

*Рис.2.Наружный вид частиц порошка «Циаль» полученный в растровом электронном микроскопе.*

#### **Литература:**

1. Кореновский Н.Л., Петров В.С., Столяров В.Л., Полунина А.А., Гайдар А.И., Васильевский В.В. Геттерное устройство для селективной откачки молекулярного водорода. Патент РФ на полезную модель № 81488. Опубл. 20.03.2009 г. Бюл. №8.
2. Металлургия титана // Гармата В.А., Гуляницкий Б.С., Крамник В.Ю. и др. -М.: Металлургия, 1968, 643с.
3. Тарасов А.В. Металлургия титана. -М.: ИКЦ Академкнига, 2003, 328с.
4. Мусиенко В.Т. Металлотермия титана. -М.: ЦИИН ЦМ, 1958, 103с.
5. Устинов В.С., Дрозденко В.А., Олесов Ю.Г. Электролитическое получение титана. М.: Металлургия, 1978, 176с.
6. Электролитическое получение титановых порошков для радиодеталестроения // Антипин Л.Н., Дьяконов М.Н., Волынский Е.В., Дрозденко В.А. в кн.: Металлургия и химия титана // Институт титана. -М.: Металлургия, 1970. Сб. №4, с.125-130.
7. Айзенкольб Ф. Порошковая металлургия. -М.: Металлургия, 1959, 518 с.
8. Порошковая металлургия титана // Устинов В.С., Олесов Ю.Г., Антипин В.А., Дрозденко В.А. -М.: Металлургия, 1973, 248с.
9. Титановые сплавы: Плавка и литьё титановых сплавов // Андреев А.А., Аношкин Н.Ф., Борзецовский К.М. и др. -М.: Металлургия, 1978. -383с.
10. Порошковая металлургия титана// Устинов В.С., Олесов Ю.Г., Дрозденко В.А., Антипин, В.А. -М.: Металлургия, 1981. -248с.
11. Вульф Б.К., Борщевский С.М. Титан в электронной технике.-М.: Энергия, 1975. -184с.
12. Петрунько А.Н., Олесов Ю.Г., Дрозденко В.А. Титан в новой технике. -М.: Металлургия, 1979. -160с.
13. Боровинская И.П., Прокудина В.К., Ратников В.И. Применение титана в процессах СВС // Изв. вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. -2010. №4. С.26-33.
14. Порошковая металлургия сталей и сплавов // Дзнеладзе Ж.И., Щеголева Р.П., Голубева Л.С. и др. - М.: Металлургия, 1978. -264с.
15. Касимцев. А.В., Реутова Н.П., Мнасина Л.М., Зубков Н.П. и др. Структура, свойства и получение порошкового сплава «Циаль» для газопоглотителей.// Изв. вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. М.: 2010, №3. С.3-10.
16. Касимцев А.В., Жигунов В.В. Фазовые и структурные превращения при получении порошков интерметаллидов // Изв. вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. М.: 2009, № 3. С.5-12.

## **Свойства современных нераспыляемых газопоглотителей**

**Д.В. Быков, В.С. Петров\*, А.В. Касимцев\*\*, В.И. Котенев\*\*\*, А.П. Лысенко**

**г. Москва, МИЭМ, Б. Трехсвятительский пер.3**

**\* г. Москва, ГУ «НИИ МЭИИТ МИЭМ», Б. Трехсвятительский пер.3**

**\*\* г. Тула, ООО «МЕТСИНТЕЗ»**

**\*\*\* г. Тула, Научно-производственная фирма «Материалы-К»**

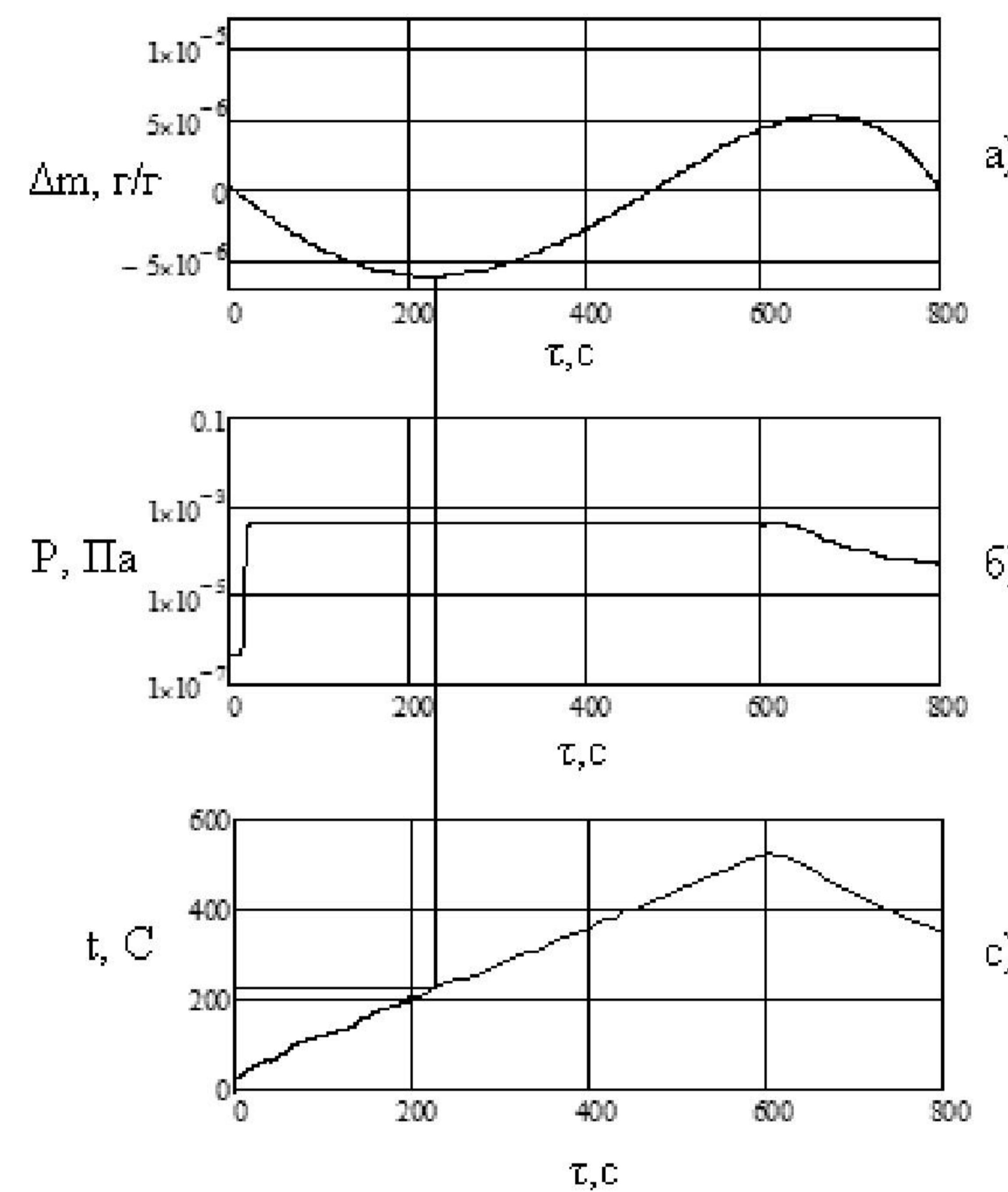
Нераспыляемые геттеры на основе титана широко используются в вакуумных СВЧ и газоразрядных приборах.

Для оценки применимости того или иного типа пористого геттера в электронном приборе или электрофизической установке необходимо экспериментально определить следующие параметры:

- температуру и длительность активирования при данном давлении остаточных газов,
- константу скорости химической реакции для выбранной системы «металл» – «газ»,
- максимальную сорбционную емкость геттера к данному газу.

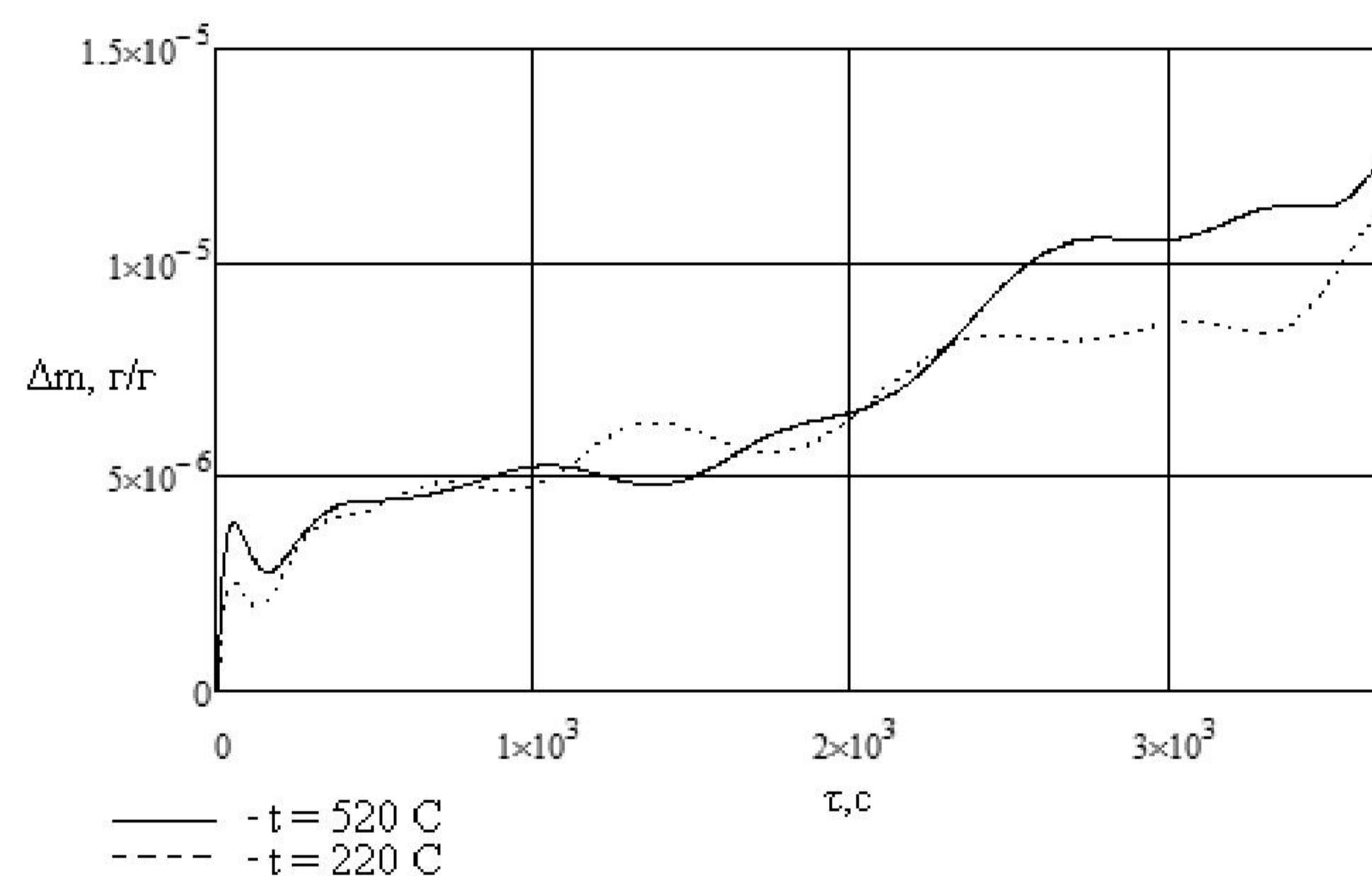
Ранее температуру активирования определяли подбором температуры, после выдержки, при которой достига-

лась наиболее приемлемая константа скорости сорбции. Однако, в связи с тем, что все три кинетических параметра, безусловно, между собой связаны, получался ошибочный результат. Ошибка была по причине завышения температуры активирования, а неконтролируемое время активирования приводило к несанкционированной сорбции компонентов атмосферы остаточных газов в процессе активирования. Полученный результат не являлся оптимальным, сорбционная емкость геттера заполнялась уже в процессе активирования, завышенная температура активирования приводила к неоправданным энергетическим затратам на нагрев и тем самым уменьшалась сфера применения пористых геттеров.



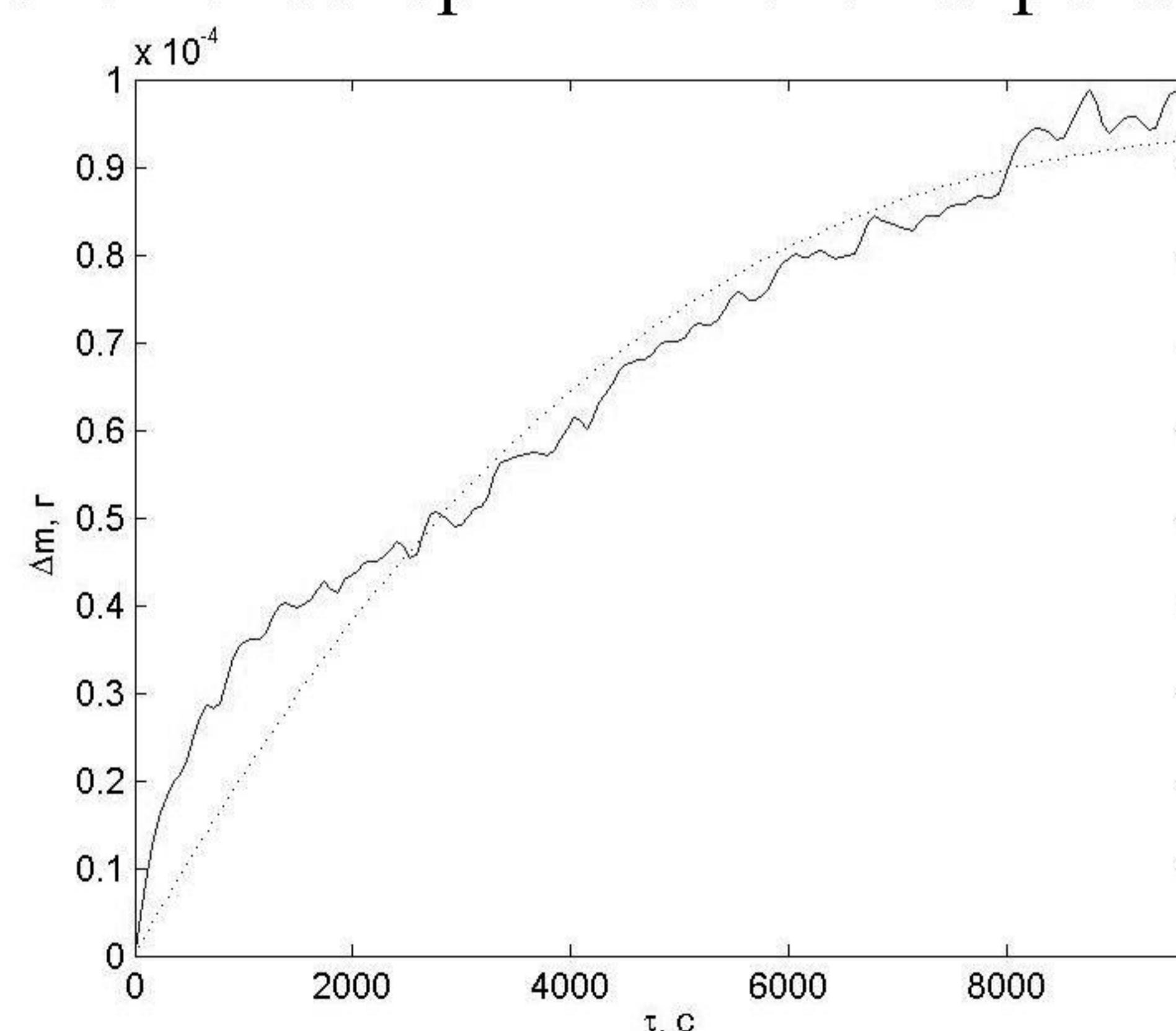
*Рис.1. Результаты одновременного измерения изменения массы геттера и давления остаточных газов при линейном законе изменения температуры*

Для оптимального решения в выборе температуры и длительности активирования при обеспечении сохранности сорбционной емкости в процессе активирования на кафедре материаловедения электронной техники Московского института электроники и математики была разработана методика экспериментального определения параметров сорбции и создана экспериментальная термогравиметрическая установка.



*Рис.2. Сравнительные данные по сорбции водорода пористым титан-ванадиевым геттером при комнатной температуре и давлении водорода  $5 \cdot 10^{-3}$  Па после активирования при  $520^{\circ}\text{C}$  и  $220^{\circ}\text{C}$ .*

В экспериментальной установке процессы регенерации и сорбции газа контролировались по изменению массы образца геттера при непрерывной автоматической записи изменения массы, давления остаточных газов и температуры при заданном линейном законе неизотермического нагревания.



*Рис.3. Экспериментальное определение константы скорости сорбции водорода  $k$  при давлении  $5 \cdot 10^{-3}$  Па и максимальной сорбционной емкости  $m_{\infty}$ . Применено уравнение «Сжимающегося объёма»  $\Delta m = m_{\infty}(1 - (1 - kt)^3)$ ,  $k = 5,114 \cdot 10^{-5} \pm 0,107 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}$ ,  $m_{\infty} = 5,223 \cdot 10^{-5} \pm 0,032 \cdot 10^{-5} \text{ г}$ . Активирование проводилось при  $520^{\circ}\text{C}$ .*

Активирование и регенерация проводились при нагревании со скоростью  $10^{\circ}\text{C}/\text{мин}$  после сорбции водорода при комнатной температуре. Минимум массы геттера достигнут за время  $\tau = 210$  с., этому времени соответ-

ствует температура активирования  $t_{акт} = 206,8^{\circ}\text{C}$  и давление остаточных газов  $P_{ост} = 1,8 \cdot 10^{-4}$  Па.

#### *Перевод размерности максимальной сорбционной емкости в граммах в размерность количества поглощенного геттером водорода по данным рис.3.*

Количество поглощенного геттером водорода определяется произведением давления водорода на его объем, т.е.  $PV$ .

Для расчета объема водорода  $V_{max}$  при нормальных условиях мольный объем водорода умножается на максимальную сорбционную емкость в граммах  $m_{\infty} = (1,00 \pm 0,20) \cdot 10^{-2}$  г и разделить на вес грамм-молекулы водорода в граммах:  $V_{max} = 22,4 \cdot 5,223 \cdot 10^{-5} / 2 = 5,85 \cdot 10^{-4}$  л.

Для расчета объема водорода приведенного к реальному давлению водорода при измерениях,  $V_{пр}$ , необходимо применить формулу  $V_{пр} = P_a \cdot V_{max} / P_i = 10^5 \cdot 5,85 \cdot 10^{-4} / 10^{-3} = 5,85 \cdot 10^4$  л., где  $P_a$  – атмосферное давление, равное  $10^5$  Па,  $P_i = 5 \cdot 10^{-3}$  Па – давление водорода над поверхностью геттера при измерениях сорбции.

Максимальная сорбционная емкость в размерности количества поглощенного газа равна  $a = P_i \cdot V_{пр} = 10^{-3} \cdot 5,85 \cdot 10^4 = 58,5 \cdot \text{м}^3 \cdot \text{Па}$ .

Удельная максимальная сорбционная емкость определяется отношением  $a$  к исходной массе геттера в граммах  $m_{исх} = 1,87192$  г:  $a_{уд} = 58,5 : 1,87192 = 31,5 \text{ м}^3 \cdot \text{Па/г}$ .

#### **Выводы.**

1. Разработана методика экспериментального определения температуры и длительности активирования пористых геттеров при данном давлении остаточных газов.
2. Разработана методика экспериментального определения константы скорости сорбции и определения максимальной сорбционной емкости.
3. Проведены сравнительные измерения сорбции водорода после активирования при температуре  $520^{\circ}\text{C}$  и температуре  $220^{\circ}\text{C}$ , получены идентичные результаты.

## **Перспективные разработки течеискателей (ТИ) и установок контроля герметичности (УКГ) в ОАО «Завод «Измеритель»**

*Г.В. Шульженко*

*Санкт-Петербург, ОАО «Завод «Измеритель», Чкаловский пр., д.50, [mark@spbizmerit.ru](mailto:mark@spbizmerit.ru)*

ОАО «Завод «Измеритель» за более полувека наполнил все ведущие отрасли промышленности нашей страны тысячами течеискателей, многие из которых до сих пор успешно эксплуатируются.

Если взглянуть в ретроспективе, то развитие течеискателей во всем мире и в нашей стране, а проще говоря, на нашем заводе, шло постоянно. Сменились десятки моделей течеискателей, снижался их вес, улучшался интерфейс, обновлялась элементная база. Но это развитие было экстенсивным. Главные показатели течеискателей – чувствительность, диапазон регистрируемых потоков, пробный газ – оставались прежними.

Правительство ставит задачу развития современного производства на инновациях и высоких технологиях, которые не могут развиваться при застое диагностической и аналитической аппаратуры.

Наступил исторический момент качественного перехода, точнее даже сказать скачка, в области развития аппаратуры неразрушающего контроля течеисканием.

Сегодня необходимо создание поколения аппаратуры на основе новейших достижений в области ионной физики, вакуумной науки и техники, электроники и масс-спектрометрии. Назрела необходимость создания инновационных научно-технических решений и технологий, позволяющих разработать и организовать высокотехнологическое производство многофункциональных измерительных газоанализаторов – течеискателей, сертифицируемых для широкого применения в современных отраслях промышленности.

За счёт уникального сочетания характеристик и лучших предельно-достижимых параметров данные газоанализаторы – течеискатели будут обладать высокой востребованностью и конкурентной способностью в России, а также повышенным потенциалом выхода на мировой рынок.

Значительны и социально – экономические последствия разработки такого прибора и его производства в России.

Это – мощный импульс развития наукоёмких производств во всех отраслях промышленности, расширение сети рабочих мест в высокоточных отраслях, ускорение развития научных исследований, развитие программ обучения на высшем уровне и т.д.

Инновационный характер измерительных масс – спектрометров – течеискателей нового поколения должен быть основан на достижениях ведущих научно – исследовательских коллективов города Санкт – Петербурга, в первую очередь Санкт – Петербургского Государственного Политехнического университета. Это разработанные в последние годы методы ионизации, диффузии, десорбции и регистрации ионных компонентов. Комплекс работ составляет научно – технический задел, частично опубликованный, а частично находящийся в режиме ноу-хау.

Реализация высоких технологий состоит в применении:

- формирования газовых микропотоков с заданными свойствами и контроль их реализации;