

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 ₂ O (дистиллированная) : | |
| Ионы аммония | не более 0,2 мг/дм ³ |
| Нитрат-ионы, | не более 0,2 мг/дм ³ |
| Сульфат-ионы, | не более 0,5 мг/дм ³ |
| Хлорид-ионы, | не более 0,5 мг/дм ³ |
| Алюминий, | не более 0,05 мг/дм ³ |
| Железо, | не более 0,05 мг/дм ³ |
| Кальций, | не более 0,8 мг/дм ³ |
| Медь, | не более 0,02 мг/дм ³ |
| Свинец, | не более 0,05 мг/дм ³ |
| Цинк | не более 0,2 мг/дм ³ |

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/см³
- Шара из материала типа FR-102: 1,82 г/см³

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 ± 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 ± 1 °С.

3.3. Запись результатов испытаний

Согласно графику проведения контрольных замеров, испытываемые образцы извлекались из раствора, просушивались в токе воздуха (0.01 м³/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.

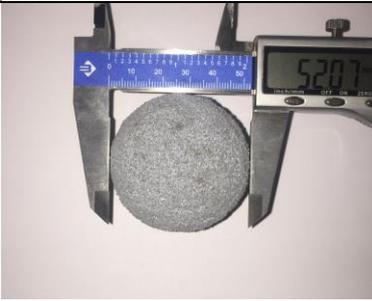
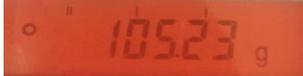
4. Результаты лабораторных испытаний

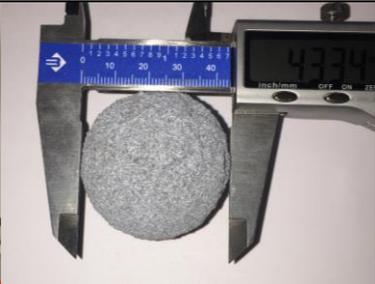
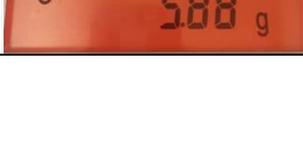
Ниже в таблице 2, в качестве примера, приведена часть протокола испытания шара МГРП из материала FR-102. Полные протоколы испытания обоих образцов доступны по дополнительному запросу.

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

| FR-102 | | | | | | |
|-------------------|-------|-------------------|-------|---|--|---|
| ΔT (h) | m, г | Δm , % | 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.

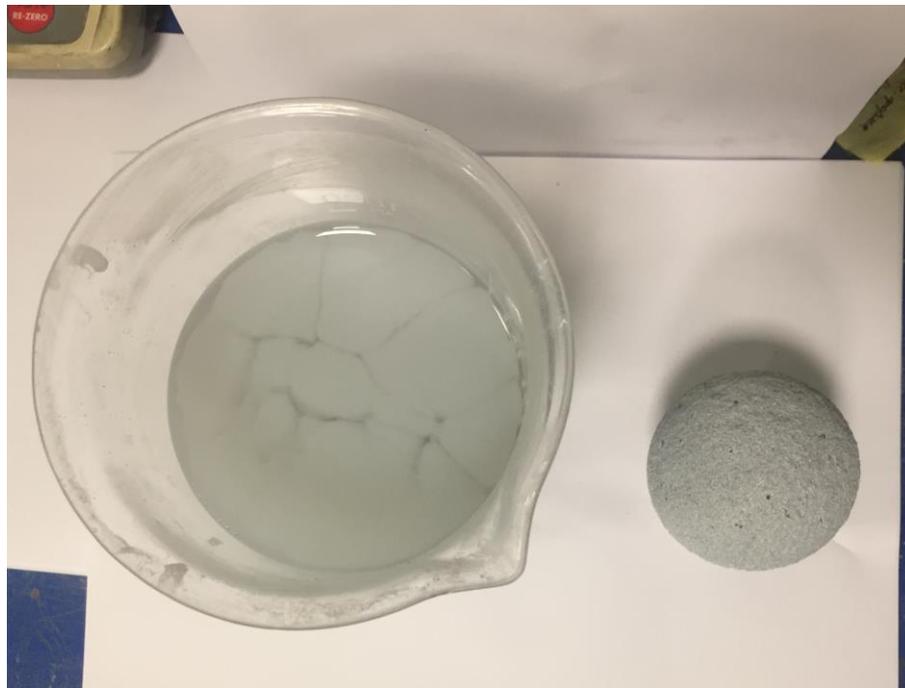


Рисунок 1 – Внешний вид раствора во время испытания

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

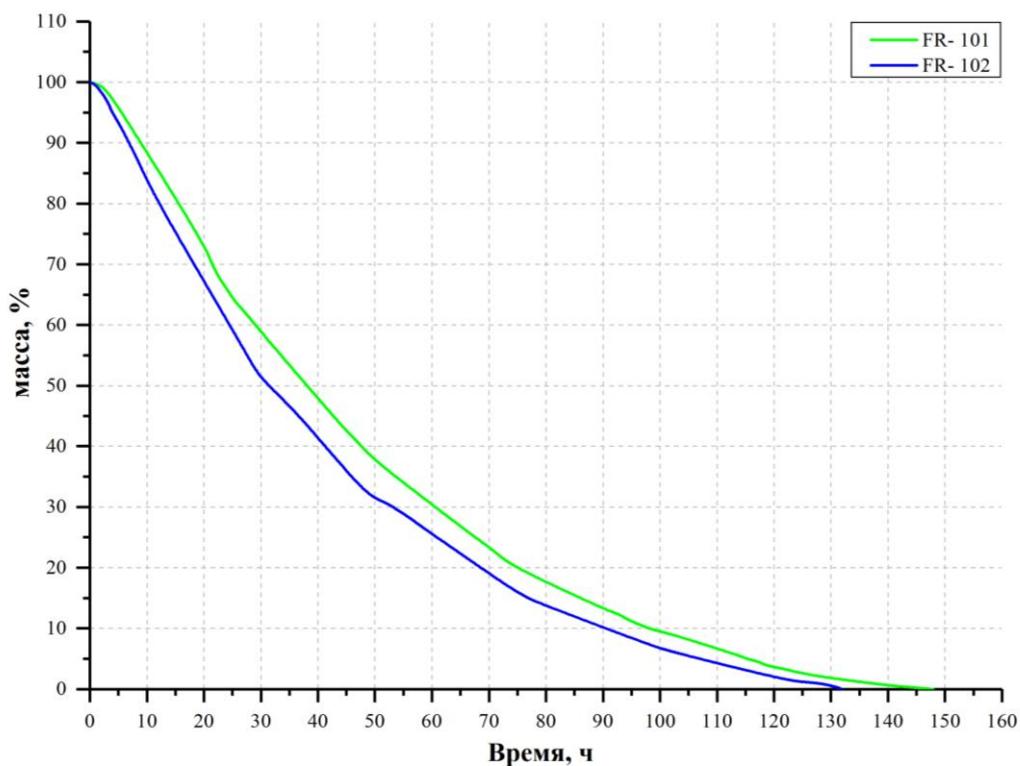


Рисунок 2-- Изменение массы

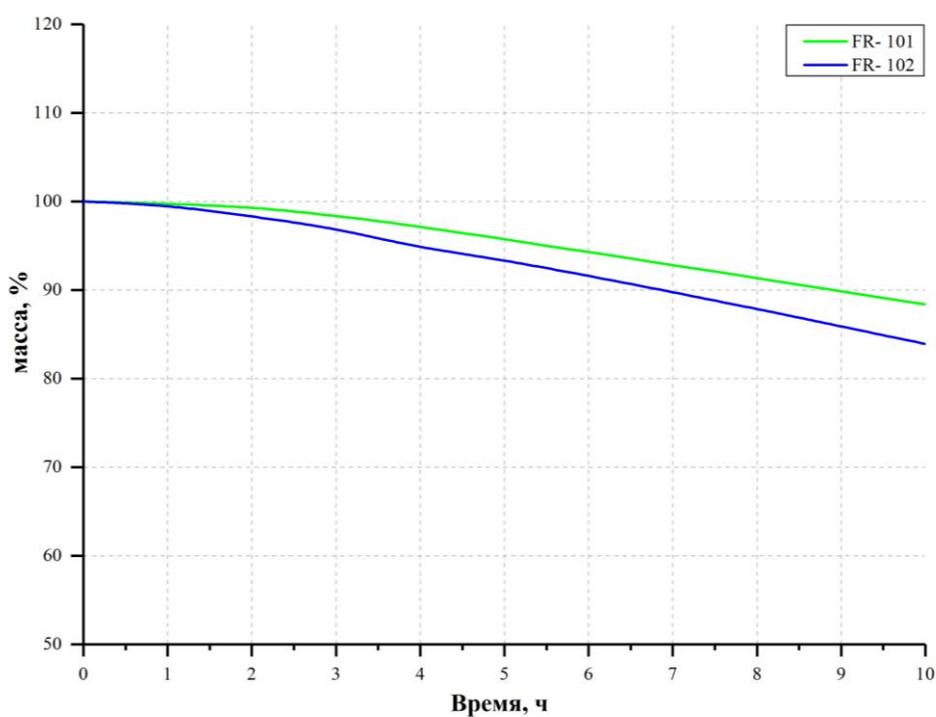


Рисунок 3-- Изменение массы (0-10 ч)

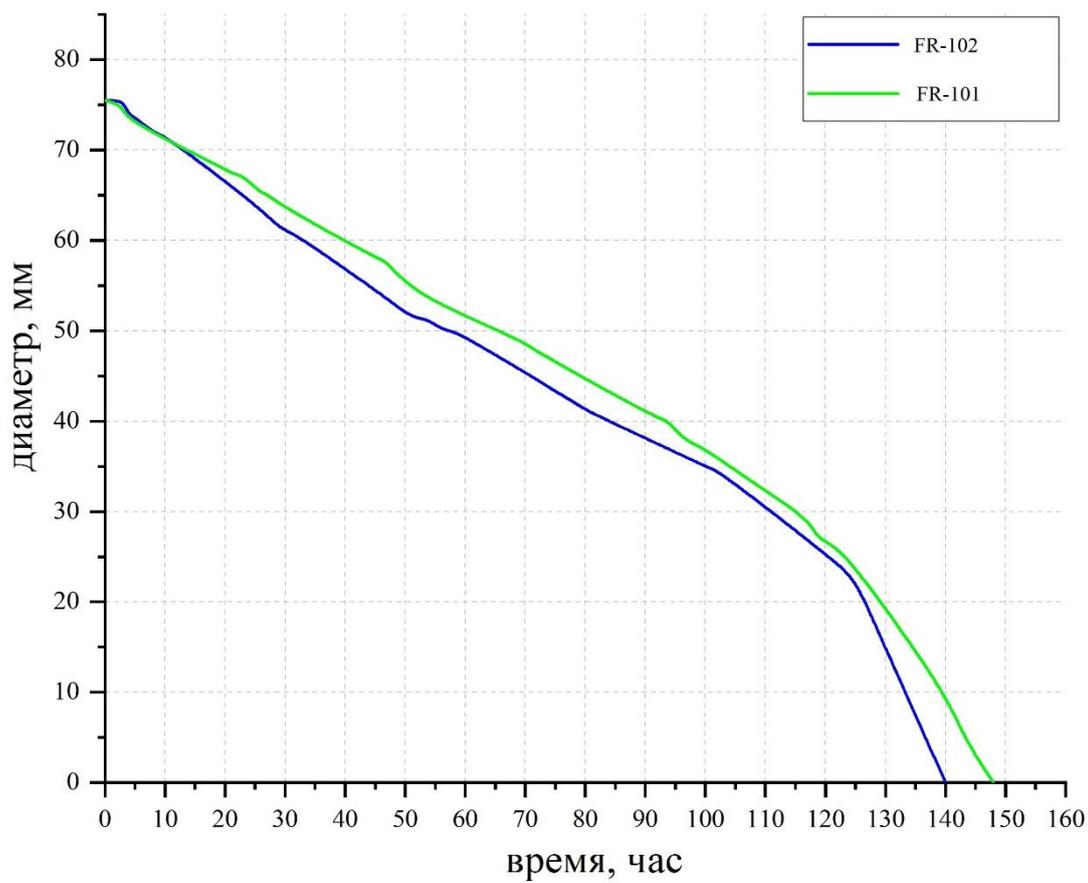


Рисунок 4-- Изменение диаметра

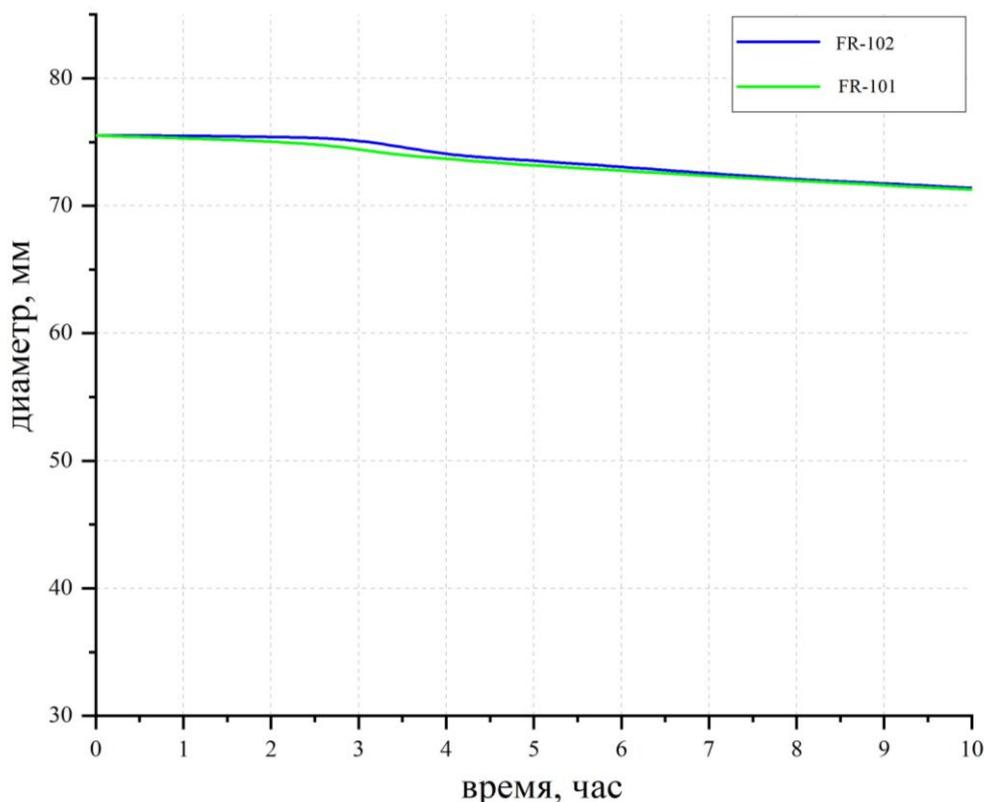


Рисунок 5 -- Изменение диаметра (0-10 ч)

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 ± 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 растворимы 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).