

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЕМЗЫ КУЧАКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАК СОРБЕНТА ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Г.Ш. Овсепян¹, М.А. Калантарян¹, Г.Р. Бабаян²

¹Институт водных проблем и гидротехники им. академика И.В. Егиазарова

²Национальный политехнический университет Армении

Исследованы физико-механические свойства дешевого сорбента на природной алюмосиликатной основе с достаточными природными ресурсами. С этой целью выбрана пемза Кучакского месторождения, ресурсы которой на территории Республики Армения достаточны. Изучены следующие параметры кучакской пемзы – гранулометрический состав, дробимость при сжатии, плавучесть, объемный насыпной вес, пористость. Выявлено, что пемзы Кучакского месторождения - аморфные вещества с хорошо развитой пористостью, имеют высокую механическую прочность, низкий насыпной вес и, следовательно, высокую плавучесть; материал абсолютно безвреден для окружающей среды, не нарушает естественного экологического равновесия в случае длительного пребывания в воде. Эти характеристики являются частью основных требований, предъявляемых к сорбентам для сбора разлитых нефтепродуктов.

Ключевые слова: нефтяной сорбент, физико-механические свойства, пемза, гранулометрический состав, дробимость при сжатии, плавучесть, пористость.

Введение. Для удаления пленки нефтепродуктов с водной поверхности наиболее перспективным и экологически целесообразным считается физико-химический метод с применением нефтяных сорбентов (материалы, применяемые для сбора нефти и нефтепродуктов с поверхности водоемов, принято называть нефтяными сорбентами, а также нефтесобирателями и нефтепоглотителями). Недостатком этого метода является высокая стоимость большинства применяемых сорбентов.

В настоящее время производится и применяется множество природных и искусственных сорбентов, но не все из них удовлетворяют требованиям, предъявляемым к аналогичным сорбентам.

Следует отметить, что искусственные поглотители не подвергаются биологическому разложению, вследствие чего они становятся вторичным источником загрязнения окружающей среды.

Учитывая преимущества различных природных материалов (доступность, наличие достаточного количества сырья, нетоксичность), наиболее приемлемо производство нефтяных сорбентов на их основе [1].

Постановка задачи. Цель настоящей работы – исследование физико-механических свойств дешевого сорбента на природной алюмосиликатной основе с достаточными природными ресурсами. Для осуществления этой цели выбрана пемза Кучакского месторождения, ресурсы которой на территории Республики Армения достаточны. Для осуществления поставленной цели исследованы следующие параметры кучакской пемзы – гранулометрический состав, дробимость при сжатии, плавучесть, объемный насыпной вес, пористость.

Физико-механические и химические свойства пемз. По петрографическим, физико-механическим показателям различают пемзы аниийского типа и литоидные. Пемзы Кучакского месторождения аниийского типа, ресурсы которых в виде песков и орешков, расположены между с. Кучак и Зовунийским озером. Абсолютная отметка над уровнем моря - 2050 м.

На южной стороне проявления большое распространение имеют водно-ледниковые валунно-галечные отложения верхнего антропогена и туфы, туфолавы среднего и нижнего антропогена и обнажается мощный пласт пемзовых орешков (6...7 м мощности) и пумицита (4...6 м мощности). На них лежат вулканические черные пески, валунно-галечные отложения. Чуть западнее (350 м) под мощным почвенно-растительным слоем обнажается 6 - метровый пласт пемзовых песков и пумицита [2].

Исследованы физико-механические и химические свойства кучакской пемзы. Пемза является продуктом вулканических извержений. Она образовалась из выброшенного при извержении расплавленного стекла, вспучивающегося вследствие высвобождения зажатых или растворенных в стекле газов. Часто содержит различные кристаллические включения - вкрапленники плагиоклаза, кварц, моноклинные и ромбические пироксены, слюды [3].

По размерам зерен различают следующие типы пемз: куски больше 50 мм, пемзовый орешек - 5...50 мм, меньше 0,15 мм - песок или вулканический пепел. Химический состав и свойства пемз разных месторождений колеблются в весьма широких пределах.

Пемза - химически инертный и огнестойкий материал [4]. Для осуществления поставленной цели исследованы следующие параметры кучакской пемзы - гранулометрический состав, дробимость при сжатии, плавучесть, объемный насыпной вес, пористость.

Гранулометрический состав. Для определения гранулометрического состава отбирают пробу в количестве 1 кг. Каждое сито стандартного набора промывают, высушивают и взвешивают, после чего собирают их в один комплект. На верхнее сито собранного комплекта переносят среднюю пробу. Приводя комплект сит в колебательное состояние, просеивают пробу при непрерывном промывании водой. Каждое сито вместе с остатком высушивают

до постоянства веса и взвешивают. По разности между весом сита с остатком и первоначальным весом пустого сита определяют частные остатки на каждом сите. В табл. 1 приведен гранулометрический состав кучакской пемзы.

Таблица 1

Гранулометрический состав кучакской пемзы

Номера сит	Частичный остаток, г	Частичный остаток, %	Полный остаток, %
20,0	79,832	7,98	7,98
10,0	404,40	40,44	48,42
5,0	445,70	44,57	92,99
2,5	59,60	5,96	98,95
1,25	0,39	0,04	98,992
0,63	0,27	0,03	99,019
0,31	1,9	0,19	99,209
0,14	2,79	0,28	99,489
-0,14	5,12	0,51	99,999

Исследования размеров зерен кучакской пемзы показали, что основную часть составляют зернышки размером 2,5...20 мм, из которых 40...44% имеют размеры 5,0...10,0 мм.

На рис. 1 представлены образцы зерен кучакской пемзы.

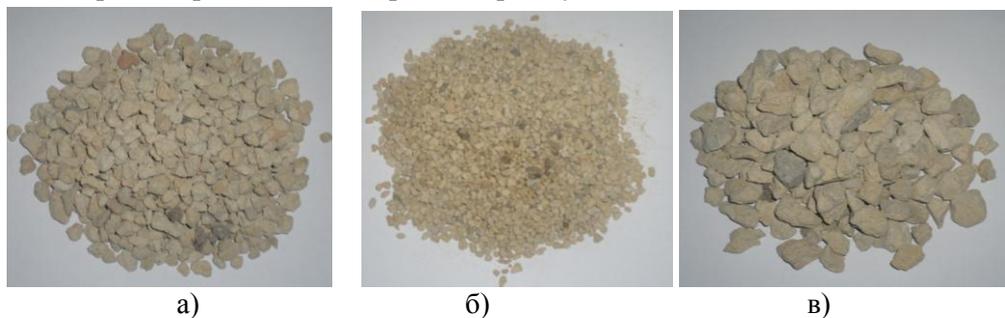


Рис.1. Образцы зерен кучакской пемзы: а - 2,5...5,0; б - 5,0...10,0; в - 10,0...20,0 (в мм)

Дробимость кучакской пемзы. Для определения дробимости от каждой фракции (2,5...5,0; 5,0...10,0; 10,0...20,0 мм) необходимо взять навеску в 0,5 кг. Зерна каждой фракции высыпают в цилиндр со съёмным дном так, чтобы после разравнивания верхний уровень материала не доходил до верхнего края цилиндра примерно на 15 мм. Затем в цилиндр вставляют плунжер, чтобы плита плунжера была на уровне верхнего края цилиндра. Устанавливают цилиндр на нижнюю плитку гидравлического пресса и сжимают зерна с максимальной силой нажатия 5000 кгс. После сжатия испытываемую пробу высыпают в

цилиндр и взвешивают. Затем просеивают ее через сито, размер которого зависит от размера испытываемой фракции. Остаток зерна на сите после просеивания взвешивают. Показатель дробимости Dp_i % для каждой фракции с точностью до 1% определяют по формуле

$$Dp_i = m - m_i / m \cdot 100,$$

где m – масса пробы зерна, г; m_i – масса остатка на сите после просеивания раздробленной в цилиндре пробы зерна, г [5].

В табл. 2 приведены результаты дробимости при сжатии.

Таблица 2

Результаты дробимости при сжатии

Образец	Размеры частиц, мм	Дробимость, %
Кучакская пемза	2,5...5	42,5
	5...10	49,0
	10...20	80,26

Результаты исследования показали, что зерна исследованных образцов имеют достаточную прочность.

Определение объемного насыпного веса зерен. Насыпной вес зерен в состоянии естественной влажности определяют из трех отдельных, параллельно взятых навесок. Для каждой навески используют мерный сосуд объемом 10 л, который предварительно высушивают, охлаждают до комнатной температуры и взвешивают на технических весах. Затем в него совком по наклонному желобу с высоты 10 см от верхнего края сосуда насыпают равномерной струей испытуемые зерна до тех пор, пока они, наполнив сосуд и образовав над ним конус, станут скатываться на стол. Зерна, выступающие над сосудом в виде конуса, срезают вровень с краями сосуда ножом, после чего сосуд с песком взвешивают.

Количественное выражение насыпного веса рассчитывают по формуле

$$\rho = m_2 - m_1 / V,$$

где m_1 - вес сосуда, г; m_2 – вес сосуда с зернами, г; V – объем сосуда, $см^3$ [6,7].

Объемный насыпной вес кучакской пемзы в среднем составляет 0,306 г/см³, который утверждает значительную легкость исследуемого материала.

Определение плавучести сорбента. Плавучесть сорбентов является важным показателем для нефтяных сорбентов. Исследования плавучести кучакской пемзы подтвердили, что из-за низкого объемного насыпного веса сорбент сохраняет плавучесть в течение длительного периода времени, что позволяет значительно увеличить резервы времени для проведения подготовительных мероприятий и сбора нефти. После поглощения нефтепродуктов пемза остается на поверхности воды более 96 часов.

По данным, приведенным в табл. 3, кучакская пемза представляет собой сорбент высокой плавучести [8,9]

Таблица 3

Классификация нефтяных сорбентов по плавучести

Высокая плавучесть - более 72 часов	Средняя плавучесть – от 3 до 72 часов	Неплавучие – до 3 часов
--	--	----------------------------

Определение пористости. Пемза является продуктом вулканических извержений. Она образовалась из выброшенного при извержении расплавленного стекла, вспучившегося вследствие высвобождения зажатых или растворенных в стекле газов. В зависимости от количества содержащихся в нем газов меняется характер пористости пемзы (от губчатой до волокнистой, от крупнопористой до мелкопористой).

Кучакская пемза является пемзой анийского типа, где размеры пор колеблются в весьма широких пределах – от нескольких микронов до 2...3 мм, а в литоидных пемзах - до 0,5 мм.

Для оценки пористости и формы пор, размера, качества структуры были проведены численные и электронно-микроскопические исследования образцов.

На рис. 2 представлены размеры зерен кучакской пемзы, снятые с помощью цифрового микроскопа (USB-микроскоп OITEZ DP-M07-200): 2,5...5,0 мм; 5,0...1,0 мм; 10,0 ... 20,0 мм.



а)



б)

Рис. 2. Общий вид зерен пемзы размером 2,5...5,0 мм (а); 200-кратное увеличение (б)

Электронно-микроскопические исследования проводили на электронном микроскопе *Tescan Vega:TS130 MM*. На рис. 3-5 приведены соответственно общий вид и размеры пористости кучакской пемзы.

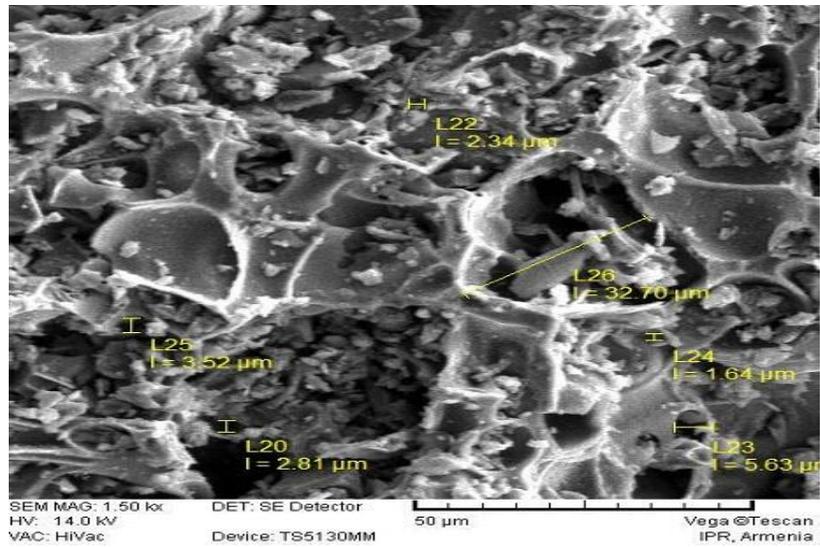


Рис. 3. Общая пористость кучакской пемзы

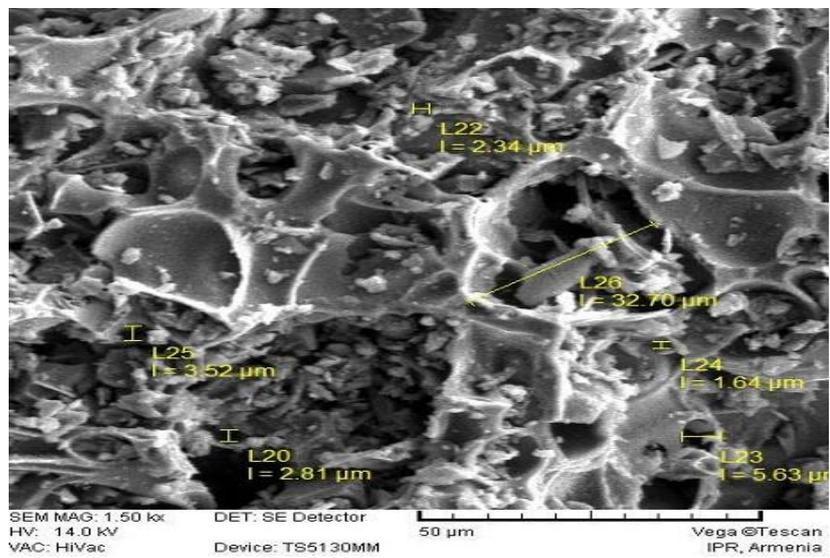


Рис. 4. Размеры пор кучакской пемзы 1,64...32,70 мкм

Поры, в основном, открытые (80...90%), имеют губчатую структуру, размеры пор колеблются от 1,64 до 60,16 мкм, т.е. материал имеет хорошо развитую пористость.

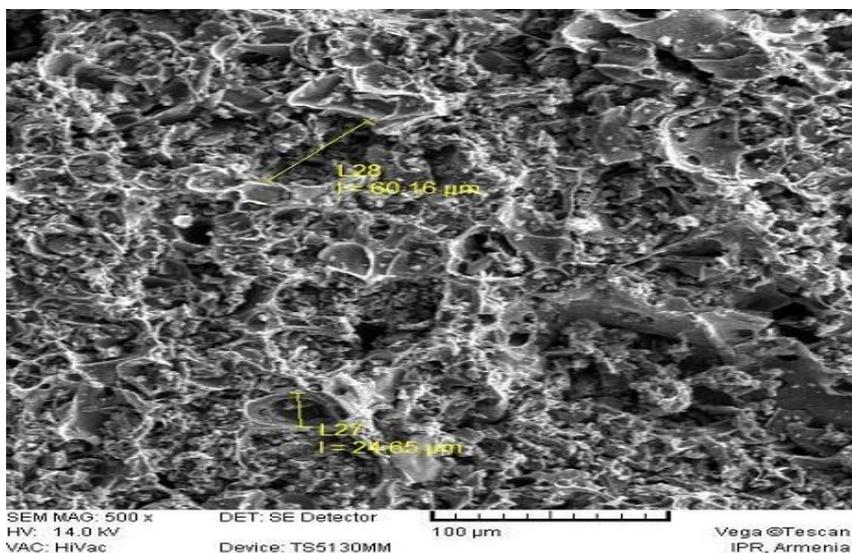


Рис. 5. Размеры пор кучакской пемзы 24,0...60,16 мкм

Рентгенофазовый анализ пемзы. Рентгенофазовый анализ выполнен на дифрактометре URD-63 с использованием $\text{Cu}_{K\alpha}$ - излучения и никелевого фильтра. Скорость съемок 2 град.мин^{-1} . В результате анализа выявлено, что пемза - алюмосиликатное аморфное вещество, не содержащее минеральных кристаллических включений.

На рис. 6 приведена рентгенограмма кучакской пемзы.

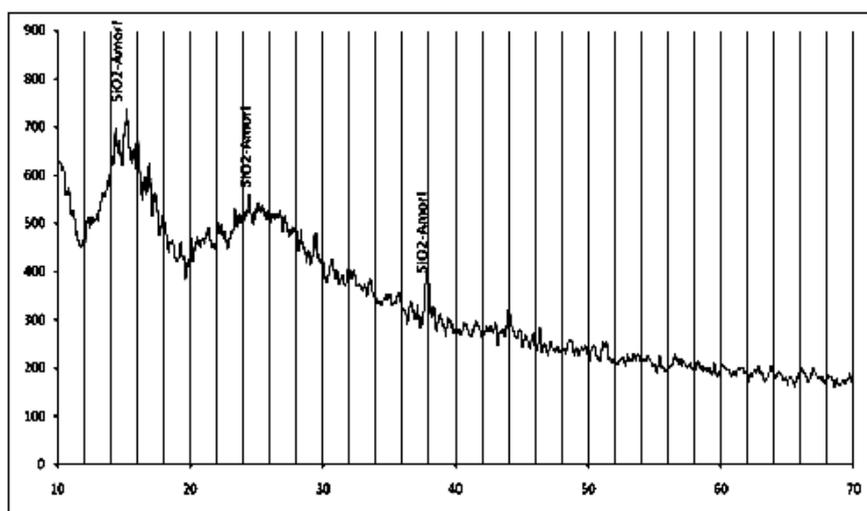


Рис. 6. Рентгенофазовый анализ кучакской пемзы

Заключение. Физико-механические, электронно-микроскопические исследования показали, что пемзы Кучакского месторождения - аморфные алюмосиликатные вещества с хорошо развитой пористостью, имеют высокую механическую прочность, низкий насыпной вес и, следовательно, высокую плавучесть, кроме того, они химически инертны и огнестойки, т.е. обладают рядом характеристик, являющихся частью основных требований, предъявляемых к нефтяным сорбентам.

Литература

1. **Тарасевич Ю.И.** Физико-химические принципы рационального подбора природных сорбентов для адсорбционной очистки сточных вод от ПАВ // Укр. хим. журнал. – 1977. – Т. 43, № 9. – С. 930-935.
2. **Гаспарян Н.Г., Айвазян Ц.М., Мелкумян Г.Т.** Отчет результатов поисковых работ, проведенных на пемзе за 1974 г. - Ереван, 1975. - 654 с.
3. **Ацагорцян А.** Прородные каменные материалы Армении. - М.: Стройиздат, 1967. – 146 с.
4. **Израелян В.Р.** Вулканические пористые заполнители для бетонов: особенности строения и поведение в бетонах. – Ереван: Айастан, 1998. – 120 с.
5. **Мануйлов Л.А., Клюковский Г.И., Ульянова Г.Г.** Методы лабораторных испытаний строительных материалов и строительных деталей. – М.: Высшая школа, 1968. - 400 с.
6. **Փնորգյան Խ.Հ.** Շինարարական նյութերի և արտադրանքների լաբորատոր փորձարկումը. - Երևան: Հայաստան, 1982. – 286 էջ:
7. ГОСТ 8269.0-97. Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний.
8. **Перфильев А.В.** Получение и свойства органоминеральных гидрофобных адсорбентов на основе природных алюмосиликатов: Дис. ... канд. хим. наук. – Владивосток, 2012. -153 с.
9. Геологический словарь / Отв. ред. **К.Н. Паффенгольц.** – М.: Недра, 1973. –Т.2. – 82 с.

*Поступила в редакцию 26.02.2015.
Принята к опубликованию 15.06.2015.*

ՔՈՒՉԱԿԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԻ ՊԵՄՁԱՅԻ՝ ՈՐՊԵՍ ՆԱՎԹԱՅԻՆ ԿԼԱՆԻԶԻ ՖԻԶԻԿԱՄԵԽԱՆԻԿԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Գ.Շ. Հովսեփյան, Մ.Ա. Քալանթարյան, Գ.Ռ. Բաբայան

Ուսումնասիրվել են բնական այլումասիլիկատային հիմքով, էժան և բավարար բնական պաշար ունեցող կլանիչի ֆիզիկամեխանիկական հատկությունները: Առաջադրված նպատակն իրագործելու համար հետազոտվել են Քուչակի հանքավայրի պեմզայի հատիկային կազմը, մանրատվածության աստիճանը սեղմման պայմաններում, լողունակությունը, լցվածքային խտությունը, ծակոտկենությունը: Ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ Քուչակի հանքավայրի պեմզան ամորֆ նյութ է, ունի բավարար ծակոտկենություն, ցածր լցվածքային խտություն, հետևաբար և բարձր լողունակություն, անվտանգ է շրջակա միջավայրի համար, ջրում երկար գտնվելիս չի խախտում էկոլոգիական հավասարակշռությունը: Այս ցուցանիշները ջուրը նավթամթերքից մաքրող կլանիչներին ներկայացվող հիմնական պահանջներից են:

Առանցքային բառեր. նավթային կլանիչ, ֆիզիկաքիմիական հատկություններ, պեմզա, հատիկային կազմ, մանրատվածություն սեղմման պայմաններում, լողունակություն, ծակոտկենություն:

INVESTIGATING THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF THE QUCHAK DEPOSIT PUMICE AS A SORBENT FOR PURIFYING THE WATER SURFACE FROM PETROLEUM PRODUCTS

G.Sh. Hovsepyan, M.A. Kalantaryan, G.R. Babayan

The physical and mechanical properties of natural low-cost aluminosilicate - based sorbent with sufficient natural resources are considered. To this end, the Quchak deposit pumice is chosen whose resources are sufficient on the territory of Republic of Armenia. The following parameters of the Quchak pumice are studied – granulometric composition, crushability at compression, buoyancy, volumetric bulk density, porosity. It is revealed that the Quchak deposit pumice is an amorphous material with high porosity, high mechanical strength, low bulk density and therefore high buoyancy. It is completely harmless for the environment, does not disturb the natural ecological balance in case of long presence in water. These characteristics are part of the basic requirements set to sorbents for picking the spread petroleum products.

Keywords: oil sorbent, physical and mechanical properties, pumice, granulometric composition, crushability at compression, porosity, buoyancy.