

## Протокол лабораторных испытаний растворимых шаров МГРП

Дата начала испытаний: 22.01.2020 г.

Дата окончания испытаний: 25.01.2020 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.
КСІ	3 %
Н <sub>2</sub> О (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 139,39 г и диаметром 53,17 мм.
- Шар из материала марки FR-102 массой 141,19 г и диаметром 53,13 мм.

Плотность 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 полированная гладкая серебристо-белого цвета с металлическим блеском.

На рисунке 1 представлено изображение внешнего вида экспериментальных образцов.



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 шаров. Полные протоколы испытания обоих образцов доступны по дополнительному запросу.

Таблица 2 – Результаты контрольных замеров

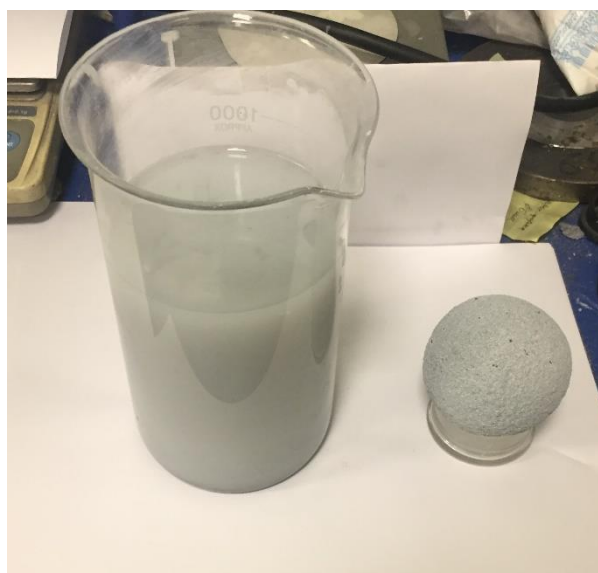
Время испытания, час	Масса образца, г;		Внешний вид образцов		Комментарий
	FR-101	FR-102	FR-101	FR-102	
	139,39 г 100 %	141,19 г 100 %			Исходное состояние образца
1	137,85 98,9	139,52 98,8			Активное выделение газа равномерно по поверхности. Поверхность шара темно-серого цвета ровная, гладкая, матовая

2	134,01 г 96,1 %	135,62 г 96,1 %		
3	130,32 г 93,5 %	130,85 г 92,7 %		<p>Поверхность шара                  ровная, гладкая,                  матовая.                  В жидкости осадок                  темно-серого цвета</p>
4	127,39 г 91,4 %	125,67 г 89,0 %		<p>Идет бурная                  реакция выделения                  газа, в жидкости                  небольшое                  количество осадка                  темно-серого цвета.</p>
5	124,00 г 89,0 %	119,79 г 84,8 %		<p>Идет бурная                  реакция выделения                  газа, в жидкости                  небольшое                  количество осадка                  темно-серого цвета.</p>

8	115,29 г 82,7 %	105,74 г 74,9 %		Поверхность шара шероховатая.
24	78,81 г 56,5 %	51,3 г 36,3 %		Наблюдаются отклонения от сферичности
29	64,23 г 46,1 %	32,08 г 22,7 %		
48	34,07 г 24,4 %	8,43 г 6,0 %		
52	27,76 г 19,9 %	5,24 г 3,7 %		

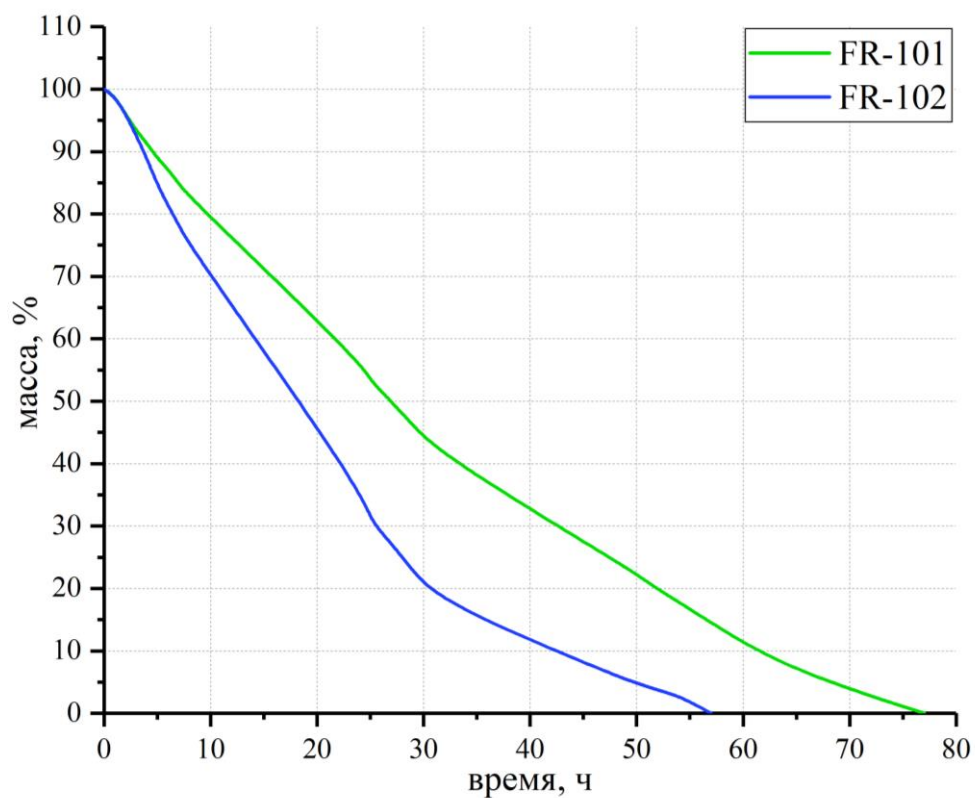
57	20,2 г 14,5 %	0 г 0 %			Образец №2 полностью растворился
64	10 г 7,7 %	-			
77	0 г 0 %	-			Образец №1 полностью растворился

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*

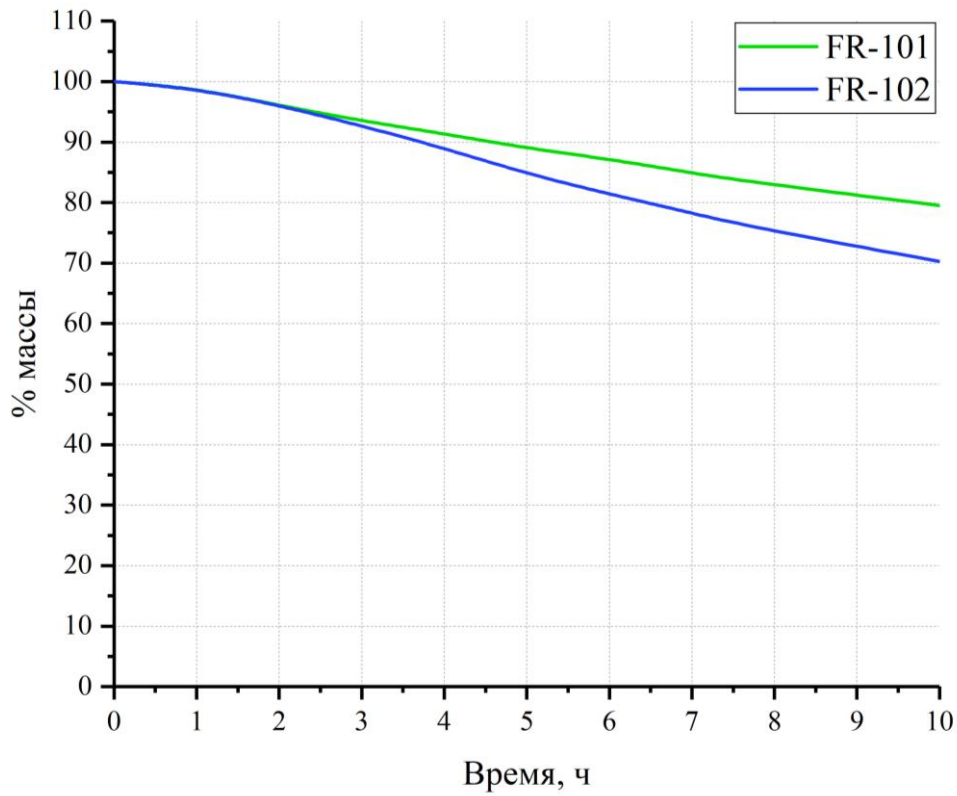


Рисунок 3-- Изменение массы (0-10 ч)

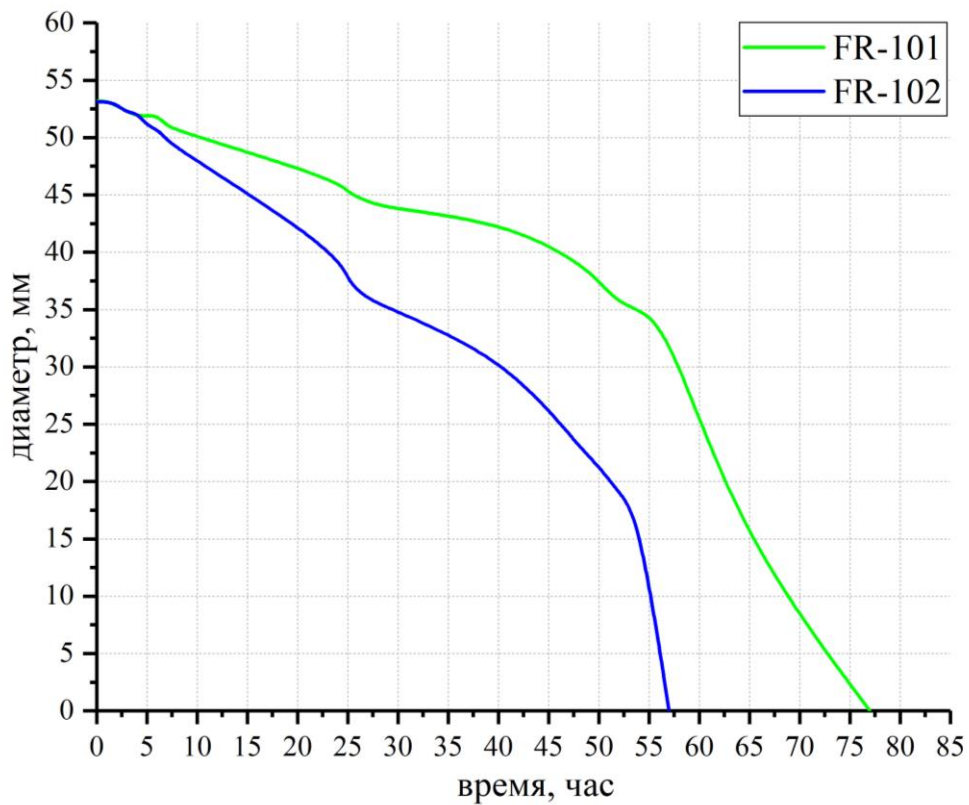


Рисунок 4-- Изменение диаметра



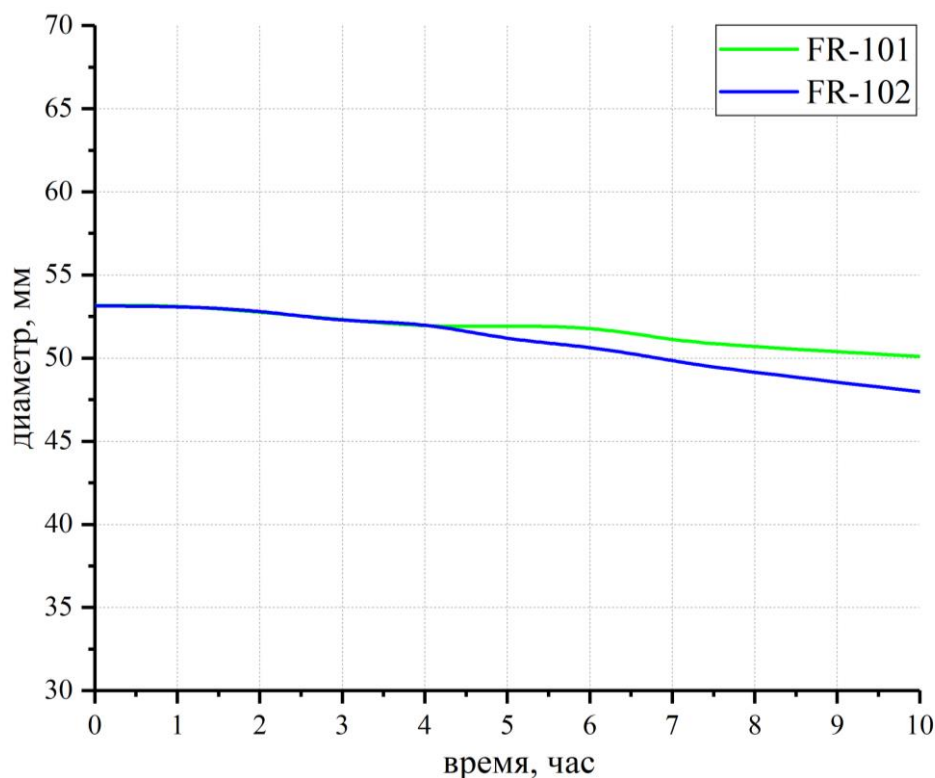


Рисунок 5 -- Изменение диаметра (0-10 ч)

### 5. Результаты лабораторных исследований:

Проведено испытание экспериментальных образцов шаров для МГРП из материалов типа FR-101 и FR-102 в 3% водном растворе KCl при температуре  $70 \pm 1$  °C.

Полное растворение образцов наступило через 57 часов для FR-101 и 77 часов для 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 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).