

Утверждаю

Зам. директора НТЦ «Дельта-5»

ОАО «НПП «Дельта»

_____ **А.В.Соколов**

Утверждаю

Зам.генерального директора

ЗАО «ЗЭМ РКК Энергия»

_____ **А.В.Литвинов**

**Отчет
по испытаниям конденсаторной батареи типа БКДТ-30 на
выделение водорода.**

1. Общие положения

Задача – определить газовыделение из конденсаторной батареи при ее работе (зарядке и разрядке).

Методика проведения измерения – с помощью газоанализатора проводился анализа газа из пространства внутри конденсаторной батареи. Газосигнализатор соединялся гибкими шлангами с батарейным пространством и с помощью встроенного насоса газ циркулировал по замкнутой системе прибор – батарея. Запись проводилась прибором на встроенный носитель (MMC карта).

Используемое оборудование – газосигнализатор серии ИГС-98 модель «Комета-М» №10725 (рисунок 1б).

Сенсоры – электрохимический на сероводород (H₂S-АН производства компании Alfasens) с чувствительностью к водороду как: 1мг/м³ показаний по каналу сероводорода соответствует концентрации 120 мг/м³ водорода. (данные фирмы производителя сенсоров). Сенсор канала углеводородов и водорода – на полупроводниковом сенсоре тип СГ-2140А1 (Россия).

Исследуемая конденсаторная батарея – тип БКДТ-30, которая прошла циклирование (формовку) (рис 1а).

Дата проведения работ – апрель-май 2013 года.

Место проведения работ – ЗЭМ РКК «Энергия».

Источник финансирования – собственные средства.

Исполнители – ЗЭМ РКК Энергия под методическим руководством НПП Дельта

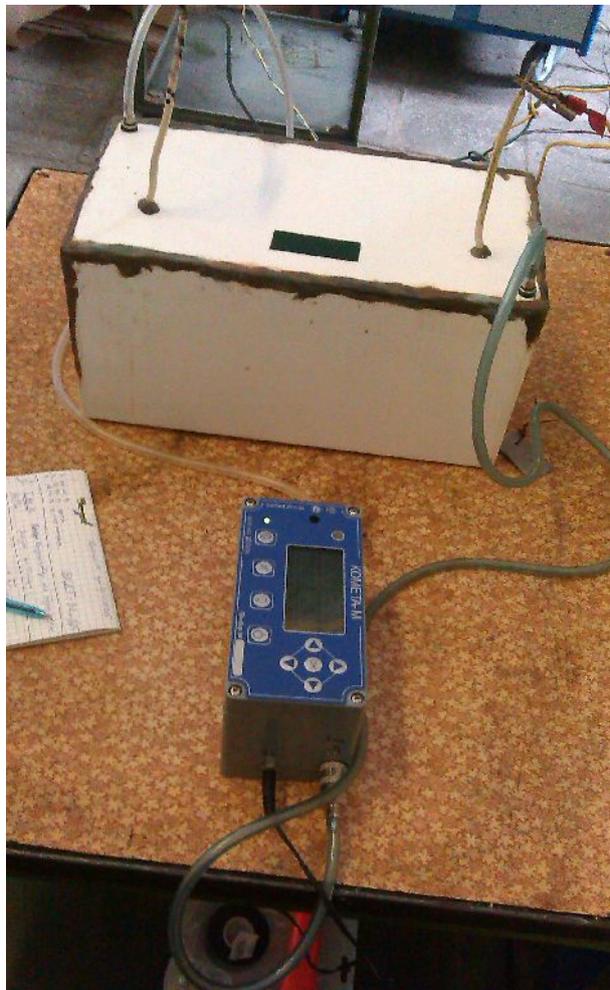


Рис 1а Батарея с газоанализатором



Рис 1б Газоанализатор «Комета-М-4»

2. Результаты экспериментов.

2.1 Эксперимент №1 от 5.04.2013

№	Режим	Время включения	Время выключения
1	Прибор подключен к конденсатору, никаких режимов не проводится	8.13	8.23
2	Заряд до 60В током 5А	8.23	8.57
3	Разряд N=190Вт до 18В	8.57	9.20
4	Заряд до 67В током 5А	9.21	11.41
5	Разряд током 5А до 18В	11.41	12.50
6	Прибор подключен к конденсатору, никаких режимов не проводится	12.50	13.10

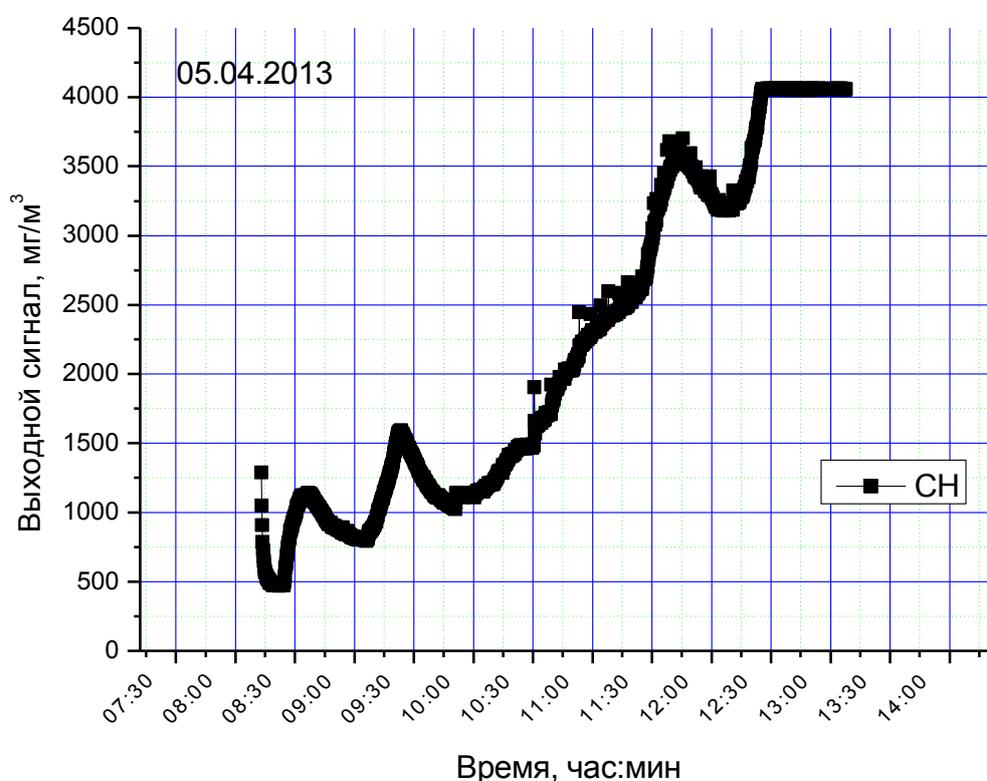


Рис. 2 Выходные данные по каналу углеводородов. Сенсор полупроводниковый, чувствительный к водороду и всем горючим газам (прокалиброван по пропану, а не по водороду – размерность шкалы - условная). При включении циркуляции через батарею до начала ее работы наблюдаем падение показаний (1), что объясняется очисткой камеры батареи от запахов или, например, водорода растворенного в пластике батареи. После включения заряда (2) наблюдаем подъем показаний, что может свидетельствовать либо о выделении водорода из электродов либо нагреву материалов и испарению пахучих веществ. Вывод - надо иметь измерение температуры внутри батареи. Последующий разряд (3) - это снижение показаний, что логично. Новый заряд (4) дает подъем показаний (всплеск как 2) но начиная с 10:00 начинается процесс в постоянным

газовыделением до 11-45 . С началом разряда снова всплеск - как при заряде и с 12-30 резкий подъем показаний до зашкала.

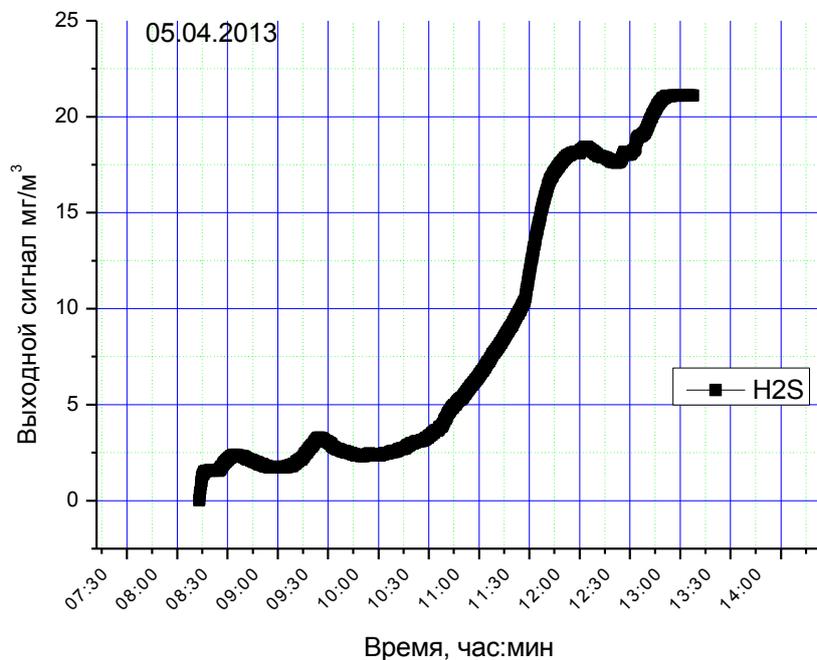


Рис. 3 Канал сероводорода. Полностью повторяет ход, как канал углеводородов. Возможно, это выделяется водород. Надо проверить чувствительность электрохимического сенсора на водород.

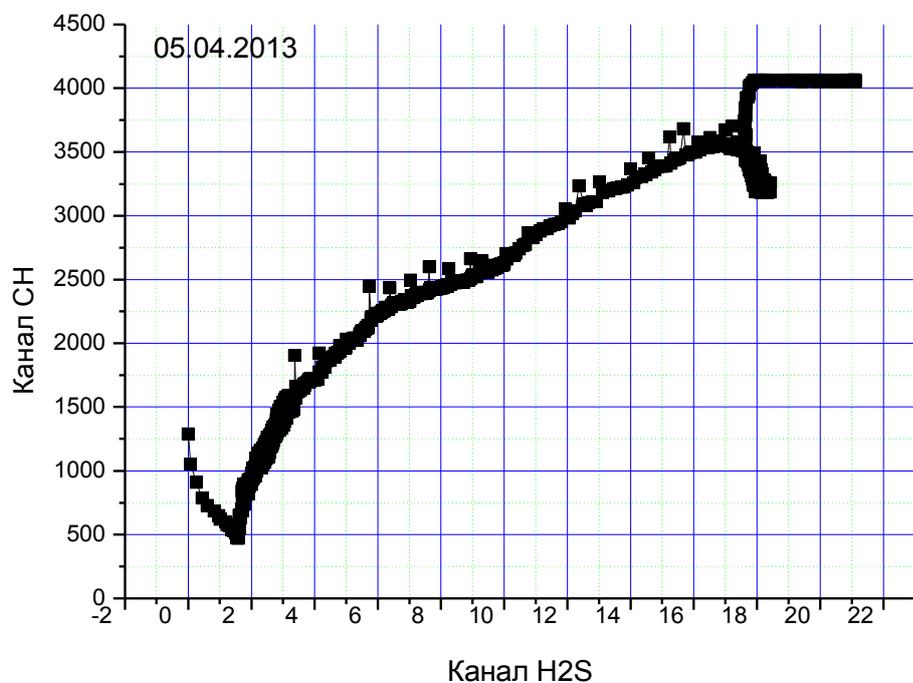


Рис. 4. Проверка идентичности работы электрохимического сенсора на сероводород и полупроводникового на углеводороды. Зависимость очень четкая. Надо разобраться, что за вещества - может это ароматические углеводороды из пластмассы.

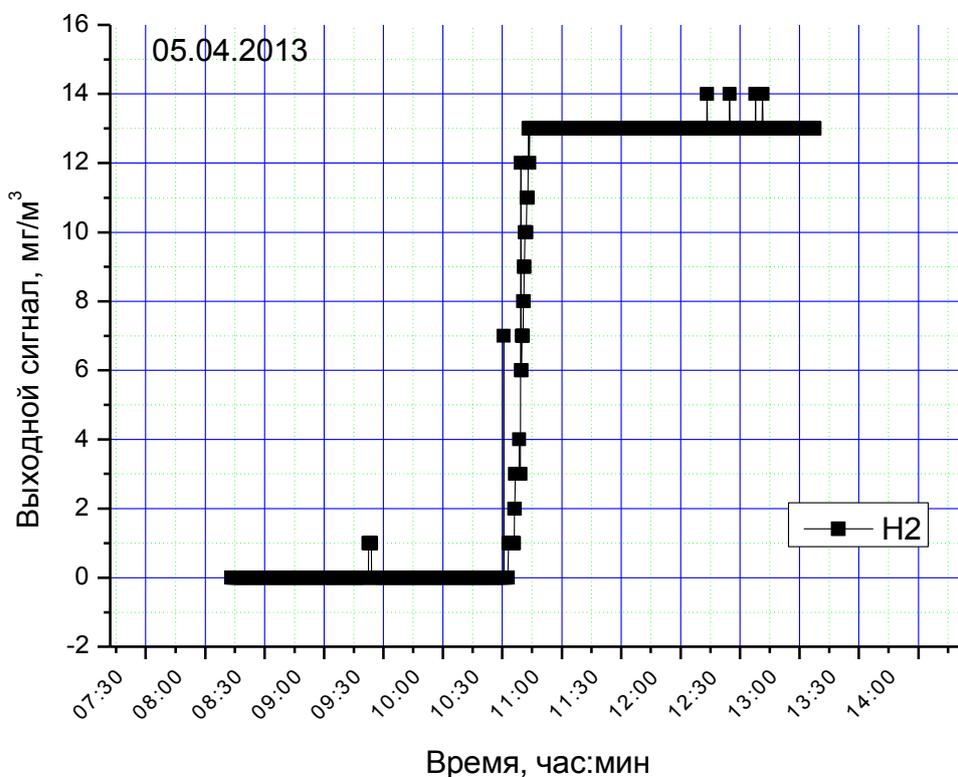


Рис 5. Канал углеводородов и водорода – это полупроводниковые сенсоры, но имеющие разную чувствительность. График показывает, что канал водорода недостаточно хорошо настроен – чрезмерно чувствителен и смещен ноль. Но в момент 10-45 произошло сильное выделение вещества, что видно на графике (обычно так зашкаливают сенсоры от водорода).

Выводы по эксперименту 1.

1. Выделение из батареи имеется при заряде. Объем можно оценить если разобраться с процессом и выяснить, что за газ.
2. Надо повторить эксперимент и не останавливать запись и прокачку прибора и после окончания заряда – очень важно, чтобы узнать как восстанавливается среда – это даст оценку герметичности камеры прибора и батареи. И качественно можно отличить водород от органики.
3. Между зарядами делать больше паузу – до полного восстановления фона. Возможно, идет запаздывания поступления газа от глубоких слоев батареи.
4. Настроить канал водорода – провести калибровку нуля.

2.2. Эксперимент №2 от 10.04.2013

Время	Режим
12:20	Подключение к батарее шлангом газоотбора
12:23	Включен режим "заряд"
13:00	Закончен режим "заряд"
	Проведено оклечение шлангов газоотбора
13:10	Включен режим "разряд" Шланги подключены
13:35	Закончен режим "разряд" Снят нагнетающий шланг газоотбора
13:51	Включен режим "заряд" с предварительным подключением шланга нагнетания
16:11	Закончен режим "заряд" Нагнетающий шланг отсоединен

16:34	Включен режим "разряд" Нагнетающий шланг подсоединен
17:40	Закончен режим "разряд" Шланг оставался подключен до 18:00
18:00	Прибор отключен

№	Время	Процесс технологический	Процесс химический	Примечания
1	12:23 - 13:00	Заряд	Падение газовыделения	Вероятно не поработал прибор до начала заряда с замкнутым объемом и включенным насосом
2	13:00-13:10	Вентиляция камеры или прибора	Падение сигнала	Надо вентилировать, высасывая из камеры воздух насосом и выбрасывая в воздух. При этом контролировать падение концентрации в камере через прибор. Дождаться до нуля показаний, потом загерметизировать камеру и поработать с насосом по замкнутому кругу. Убедиться что концентрация не растёт, при этом не включать батарею ни на заряд, ни на разряд.
3	13:10 - 13:35	Разряд	Растёт концентрация	Вероятно выделяется водород при разряде батареи.
4	13:35 - 13:51	Проветривание	Падение концентрации в камере батареи	
5	13:51 - 16:11	Заряд	Рост концентрации	Отличие от первого заряда в росте концентрации - обязательно разобраться
6	16:11-16:34	Проветривание	Падение концентрации	Обязательно проветривать с включенным насосом и подключенной камерой
7	16:34 - 17:40	Разряд	Рост концентрации	
8	17:40 - 18:00	Оставили прибор, но гоняли по кругу газ с выключенной батареей	Рост концентрации	Вероятно, в глубоких слоях остался водород, и он постепенно выходил наружу.

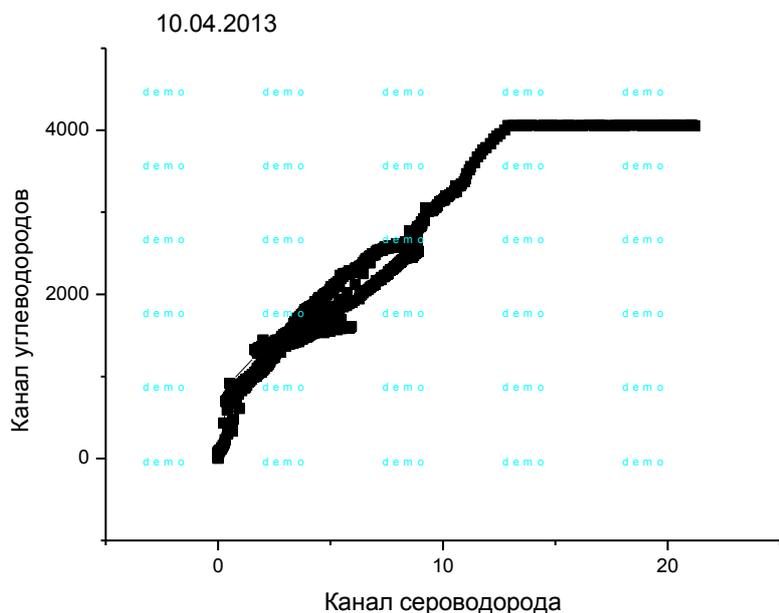


Рис 6. Корреляция между электрохимией и полупроводником свидетельствует о водороде, а не сероводороде.

Рис 5.

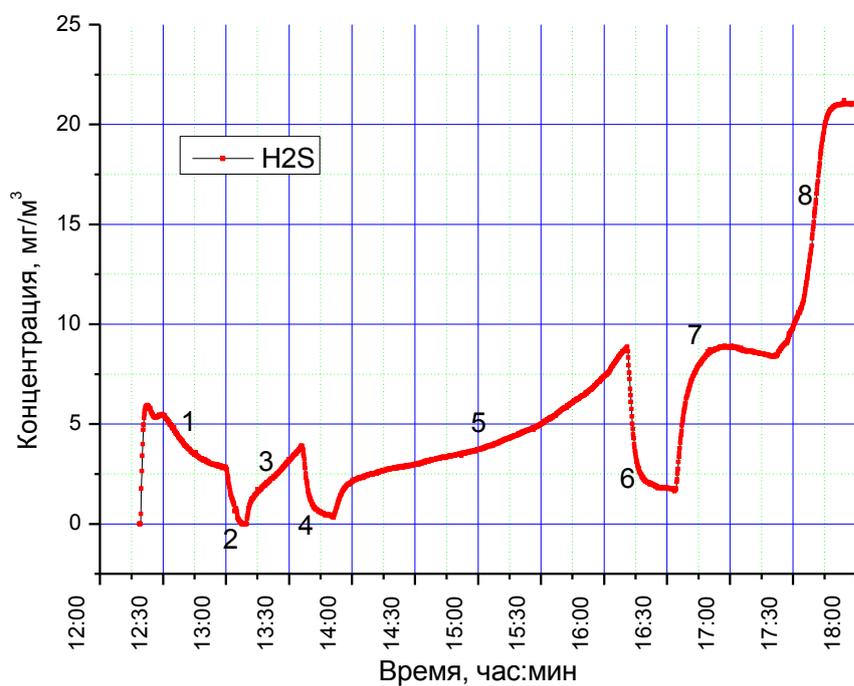


рис. 7

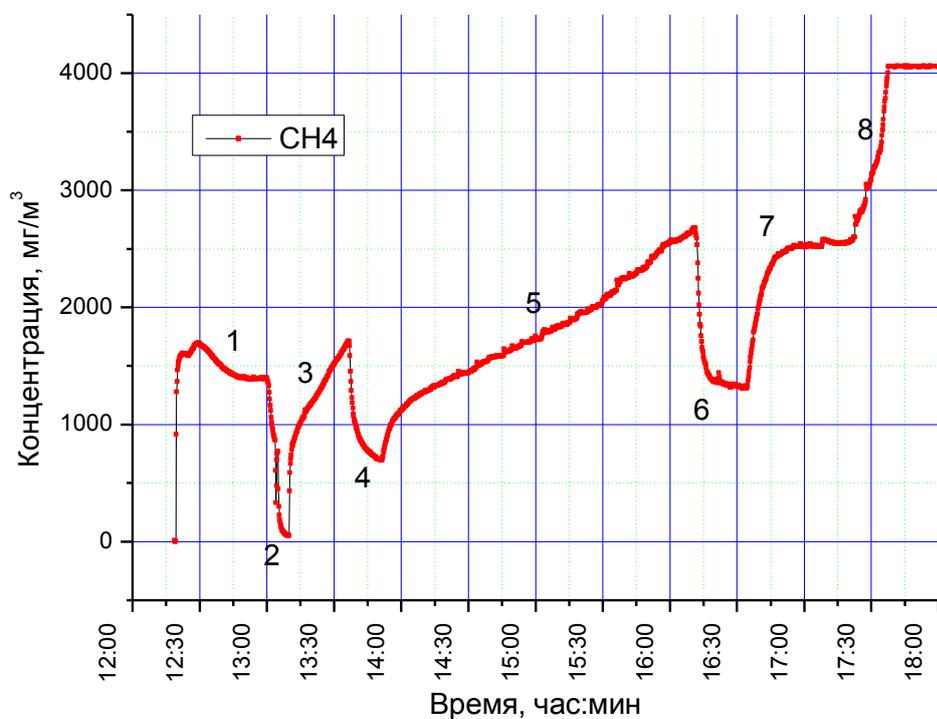


Рис 8

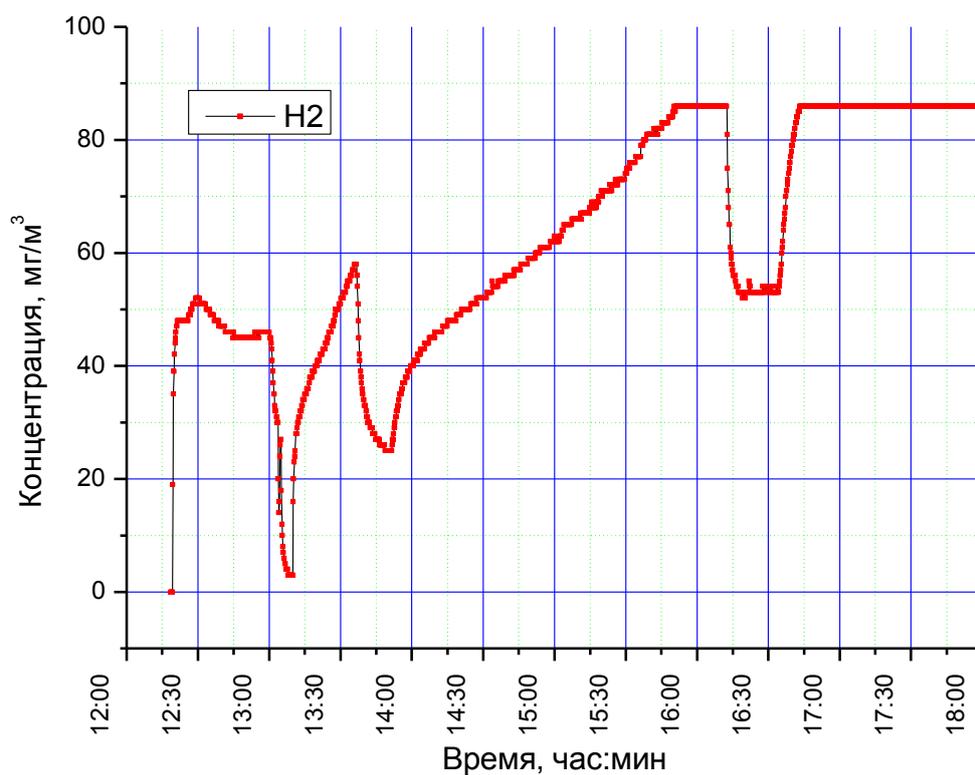


Рис. 9. Выделяется, вероятно, водород. Сигнал четкий и на полупроводнике и на электрохимии - обычно, так ведет себя водород.

2.3 Эксперимент 3. от 22-23.04.2013

22.04.13	11 45	подключены шланги к батарее, но без подключения к стенду
22.04.13	11 49	нагнетающий шланг снял с батареи, электрическая часть не подключена
22.04.13	11 58	заряд с подключенными шлангами
22.04.13	12 30	закончен режим заряда
22.04.13	12 50	снял нагнетающий шланг
22.04.13	12 58	надел шланг, режим разряд
22.04.13	13 32	закончен разряд, шланги надеты
22.04.13	13 54	режим зарядки, шланги надеты
22.04.13	16 18	закончен режим зарядки, шланги остаются надетыми
23.04.13	7 50	подключил шланги к батарее, без подключения стенда
23.04.13	7 52	подключил режим разряда
23.04.13	8 44	закончен разряд, шланги надеты
23.04.13	9 00	отсоединил нагнетающий шланг к батарее
23.04.13	9 16	надел шланг и включил режим заряда
23.04.13	9 53	закончен режим заряда, шланги остаются надетыми
23.04.13	10 25	выключение снял шланги

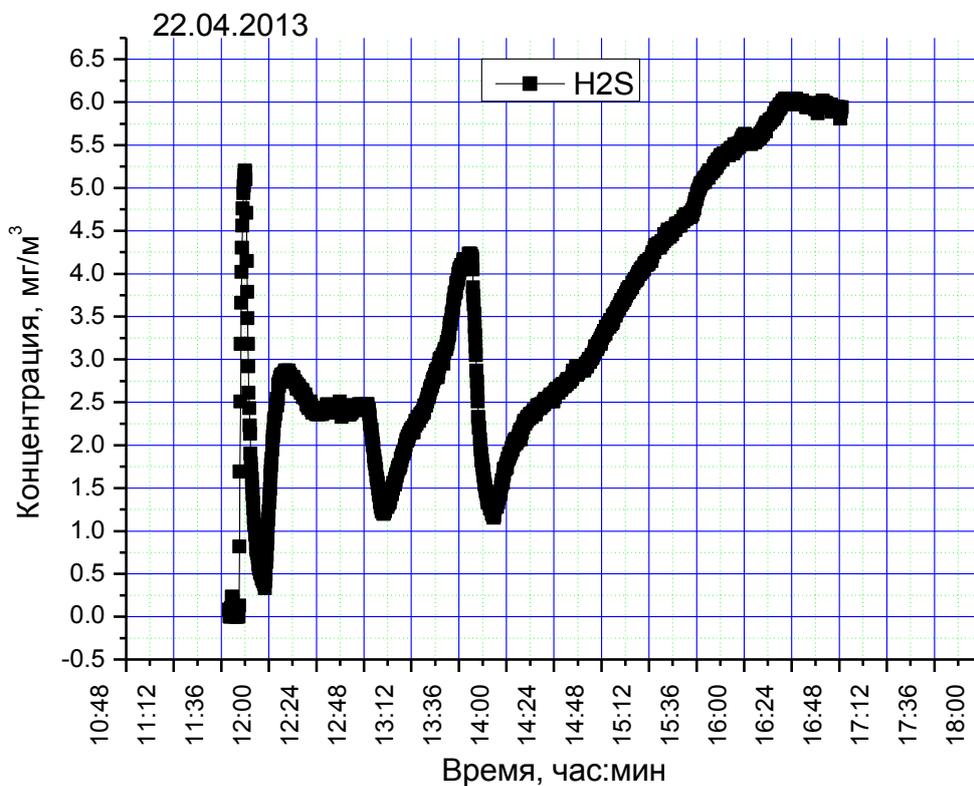


Рис. 10. Большой пик в начале эксперимента – регистрация скопившихся газов под крышкой батареи. Заряд с 11.58 до 12.30 показали незначительное газовыделение. При разряде с 12.58 до 13.32 хорошее газовыделение и падение после окончания разряда – возможно растворение в объеме батареи выделенного водорода. Заряд с 13.52 до 16.18 дает сильное газовыделение и после окончания заряда концентрация не падает – значит система насыщена водородом.

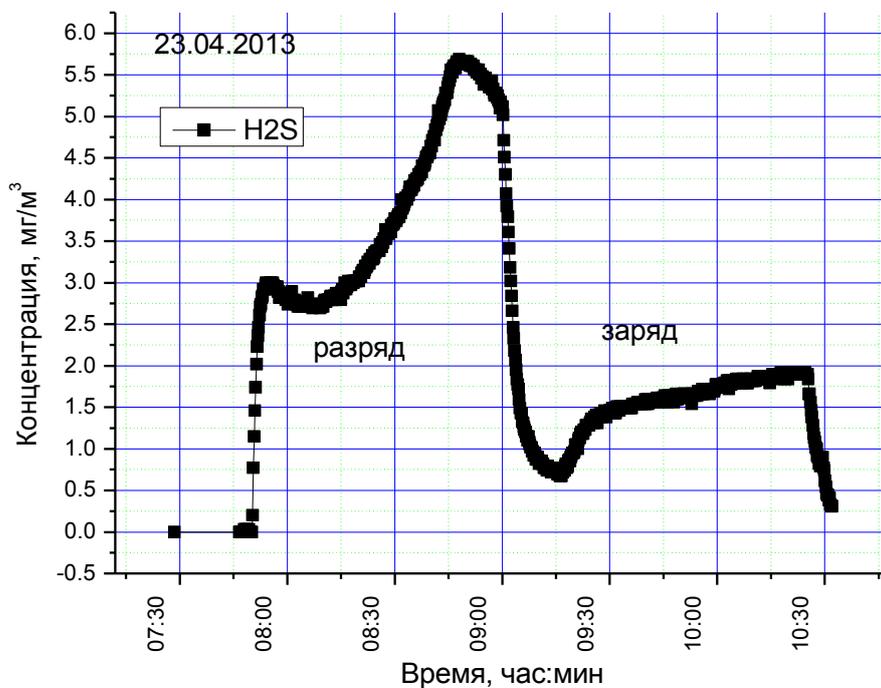


Рис.11. При включении прибора в газовую цепь - подъем концентрации - видимо остатки водорода от предыдущего эксперимента 22.04.2013. Разряд с 7.52 до 13.32 сопровождается плавным выделением водорода, видимо слабо растворенного внутри тела батареи (с поверхности элементов и электродов), поэтому при окончании разряда в 8.44- быстрый спад. Быстрое вентилирование и небольшой подъем при подключении прибора к батарее, говорят о выделении водорода на легкодоступной части в батарее. Заряд дает малый подъем, но долгое выделение водорода из глубинных частей батареи.

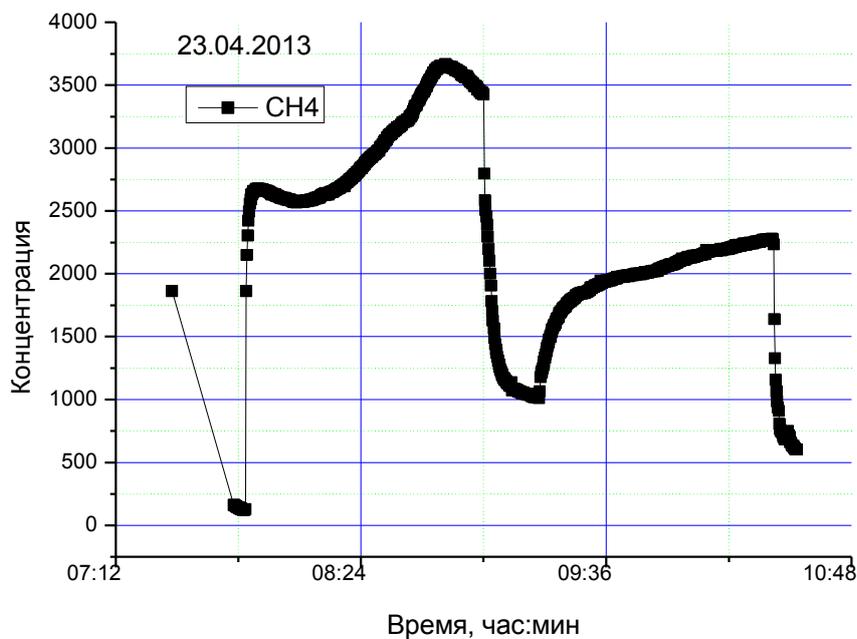


Рис. 12. Полупроводниковый сенсор повторяет характер предыдущего графика 13.

2.4 Эксперимент 4 от 30.04.2013

ДАТА	ДАТА, ВРЕМЯ	ПРОВЕДЕННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ
30.04.13	7.42	прибор подключен шланги не подсоединены
30.04.2013	7.50	шланги подключены, но режим не подключен
30.04.13	7.54	включен режим РАЗРЯД
30.04.13	8.15	закончен режим РАЗРЯДА шланги остались подключенные
30.04.13	9.15	снял нагнетающий шланг
30.04.13	9.49	режим ЗАРЯД шланги одеты
30.04.13	10.06	закончен режим ЗАРЯДКИ шланги остались одеты
30.04.13	11.05	снял шланги
30.04.13	11.35	режим РАЗРЯД шланги подключены
30.04.13	11.50	закончен режим РАЗРЯДА шланги подключены
30.04.13 12.50		снял нагнетающий шланг
30.04.13	13.18	режим ЗАРЯД шланги одеты
30.04.13 15.38		закончен режим ЗАРЯДКИ шланги одеты
30.04.13 16.00		ЗАКОНЧЕНО
6,05,13	8,30	шланги надеты, режим не подключен
6,05,13	8,34	подключен режим РАЗРЯД
6,05,13	9,22	закончен режим РАЗРЯД, шланги одеты
6,05,13 10,23		шланги снял

6,05,13
10,32

выключил прибор

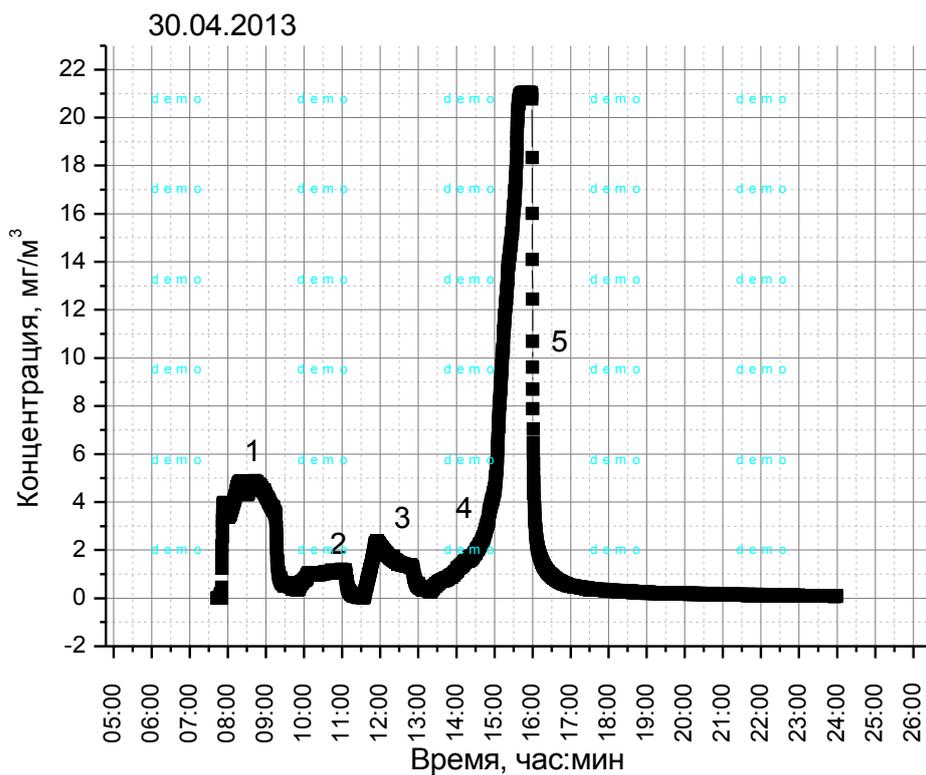


Рис. 13

2.5 Эксперимент 5 от 06.05.2013

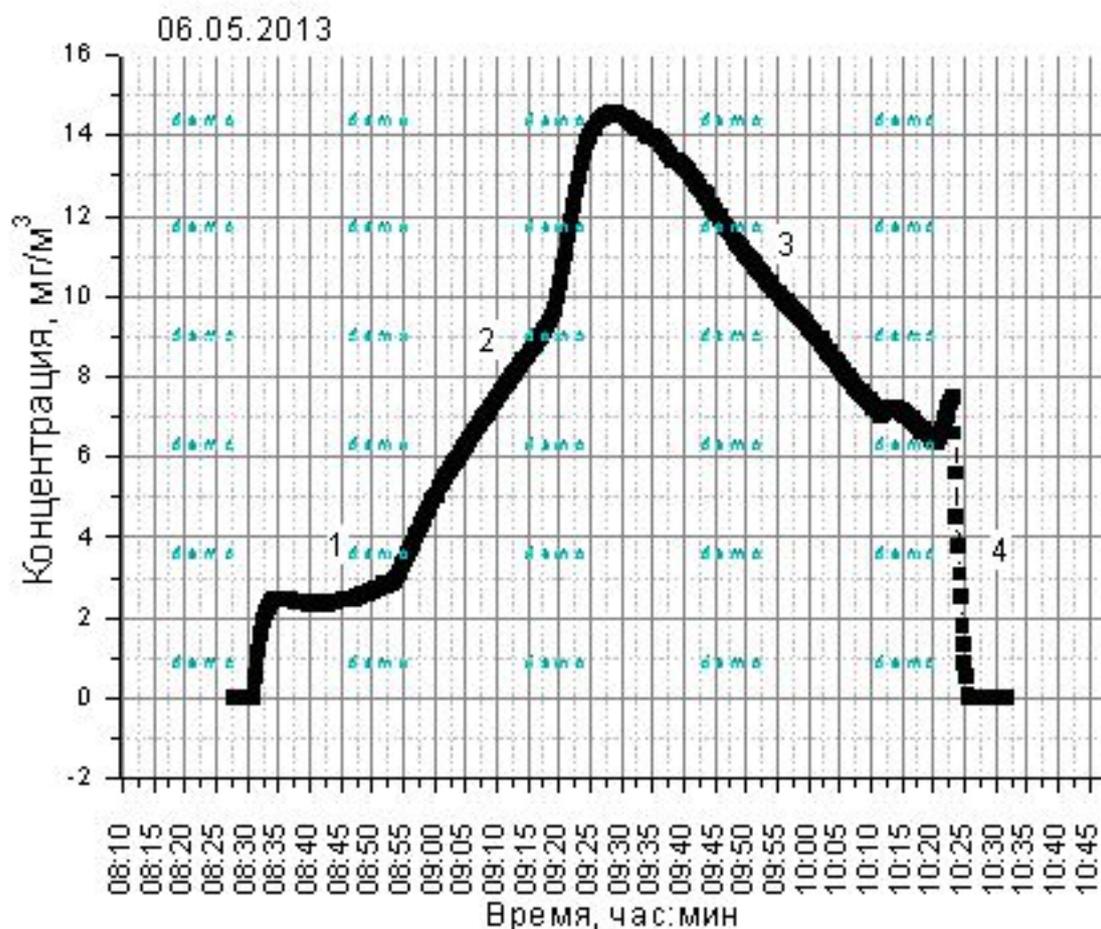


Рис. 14. Газовыделение при разряде батареи (1) мало т.к. вероятно идет растворение водорода в батарее. При заряде (2) газовыделение стабильно в течение 25 минут, а затем начинает расти быстрее - либо меняется процесс, либо закончилось растворение в объеме. После выключения режима зарядки (3) газовыделение падает - вероятно, водород перераспределяется в массе батареи. После проветривания (4) - восстановление показаний прибора до нуля.

3. Анализ результатов испытаний.

3.1 За базовые результаты принимаются данные по экспериментам 4 и 5. Эксперименты 1 - 3 проводились для отработки методики замеров газовыделения.

3.2 Максимальное выделение водорода происходит при заряде конденсаторной батареи. Максимально достигнутая концентрация не превысила 22 мг/м^3 . Время заряда - 60 - 70 минут.

3.3 Объем замкнутого пространства, где происходило газовыделение, $5,8 * 10^{-4} \text{ м}^3$ рассчитан исходя внутреннего объема под крышкой конденсаторной батареи (168x338x10мм) с некоторым увеличением на объем шлангов прибора.

3.4 Исходя из плотности водорода 90 мг/л , объема замкнутого пространства $5,8 * 10^{-4} \text{ м}^3$, максимально достигнутой концентрации водорода 22 мг/м^3 определяем массу и объем выделенного водорода: соответственно $0,013 \text{ мг}$ и $0,00014 \text{ л}$.

3.5 Объем пожаро- взрывоопасной смеси водорода и воздуха с концентрацией водорода 4%, образовавшейся за 1 час заряда одной батареи БКДТ-30 не превышает 3мл.

Исполнители

Главный специалист

Ведущий инженер

Ведущий инженер

_____ Б.Н.Харлов

_____ П.В.Грабин

_____ М.М.Хейшхо