

как и всякий коллоидный раствор моющее средство имеет ограниченный срок годности. Маслосемкость увеличивается введением масластворимых ПАВ и сорбаторов, н-р, бутилдигликоля.

5. Потенциальный вред для персонала.

Для предотвращения возможного вреда водородный показатель рН моющего средства не должен превышать 11. При этом ванны должны быть оснащены надлежащей вентиляцией, а сотрудники обеспечены средствами индивидуальной защиты.

6. Необходимость использования большого ассортимента средств для различных технологических задач.

Данная проблема является актуальной во всех случаях, так как универсальное моющее средство для всех загрязнений подобрать крайне сложно. ООО «ЕСТОС Техно» создает рецептуры многофункциональных композиций, которые эффективно удаляют загрязнения как органического, так и неорганического характера, препятствуют последующей ресорбции загрязнений, умягчают воду защищают поверхность от коррозии. Многофункциональность достигается сочетанием ПАВ различных классов, комплексонов и неорганических добавок.

7. Обеспечение экологической безопасности.

При использовании щелочных моющих средств образуется большое количество отработанного раствора. В качестве одной из мер по утилизации применяют отказ от использования в рецептурах вредных и опасных веществ. Однако отработанный раствор кроме моющего средства содержит в большом количестве органические масляные загрязнения и шлам, и должен быть очищен от них. Для этого применяют различные очистные установки, например, вакуумно-дистилляционные системы.

С учетом вышеперечисленных параметров было успешно разработано несколько рецептур моющих средств, которые в настоящее время проходят испытания в условиях ООО «ЭЛЕМАШ-СПЕЦТРУБПРОКАТ» для последующего внедрения в производство.

**Список литературы**

1. Николаев П.В., Козлов Н.А., Петрова С.Н. Основы химии и технологии производства синтетических моющих средств: учебное пособие. – Иваново, 2007.  
2. Современные методы подготовки поверхности металла перед окраской. – URL: <http://ralpowder.ru>.

**АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ ГЕТЕРОЦИКЛЫ – ЭФФЕКТИВНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА**

Томаева М.Э., Рамонова И.А., Газзаева Р.А.

*Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ, e-mail: m.t.17@bk.ru*

В настоящее время проблема создания современной отечественной химико-фармацевтической индустрии выдвигается в ряд важнейших элементов национальной безопасности, а разработка эффективных методов синтеза биологически активных соединений рассматривается в качестве одной из приоритетных задач в развитии базовых технологий химико-фармакологической промышленности.

Обладая разнообразной биологической активностью, многие азотсодержащие гетероциклы удовлетворяют всем требованиям, предъявляемым в настоящее время для создания экологически чистой продукции в решении проблем окружающей среды [1]. Они безвредны, устойчивы и удобны в хранении, в процессе их синтеза не используются и не образуются вредные побочные продукты.

Нами получены дизамещенные 3,4-дигидропиридоны (циклоизомеризацией δ-кетонитрилов и нача-

ты исследования биологической активности. Проводятся работы и по возможности использования синтезированных 3,4-дигидропиридонов в качестве антиокислительных присадок. Установлена высокая антиокислительная способность метилпиридонов.

**Список литературы**

1. Газзаева Р.А., Коблова Л.Б., Хабаева З.Г., Гаглоева М.Т. О превращениях феноксипроизводных циклопропанов в условиях реакции нитрозирования // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – №6.

**ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И УСЛОВИЙ ФОРМОВАНИЯ ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ В ТЕХНОЛОГИИ КЕРАМЗИТОВ**

Торопков Н.Е., Кутугин В.А.

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, e-mail: zerogooff@gmail.com*

Одним из наиболее эффективных заполнителей для сборного бетона и железобетона является керамзит, получаемый вспучиванием глинистых пород во вращающихся печах. Производство качественного керамзита из наиболее распространенных глинистых пород часто осложняется несоответствием физико-химической природы вспучивания сырья технологии его обжига.

Процесс получения керамзита складывается из стадий приготовления исходной формовочной смеси, формования сырых гранул, их сушки и вспучивания при обжиге. Каждая из этих стадий оказывает сильное влияние на качество и свойства получаемого керамзита. Необходимо отметить, что наиболее изученной из этих стадий является стадия поризации гранул, для которой установлен механизм и физико-химические основы процесса. Значительно меньше уделено внимания в технической литературе процессу пластического формования гранул и сушке сырцовых гранул, оптимальное проведение которого позволит реализовать возможность получения сырых гранул с диаметром 3–5 мм. Для этого необходимо знать формовочные свойства глин, зависимости удельного давления формования и объемного фазового состава от влагосодержания массы.

Считается, что ввиду малости размеров в гранулах не возникает опасных напряжений, которые способны привести к значительным разрушениям. И если все же это происходит, то, по мнению ряда специалистов, не является серьезным нарушением технологии, поскольку образовавшиеся мелкие кусочки также вспучиваются. Практика, однако, показывает, что разрушение гранул, образование мелочи дестабилизирует процесс обжига, вынуждает снижать температуру вспучивания, что в конечном итоге ведет к повышению плотности заполнителей. Трещины, возникающие в гранулах по той же причине добавляют дополнительные дефекты, снижая их прочность. Все это является неприемлемым для технологии высококачественного заполнителя.

Существование различных мнений о причинах вспучивания и порообразования в глинистом сырье при его высокотемпературной термической обработке для получения керамзитового гравия, противоречивость некоторых из этих мнений свидетельствуют о недостаточной изученности основных физико-химических факторов вспучивания и порообразования.

Наши исследования закономерностей, контролирующих вспучивание глин, были направлены на исследование прямой зависимости состава полимине-

ральных глин и условий формирования на вспучиваемость и порообразование.

Цель работы – исследование влияния физико-химических критериев на поризационную способность глинистого сырья при производстве керамзита.

Минеральный состав пород устанавливался в результате комплексных исследований. Для исследования были взяты красножгущиеся глины 13 месторождений: 11 с территории Томской области и 2 с близлежащих областей, с различным минеральным составом, который представлен в таблице 1.

Особенностью химического состава глин является небольшое содержание оксида железа – до 6,00%.

Грансостав глин данных месторождений схожи и характеризуются небольшим содержанием крупных частиц (1–0,05 мм), высоким содержанием пылеватых частиц (0,05–0,005 мм) и невысоким содержанием частиц тонких фракций. Суммарное содержание частиц размером менее 0,001 мм составляет не более 19,52% (наибольшее значение у Корниловской глины). По классификации В.В. Охотина данные глины можно отнести к пылеватым. Число пластичности глин составляет 7–14.

Проведенные исследования глин при одинаковых условиях формирования показывают, что глины, содержащие более 65% SiO<sub>2</sub>, в большинстве случаев непригодны для производства керамзита. По мере увеличения содержания SiO<sub>2</sub> и уменьшения содержания Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, Na<sub>2</sub>O и K<sub>2</sub>O вспучиваемость глинистых пород уменьшается.

Большое количество кварца в глинистых породах, особенно в крупных зернах, ухудшает вспучиваемость глин. Частично оплавленные крупные зерна

кварца, вкрапленные в материале стенок ячеек, ухудшают структуру, увеличивают объемный вес образцов, повышают их хрупкость.

Обилие кварца характерно для томских глин Верхового и Октябрьского месторождений.

Присутствие в глинистых породах 10-12% мелкодисперсного кварца существенно не влияло на вспучиваемость глин при обжиге. Также были проведены ряд экспериментов по отмучиванию глины, для уменьшения содержания кварцевых включений, которые показали, что с уменьшением содержания кварца, конечная плотность вспученных материалов уменьшается.

Из литературных данных известно, что большинство хорошо вспучивающихся глин и сланцев содержит 17-22% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. По мере уменьшения содержания Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> вспучиваемость глин резко снижается. С понижением содержания окислов железа вспучиваемость глин заметно уменьшается. Характерно, что снижению вспучиваемости глинистых пород отвечает увеличение отношения Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:FeO. Абсолютное содержание закиси железа падает. В глинистых породах с высокой вспучиваемостью Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> обычно преобладает над FeO. Установлено, что по мере снижения способности к вспучиванию в длинах заметно уменьшается содержание MgO, введение которого в смеси с содой в некоторые тугоплавкие и огнеупорные глины, наоборот, вызывает их вспучивание при обжиге.

На фотографиях, полученных на микроскопе JCM-6000 JEOL с микроанализатором JEOL представлены образцы обожженные при температуре 1200 °C в течение 5 минут.

Таблица 1

Химический состав красножгущегося глинистого сырья

Шифр пробы	Месторождение глинистого сырья	Содержание оксидов, % масс							
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	D
Кемеровская область									
1	Ленинск-кузнецкое	68,26 74,10	11,22 12,18	5,57 6,05	3,58 3,89	2,12 2,30	0,60 0,65	0,77 0,84	7,88 -
2	Юргинское	62,12 68,60	13,77 15,21	4,76 5,26	4,20 4,64	0,99 1,09	4,72 5,21		9,44 -
Томская область									
3	Воронинское	62,65 69,09	14,76 16,28	4,76 5,25	3,48 3,84	2,92 3,22	1,36 1,50	0,75 0,83	9,32 -
4	Октябрьское	68,66 72,35	15,90 16,75	3,06 3,22	1,40 1,48	3,48 3,67	1,07 1,13	1,33 1,40	5,10 -
5	Верховое	65,84 70,77	14,28 15,35	4,76 5,12	4,20 4,51	2,45 2,63	0,62 0,67	0,89 0,96	6,96 -
6	Корниловское	63,70 69,56	12,75 13,92	5,16 5,63	3,50 3,82	3,48 3,80	2,99 3,26		8,42 -
7	Парабельское	65,12 69,74	14,21 15,22	4,74 5,08	2,79 2,99	3,22 3,45	1,67 1,79	1,62 1,74	6,63 -
8	Наумовское	64,79 69,23	14,99 16,02	6,00 6,41	2,29 2,45	1,94 2,07	1,60 1,71	1,98 2,12	6,41 -
9	Турунтаевское	62,68 69,96	14,89 16,62	4,68 5,22	2,71 3,02	1,92 2,14	1,74 1,94	0,98 1,09	10,40 -
10	Родионовское	63,96 69,76	13,26 14,46	3,99 4,35	4,95 5,40	1,26 1,37	2,24 2,44	2,03 2,21	8,31 -
11	Новорождественское	65,63 68,55	14,83 15,97	4,86 5,23	3,77 4,06	1,90 2,05	2,03 2,19	1,81 1,95	7,15 -

Примечание – в числителе значения в воздушно-сухом состоянии, в знаменателе – в прокаленном.

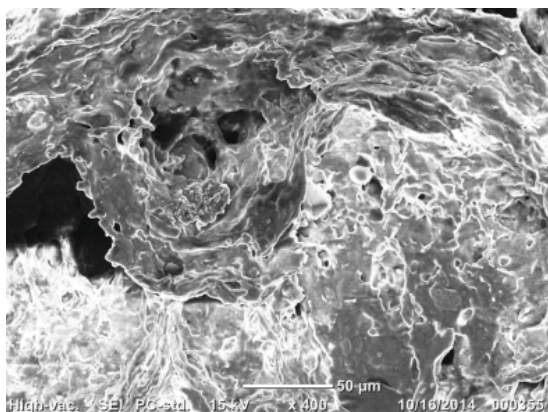


Рис. 1. Глина Октябрьского месторождения

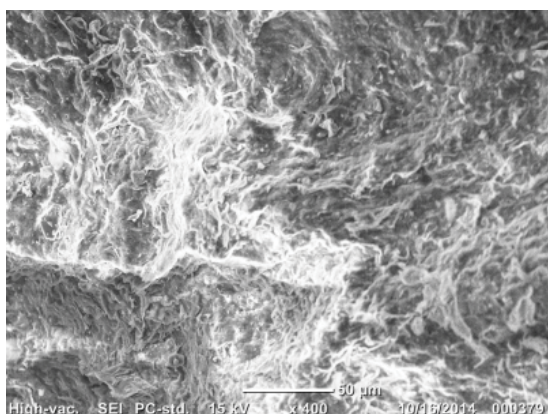


Рис. 2. Глина Корниловского месторождения

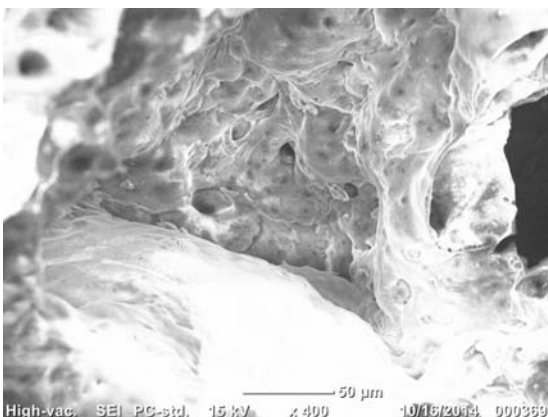


Рис. 3. Глина Воронинского месторождения

Как видно из фотографий, наиболее лучшие показатели по поризационной способности были получены у глины Воронинского месторождения. Также неплохие показатели у Корниловской глины, с которой работает ООО «ТЗСМИ»

Известно, что преобладающая часть глинистых пород, обнаруживающих высокую вспучиваемость, содержит небольшие количества окиси кальция (до 2-3,5%). Было выяснено, что по мере увеличения содержания CaO в глинах обжиг приготовленных из них гранул сырья резко ухудшается. Большинство исследованных глин и сланцев, обладающих высокой степенью вспучиваемости, содержат около 2,5-3% ( $K_2O+Na_2O$ ). В некоторых хорошо вспучивающихся

глинах содержание этих окислов еще выше. Значительно ниже содержание  $K_2O$   $Na_2O$  в глинистом сырье с малой степенью вспучиваемости. Химический состав глинистых пород, определяющий степень их легкоплавкости и дающий возможность судить о вязкости расплава при температурах вспучивания, сам по себе не может предопределить способность глинистого сырья к вспучиванию. Однако он дает возможность судить о непригодности некоторых категорий глинистых пород для производства керамзита. В результате ряда экспериментов были определены оптимальные содержания (в%) компонентов в глинистом сырье (в пересчете на прокаленное вещество):

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + FeO	K <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> O
55-65	16-20	2-3,5	2-3,5	6-12	2-4,5

Проведенный химический анализ содержания оксидов в основных глинах Томской и Кемеровской области представлен в таблице 1.

Установлено, что лучше всего вспучиваются глины гидрослюдисто-каолинитовые и гидрослюдисто-монтмориллонитовые месторождений Юргинское, Ново-рождественское, Родионовское и Корниловское, а также глина Тульской области с остатками белемнитов.

Исходя из выше сказанного, дальнейшие исследования проводились с глиной Корниловского месторождения, так как по минералогическим характеристикам она удовлетворительно подходит.

Особенностью химического состава глины является небольшое содержание оксида железа – до 5,15%.

Для более полного представления о свойствах глины определены максимальная гигроскопическая влажность  $W_{гг} = 8,20\%$ , максимальная молекулярная влажность  $W_{мв} = 11,33\%$ , удельная поверхность –  $S_{уд} = 2500$  мг/см<sup>2</sup> (прибор ПСХ-2).

Как было выше замечено, что для получения удовлетворительных результатов по вспучиванию рекомендуется глинистое сырье с содержанием Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в пределах 6–12%, поэтому для корректировки химического состава глины использовалась добавка – железистый шлам водоподготовки Томского водозабора. Данный шлам представляет собой суспензию оксидов железа (II) и (III) и имеет следующий состав Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=91,7% и FeO=8,3%

Нами был изучен химический и минералогический состав осадка станции обезжелезивания Томского водозабора. В таблице 2 приведены результаты анализа химического состава осадка водоподготовки станции обезжелезивания Томского водозабора по методике [2]. В среднем валовом составе преобладают оксиды железа (42 и 44%). Существенно более низки доли оксидов кремния (5,4 и 2,4%), кальция (4,2 и 2,8%) и магния (2,0 и 4,9%).

Таблица 2

Химический анализ железосодержащего осадка

% содержание					
SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + FeO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	п.п.п.
2,43	44,05	н/о	2,8	4,90	10.02

Минералогический состав осадков определяли с помощью рентгенофазового анализа. Установлено, что в качестве основной фазы преобладают аморфные не закристаллизовавшиеся продукты. В виде кристаллической фазы идентифицируются в осадках α-гематит и кальцит. Близкий состав осадков наблюдали и другие исследователи [4].

Исследования показали, что введение железосодержащего осадка в сырьевую смесь в исследованных пределах содержания при получении керамзитового гравия приводит к росту пористости образцов, снижению плотности, что является весьма актуальным в производстве искусственных пористых заполнителей. Наиболее плотная структура отвечает образцам, содержащим наименьшее количество отходов – 5%. В таких образцах пористость развивается на границах глинистых частиц, где, по всей вероятности, концентрация оксидов железа, вводимых осадками сточных вод, наибольшая. При введении отходов в количестве от 10 до 15% характер пористости меняется. Поры более равномерно распределены по объему материала, появляются крупные пустоты размером до 1-2 мм. Однако при этом осадки сточных вод при их содержании более 10% уменьшают интервал вспучивания сырьевой смеси, что может отрицательно сказаться на проведении процесса обжига в заводских условиях.

Были определены показатели керамзита: насыпная плотность, гранулометрический состав, сопротивление раздавливанию и морозостойкость пористого заполнителя. Испытания показали, что по всем контролируемым параметрам материал соответствует требованиям ГОСТ 9758-2012. Потеря массы после 20 циклов попеременного замораживания и оттаивания составляет 0,83%, сопротивление раздавливанию – 3,9 Н/мм<sup>2</sup>, насыпная плотность – 515-560 кг/м<sup>3</sup>, что значительно выше показателей образцов, синтезированных с использованием глин без добавок гальванических осадков сточных вод.

Анализ микроструктуры полученных материалов, представленной на рис. 4, показывает, что образцы керамзитового гравия обладают сложной нерегулярной структурой. Отдельные поры отличаются по форме, ориентации и кривизне поверхности. Преобладающий размер пор составляет 0,1 – 0,2 мм.

В качестве добавки, способствующей уменьшению вязкости расплава, использовался карбонат кальция в виде известковой муки. Общее содержание СаО в шихте составило 5%, что соответствует требованиям, предъявляемым к сырью для производства керамзита.

Так как основным поставщиком газовой фазы при поризации гранул являются продукты окислительно-восстановительных реакций, то для создания восстановительной среды внутри гранул, в состав шихты вводилась добавка мазута в количестве 4%.

При проведении экспериментов смесь из вышеуказанных компонентов тщательно перемешивалась

и увлажнялась для получения необходимой консистенции.

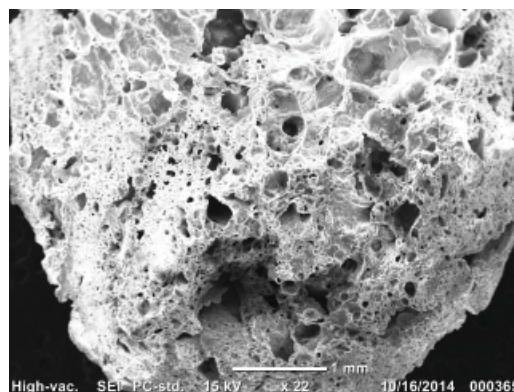


Рис. 4. Микроструктура образцов керамзитового гравия

Объемные деформации пластичных керамических масс по своей природе отличаются от объемных деформаций твердого тела.

Деформация пластичных керамических масс сопровождается изменением объемного фазового состава, который можно количественно определить по значениями  $K_T$ ,  $K_G$ ,  $K_{ж}$ .

Исследования были проведены с целью получения ряда зависимостей, определяющих формовочные свойства глиняной массы. Во-первых, это зависимости удельного давления прессования от абсолютной влажности массы и её предельного напряжения сдвига от влагосодержания.

Исследования были проведены с целью получения ряда зависимостей, определяющих формовочные свойства глиняной массы. Во-первых, это зависимости удельного давления прессования от абсолютной влажности массы и её предельного напряжения сдвига от влагосодержания.

Величина предельного напряжения сдвига предопределяет расход энергии при формовании и плотность получаемых заготовок изделий. Достижение большей плотности формовок возможно при меньшей влажности, но при этом увеличивается расход энергии на формование. Для управления процессом формования необходимо знать количественную взаимосвязь между всеми этими параметрами и объёмный фазовый состав массы при различных давлениях формования.

Таблица 3

Параметры, необходимые для управления процессом формования

W ABC, %	Давление прессования, кг/см <sup>2</sup>	Предельное напряжение сдвига, кг/см <sup>2</sup>	$\rho_{вл}$ кг/м <sup>3</sup>	$\rho_{сух}$ кг/м <sup>3</sup>	$K_T$	$K_{ж}$	$K_G$
12	256,0	189,04	2130	1903	0,746	0,228	0,026
13	200,0	122,32	2107	1865	0,731	0,242	0,027
14	120,0	77,84	2086	1829	0,717	0,256	0,027
15	72,0	61,16	2068	1798	0,705	0,270	0,025
16	57,6	38,92	2031	1751	0,686	0,280	0,034
18	25,6	22,24	1985	1682	0,659	0,302	0,039
20	12,8	11,20	1943	1620	0,635	0,324	0,041

Такие данные получены с помощью пресс-формы с боковым отверстием диаметром 3 мм, и с помощью капиллярного вискозиметра конструкции В.А. Лотова, в которых производилось уплотнение глиняной массы при различных влажностях и давлениях (табл. 3).

Различие между давлением прессования (пресс-форма) и напряжением сдвига (вискозиметр) можно объяснить большей величиной сил трения, возникающих на границе между пуансоном и матрицей пресс-формы. В вискозиметре контакт между коническим индентором и цилиндрической ёмкостью осуществляется по кольцевой линии, вследствие чего силы трения, возникающие в зоне контакта, будут минимальными, что повышает достоверность определений.

На основе этих данных получена зависимость объемной доли твердой фазы ( $K_t$ ) от влагосодержания ( $W_a$ , отн.ед.), на основе которой определен показатель формуемости смеси  $\Pi_\Phi$ :

$$\Pi_\Phi = \frac{\Delta W_a}{\Delta K_t} = \frac{0,2 - 0,12}{0,746 - 0,635} = 0,72, \quad (1)$$

Показатель формуемости свидетельствует о степени соответствия процессов уплотнения твёрдой фазы массы и фильтрационного перемещения жидкой фазы в структуре массы при воздействии внешнего давления. Так как значение изменяется в пределах 0,4-1,0, то можно сказать, что исследуемая масса обладает удовлетворительными формовочными свойствами.

Уравнение прессования для исследуемого суглинка можно представить в следующем виде:

$$\ln P = 10,05 - 37,48W_a, \quad (2)$$

Или исходя из эмпирической зависимости полученной по графику на рисунке 5 получаем:

$$K_t = 0,037 \ln P + 0,54, \quad (3)$$

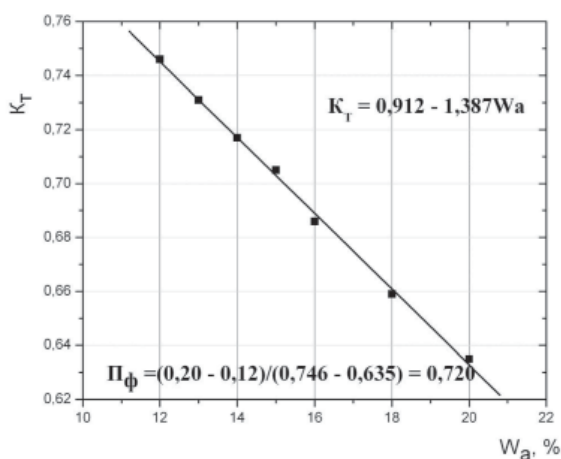


Рис. 5. Зависимость объемной доли твердой фазы от абсолютного влагосодержания

Из этих данных следует, что при получении плотных сухих гранул формирование гранул необходимо проводить при минимальной влажности и повышенных давлениях. В связи с тем, что формирующая решётка пресса должна иметь отверстия диаметром 3-5 мм, она будет оказывать большое сопротивление продвижению формовочной массы через такие отверстия. Частично решить эту проблему можно путём увеличения живого сечения решётки, однако при этом появляется проблема закупоривания отверстий различными включениями в формовочной массе. Поэтому,

только при использовании шнекового пресса со скользящей парой нож-решётка с четырёхлопастным ножом, содержащим одну подрезающую и три продавливающие лопасти, проблему пластического формования сырых гранул можно решить в полном объёме.

При изучении обжиговых свойств использовались гранулы диаметром 3 мм и длиной 3-5 мм, которые формовали методом пластического формования при удельном давлении 2 МПа и абсолютной влажности массы 15%.

Обжиг гранул проводили в лабораторной печной установке с фонтанирующим (кипящим) слоем. Печь представляла собой вертикальную трубчатую шахту, выполненную из кварцевого стекла с расположенной в нижней части беспровальной распределительной решеткой. Сухие гранулы загружались в печь небольшими порциями через верхнюю часть трубы. Ожижающей средой служили дымовые газы, подаваемые в печь из топочной камеры.

Гранулы при обжиге вспучивались, и после достижения определенной плотности, выносились из аппарата восходящими потоками теплоносителя.

После обжига был получен мелкозернистый керамзит в виде овальных и округлых зерен размером до 10 мм. Длительность пребывания гранул в печи составляла 3-4 мин при температуре 1030-1050°C, охлаждение образцов производилось при комнатной температуре.

Гранулы керамзита после обжига приобретали темно-коричневый цвет, имели плотную, спекшуюся корку, частично оплавленную с поверхности, обладали сложной нерегулярной структурой со средним размером пор 0,1-0,3 мм, рисунок 6.

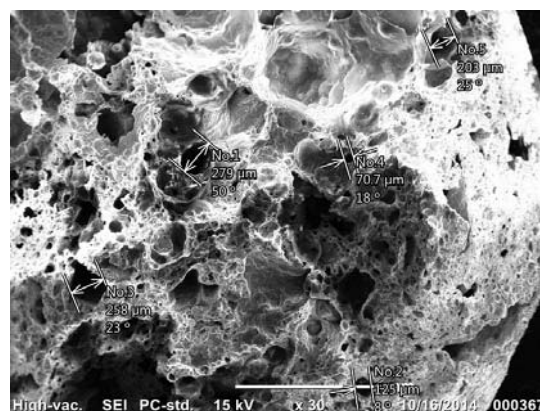


Рис. 6. Микроструктура керамзитового гравия

В процессе выполнения работы определялся объемный фазовый состав исходных и обожженных гранул. При расчете фазового состава исходили из положения, что сумма объемных долей твердой жидкой и газообразной фаз равна единице:

$$K_t + K_ж + K_г = 1$$

Результаты определений представлены в таблице 4.

Таблица 4

Фазовый состав материала на различных стадиях процесса

Этапы приготовления	$K_t$	$K_г$	$K_ж$
Исходная масса	0,62	0,23	0,15
Сформованные гранулы	0,80	0,05	0,15
Высушенные гранулы	0,73	0,23	0,03
Вспученные гранулы	0,15	0,85	0,00

Таким образом, на основе исследуемого суглинка можно получить керамзитовый гравий с насыпной плотностью 300-350 кг/м<sup>3</sup> при коэффициенте вспучивания 4,86, который определяется из соотношения значений  $K_{\text{в}}$  вспученных и сухих гранул. Установлено, что использование объёмных фазовых характеристик позволяет контролировать технологический процесс получения керамзита на различных стадиях.

#### Список литературы

1. Онацкий С.П. Производство керамзита. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1987. – 333 с.
2. Химический анализ и технология силикатов. Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу: «Основы технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов». – Томск: Изд-во ТПУ, 1994. – 34 с.
3. Онацкий С.П. Выбор и оценка глинистого сырья для производства керамзита. – М.: Государственное издательство литературы по строительным материалам, 1957. – 20 с.
4. Лисецкий В.Н. Улавливание и утилизация осадков водоподготовки на водозаборах г. Томска. / В.Н. Лисецкий, В.Н. Брюханцев, А.А. Андрейченко. – Томск: Изд-во НТЛ, 2003. – 164 с.
5. Горшков В.С. Термография строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1968. – 238 с.
6. Колесников Е.А. Вспучивание легкоплавких глин // Стекло и керамика. – 1974. – № 5. – С. 28-30.
7. Левицкий И.А. Керамические материалы строительного назначения с использованием осадков сточных вод гальванического производства. Химическая технология и биотехнология новых материалов и продуктов. IV Международная конференция Российского химического общества им. Д.И. Менделеева: тезисы докладов: в 2 т. Т. 1. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева; ИФХЭ им. А.Н. Фрумкина РАН, 2012.
8. Лотов В.А. Технология материалов на основе силикатных дисперсных систем: учебное пособие. – Томск, 2006.
9. ГОСТ 9758-2012. Заполнители пористые неорганические для строительных работ.
10. Ревва И.Б. Строительная керамика на основе композиций легкоплавких глин с непластичными природными и техногенными компонентами: автореферат. – Томск, 2005.

#### УЧЕТ ВЛИЯНИЯ ДЕЭМУЛЬГАТОРА ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССА РАЗРУШЕНИЯ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Филиппова Т.В., Мойзес О.Е.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск,  
e-mail: tas9@sibmail.com

Развитие нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности напрямую связано с совершенствованием технологии нефтепереработки, разработкой и оптимизацией существующих процессов, обеспе-

чивающих улучшение технико-экономических показателей и качества нефтепродуктов. Одним из основных этапов при промышленной подготовке нефти является процесс обезвоживания, который осуществляется в результате разрушения водонефтяной эмульсии, в основном, с применением термохимических методов [1-3].

В связи с этим подбор наиболее эффективных деэмульгаторов с целью совершенствования процессов обезвоживания и обессоливания нефтей, является актуальной задачей.

Процесс обезвоживания включает стадии каплеобразования и отстаивания. Чем эффективнее прошел процесс каплеобразования, тем эффективнее будет разделение эмульсии на нефть и воду. Поэтому необходимо знать способы интенсификации этого процесса, и эффективность влияния различных технологических параметров на процессы каплеобразования.

В настоящее время необходимым этапом при решении задач анализа, оптимизации и повышения эффективности действующих установок промышленной подготовки нефти (УПН) является математическое моделирование. Поэтому целью данной работы является обработка и анализ экспериментальных данных по влиянию технологических параметров на процесс каплеобразования при движении эмульсии по трубопроводу и исследовании процесса с применением математической модели.

Нефти различных месторождений имеют различные физико-химические характеристики, и поэтому важной задачей является подбор деэмульгатора для наиболее эффективного процесса массообмена и последующего процесса коалесценции капель воды. Одним из основных параметров, характеризующих нефтяную эмульсию, является поверхностное натяжение. Теоретических зависимостей поверхностного натяжения от концентрации деэмульгатора практически не существует, поэтому для учета влияния концентрации деэмульгатора на процесс каплеобразования нами были проанализированы опытные данные влияния концентрации химического реагента на поверхностное натяжение для различного вида деэмульгаторов [4-11].

В результате обработки данных в программе Excel были получены функциональные зависимости влияния расхода деэмульгаторов на величину поверхностного натяжения (табл. 1).

Таблица 1

Зависимость влияния расхода деэмульгаторов на величину поверхностного натяжения

Деэмульгаторы	Уравнения линий тренда	Величина достоверности
Раствор РМД-5 в дистил. воде	$y_1 = -91,067x^3 + 107,58x^2 - 40,764x + 5,133$	$R_1^2 = 0,9932$
Раствор РМД-5 в минер. воде	$y_2 = 9,575x^2 - 17,231x + 6,6608$	$R_2^2 = 0,9676$
Лапрол 5003 (1)	$y_3 = 41,234x^2 - 23,92x + 12,128$	$R_3^2 = 0,7710$
Лапрол 5003 (2)	$y_4 = 111,89x^2 - 71,444x + 15,764$	$R_4^2 = 0,6036$
Дипроксамин-157	$y_5 = -0,0004x^3 + 0,032x^2 - 0,9114x + 20,478$	$R_5^2 = 0,9726$
Реапон-4В	$y_6 = -0,0005x^3 + 0,0375x^2 - 0,959x + 20,683$	$R_6^2 = 0,9441$
Реагент [7]	$y_7 = 0,002x^2 - 0,4839x + 41,684$	$R_7^2 = 0,9243$
ЧАС-М марки Л1	$y_8 = -13,497x^3 + 50,341x^2 - 56,07x + 22,292$	$R_8^2 = 0,9587$
Нежеголь	$y_9 = -418,44x^3 + 720,66x^2 - 350,69x + 46,32$	$R_9^2 = 0,8175$
Реагент ЧАС-Л1	$y_{10} = -0,0025x^3 + 0,069x^2 - 0,6214x + 2,194$	$R_{10}^2 = 0,9972$
Диссолван	$y_{11} = 0,0058x^2 - 0,8632x + 76,046$	$R_{11}^2 = 0,9868$
Диссолван 4411	$y_{12} = 0,0008x^2 - 0,2741x + 31,189$	$R_{12}^2 = 0,9938$