

УДК 691

ПОДБОР ПРИРОДНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ ДЛЯ АСФАЛЬТОБЕТОНА

В.М. Аббасов¹, С.А. Мамедов², А.Д. Гулиев¹, Т.А. Исмаилов¹,
Э.К. Гасанов¹, И.Т. Исмаилов¹, Ю.А. Юсубов³,
М.И. Абдуллаев¹, М.Э. Гусейнова¹

¹Институт нефтехимических процессов им. Ю.Г.Мамедалиева
Национальной АН Азербайджана

AZ 1025 Баку, пр.Ходжалы, 30; e-mail: ismayil999@gmail.com

²Государственное агентство автомобильных дорог Азербайджана, г.Баку

³Гянджинский Государственный Университет,

г.Гянджа, пр. Шах Исмаил Хатаи, 187; e-mail:info@qsu.az

Поступила в редакцию 14.05.2018

С целью увеличения ресурсов наполнителей к асфальтобетону были исследованы различные природные минералы. Физико-химическими методами анализа установлена идентичность образцов с карьеров «Сангаргая» и «Шахгая» с ранее изученной «Крошке от камнедобычи», которая по всем параметрам подходила в качестве наполнителя, однако ресурсы которой недостаточны для растущих объемов производства асфальтобетона. Указанные образцы содержат наибольшее количества карбонатов кальция среди исследованных минералов, а содержание кварца не превышает 4.0-4.5% мас. В составе образцов, как и в «Крошке от камнедобычи», имеются незначительные количества альбита, волластанита, мусковита и ортоклаза.

Ключевые слова: наполнитель, асфальтобетон, природные минералы, карбонат кальция, кварц, фазовый состав, каменная крошка

ВВЕДЕНИЕ

Стремительно развивающаяся сеть автодорог требует соответственного увеличения производства материалов, используемых в их строительстве. Сказанное, в первую очередь, относится к широко применяемому в дорожном строительстве асфальтобетону, важным компонентом в составе которого являются высококачественные наполнители. Ранее [1] нами в качестве такового была предложена «Крошка от камнедобычи»

(порошок с каменоломни), технология подготовки которой была всесторонне изучена и удовлетворяет необходимым требованиям [2-7]. Однако ресурсы этого материала оказались недостаточными для растущих объемов производства асфальтобетонов и с целью поиска дополнительных количеств качественных наполнителей были изучены минеральные породы различных месторождений.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Были исследованы вулканический пепел месторождения «Умбақы», известняк «Карвансарай», вулканический пепел «Балаханы» и известняки с карьеров «Сангачал», «Сангаргая» и «Шахгая». Фазовый состав образцов был исследован

на приборе «PANanalytical EMPYREAN». Перед изучением фазового состава на атомном анализаторе «OXFORD Instruments» с точностью до 0.01% мас. был определен элементный состав образцов. Использование атомного анализатора

совместно со сканирующим электронным микроскопом “Hitachi S-3400N” позволило получить более объективную картину по составу анализируемого минерала как относительно больших участков анализируемой пробы, так и в отдельных точках различных включений, видимых под микроскопом. Помимо атомного состава анализируемого вещества под микроскопом рассматривалась морфология составля-

ющих минерала, что способствовало более объективному общему анализу.

На рис. 1 показаны микрофотография и спектр атомного анализатора образца «Шахгая», а в табл. 1 приведены рассчитанные значения содержания различных элементов, имеющих в среднем образце с этого карьера.

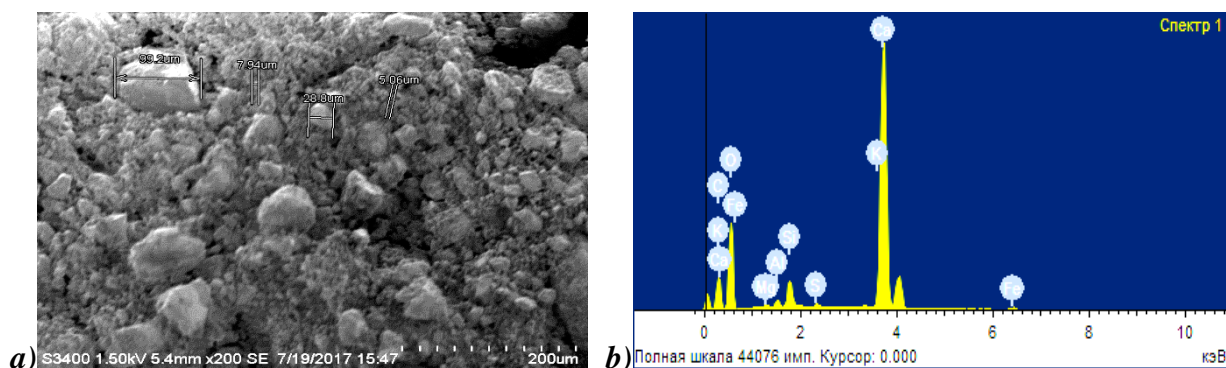


Рис. 1. Микрофотография - а) и атомный спектр - б) образца «Шахгая»

Табл. 1. Содержание различных элементов в образце «Шахгая»*

Элемент	Весовой %	Атомный%
Mg	0.44	0.49
Al	1.12	1.12
Si	3.77	3.61
S	0.34	0.29
K	0.35	0.24
Ca	61.52	41.29
Fe	1.33	0.64
O	31.11	52.31

*В табл. 1 не приведены данные по содержанию углерода, определение которого использованным методом анализа считается не вполне корректным, поскольку изучаемый образец фиксируется на липкой углеродной пленке. При учете содержания углерода значения найденных элементов несколько снизятся и в рентгенофазовом анализе содержание кристаллических компонентов образца будут откорректированы.

Идентичные анализы были проведены для всех шести исследованных образцов. Результаты анализов атомного состава приведены в табл. 2. В табл. 2 также показаны значения содержания основных

элементов для ранее изученного образца «Крошка от камнедобычи». По содержанию кальция наиболее близкими к этому образцу являются образцы с карьеров «Шахгая» и «Сангергая», что является

предпочтительным при использовании материала в качестве наполнителя к асфальтобетону [8]. В других образцах содержание кальция также значительно меньше, чем в «Крошке от камнедобычи». Образцы вулканического пепла содержат в составе большое количество кремния и незначительные количества кальция.

Представлялось важным определение фазового состава образцов. Использование для этой цели рентгенфазового анализатора «PANanalytical EMPYREAN» позволило выявить основные кристаллические компоненты всех исследованных образцов, а также показать ориентировочное содержание составляющих образцы фаз. На рис. 2 приведена дифрактограмма образца «Шахгая», которая была получена при

указанных ниже условиях съемки: Goniometer = Theta/Theta; Minimum step size 2Theta:0.0001; Minimum step size Omega:0.0001; Sample stage = Reflection-transmission spinner; Minimum step size Phi:0.1; Diffractometer system = EMPYREAN

Start Position [$^{\circ}2\theta$]:	5.0117
End Position [$^{\circ}2\theta$]:	69.9857
Step Size [$^{\circ}2\theta$]:	0.0130
Measurement Temperature [$^{\circ}C$]:	25.00
Anode Material:	Cu
K-Alpha1 [\AA]:	1
K-Alpha2 [\AA]:	1.54443
K-Beta [\AA]:	1.39225
K-A2 / K-A1 Ratio:	0.50000
Generator Settings:	40 mA, 40 kV

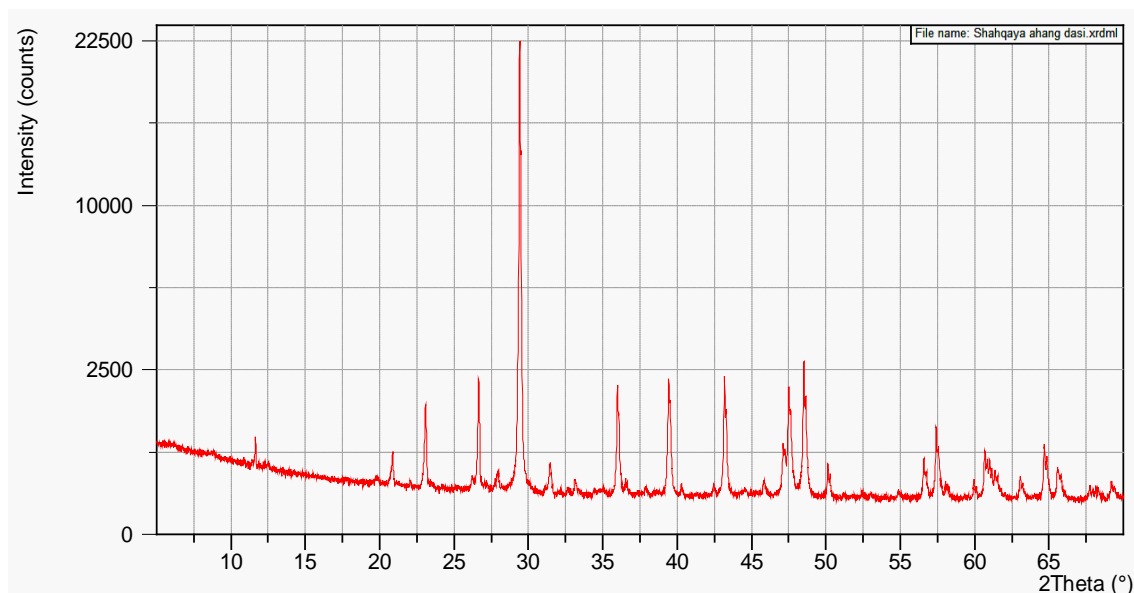


Рис. 2. Дифрактограмма образца известняка «Шахгая»

Детальный анализ приведенной дифрактограммы и штрихдиаграмм, показанных на рис. 3 и 4, указал на наличие

в составе образца в качестве основного компонента карбоната кальция.

Таблица 2. Содержание различных элементов в составе изученных образцов

№№ п/п	Названия образцов	Элементный состав образцов, % вес.									
		Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Ti	Fe	O
1	Вулканический пепел «Умбакы»	0.92	0.46	3.93	37.86	0.43	1.54	0.62	0.43	3.93	49.88
2	Известняк «Карвансарай»	0.58	1.35	3.81	12.32	0.33	1.24	40.61	-	3.34	36.42
3	Вулканический пепел «Балаханы»	1.16	0.82	4.25	37.79	-	1.39	5.85	0.25	3.39	48.11
4	Известняк «Сангачал»	0.36	0.46	2.37	7.68	6.66	0.75	41.49	-	1.77	38.47
5	Известняк «Сангергя»	0.38	1.33	1.23	3.89	0.57	0.37	59.28	-	1.43	31.53
6	Известняк «Шахгя»	-	0.44	1.12	3.77	0.34	0.35	61.52	-	1.33	31.11
7	Известняк «Крошка от камнедобычи»	0.88	0.80	1.99	6.35	-	0.45	55.37	-	1.67	32.50

В таблице не учтено содержание углерода в образцах

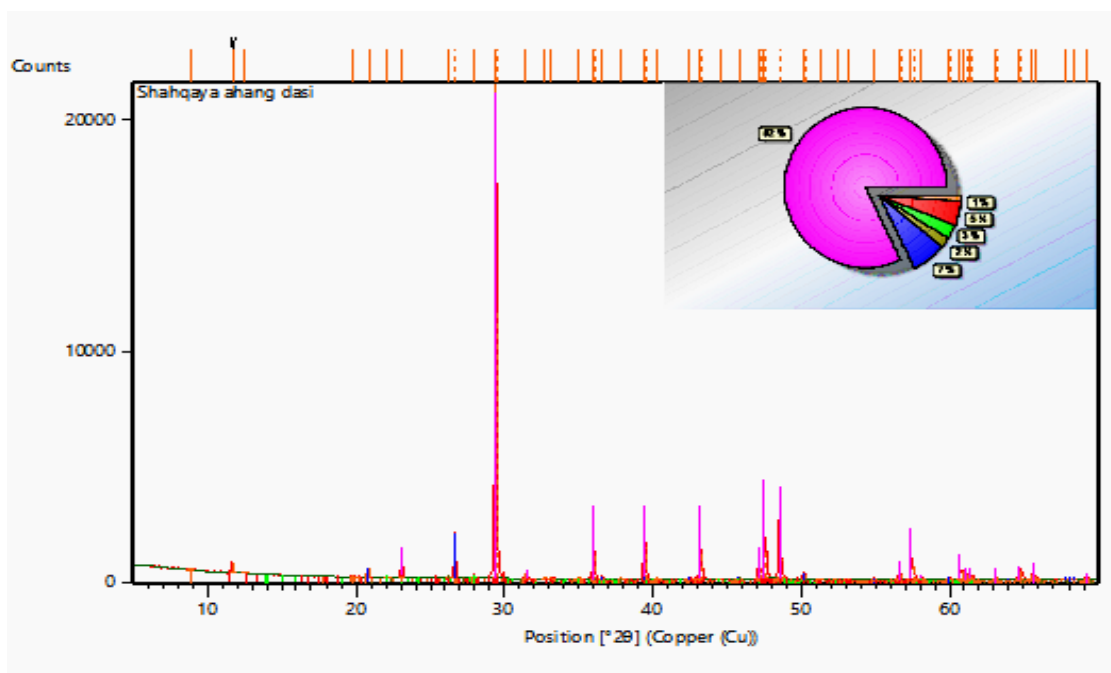


Рис. 3. Дифрактограмма фазового анализа и диаграмма составляющих образец «Шахгая» кристаллических фаз

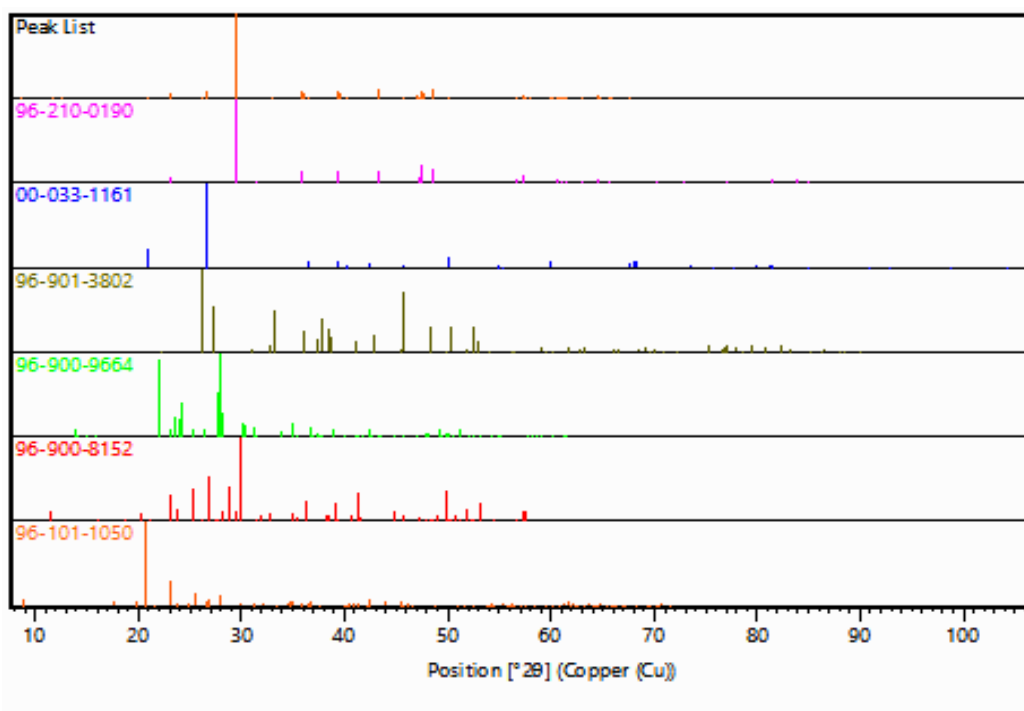


Рис. 4. Штрихдиаграммы образца «Шахгая» и кристаллических фаз, определенных в его составе

Известно, что карбонаты кальция являются ценными добавками в асфальтобетон [8, 9]. В работе [8] установлено, что увеличение количества

карбонатного наполнителя в каучуке СКС 30АРК заметно увеличивает его термостойкость и связь полимера с мелом в композиции. Анализ физико-механических

и эксплуатационных характеристик асфальтобетона с использованием изготовленного минерально-полимерного модификатора показал значительное увеличение предела прочности при сжатии, увеличение водостойкости, сдвигоустойчивости по сцеплению при сдвиге, повышение теплоустойчивости.

Штрихдиаграммы образца «Шахгая»

и определенных в его составе кристаллических фаз изображены в приведенной ниже последовательности: штрихдиаграмма анализируемого образца – верхняя; - далее, в порядке сверху - вниз следуют штрихдиаграммы обнаруженных соединений в последовательности, показанной в

Pattern List

Pattern List

Ref.Code	Chem. Formula	Cryst. Syst.	Compound Name
96-210-0190	Ca _{6.00} C _{6.00} O _{18.00}	Hexagonal	2100189
00-033-1161	Si O ₂	Hexagonal	Silicon Oxide
96-901-3802	Ca _{4.00} C _{4.00} O _{12.00}	Orthorhombic	Aragonite
96-900-9664	Na _{1.96} Ca _{0.04} Si _{5.96} Al _{2.04} O _{16.00}	Anorthic	Albite
96-900-8152	Ca _{12.00} Si _{12.00} O _{36.00}	Monoclinic	Wollastonite-2M
96-101-1050	Si _{12.00} Al _{12.00} K _{4.00} O _{48.00} H _{0.00}	Monoclinic	Muscovite 2M1

Таким образом, установленный состав образца наиболее близок к составу ранее изученного образца «Крошка от камнедобычи» и более чем на 80 %мас. состоит из карбонатов кальция. Образец известняка «Сангаргая» также в значительной степени состоит из карбонатов кальция и также может быть

использован в качестве наполнителя к асфальтобетонам. В составе других образцов имеются значительные количества прочих компонентов, что может быть препятствием к использованию их в предлагаемом направлении. Ниже приводится фазовый состав всех изученных образцов.

Вулканический пепел «Умбаки»

Ref.Code	Chem. Formula	Cryst. Syst.	Compound Name
96-900-9667	Si _{3.00} O _{6.00}	Hexagonal	Quartz
96-901-3566	Ca _{18.00} C _{18.00} O _{54.00}	Hexagonal	Vaterite
96-101-1046	Al _{8.00} Si _{8.00} O _{36.00} H _{0.00}	Monoclinic	Kaolinite 2M
96-900-8152	Ca _{12.00} Si _{12.00} O _{36.00}	Monoclinic	Wollastonite-2M
96-900-1631	Al _{2.00} Si _{6.00} Na _{2.00} O _{16.00}	Anorthic	Albite
96-110-0012	K _{4.00} Si _{12.00} Al _{12.00} O _{48.00} H _{0.00}	Monoclinic	Muscovite 2M1

Известняк «Карвансарай»

Ref.Code	Chem. Formula	Cryst. Syst.	Compound Name
96-702-0140	Ca _{6.00} C _{6.00} O _{18.00}	Hexagonal	7020139
00-046-1045	Si O ₂	Hexagonal	Silicon Oxide
96-407-1292	Fe _{4.00} P _{16.00} O _{16.00}	Tetragonal	4071291
96-410-4277	Sn _{28.00} La _{84.00} C _{4.00}	Cubic	4104276

Вулканический пепел «Балаханы»

Ref.Code	Chem. Formula	Cryst. Syst.	Compound Name
96-710-3015	Si _{3.00} O _{6.00}	Hexagonal	7103014
96-900-1633	Na _{2.00} Al _{2.00} Si _{6.00} O _{16.00}	Anorthic	Albite
96-901-1453	Ca _{12.00} Si _{12.00} O _{36.00}	Monoclinic	Wollastonite-2M

96-101-1050 $\text{Si}_{12.00}\text{Al}_{12.00}\text{K}_{4.00}\text{O}_{48.00}\text{H}_{0.00}$ Monoclinic Muscovite 2M1

Известняк «Сангачал»

Ref.Code	Chem. Formula	Cryst. Syst.	Compound Name
96-900-0966	$\text{Ca}_{6.00}\text{C}_{6.00}\text{O}_{18.00}$	Hexagonal	Calcite
00-046-1045	Si O_2	Hexagonal	Silicon Oxide
96-900-9664	$\text{Na}_{1.96}\text{Ca}_{0.04}\text{Si}_{5.96}\text{Al}_{2.04}\text{O}_{16.00}$	Anorthic	Albite
96-901-1914	$\text{Ca}_{12.00}\text{Si}_{12.00}\text{O}_{36.00}$	Monoclinic	Wollastonite-2M
96-110-0012	$\text{K}_{4.00}\text{Si}_{12.00}\text{Al}_{12.00}\text{O}_{48.00}\text{H}_{0.00}$	Monoclinic	Muscovite 2M1

Известняк «Сангаргая»

Ref.Code	Chem. Formula	Cryst. Syst.	Compound Name
96-702-0140	$\text{Ca}_{6.00}\text{C}_{6.00}\text{O}_{18.00}$	Hexagonal	7020139
96-710-3015	$\text{Si}_{3.00}\text{O}_{6.00}$	Hexagonal	7103014
96-900-8152	$\text{Ca}_{12.00}\text{Si}_{12.00}\text{O}_{36.00}$	Monoclinic	Wollastonite-2M
96-900-0227	$\text{Ca}_{4.00}\text{C}_{4.00}\text{O}_{12.00}$	Orthorhombic	Aragonite
96-110-1030	$\text{K}_{4.00}\text{Si}_{12.00}\text{Al}_{12.00}\text{O}_{48.00}\text{H}_{0.00}$	Monoclinic	Muscovite 2M1
96-900-0305	$\text{Si}_{11.92}\text{Al}_{4.08}\text{K}_{4.00}\text{O}_{32.00}$	Monoclinic	Orthoclase
96-900-1632	$\text{Na}_{2.00}\text{Al}_{2.00}\text{Si}_{6.00}\text{O}_{16.00}$	Anorthic	Albite

Образец «Крошка от камнедобычи» [1]

Ref.Code	Chem. Formula	Cryst. Syst.	Compound Name
96-210-0190	$\text{Ca}_{6.00}\text{C}_{6.00}\text{O}_{18.00}$	Hexagonal	2100189
96-900-9667	$\text{Si}_{3.00}\text{O}_{6.00}$	Hexagonal	Quartz
96-901-3800	$\text{Ca}_{4.00}\text{C}_{4.00}\text{O}_{12.00}$	Orthorhombic	Aragonite
96-901-2891	$\text{Ca}_{6.00}\text{Si}_{6.00}\text{O}_{18.00}$	Anorthic	Wollastonite-1A
96-900-0362	$\text{Ca}_{8.00}\text{Si}_{16.00}\text{Al}_{11.}$	Anorthic	Anorthite

Как указывалось ранее, основу всех изученных образцов составляют практически одни и те же, или же близкие кристаллические фазы. Во всех образцах в обязательном порядке присутствуют карбонаты кальция и оксиды кварца. В большинстве имеются альбит, волластанит, мусковит и др., но в различных пропорциях, что хорошо видно из рис. 5, где показана сводная комбинированная дифрактограмма всех изученных образцов. Однако, только два из них, а именно

известняки «Шахгая» и «Сангаргая» наиболее близки как по элементному, так и по фазовому составу ранее исследованному образцу «Крошке от камнедобычи», следовательно, также могут быть рекомендованы в качестве наполнителя к асфальтобетонам. Этому способствует также близкий гранулометрический состав рекомендуемых образцов. На рис. 6 показаны микрофотографии порошков образцов «Шахгая», «Сангаргая» и «Крошка от камнедобычи».

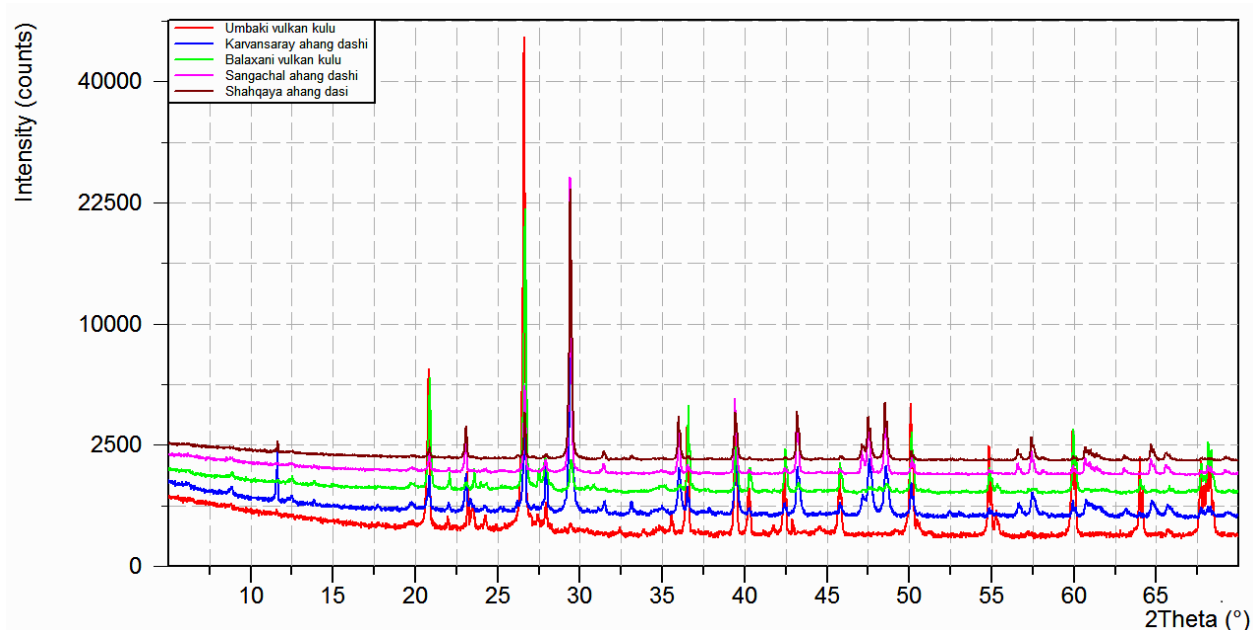


Рис. 5. Комбинированная дифрактограмма изученных образцов

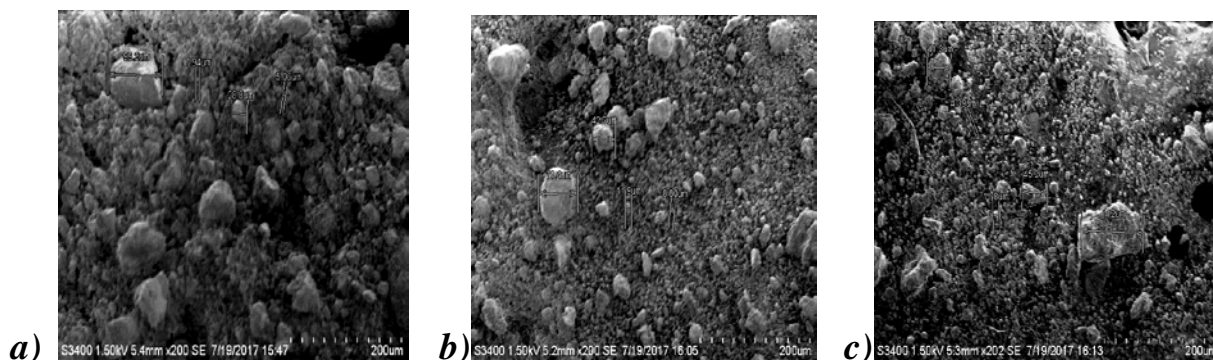


Рис. 6. Микрофотографии порошков образцов «Шахгая» - *a*), «Сангергая» - *b*) и «Крошка от камнедобычи» - *c*)

На рис. 6 хорошо видно сходство этих образцов, как по форме, так и по гранулометрическому составу. Основу образцов составляют частицы размерами 2-10 мкм, однако хорошо видны агрегированные частицы размером 10-100 мкм.

Из всего приведенного материала

можно сделать вывод о том, что известняки из карьеров «Шахгая» и «Сангаргая» могут быть с успехом применены в качестве наполнителей к асфальтобетонам и соответствует требованиям, предъявляемым наполнителям к асфальтобетонам, как и ранее исследованная «Крошка от камнедобычи».

ЛИТЕРАТУРА

1. Аббасов В.М., Исмаилов Т.А., Мамедов С.М. и др. Синтез реагента для придания гидрофобности наполнителю асфальтобетона. // Процессы нефтехимии и нефтепереработки. 2015, том.16, №4(64), с. 366-373.
2. Сборник нормативных требований к качеству выполнения строительных работ в

соответствии с классификатором СНиП п.3 "Организация, производство и приемка работ". Часть УП. Требования СНиП 3.06.03-85. "Автомобильные дороги". Средства измерения величин предельных отклонений. Виды, стадии и объемы контроля качества. М., 1995, Мосстройлицензия. АОЗТ ПНИИОМТП, МАДИ (ТУ)

3. ГОСТ 1015-2002 «Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия».

4. ГОСТ Р 52129-2003 «Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей. Технические условия».

5. ГОСТ 12801-98 «Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний».

6. ГОСТ 9128-97 «Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия».

7. ГОСТ 16557-78 «Порошок минеральный для асфальтобетонных смесей. Технические условия».

8. Нифталиев С.И., Перегудов Ю.С., Хорин Н.Ю., Нечесова Ю.М. Модифицирование асфальтобетона минерально-полимерной добавкой на основе бутадиен-стирольного каучука и химически осажденного карбоната кальция. // Вестник ВГУИТ, 2016, № 4, с. 215–221.

9. Нечесова Ю.М. Получение эластомерных композиций, наполненных модифицированным карбонатом кальция на стадии латекса: диссертация кандидата технических наук. Воронежский государственный университет инженерных технологий. Воронеж, 2015, 135 с.

REFERENCES

1. Abbasov V.M., Ismailov T.A., Mamedov S.M. i dr. Synthesis of reagent to add hydrophobic nature to asphalt concrete filler. *Processes of Petrochemistry and Oil Refining*. 2015, vol. 16, no. 4(64), pp. 366-373 (In Azerbaijan).
8. Niftaliev S. I., Peregudov Ju. S., Horin N. Ju., Nechesova Ju. M. amedov S.M., i dr. Modifying of asphalt concrete by mineral-polymer additive on the basis of butadiene-styrene rubber and chemically precipitated calcium carbonate. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernyh tehnologij - Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2016, no. 4, pp. 215–221.(In Russian).
9. Nechesova Ju. M. Preparation of elastomer compositions filled with modified calcium carbonate at the latex stage. Voronej, 2015, 135 p. (In Russian).

SELECTION OF NATURAL FILLERS FOR ASPHALT CONCRETE

V.M. Abbasov¹, S.A. Mamedov², A.D. Guliyev¹, T.A. Ismailov¹,
E.K. Hasanov¹, I.T. Ismaylov¹, Y.A. Yusibov³,
M.I. Abdullayev¹, M.E. Huseynova¹

¹Acad. Y.Mamedaliyev Institute of Petrochemical Processes
National Academy of Sciences of Azerbaijan

30, Hojaly Ave., Baku AZ 1025; e-mail: ismayil999@gmail.com

²State Motorroad Government Agency of Azerbaijan, Baku

³Gyandja State University,

187, Shah Ismail Hatai Ave., Gyandja, Azerbaijan; e-mail: info@qsu.az

With a view of increasing asphalt concrete filling resources, various natural minerals have been analysed. Physical-chemical analysis made it possible to establish that samples of "Sangargaya" and "Shakhgaya" quarries are identical with "Crumbs from stone manufacture" which has earlier been examined and found suitable as fillings; however, it proved to be insufficient due to

increased capacity of asphalt concrete production. Note that specified samples contain huge quantities of calcium carbonates among analysed minerals, so the content of quartz exceeds no 4.0-4.5% mass. In common with "Crumbs from stone manufacture", there are insignificant quantities of Albite, Wollastanite, Muscovite and Orthoclase in examined samples. The current research allows to significantly increase resources of asphalt concrete fillings.

Keywords: filler, asphalt concrete, natural minerals, calcium carbonate, quartz, phase composition, volcanic ash, stone crumbs

ASFALT-BETON ÜÇÜN TƏBİİ QATQILARIN SEÇİLMƏSİ

V.M. Abbasov¹, S.A. Məmmədov², A.D. Quliyev¹, T.A. İsmayilov¹,
E.K. Həsənov¹, İ.T. İsmayilov¹, Yu.A. Yusibov³,
M.İ. Abdullayev¹, M.E. Hüseynova¹

¹AMEA Y. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu
Az 1025 Bakı, Xocalı prospekti, 30; e-mail: ismayil999@gmail.com

²Azərbaycan avtomobil yolları dövlət agentliyi

³Gəncə Dövlət Universiteti

Gəncə ş., Şah İsmayıl Xətai pr.,187; e-mail: info@qsu.az

Asfalt-betona qatqı ehtiyatlarının artırılması məqsədi ilə fərqli təbii minerallar tədqiq olunmuşdur. Fiziki-kimyəvi analizlər ilə "Səngərqaya" və "Şahqaya" karxanalarının nümunələrinin daha əvvəl öyrənilmiş, bütün keyfiyyətlərinə görə qatqı kimi uyğun olan, ancaq ehtiyatları asfalt-beton istehsalının artan həcmi üçün yetərli olmayan "Daş istehsalı qırıntıları" ilə eyniliyi müəyyən olunmuşdur. Tədqiq olunan minerallar arasında qeyd olunan nümunələrdə kalsium karbonatın miqdarı ən çox olub, kvarsın miqdarı isə 4.0-4.5% küt. artıq deyil. Eyni zamanda nümunələrin tərkibində "Daş istehsalı qırıntıları"-nda olduğu kimi çox az miqdarda albit, vollastonit, muskovit və ortoklaz vardır.

Açar sözlər: qatqı, asfalt-beton, təbii minerallar, kalsium karbonat, kvars, faza tərkibi, daş qırıntıları