

2. Е. В. Краснова, Ю. А. Моргунов, Б. П. Саушкин, И. А. Слюсарь, С. А. Смеян, Влияние состава водного электролита на эффективность электрохимической обработки изделий аддитивного производства из сплава Ti-6Al-4V // Электронная обработка материалов, 2024, Т. 60. №5. - С. 1–12.

3. М.С. Асеева, Е.В. Торская, Г.Т. Зайнетдинова, А.В. Морозов, П.О. Буковский, Влияние модификации поверхности на триботехнические свойства титановых сплавов BT22 и Ti-5553 // Трение и износ Friction and Wear. 2024. — Т. 45, № 4. — С. 300—309

УДК 621.35.035

**Т.С. Михайлова, Т.А. Моисеева, В.Н. Жирнов,
Д.В. Клещин, Т.Н. Мясоедова**
Южный федеральный университет
Таганрог, Россия

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
СЕНСОРОВ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЙ - УГЛЕРОДНЫХ ПЛЁНОК
ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ПАРОВ
ЛЕГКОВОСПЛАМЕНЯЮЩИХСЯ ЖИДКОСТЕЙ**

Аннотация. В рамках данного исследования были получены образцы сенсоров на основе кремний-углеродных пленок, сформированных электрохимическим методом. Проведены исследования функциональных характеристик сенсоров для обнаружения паров ЛВЖ. Было установлено, что изготовленные образцы проявили газочувствительность по отношению к парам изопропанола, этанола и метанола.

**T.S. Mikhailova, T.A. Moiseeva, V.N. Zhirnov,
D.V. Kleshchin T. N. Myasoedova**
Southern Federal University
Taganrog, Russia

**STUDY ON FUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF SILICON-
CARBON GAS SENSORS TO VAPORS OF FLAMMABLE LIQUIDS**

Abstract. In this study, gas sensors based on silicon-carbon films formed by the electrochemical method were developed. Studies on functional characteristics of sensors

for the detection of vapors of flammable liquids have been carried out. It was found that the manufactured samples showed gas sensitivity to isopropanol, ethanol and methanol vapors.

С резким увеличением численности населения и быстрым ростом социально-экономической активности, сопровождающимся индустриализацией наряду с уничтожением природных ресурсов, происходит ухудшение качества воздуха. В дополнение к загрязнению необходимо контролировать качество воздуха и выявлять наличие токсичных или легковоспламеняющихся газов за закрытыми дверями, включая промышленные помещения, больницы, кухни и т.д.

Датчики газов играют важную роль в непрерывном мониторинге окружающей среды, поскольку обнаружение утечки токсичного газа на уровне ppm является первоочередной задачей для спасения людей от воздействия. Время их реакции также очень короткое, что позволяет определить присутствие токсичных соединений и эвакуировать людей, находящихся на объекте.

Обычно датчики газов основаны на принципе обнаружения — оптическом, электрохимическом, проводимости, потенциометрическом, постоянном сопротивлении, циклической вольтамперометрии, поверхностно-акустических волнах и т.д.

Метод электрохимической импедансной спектроскопии играет определяющую роль в разработке датчиков токсичных газов, являясь одним из самых простых методов для детекторов газов. Данный метод также может определять такие свойства, как объем зерна, границы зерен, границы раздела между чувствительным слоем и электродом. Эти свойства помогают продемонстрировать четкий механизм газочувствительности датчика и его взаимодействие с целевым токсичным газом, что позволит создавать структуры с заданными функциональными свойствами.

Среди нерешенных проблем при создании импедансометрических датчиков выделяют следующие: селективность, долговременная стабильность, разработка сопутствующей электроники. Таким образом, проблемы, связанные с изготовлением датчиков и разработкой портативных анализаторов, построенных на методе электрохимического импеданса, ставят перед нами задачи, требующие решения [1-5].

В рамках данного исследования были получены два образца сенсоров. Первый образец сенсора (КУП200) на основе кремний-углеродной пленки (температура отжига 200 °C; время отжига 120 мин) и второй образец сенсора (КУП500) на основе кремний-углеродной пленки без добавления атомов металлов (температура отжига 500 °C; время отжига 120 мин).

В качестве метода формирования чувствительного слоя сенсоров был выбран электрохимический метод. Основным достоинством которого является возможность контролировать ряд характеристик осаждаемых пленок (толщину, равномерность распределения по поверхности подложки, адгезию к материалу подложки) в процессе их роста.

Были проведены исследования функциональных характеристик сенсоров на основе кремний - углеродных плёнок для обнаружения паров легковоспламеняющихся жидкостей. В качестве постоянного потенциала (амплитуды переменного тока) было выбрано значение в 100 мВ. Выбранный диапазон частот – 1 Гц-100 кГц.

Было установлено, что образец КУП200 проявил газочувствительность по отношению к парам изопропанола (C_3H_8O) и парам этанола (C_2H_5OH), так же выявлена газочувствительность образца КУП500 по отношению к парам изопропанола (C_3H_8O) и парам метанола (C_2H_6O). Кривые Найквиста для этих сенсоров приведены на рис. 1-4.

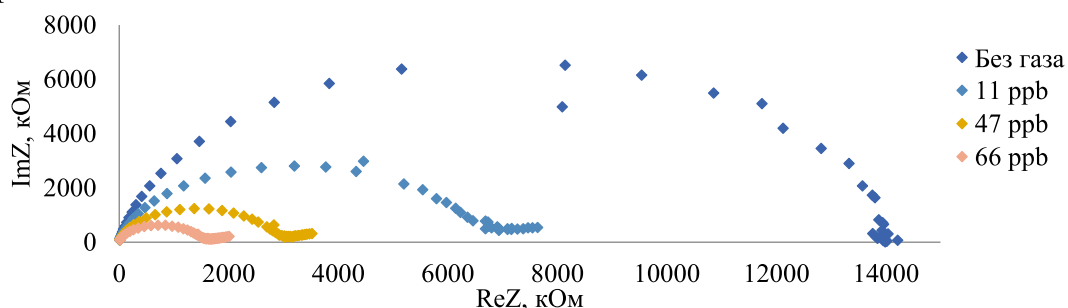


Рис. 1 - Кривые Найквиста образца КУП200 под воздействием паров этанола

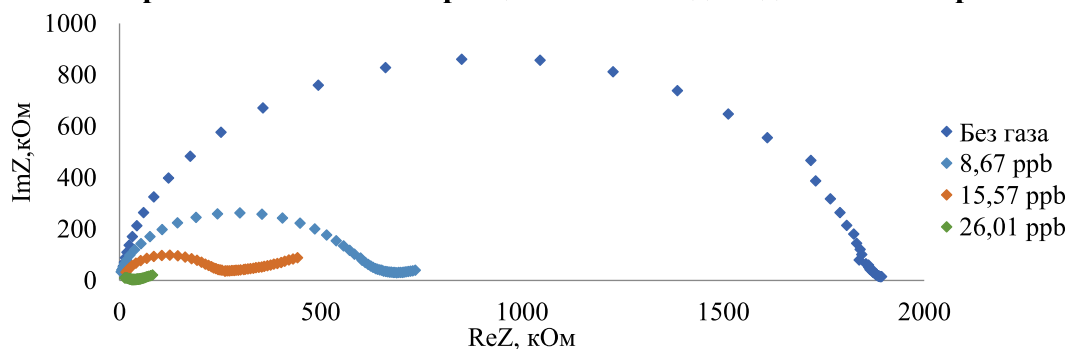


Рис. 2 - Кривые Найквиста образца КУП200 под воздействием паров изопропанола

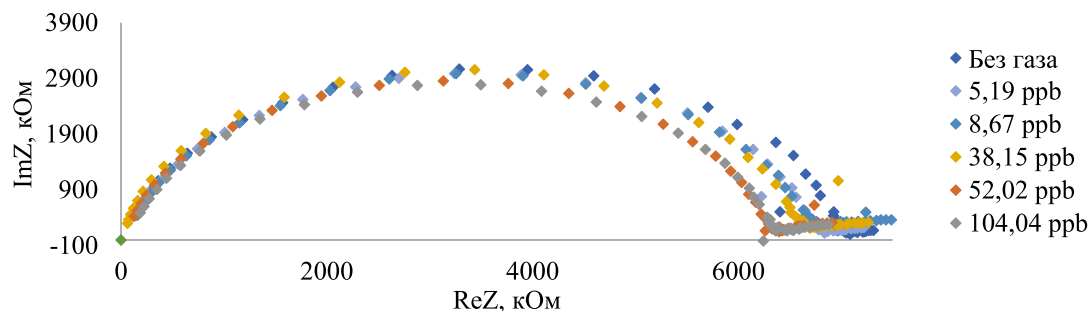


Рис. 3. Кривые Найквиста образца КУП500 под воздействием паров изопропанола

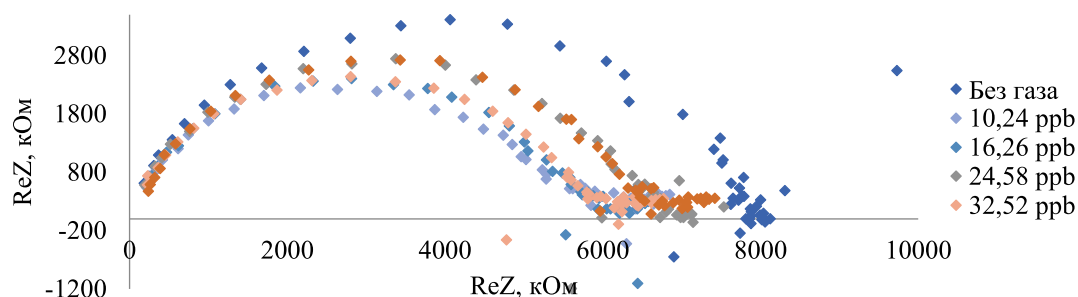


Рис. 4 - Кривые Найквиста образца КУП500 под воздействием паров метанола

По полученным данным был произведён расчёт коэффициента газовой чувствительности для образцов КУП 200 для изопропанола и этанола и КУП500 для изопропанола и метанола.

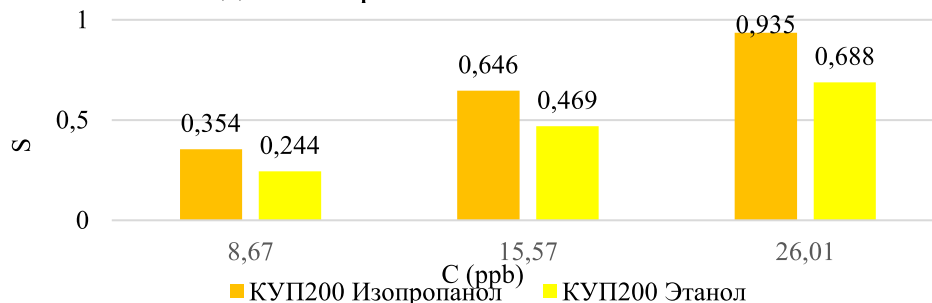


Рис.5 - Диаграмма зависимости коэффициента газовой чувствительности от концентрации изопропанола и этанола (образец КУП200)

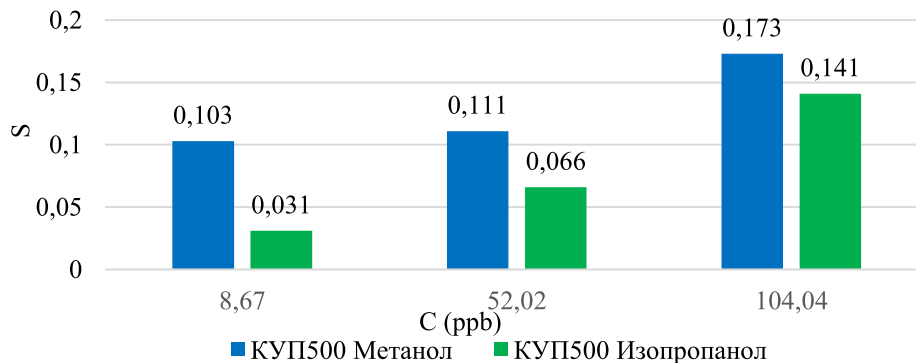


Рис.6 - Диаграмма зависимости коэффициента газовой чувствительности от концентрации изопропанола и метанола (образец КУП500)

На представленных диаграммах видно, что данный импедансометрический сенсор способен обнаруживать пары легковоспламеняющихся жидкостей в следовых количествах. Наблюдается линейная зависимость коэффициента газовой чувствительности от концентрации легковоспламеняющихся веществ для образца КУП200. Следует отметить, что наибольший отклик сенсора, на основе кремний-углеродных плёнок имеет образец КУП500 по отношению к парам изопропанола, что говорит о высокой чувствительности сенсора к данному токсичному веществ.

Исследуемые сенсоры могут быть использованы для обнаружения утечек легковоспламеняющихся жидкостей, что позволит предотвратить возгорания и несчастные случаи на производстве.

Список использованных источников

1. B. Suthar, J. Landesfeind, A. Eldiven, and H. A. Gasteiger, J. Electrochem. Soc., 165, A2008 (2018).
2. F. Pogacean, M. C. Rosu, M. Coros, L. Magerusan, M. Moldovan, C. Sarosi, A.S. Porav, R. I. S-van Staden, and S. Pruneanu, J. Electrochem. Soc., 165, B3054 (2018).
3. E. Schindelholz, B. E. Risteen, and R. G. Kelly, J. Electrochem. Soc., 161, C450 (2014).
4. K. Doi, S. Hiromoto, H. Katayama, and E. Akiyama, J. Electrochem. Soc., 165, C582 (2018).
5. D. H. Xia, C. Ma, S. Song, and L. Xu, J. Electrochem. Soc., 166, B1000 (2019).

УДК 621.787.6.004

В.Ю. Морюхов

Муромский институт (филиал)
Владимирского государственного университета
Муром, Россия

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЦЕМЕНТАЦИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ ДЕФОРМАЦИОННЫМ УПРОЧНЕНИЕМ

Аннотация. Рассмотрен вопрос повышения эффективности химико-термической обработки (ХТО) цементацией предварительным волновым