

$$U_{\text{ВЫХ}} = (8E R_H / R) * (Q_1 * 1 + Q_2 * 2 + Q_3 * 4 + Q_4 * 8)$$

То есть

$$e = 8E R_H / R.$$

Таким образом, изменяя величину e можно установить требуемый масштаб аналоговой величины. [1]

Программируемый логический контроллер (ПЛК) - электронный компонент, применяемый в современных системах автоматизации, позволяющий создать практически полностью автономную систему управления с учетом требований, предъявляемых к контролируемому объекту.

Сравнивая ПЛК и ПК, можно выделить то, что в отличие от ПК контроллеры обладают мощной и развитой обработкой входящих и исходящих сигналов. Так же особенностью ПЛК является то, что это устройство реального времени.

По типу программирования контроллеры делятся на контроллеры с жесткой логикой и свободно программируемые. Контроллеры с жесткой логикой содержит один или несколько типовых алгоритмов регулирования и контроля, изменить которые не представляется возможным. Свободно программируемые контроллеры позволяют создать алгоритм работы, наиболее полно соответствующий требуемому заданию с помощью специальных устройств – программаторов или ПК, оснащенных интерфейсами для подключения и программным обеспечением. Для программирования ПЛК контроллеров был разработан ряд стандартизированных языков, описанных в международном стандарте МЭК 61131.

Датчики и исполнительные устройства подсоединяются к контроллеру централизованно или по методу распределенной периферии.

671.743.4

СТРУКТУРНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЖИДКОСТЕКОЛЬНОЙ СМЕСИ

Фирстов А.П.

доцент, к.т.н.

Нижнетагильский технологический институт (филиал)

Уральского Федерального Университета

г. Нижний Тагил

DOI: [10.31618/nas.2413-5291.2019.1.47.67](https://doi.org/10.31618/nas.2413-5291.2019.1.47.67)

STRUCTURAL PARAMETERS OF LIQUID-GLASS MIXTURE

Firstov Alexander Petrovich

associate Professor, PhD,

Nizhny Tagil technological Institute (branch),

Ural Federal University,

Nizhny Tagil

Аннотация

Возможность получения пористой структуры формовочной смеси, залог качественных отливок

Abstract

The possibility of obtaining a porous structure of the molding mixture, the key to quality castings

Ключевые слова: жидкое стекло, удельная поверхность, радиус пор, метод БЭТ

Keywords: liquid glass, specific surface, pore radius, BET method

До сих пор в литейном производстве применяется жидкостекольное связующее, отверждаемое углекислотой или тепловой обработкой. Этому способствует дешевизна и недефицитность жидкого стекла.

В последние годы чаще отверждение осуществляют жидкими кислотными реагентами. По мере отверждения образуется гель ортокремниевой кислоты. До образования геля идет формирование зольной структуры будущей твердой коллоидной системы. Золь может быть устойчив в течение длительного времени за счет образования гидратных оболочек и существования заряда на поверхности мицеллы, но при разрушении гидратных оболочек или при потере поверхностного заряда мицеллы первичные структуры начинают связываться друг с другом, образуя каркасную трехмерную сетку [1,2]. После отверждения жидкостекольного связующего, и образования в нем

пространственной структуры геля ортокремниевой кислоты, эта отвержденная смесь становится передатчиком веществ из атмосферы во внутренние слои формовочной или стержневой жидкостекольной смеси [3,4,5].

Отвержденный слой представляет собой гранулярную систему, состоящую из сферических частиц связанных друг с другом в пространственном каркасе [6,7]. Размер этих сферических частиц, число контактов друг с другом, определяют такие характеристики покрытия, как удельная поверхность, объем и диаметр пор, поэтому, представляет интерес изучение удельной поверхности и радиус пор, образующихся структурных элементов при разном модуле жидкого стекла.

Удельную поверхность образца определяют по адсорбции паров воды с помощью весовой вакуумной установки Мак-Бэна [5,8]. Образцом являлись формовочные смеси состава [3]:

Таблица 1

№ смеси	кварцевый песок (ГОСТ 2138-91) марки 5К ₃ О ₄ 025	жидкое стекло (М=2,8) с плотностью $\rho=1480$ кг/м ³	жидкое стекло (М=2,2) с плотностью $\rho=1510$ кг/м ³
1	100	5	-
2	100	-	5

Исходный вес образца измерялся непосредственно перед окончанием откачки, после чего откачка прекращалась и впускалась первая порция паров воды, затем вторая и т.д. до достижения давления насыщения ($p/p_p=1,0$). При

каждом значении давление пара образец выдерживался до установления равновесия. Изотерма сорбции паров воды пористого образца представлена на рис 1, для формовочной смеси №1.

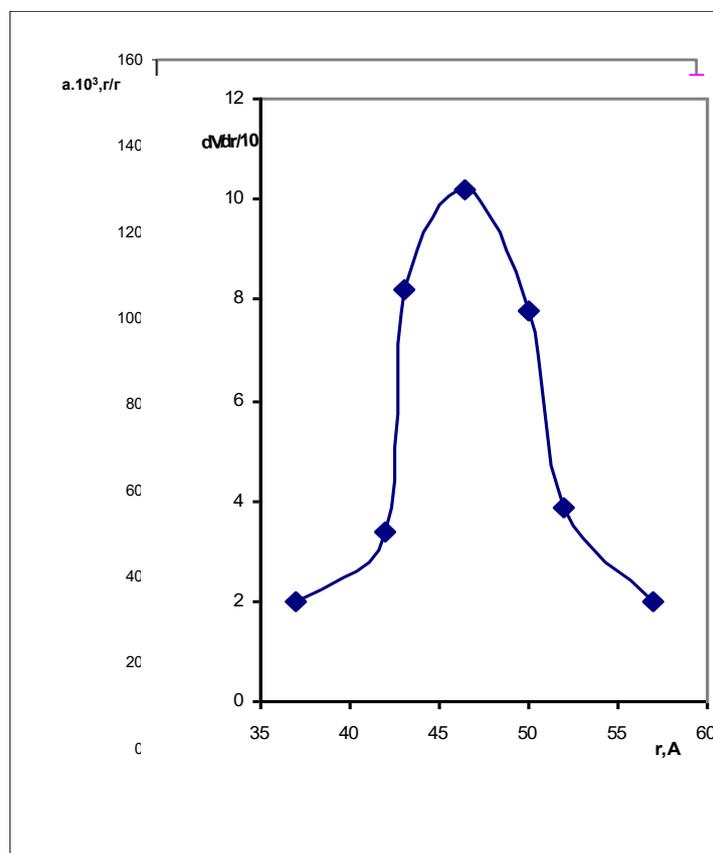


Рис. 1. Изотерма сорбции паров воды пористого образца

По десорбционной ветви изотермы адсорбции с помощью уравнения Томсона (Кельвина) вычисляли функцию распределения объема пор по радиусам (1):

$$r = - \frac{2 \cdot G \cdot V_m}{R \cdot T \cdot \ln \cdot p/p_p}, \quad (1)$$

где G – поверхностное натяжение воды;
 V_m – мольный объем воды.

Величина преобладающего радиуса пор в исследуемом образце (формовочная смесь №1) жидкостекольной смеси равнялась $40 \div 50 \text{ \AA}$.

Таблица 2

ОПЫТНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ИЗОТЕРМЫ ПАРОВ

№ п/п	a, г/г	p/p _p	1-p/p _p	a(1-p/p _p)	p/p _p /a(1-p/p _p)
	0	0	0	0	0
1	0,008	0,02	0,98	0,0078	1,33
2	0,011	0,05	0,95	0,0105	3,41
3	0,014	0,1	0,9	0,0126	6,45
4	0,017	0,15	0,85	0,0145	9,57
5	0,019	0,2	0,8	0,0156	12,23
6	0,022	0,25	0,75	0,0165	14,69
7	0,025	0,3	0,7	0,0175	17,14

Начальный участок изотермы адсорбции использовался для определения ёмкости монослоя воды “a_m” на поверхности образца по уравнению БЭТ, приведенного к линейной форме рис. 2, табл. 2:

$$\frac{p/p_p}{a(1-p/p_p)} = \frac{1}{a_m \cdot C} + \frac{C-1}{a_m \cdot C} \cdot p/p_p, \quad (2)$$

где a_m – количество адсорбата (моль) на 1 г адсорбента;

p/p_p – относительное давление водяного пара;

C – постоянная уравнения.

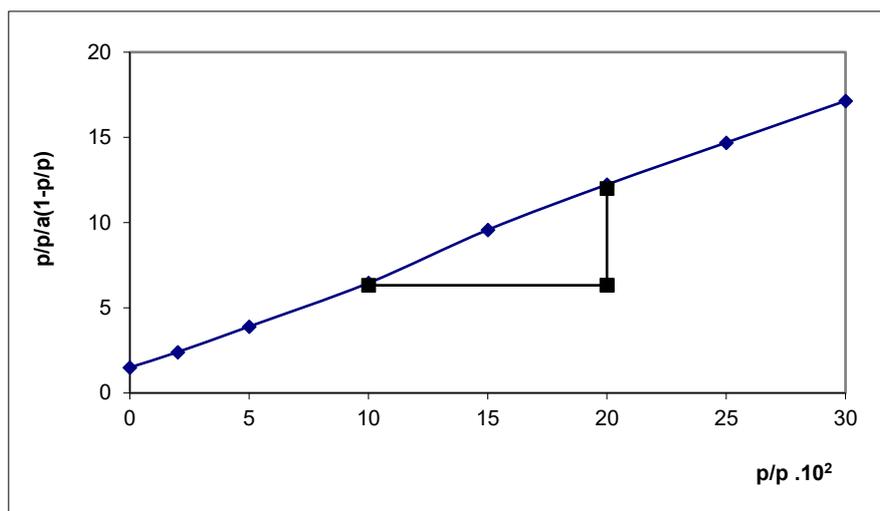


Рис.2. Уравнение БЭТ в линейной форме

Исходя из уравнения 2, рис. 2 при p/p_p = 0 прямая отсекает отрезок на оси ординат равный значению $\frac{1}{a_m \cdot C} = 1,5$, а так же угла наклона ($\angle \alpha$) прямой к оси абсцисс равен значению $\frac{C-1}{a_m \cdot C} = 57,33$. Исходя из этих данных рассчитываем значения a_m = $17,0 \cdot 10^{-3}$ г/г и C = 39,41.

Удельную поверхность S_{уд.} Рассчитываем по формуле:

$$S_{уд.} = a_m \cdot N_A \cdot W_m, \quad (3)$$

где N_A – число Авогадро;

W_m – площадь занимаемая молекулой адсорбата в плотном монослое

(для воды W_m = $25 \cdot 10^{-20} \text{ \AA}$)

$$S_{уд.} = 17,0 \cdot 10^{-3} / 18 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 25 \cdot 10^{-20} = 141,5 \text{ м}^2/\text{г}.$$

Аналогичная операция проводилась с формовочной смесью №2. Для формовочной смеси

№2 получены следующие результаты: величина преобладающего радиуса пор в исследуемом образце (формовочная смесь №2) жидкостекольной смеси равнялась $35 \div 40 \text{ \AA}$, с удельной поверхностью (S_{уд.}) равной $318,5 \text{ м}^2/\text{г}$.

Анализируя полученные данные получаем, что удельная поверхность жидкостекольных формовочных смесей, при указанном составе варьирует в интервале $141,5 \div 318,5 \text{ м}^2/\text{г}$, а радиус пор находится в пределах $3,5 \div 5,0 \text{ нм}$., что позволяет беспрепятственно проходить газообразной массе через отвержденный слой [1,5]. Таким образом, формовочные смеси по своей природе относятся к переходно-пористым телам (или капиллярно-пористым, или мезо-пористым) с размерам пор в пределах от 1,5 до 100 нм, их

удельная поверхность составляет от 10 до 500 м²/г. [10,11,12].

Полученные данные позволяют утверждать, что при использовании жидких стекол, во всем применяемом в литейном производстве (ГОСТ 13078-81) интервале, они сравнимы с литейными огнеупорными глинами, которые имеют следующую удельную поверхность: для каолиновых глин – 50 ÷ 150 м²/г, и бентонитовых глин – 250 ÷ 500 м²/г [9,13].

На практике при работе с жидким стеклом при различном модуле наблюдаются изменения в свойствах формовочных смесях. С увеличением модуля жидкого стекла формовочная смесь отверждается быстрее, падает живучесть смеси и прочность, снижается срок хранения, повышается степень полимеризации и гигроскопичность [14,15,16]. Поэтому, существует градация по применению жидкого стекла (ГОСТ 13078-81).

Существующие изменения в свойствах жидкостекольных формовочных смесях связаны напрямую с возрастанием удельной поверхности при снижении радиуса первичных и вторичных формообразованиях в структуре данной системы [17,18], и, как следствие, количества объема пор и их размера. Гетерогенность, дисперсность и удельная поверхность связаны между собой: с уменьшением размера частица увеличиваются дисперсность и удельная поверхность. Таким образом, для получения качественных отливок при определенной действующей технологии необходимо придерживаться определенной области жидкого стекла по модулю [19].

Литература

1. Айлер Р.К. Химия кремнезема. Т.2.- М.: Мир, 1982. - 416 с.
2. Летушин И.О. Улучшение свойств форм и стержней упрочняющими композициями //Литейное производство. 2001. № 9. С. 18 - 19
3. Жуковский С., Лясс А.М. Формы и стержни из холоднотвердеющих смесей. - М.: Машиностроение, 1978. - 222 с.
4. Гуляев Б.Б. Формовочные процессы / Б.Б. Гуляев, О.А. Корнюшкин, А.В. Кузин. - Л.: Машиностроение, 1987. - 264 с.
5. Неймарк И. Е., Шейнфайн Р. Ю. Силикагель, его получение, свойства и применение. - Киев.: Наукова думка, 1973. - 202 с.
6. Борсук П.А., Лясс А.М. Жидкие самотвердеющие смеси. - М.: Машиностроение, 1979. - 255 с.
7. Фирстов А.П. / Макро- и микроструктура отверждаемого жидкого стекла / Литейщик России. 2015. № 7. С. 15 - 20.
8. Иоффе И. И. Инженерная химия гетерогенного катализа / И. И. Иоффе, Л. М. Письмен. - Л.: Химия, 1972, 464 с.
9. Кукуй Д.М. / Теория и технология литейного производства. Формовочные материалы и смеси. Искусственная сушка горных пород: Учебное пособие / Д.М. Кукуй, Н.Б. Андрианов. - Мн: БНТУ, 2005. - 361 с.
10. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии - поверхностные явления и дисперсные системы / Учебник для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Химия, 1988. - 464 с.
11. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость. - М.: Мир, 1984. - 310 с.
12. Клындюк А. И. Поверхностные явления и дисперсные системы: учебное пособие для студентов высших учебных заведений по химико-технологическим специальностям / А. И. Клындюк. - Мн: БГТУ, 2011. - 315с.
13. Овчаренко Ф.Д. гидрофильность глин и глинистых материалов. - Киев : Изд. АН УССР. 1961 г., - 292 с.
14. Илларионов И. Е., Петрова Н. В. Особенности применения жидкостекольных смесей / Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. (ЧГПУ) г. Чебоксары, 2010, №4 (68), с. 62-70.
15. Голотенков О. Н. Г61 Формовочные материалы: Учеб. пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2009. - 164 с.
16. Технология литейного производства / П. Н. Аксенов, д-р техн. наук проф. - Москва: Машгиз, 1957. - 664 с.
17. Макаревич Н.А. Теоретические основы адсорбции: учебное пособие / Н.А. Макаревич, Н.И. Богданович; Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. – Архангельск: ИПЦ САФУ, 2015. - 362 с
18. Карнаухов А.П. - Адсорбция. Текстура дисперсных и пористых материалов / Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1999. - 470 с.
19. Фирстов А.П. Об оптимальной области применения СО₂-процесса / Фирстов А.П. Литейное производство. 2019. № 7. С. 21-23.