تاثير الاشعاع البصري للمصابيح الرقيقة على خصائص استشعار الغاز الكهربائية لاغشية ثاني اوكسيد القصدير SnO_2.

المؤلفون : س.ي.ريمبيزا، ت.ف.سفيستوفا ، وصفي محمد التميمي ،س.ف.اوفسيانيكوف،ك.ن.باغنيوكوف.

في هذا العمل يتم البحث في التاثير البصري لاشعة المصابيح الرقيقة ذات الطيف البنفسجي على درجة المقاومة الكهربائية ومدى القابلية على الاستشعار في اجهزة القياس الاستشعاري لاغشية ثاني اوكسيد القصدير والتراكيب المختبرية لاجهزة قياس الغازات .تم تحديد مميزات تغير المقاومة للمادة الاستشعارية عند تشغيل واغلاق الضوء. وقد تم الاستناد على ان الفاعلية البصرية لغشاء ثاني اوكسيد القصدير يساهم بشكل كبير في مضاعفة الاستشعار الغازي للاجهزة والذي ويؤدي الى ظهور الاستشعار الغازي باعلى مستوياته حيث يصل الى الضعفين عن الحد الادنى بالمقارنة مع درجة الحرارة العليا لاجهزة القياس الاستشعارية للغازات بدون تسليط الضوء.

الكلمات الافتتاحية : اجهزة قياس الغازات ، التحسس، المصباح الرقيق، الضوء المحفز.

ان اجهزة قياس استشعار الغاز المعدنية المؤكسدة والتي تعلوها اغشية ثاني اوكسيد القصدير SnO_2 و اوكسيد الزنك ZNO يستخدم بشكل واسع في مراقبة الغلاف الجوي .ونتيجة التاثير البطيء والغير ملاحظ للغاو على سطح الفولاذ المؤكسد في درجة حرارة الغرفة لاجهزة الاستشعار المعدنية للغازات بحيث تعمل في درجة حرارة تصل الى ٤٠٠-٣٠٠ بحيث تكون خطرة عند محاولة تحجيمها في اطار ضيق في الهواء والتي يمكن ان تؤدي الى الانفجار .ان واحدة من الاساليب المتبعة لتقليل درجة حرارة عمل اجهزة قياس الاستشعار المتكونة من ثاني اوكسد القصدير هو زيادة عمليات الامتزاز على السطح الشبه موصل للاشعة فوق البنفسجية وظهور سمات استشعار الغاز لاوكسيد الكاربون CO وثاني اوكسيد النايتروجينNO_2 في درجة حرارة الغرفة . يعد الاسلوب النظري لتقنية التاثير المتقابل للاشعة فوق البنفسجية على سطح الفولاذ المؤكسد لاشباه الموصلات احد الخيارات للسماح بالتقييم النوعي لخاصية التغير في المقاومة وفي اغشية اجهزة الاستشعار الغازية بغض النظر عن كثافة التيار الضوئي المتدفق ودرجة حرارة الوسط المحيط.

لا بد من الاشارة الى ان مصادر الاشعاع الضوئي المستخدمة في الاعمال البحثية السابقة على شكل مصابيح الزينون الثابتة القوية والمصابيح الزئبقية والتي لا تناسب الاستعمال التطبيقي مع اجهزة الاستشعار المحمولة ذات التغذية المستقلة .وفي هذه الحالة فمن المناسب استعمال المصابيح ذات الاضاءة البنفسجية ونطاق الاشعة فوق البنفسجية ذات الموجة الطويلة .

في هذا العمل البحثي يتم التطرق الى نتائج تاثير الاشعاع ذات الموجة القصيرة للمصابيح الرقيقة على درجة المقاومة الكهربائية لطبقات الاجهزة التي يدخل ثاني اوكسيد القصدير SnO_2 في التراكيب المختبرية لاجهزة استشعار الغاز واستشعار انواع اخرى من الغازات .

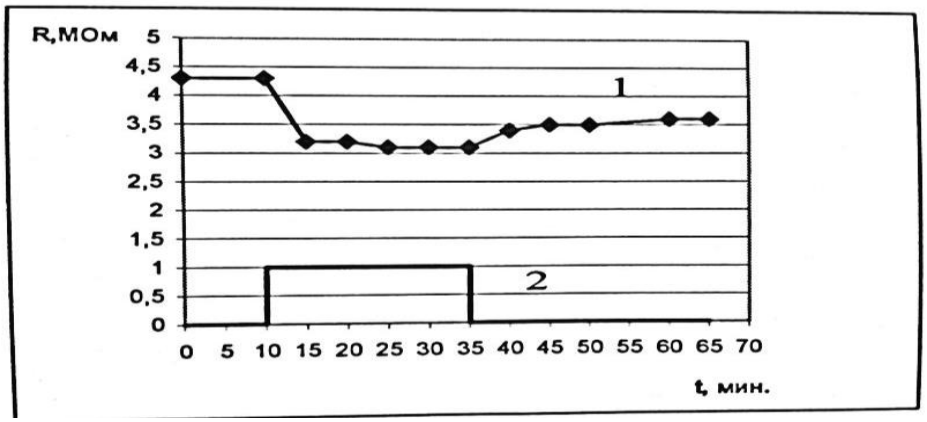
بصيغة اشكال مختبرية استخدمت تراكيب فحص لاستشعار الغازات معدة بتقنية الالكترونات الدقيقة على اغشية اجهزة القياس المتكونة من SnO_2 . ياخذ البلور حيز ١×١ ، و اغشية التوصيل البلاتينية الكهربائية على الطبقات الموجودة على مسافة ١٠ .mkm .ان التسخين على اغشية البلاتين الرقيقة في اجهزة الاستشعار تسمح بمضاعفة درجة الحرارة حتى تصل الى ٤٥٠ درجة – ٥٠٠ درجة لكي يكون الامتزاز على السطح الاستشعاري بعد حفظه لفترة طويلة في الهواء . ان بلورات الاجهزة تتصاعد في الاشكال المعدنية الخزفية المتكاملة التركيب لقياس مدى مقاومة اجهزة القياس في امدادات التيار الكهربائي عند تسخين الاجهزة. ولقياس مدى مقامة اغشية تلك الاجهزة استخدمنا مقياس دقيق انتجته شركة mastech ويحمل الرقم التسلسلي my46 بحدود اهمية المقاومة المسيطر عليها والتي تصل الى ٢٠٠ mom .ان تسخين الاجهزة جرى بمساعدة مصادر التيار المستقر دائما وحسب الصيغة التالية -HY3010E0-30B/0 . 10A

لغرض الاشعاع استخدم المصباح ذات الاضاءة البنفسجية ARL l2-5213 UVC ذات الموجة الطويلة ٤٠٠hm وبمساعدة ٧٦ mbt والذي يتمدد على مسافة ٢ mm على الغشاء الاستشعاري الغازي .عند بحث تاثير فاعلية المصباح على مؤشر التركيب المختبري للمقياس فان ذلك يقودنا الى القياس الدقيق للخلايا بحجم ١٠ لانبوبة الاضاءة الصامتة .

لقد تم البحث في تاثير المصباح ذات الاشعاع البنفسجي على مقاومة مواد اجهزة استشعار الغازات. وقد اعتمد على ان مدى مقاومة المواد التحسسية تقل بسرعة تحت تاثير الضوء ومن ثم تبدا تنخفض ببطء وبعد اطفاء الضوء تبدا الازدياد لكي تبلغ ما كانت عليه في السابق.

لاجل تبسيط البحث في مدى فاعلية الضوء على اجهزة استشعار الغاز يمكن النظر الى وقت الفعال للتجانس ،والذي يتصف بطول التغير السريع للمقاومة عند تشغيل الضوء ، وطول فترة التجانس البطيء والتجانس بعد اغلاق الضوء. كل وقت فعال من تلك الازمنة يتوضح ببعض الروابط الاسية.

ان تاثير الضوء البنفسجي على مقاومة المادة التحسسية تؤدي الى تقليل المقاومة الكهربائية بنسبة ٢٨% من حساب الحامل الغير متكافيء للأجهزة. ان طول الانجاز لمعنى لمقاومة المنخفضةτ١эф تشكل خلال ٥ دقائق بشكل منتظم ،وبانسجام بطيء حيث يساوي ١٠=τ٢эф دقائق او الانسجام بعد اغلاق الضوء والذي يساوي 20=τ٣эф دقيقة .يحب الاشارة هنا الى انه عند اغلاق الضوء فان المقاومة لا تعود الى قيمها الاساسية كما كانت في السابق .المخطط رقم ١.

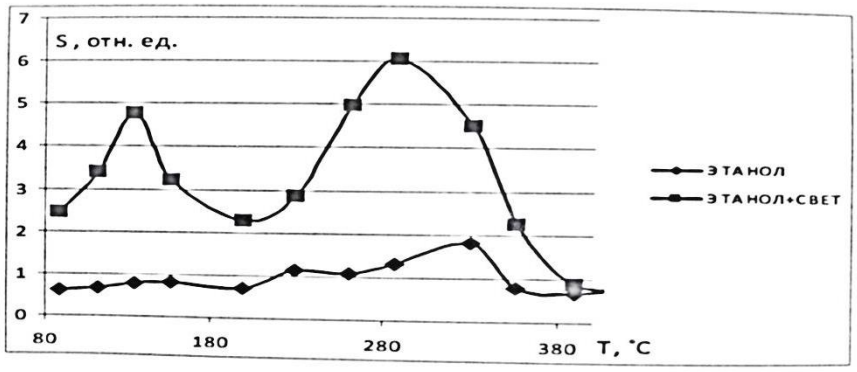


المخطط رقم ١ يوضح تغير مدى المقاومة للمادة التحسسية تحت تاثير نبضات الضوء البنفسجي المتدفق.

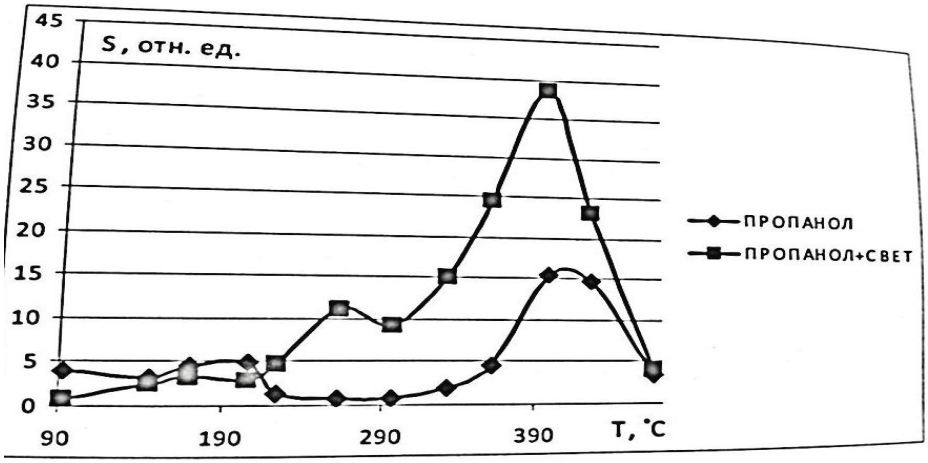
اثناء التاثير الغازي يمكن ان تحصل عملية اعادة تحميل لحالة السطح الواقع تحت تاثير الضور والذي يقود الى التغير في ازدياد الاستشعار الغازي .ولذلك تم بحث تغير نسبة المقاومة للمواد الاستشعارية لاجهزة استشعار الغازات عندما تتاثر بابخرة مواد مختلفة في الهواء وواقعة تحت تاثير الاشعاع البنفسجي .

تم بحث التحسس الغازي للتراكيب المختبرية لابخرة الاثيل ومحلول الايزوبروبيل والاسيتون في الهواء . ان الترابط الحراري للتحسس الغازي لمحلول الاثيل في الهواء وكذلك التاثير البصري عند وجود محلول الاثيل كلها قد تم توضيحها في المخطط رقم ٢.

تم البناء على ان التحسس الغازي الاقصى لابخرة محلول الاثيل في الهواء ppm١٧٠٠ بدون تاثير الضوء تظهر عند درجة حرارة ٣٣٠ درجة مئوية وتشكل ١.٨ وحدة نسبية .عند اضاءة التركيب المختبري بضوء الحرارة القصوى للتحسس الغازي ٢٩٠ درجة عند ذلك يتضاعف التحسس الغازي الى ٦ وحدات نسبية وكذلك يظهر التحسس الاضافي الاقصى بدرجة حرارة ١٣٠ بمضاعفة ٤.٨ وحدة نسبية. ان ارتباط الحرارة بالتحسس الغازي لابخرة الايزوبروبيل في الهواء وكذلك التاثير البصري عند وجود محلول الايزوبروبيل قد تم توضيحه في المخطط رقم ٣.



المخطط رقم ٢ يوضح ارتباط الحرارة بالتحسس الغازي لابخرة محلول الاثيل ١٧٠٠ اثناء الاضاءة بالمصباح واثناء انعدامها. المخطط رقم ٣.

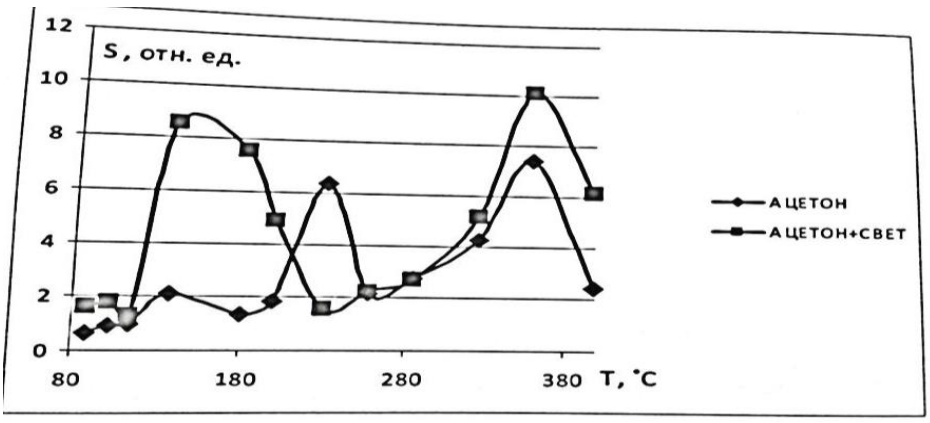


المخطط رقم ٣ يوضح ارتباط الحرارة بالتحسس الغازي لابخرة محلول الايزوبروبيل ١٣٠٠ اثناء الاضاءة بالمصباح واثناء انعدامها.

ان درجة التحسس الغازي القصوى لابخرة محلول الايزوبروبيل ١٣٠٠ في الهواء بدون تاثير الضوء تظهر عند درجة حرارة ٤٠٠ درجة مئوية وتشكل نسبة ١٥.٥ درجة نسبية .عند اضاءة التركيب المختبري بالمصباح فان درجة الحرارة القصور للمتحسس الغازي عمليا لا تتغير وتتضاعف درجة التحسس الغازي الى ٣٨.٧ وحدة نسبية وتظهر كذلك التحسس الاضافي الاقصى عند درجة حرارة ٢٦٠ درجة بزيادة ١١.١ درجة نسبية .

ارتباط الحرارة بالتحسس الغازي لابخرة الاسيتون في الهواء وكذلك في التاثير البصري عند وجود الاسيتون قد تم توضيحه في المخطط رقم ٤.

ان درجة التحسس الغازي القصوى لابخرة محلول الاسيتون ١٧٠٠ في الهواء بدون تاثير الضوء تظهر عند درجة حرارة ٣٦٠ درجة مئوية وتشكل نسبة ٧.٤ درجة نسبية .عند اضاءة التركيب المختبري بالمصباح فان درجة الحرارة القصور للمتحسس الغازي عمليا لا تتغير وتتضاعف درجة التحسس الغازي الى ١٠.١ وحدة نسبية وتظهر كذلك التحسس الاضافي الاقصى عند درجة حرارة ١٣٦ درجة بزيادة ٨.٦ درجة نسبية .المخطط رقم ٤.

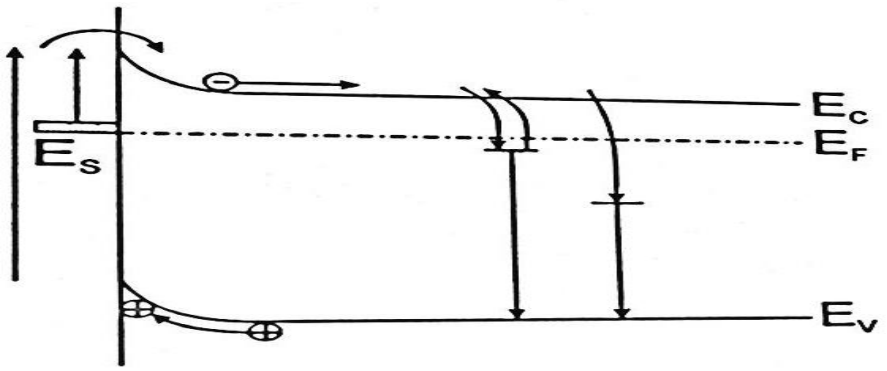


المخطط رقم ٤ يوضح ارتباط الحرارة بالتحسس الغازي لابخرة محلول الاسيتون ١٧٠٠ اثناء الاضاءة بالمصباح واثناء انعدامها.

في كل التجارب المنفذة فان تاثير الضوء يزيد من التحسس الغازي لابخرة الاثيل ومحلول الايزوبروبيل والاسيتون بسنبة ١.٥ – ٣ مرات بدون تغير في درجة الحرارة للتحسس الاقصى .عدا ذلك فان انخفاض درجات الحرارة الى ١٣٠ – ٢٦٠ يظهر التحسس الاضافي الاقصى للغاز بدرجة كفاءة عالية او مقاربة بمضاعفة اجهزة الاستشعار للغاز المناسب بدون اضاءة .يشير ظهور درجة حرارة واطئة للمتحسس الغازي الى ان فوتون الضوء ينشط الميكانيكة الحديثة لاستشعار الغاز الغير متواجد في الاشكال الغير مضاءة. تلك التقنية يمكن ان تؤدي الى تاثير الضوء الغير مباشرعلى وضع الاسطح الحاملة وفاعليتها وكذلك التاثير القليل للحرارة على جزيئات الغازات المسيطر عليها. عند ذلك فان درجة الحرارة القصوى لاجهزة الاستشعار الغازية للاثيل والايزوبروبيل والاسيتون تشير الى ٢-٣ مرة اقل من درجة الحرارة القصوى لنفس الغاز ولكن عند غياب التاثير الضوئي على السطح المتحسس.

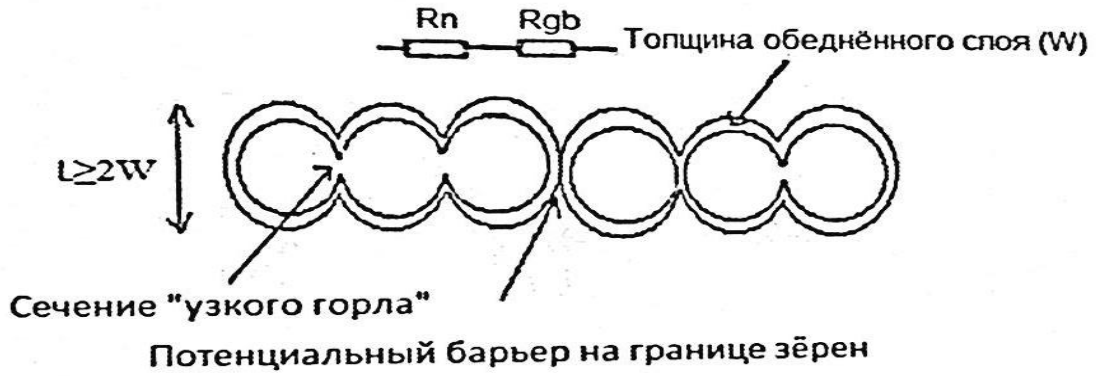
عند اضاءة اشباه الموصل ثاني اوكسيد القصدير بالضوء مع الطاقة سيتسع نطاق المنطقة المحظورة بحجم اشباه الموصلات تتولد ابخرة من الحفر الالكترونية .لاجل حني المنطقة عند السطح يجري تقسيم الشحنات في مجال التوحيد : الحفر تكون على السطح اما الالكترونات فانها تنتقل الى عمق البلورات مضاعفا للتركيز العام لحامل الشحنات الحر ومخفضا لحجم المقاومة . ان تاثير الحفر غير المتساوية على السطح يمكن ان تقود الى تخفيض درجة الزيادة في الحواجز الممكنة للبلورات .عند ذلك يمكن ان يتم الانتقال المباشر للشحنات باضاءة السطح الخارجي والذي يقود الى التغيير الكبير في الحواجز الممكنة والى تقليل مقاومة السطح .ان الفاعلية الاخيرة يجب ان تكون متحسسة بشكل قوي للتركيز وللشحنات الموجودة على السطح الخارجي ويجب الاخذ بنظر الاعتبار درجة امتلاء وكمية الشحنات على السطح الخارجي لمراكز الامتزاز . مخطط العمليات انفة الذكر تم توضيحها في المخطط رقم ٥.

في المخطط رقم ٦ تم توضيح التركيب الحبيبي للمعدن الموكسد شبه البلوري .يمكن ملاحظة فاعلية اطراف الحبيبات وعنقها الضيق في الشكل المرسوم. المخطط رقم ٥.



في المخطط رقم ٥ تظهر عملية الانتقالات الظاهرة عند اضاءة شبه الموصل SnO_2 ثاني اوكسيد القصدير بالضوء مع الطاقة سيتسع نطاق المنطقة المحظورة .

عند انحدار الاشعاع البنفسجي بموجة عالية تصل الى ٤٠٠ على الغطاء شبه البلوري للمعدن المؤكسد تتشكل ازواج من الحفر الالكترونية في مجال اضعاف الحبيبات .الاثارة الصورية تقلل من ارتفاع الحاجز الحبيبي العام، وبنفس الوقت تضاعف من كثافة الناقل الحر في كل المادة وتتضاعف خاصية تحسسها الغازية. المخطط رقم ٦.



المخطط رقم ٦ . التركيب الحبيبي للمعدن المؤكسد شبه البلوري.

ان بحث تاثير الاشعة فوق البنفسجية على ميكانيكية الاستشعار لاجهزة قياس الغازات المعدنية المؤكسدة قد تم بحثه استنادا للافتراضات النظرية .وقد تم التاسيس من قبل الباحثين على ان الاشعاع البنفسجي يمكن ان يقوي عملية التوصيل بشكل كبير وكذلك خاصية الاستشعار لاجهزة القياس الاستشعار المعدنية المؤكسدة حتى في درجة حرارة الغرفة .ان التحسس يزداد بمضاعفة كثافة التيار للاشعة فوق البنفسجية ويقل بمضاعفة حجم الحبيبة. عدا ذلك فان مقاومة المعدن المؤكسد للاغشية الرقيقة تقل بحساب الاشعة فوق البنفسجية بالمقارنة مع عدم وجود تلك الاشعة .بهذا الشكل فان اضاءة احهزة القياس الاستشعارية المعدنية المؤكسدة بالاشعة بالمقارنة مع المنطقة الممنوعة الواسعة للمعدن المؤكسد يمكن ان يقلل درجة الحرارة العالية في العمل. ان ذلك يسمح باستخدامه تلك المجالات التي لا يمكن العمل فيها اثناء ارتفاع درجات الحرارة حيث ترتفع امكانية تطبيقه بشكل كبير.

الخاتمة

في التراكيب المختبرية لاجهزة قياس الغازات المعدة بتقنية الالكترونات الدقيقة للطبقات المتحسسة للتركيب SnO_2 قد بحثت سمات التغيير لصورة التيار نتيجة الاضاءة بالمصباح ذات الضوء البنفسجي (λ =400) .تم تحديد خصائص تغيير وتاثير الوقت على انسجام مقاومة المادة المتحسسة عند تشغيل واطفاء الضوء. وقد تم بحث ارتباط درجات الحرارية للتراكيب المختبرية لاجهزة التحسس الغازية لابخرة الاثيل ومحلول الايزوبروبيل والاسيتون في حالة انعدام الاضاءة وعند اضاءة المصباح ذات الضوء البنفسجي .في تلك الاثناء فقد تم الاعتماد على الفاعلية البصرية لسطح SnO_2 والتي تزيد من نسبة الاستشعار الغازي في اجهزة القياس .عند تاثير الضوء تظهر الزيادة القصوى للتحسس الغازي في درجة حرارة ما بين ١٠٠ – ٢٦٠ اكثر بمرتين عن درجة الحرارة القصوى لاجهزة قياس الغازات بدون اضاءة. لقد اخذنا بنظر الاعتبار التقنيات الممكنة لتاثير الضوء على التحولات البصرية للمساحات العامة وبشكل مباشر على الاسطح الخارجية لاغشية SnO_2 .

نُفذ العمل البحثي بدعم مالي من الجهة الساندة .

المصادر

١- مياسنيكوف ي.ا. اجهزة الاستشعار شبه الموصلات في الابحاث الفيزيائية الكيميائية .موسكو .دار نشر العلوم،١٩٩١.-ص ٣٢٧.

٢- Vaccaro P.O. photoconductivity in stannioxide film ,prerared by spray pyrolysis. Sci.lett.1990.-vol.9.-389-390.

٣- Camagni. P. photoconductivity activation of SnO2 thin film gas sensors at room temperature.sensors and actuators B chemical.,1996.-vol. 31-p. 99-103.

٤- Comini E. UV light activations of tin oxide thin films for NO2 SENSING FT LOW TEMPERATURE .sensore and actusator,2001.vol,78.-p.73-77.

٥- Mishra S. Detection mechanism of metal oxide gas sensor under uv radiation.sensor of actuaion./,2004.b 91-p.387-390.

٦- ريمبيزا س.ي. خصائص التركيب والتقنية لاعداد اجهزة قياس الغازات التكاملية للمعادن المؤكسدة ذات الاغشية الرقيقة .اجهزة الاستشعار ،٢٠٠٤.№١ – ص٢٠-٢٦.

٧- روسكيخ ا.ي. قياس الخصائص الفولتية الامبيرية للتراكيب المختبرية ذات الاغشية الرقيقة لثاني اوكسيد القصدير +١% si .جامعة فارونيش التقنية الحكومية . 2012 . الجزء ٨. - ١٠-١،ص ٥٩-٦٢.

٨- روسكيخ د.ف. الانسجام البصري للاغشية المقاومة الكهربائية المدعمة لثاني اوكسيد القصدير .FTP، ٢٠٠٩ .الجزء ٤٣.b6 ، ص ٨١١-٨١٥.