained by drawing from the melt; *c* – fragmented glass fraction (1–3 mm)

Химический состав стекла  $8C_{2/30}$ , мас. %:  $SiO_2$  65,70;  $Al_2O_3$  3,18;  $FeO$  5,10;  $Na_2O$  22,10;  $K_2O$  0,73;  $CaO$  2,64;  $TiO_2$  0,56 в достаточной степени согласованности коррелирует с расчетным составом, приведенным в табл. 7. Технологические характеристики и показатели физико-химических свойств стекла  $8C_{2/30}$ , приведенные в табл. 8, свидетельствуют о возможности его широкого использования в строительстве, художественном дизайне и других областях [6].

Т а б л и ц а 8. Физико-химические свойства стекла оптимального состава

T a b l e 8. Physical and chemical properties of glass of optimal composition

Свойства	Показатель
<i>Технологические</i>	
Температура варки стекла, °С	1450–1470
Температура выработки, °С	1210–1230
Температура отжига, °С	500–510
<i>Физико-химические</i>	
Интервал размягчения, °С	530–550
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	2400–2500
Температурный коэффициент линейного расширения, $\alpha \cdot 10^7 \text{ K}^{-1}$	70–75
Термостойкость, °С	85–90
Гидролитическая стойкость	III класс (твердые аппаратные стекла)

**Заключение.** Таким образом, проведены экспериментально-теоретические исследования по синтезу стекол с использованием глауконитсодержащих вскрышных пород, разработаны составы сырьевых композиций в системе глауконитсодержащая порода–мел–оксид железа–кальцинированная сода и синтезированы стекла, соответствующие основным требованиям научно-технической документации. Установлены пределы массового содержания сырьевых компонентов шихты, основных оксидов стекол, при этом главным критерием получения качественных стекол является присутствие щелочного компонента, от которого зависят их технологические характеристики и физико-химические свойства.

Результаты исследования подтвердили перспективность использования глауконитсодержащих вскрышных пород Новодворского месторождения Республики Беларусь, которые по геологической позиции, химическому и минеральному составу являются приемлемым отечественным сырьевым компонентом для синтеза стекол различного назначения. При промышленной

разработке месторождения будет обеспечиваться рациональное использование как полезных (базальты и туфы), так и попутных (вскрышные глауконитсодержащие пески, алевриты и алевриты) ископаемых, что позволит внести существенный вклад в улучшение экологической ситуации прилегающих к месторождению регионов из-за минимизации количества образующихся при добыче отходов.

### Список использованных источников

1. Использование магматических пород Республики Беларусь для синтеза стекол, петроситаллов и каменного литья / С. Е. Баранцева [и др.] // Стекло и керамика. – 2019. – № 7. – С. 31–36.
2. Теплоизоляционный пористый материал на основе глауконитсодержащих песков и алевритов Новодворского месторождения Республики Беларусь / С. Е. Баранцева [и др.] // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. хім. навук. – 2021. – Т. 57, № 4. – С. 463–471. <https://doi.org/10.29235/1561-8331-2021-574-463-471>
3. Бобкова, Н. М. Химическая технология стекла и ситаллов: учеб. пособие / Н. М. Бобкова, Л. Ф. Папко. – Минск: БГТУ, 2005. – 196 с.
4. Дворцин, М. Д. Технодинамика: Основы теории формирования и развития технологических систем / М. Д. Дворцин, В. Н. Юсим. – М.: Дикси, 1993. – 317 с.
5. Глауконитсодержащие породы поискового участка Пинский (Беларусь) / О. Ф. Кузьменкова [и др.] // Геология и минерально-сырьевые ресурсы запада Восточно-Европейской платформы: проблемы изучения и рационального использования. – Минск: СтройМедиаПроект, 2017. – С. 172–176.
6. Стекло: справочник / под ред. Н. М. Павлушкина. – М.: Стройиздат, 1973. – С. 154–158; 390–409.

### References

1. Barantseva S. E., Poznyak A. I., Klimosh Yu. A., Gundilovich N. N. Use of Igneous Rock from Belarus for Synthesis of Glasses, Petrosittals, and Cast Stone. *Glass and Ceramics*, 2019, vol. 76, no. 7–8, pp. 265–269. <https://doi.org/10.1007/s10717-019-00180-9>
2. Barantseva S. E., Pazniak A. I., Klimosh Y. A., Azaranka I. M., Hundzilovich N. N., Pospelov F. V. Heat-insulating porous material based on glauconite-containing sands and aleurites of the Novodvorskoje deposit of the Republic of Belarus. *Vesti Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya khimichnyh navuk = Proceedings of the National Academy of Science of Belarus. Chemical series*, 2021, vol. 57, no. 4, pp. 463–471 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1561-8331-2021-57-4-463-471>
3. Bobkova N. M., Papko L. F. *Chemical technology of glass and glass-ceramics: workbook*. Minsk: BSTU, 2005. 196 p. (in Russian).
4. Dvortsin M. D., Yusim V. N. *Technodynamics: Fundamentals of the theory of formation and development of technological systems*. Moscow: Diksi Publ., 1993. 317 p. (in Russian).
5. Kuz'menkova O. F., Strel'tsova G. D., Minenkova T. M., Lappo G. A., Kachanko G. B., Laptsevich A. G., Lugin V. G., Mankevich S. S. Glauconite-bearing rocks of the Pinsky prospect (Belarus). *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy zapada Vostochno-Evropeiskoi platformy: problemy izucheniya i ratsional'nogo ispol'zovaniya = Geology and Mineral Raw Materials of the West of Eastern European Platform: Problems of Rational Nature Management Study*. Minsk: StroyMediaProekt Publ., 2017, pp. 172–176 (in Russian).
6. Pavlushkin N. M. (ed.). *Glass. A Handbook*. Moscow: Stroyizdat Publ., 1973, pp. 154–158; 390–409 (in Russian).

### Информация об авторах

Баранцева Светлана Евгеньевна – канд. техн. наук, доцент, ст. науч. сотрудник. Белорусский государственный технологический университет (ул. Свердлова, 13а, 220006, Минск, Республика Беларусь). E-mail: svetlana.e.barantseva@gmail.com

Климош Юрий Александрович – канд. техн. наук, доцент, декан. Белорусский государственный технологический университет (ул. Свердлова, 13а, 220006, Минск, Республика Беларусь). E-mail: klim-aspir@mail.ru

Поспелов Андрей Владимирович – мл. науч. сотрудник. Центр физико-химических методов исследования, Белорусский государственный технологический университет (ул. Свердлова, 13а, 220006, Минск, Республика Беларусь). E-mail: Andrei29088@mail.ru

Азаренко Ирина Михайловна – мл. науч. сотрудник. Белорусский государственный технологический университет (ул. Свердлова, 13а, 220006, Минск, Республика Беларусь). E-mail: ir\_az@mail.ru

Курилович Мария Андреевна – стажер мл. науч. сотрудника. Белорусский государственный технологический университет (ул. Свердлова, 13а, 220006, Минск, Республика Беларусь). E-mail: kurilovich.maria@mail.ru

### Information about the authors

Barantseva Svetlana E. – Ph. D. (Engineering), Associate Professor, Senior Researcher. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlov Str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: svetlana.e.barantseva@gmail.com

Klimosh Yuri A. – Ph. D. (Engineering), Associate Professor, Dean. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlov Str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: klim-aspir@mail.ru

Pospelov Andrey V. – Junior Researcher. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlov Str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: Andrei29088@mail.ru

Azaranka Irina M. – Junior Researcher. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlov Str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: ir\_az@mail.ru

Kurylovich Maryia A. – Trainee Junior Researcher. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlov Str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: kurilovich.maria@mail.ru