

## Протокол лабораторных испытаний растворимых шаров МГРП

Дата начала испытаний: 25.11.2019 г.

Дата окончания испытаний: 01.12.2019 г.

### 1. Техническое задание

Испытание направлено на определение скорости растворения материала шаров для МГРП в реагенте на водной основе (модельный раствор).

Шар предназначен для использования при проведении стандартного МГРП с шаровой системой закачивания.

Таблица 1 – Характеристики реагента

Состав	Количество, ед. изм.
NaCl	4 %
Н <sub>2</sub> O (дистиллированная) :	
Ионы аммония	не более 0,2 мг/дм <sup>3</sup>
Нитрат-ионы,	не более 0,2 мг/дм <sup>3</sup>
Сульфат-ионы,	не более 0,5 мг/дм <sup>3</sup>
Хлорид-ионы,	не более 0,5 мг/дм <sup>3</sup>
Алюминий,	не более 0,05 мг/дм <sup>3</sup>
Железо,	не более 0,05 мг/дм <sup>3</sup>
Кальций,	не более 0,8 мг/дм <sup>3</sup>
Медь,	не более 0,02 мг/дм <sup>3</sup>
Свинец,	не более 0,05 мг/дм <sup>3</sup>
Цинк	не более 0,2 мг/дм <sup>3</sup>

### 2. Характеристики образца

Объект испытания:

- Шар из материала марки FR-101 массой 391,50 г и диаметром 75,50 мм.
- Шар из материала марки FR-102 массой 391,55 г и диаметром 75,52 мм.

Глотность материала:

- Шара из материала типа FR-101: 1,82 г/см<sup>3</sup>
- Шара из материала типа FR-102: 1,82 г/см<sup>3</sup>

Прочностные характеристики:

- Предел текучести  $\sigma_{0,2}$  при сжатии материала типа FR-101: 264 МПа.
- Предел текучести  $\sigma_{0,2}$  при сжатии материала типа FR-102: 260 МПа.

Поверхность образцов гладкая (не полированная) серебристо-белого цвета с металлическим блеском.

На рисунке 1 представлено изображение внешнего вида экспериментальных образцов.



а

б

Рисунок 1 - Внешний вид шаров для МГРП из материала FR-101 (а) и FR-102 (б).

### 3. Порядок измерения исследуемых образцов

#### 3.1. Средства испытания и измерений

- Штангенциркуль для измерения диаметра исследуемого образца;
- Прецизионные лабораторные цифровые весы для взвешивания исследуемого образца;
- Термометр электронный для контроля изменения температуры во время испытания;
- Песчаная баня;
- Рабочие емкости номинальным объемом 1000 мл;
- Пинцет.

#### 3.2. Условия проведения испытания

Стеклянные емкости объемом 1000 мл заполненные на 60 % модельным раствором устанавливались на песчаной бане и термостатировались в течении 3 часов до достижения температуры раствора  $70 \pm 1$  °С, после чего в них помещались исследуемые образцы.

Для обеспечения равномерного контакта поверхности образца с раствором образец помещался на сетчатый держатель и позиционировался в середине колбы. Для снижения интенсивности испарения жидкости и поддержания постоянных условий эксперимента емкости накрывались крышками с отверстием. Далее не реже 1 раза в 5 часов производилась замена раствора на новый. Заменяющий раствор также имел температуру  $70 \pm 1$  °С.





### 3.3. Запись результатов испытаний




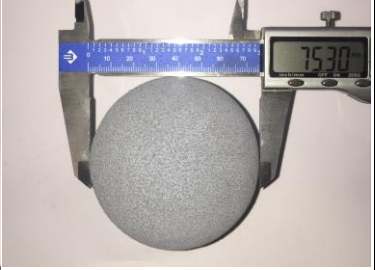



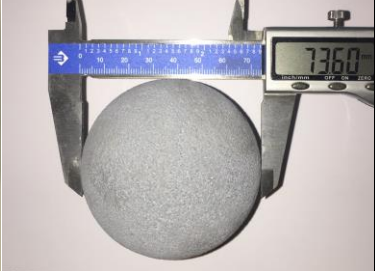
Согласно графику проведения контрольных замеров, испытываемые образцы извлекались из раствора, просушивались в токе воздуха (0.01 м<sup>3</sup>/мин, 50 °С), после чего производили визуальный осмотр на предмет появления дефектов (сколов, трещин, образования раковин и т.д.), замеры диаметра и массы образца, а также фотосъемку внешнего вида на данной стадии испытания. Количество измерений каждого параметра составляло не менее 5. В протокол вносили максимальное значение диаметра и массы.













### 4. Результаты лабораторных испытаний



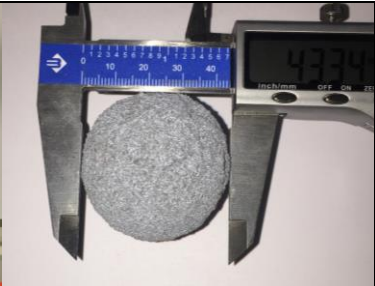



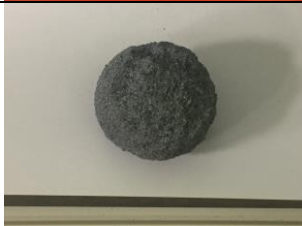








Ниже в таблице 2, в качестве примера, приведена часть протокола испытания шара МГРП из материала FR-102. Полные протоколы испытания обоих образцов доступны по дополнительному запросу.


Таблица 2 – Результаты контрольных замеров шара МГРП из материала FR-102

FR-102						
$\Delta T$ (h)	m, г	$\Delta m$ , %	d, мм	m, г	d, мм	Комментарий
	391,5	100	75,5			Исходное состояние образца
1	390,1	99,6	75,5			Активное выделение газа равномерно по поверхности. Поверхность шара темно-серого цвета ровная, гладкая, матовая

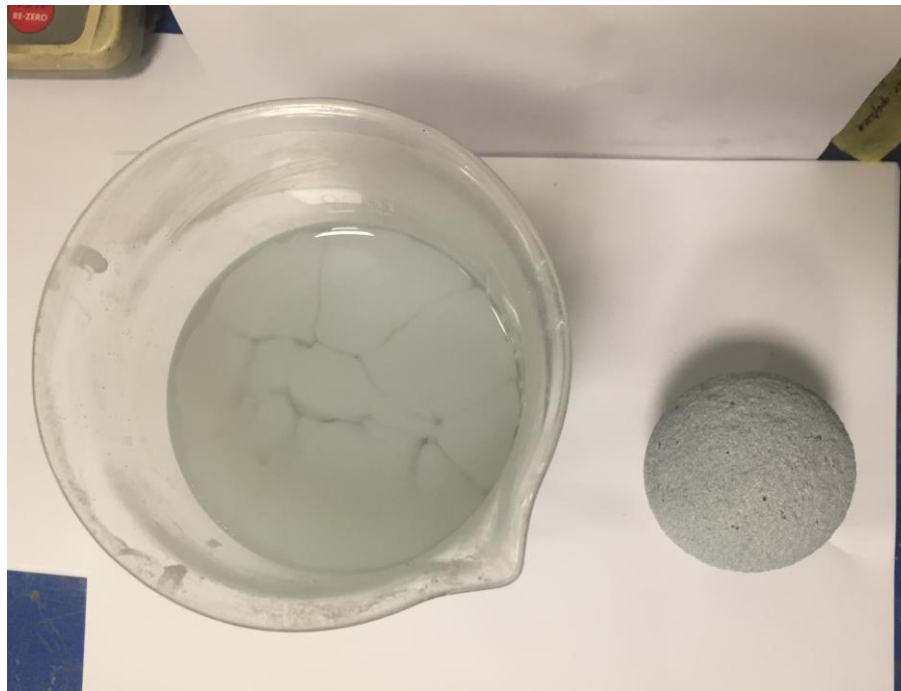
2	384,7	98,3	75,4			
3	379,6	97,0	75,3			Поверхность шара ровная, гладкая, матовая. В жидкости осадок темно-серого цвета
4	370,6	94,7	73,9			Идет бурная реакция выделения газа, в жидкости небольшое количество осадка темно-серого цвета.
5	366,2	93,5	73,6			

12	312,9	79,9	70,6	 		Поверхность шара шероховатая.
29	205,7	52,5	61,4	 		
50	123	31,4	52	 		Бурное выделение газа. Поверхность шара однородная.
58	105,2	26,9	49,9	 		

75	62,79	16,0	43,3	 		На поверхности появились неоднородности глубиной 2-3 мм
80	53,5	13,7	41,28	 		
84	47	12,0	40	 		
101	25,37	6,5	34,76	 		Наблюдаются отклонения от сферичности
122	5,88	1,5	24,29	 		

129	3,59	0,9	16,4			
135	0	0	0			Образец полностью растворился

Ниже на рисунке 2 приведено изображение внешнего вида модельного раствора в процессе испытания.



*Рисунок 1 – Внешний вид раствора во время испытания*

Ниже на рисунках 3-6 представлены графики изменения массы и диаметра исследуемых образцов от времени испытания.

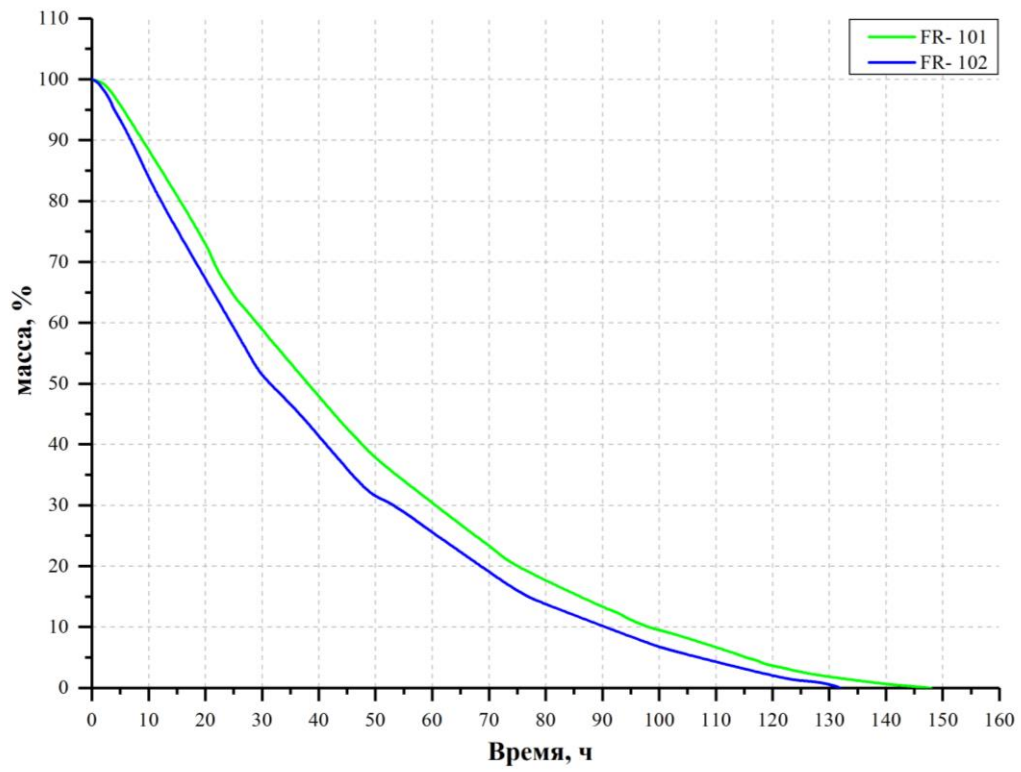


Рисунок 2-- Изменение массы

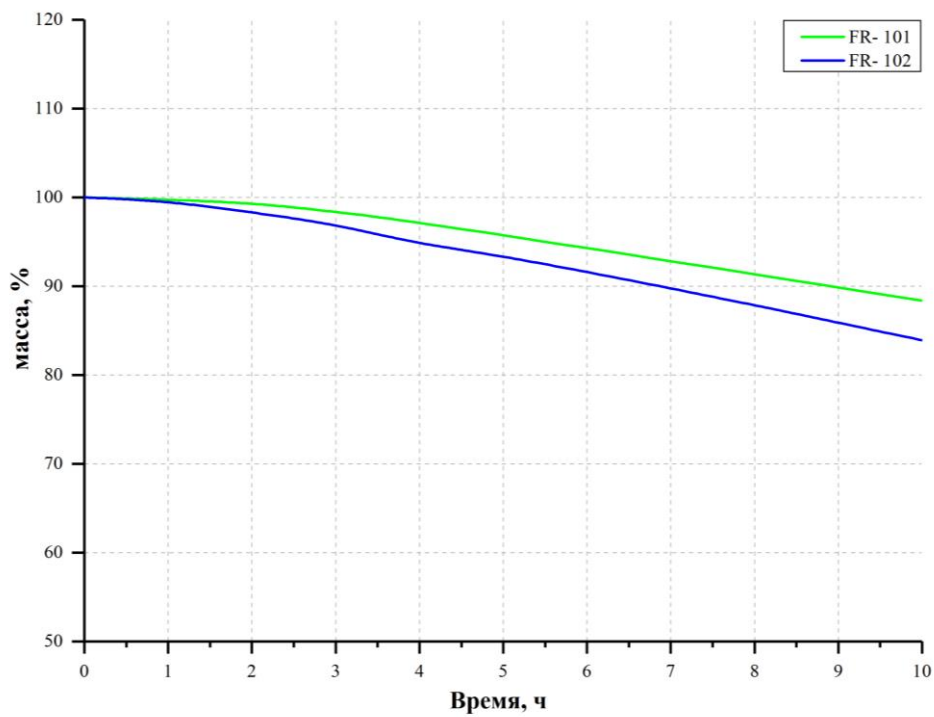


Рисунок 3-- Изменение массы (0-10 ч)



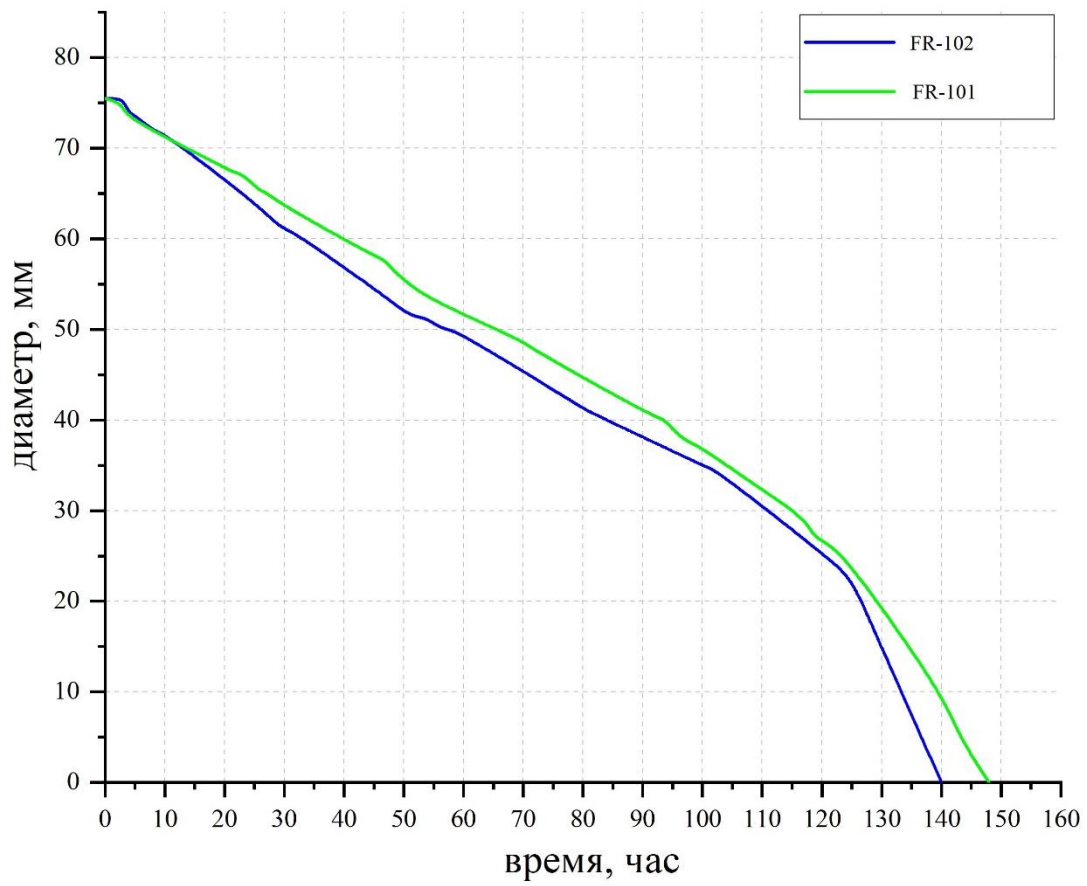


Рисунок 4-- Изменение диаметра

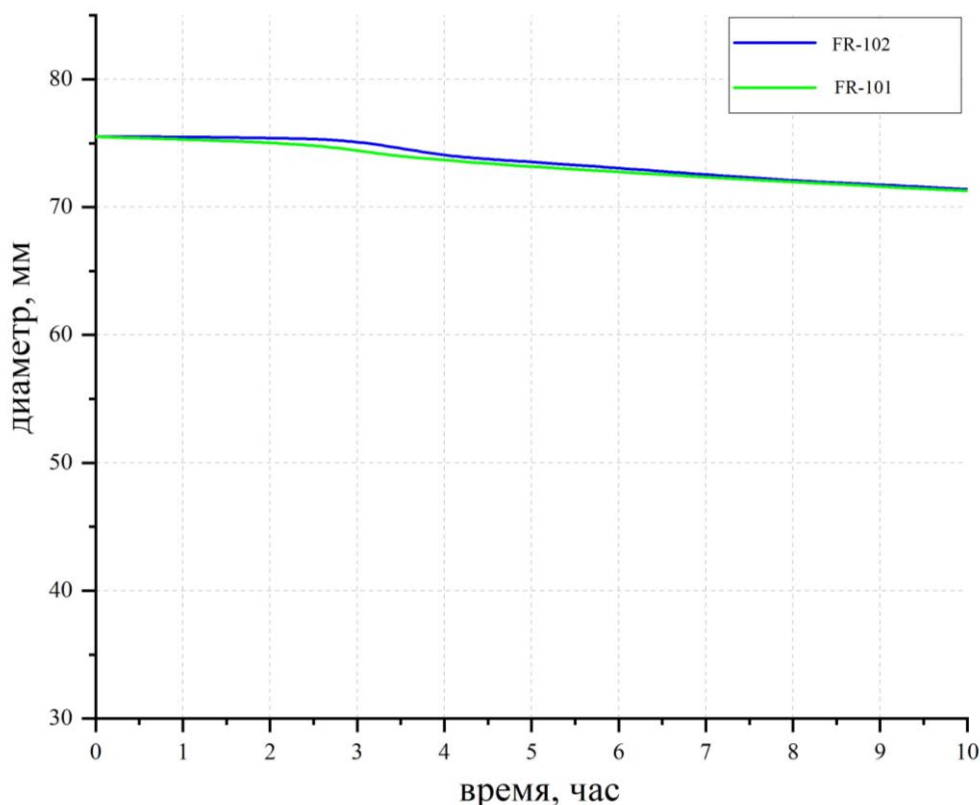


Рисунок 5 -- Изменение диаметра (0-10 ч)

## 5. Результаты лабораторных исследований:

Проведено испытание экспериментальных образцов шаров для МГРП из материалов типа FR-101 и FR-102 в 4% водном растворе NaCl при температуре  $70 \pm 1$  °С.

Полное растворение образцов наступило через 145 часов для образца из материала FR-101 и 135 часов для образца из материала FR-102. Испытание считалось законченным когда размер образца был сопоставим с размером частиц осадка на дне испытательной емкости.

Образцы характеризуются равномерным растворением по всей поверхности, без образования очагов с ускоренной или замедленной скоростью реагирования с раствором. Трещины, сколы и иные дефекты в процессе испытания образцов не наблюдались.

В результате проведения испытания весь образец перешел в твердый мелкодисперсный не растворимый в водной среде осадок представляющий собой смесь гидроксидов алюминия и магния.

Результаты испытания запротоколированы и представлены в рамках настоящего отчета (таблица 2, рисунки 3-6).