

За счет возможности накопления энергии можно получить на выходе примерно в N раз большую мощность импульсов лазерного излучения за исключением потерь оптического излучения, по сравнению с мощностью импульсного излучения одного источника.

Авторами предложен более совершенный источник импульсного лазерного излучения с интерференцией когерентных импульсов, позволяющий еще на порядок увеличить интенсивность оптического излучения [5].

Применение рассмотренного импульсного источника лазерного излучения в автоматизированном фотоплетизмографе позволит увеличить точность регистрации пульсовых кривых, и, следовательно, повысить уровень диагностики состояния сердечно-сосудистой системы человека и животных.

1. Алексеев В.А., Юран С.И. Проектирование устройств регистрации гемодинамических показателей животных на основе метода фо-

топлетизмографии: монография. – Ижевск: ИжГТУ, ИжГСХА, 2006. – 248 с.

2. Алексеев В.А., Ардашев С.А., Юран С.И. Автоматизированный фотоплетизмограф // Приборы и методы измерений. – Минск: БНТУ, 2013, №1 (6). – С.46-51.
3. Патент РФ № 2477553 на изобретение, МПК⁷: H01S3/10. – Источник импульсного лазерного излучения / Алексеев В.А., Юран С.И., Перминов А.С., Стерхова М.А. (Заявка на изобретение №2011137390/28 от 09.09.2011). Опубл. 10.03.2013. Бюл.№7.
4. Алексеев В.А., Юран С.И., Перминов А.С. Источник импульсного лазерного излучения / Лазеры. Измерения. Информация. 2013 : сб. докладов 23-й Междунар. конф. – Т.1. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013. – С.155-163.
5. Алексеев В.А., Юран С.И., Перминов А.С. Источник импульсного лазерного излучения с интерференцией когерентных импульсов / Лазеры. Измерения. Информация: труды конференции (9-11 июня 2014 года, Санкт-Петербург). СПб.: СПбГПУ, 2014. – С.78-79.

УДК 621/793.14

УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АДГЕЗИОННОЙ ПРОЧНОСТИ ПОКРЫТИЙ «СКРЕТЧ-ТЕСТЕР»

Анищик В.М.¹, Углов В.В.¹, Русальский Д.П.¹, Сыщенко А.Ф.²

¹Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь

²ЗАО «БМЦ», Минск, Республика Беларусь

В настоящее время широкое распространение получили различные методы нанесения покрытий, а наиболее важным для практического применения является такое свойство покрытий, как прочность их сцепления с матрицей – адгезия. В связи с этим необходимо производство приборов, которые могли бы контролировать это свойство. В настоящее время такое оборудование (скретч-тестеры) уже получило достаточно широкое применение в крупных исследовательских центрах ряда стран мира, однако в СНГ отсутствует производство подобного оборудования.

Принцип работы скретч-тестеров основан на методе склерометрии (испытание царапанием). Этот метод основан на контролируемом царапании алмазным индентором на выбранном участке образца. Наконечник индентора (обычно алмаз или карбид вольфрама) перемещается по поверхности образца с возрастающей нагрузкой. При определенной критической нагрузке покрытие начинает разрушаться. Критическая нагрузка регистрируется датчиком акустической эмиссии, но также могут быть зарегистрированы при помощи оптического микроскопа по оставшейся на образце царапине. Также существует возможность фиксации момента отрыва покрытия по изменению силы

трения, однако наилучший результат дает совмещение всех трех методов [1].

В лаборатории «Физика ионно-плазменной модификации твердых тел» Белорусского Государственного Университета и ЗАО «БМЦ» в рамках подпрограммы «Научно-учебное оборудование» ГНТП «Эталоны и научные приборы» был изготовлен скретч-тестер для изучения адгезионной прочности покрытий, представленный на рис. 1.

Установка состоит из следующих блоков и узлов:

- столик с держателем образца и датчиком акустической эмиссии;
- блок перемещения столика с датчиком перемещения и датчиком измерения силы трения;
- индентор;
- блок нагружения с датчиком измерения нагрузки;
- блок оптической регистрации с микроскопом и видеокамерой;
- блок управления, обработки и передачи данных на ПЭВМ.



Рисунок 1 – Скретч-тестер для изучения адгезионной прочности покрытий.

В прибор заложен следующий принцип работы. На столике держателя образца закрепляется исследуемый образец с покрытием и на его поверхность устанавливается индентор. По команде блока управления шаговый двигатель нагружения начинает по заданному алгоритму увеличивать давление на датчик силы и через него на индентор. Одновременно второй шаговый двигатель начинает с заданной скоростью перемещать столик держателя образца через второй датчик силы, который регистрирует возникающую силу трения. Также со столиком держателя образцов связан датчик перемещения. В процессе теста управляющий блок осуществляет прием данных от датчиков силы, датчика перемещения и от акустического датчика, прикрепленного к держателю образца. По окончании теста существует возможность изучить царапину на покрытии при помощи микроскопа с видеокамерой.

Скретч-тестер обладает следующими основными характеристиками:

- нагружение индентора до нагрузки 200 Н с разрешением 5 мН;
- регистрация силы трения при царапании с разрешением 5 мН;
- измерение перемещения образца с разрешением 0,5 мкм;
- скорость царапания от 0,4 до 100 мм/мин;
- регистрация сигнала акустического датчика;
- анализ изображения царапины при помощи микроскопа с видеокамерой

Фотографии царапин, выполненных при помощи скретч-тестера на образцах с различными покрытиями представлены на рис. 2.



Рисунок 2 – Фотографии царапин, выполненных при помощи скретч-тестера

Для управления скретч-тестером при помощи ПЭВМ было разработано программное обеспечение (ПО). На рис. 3 представлена главная форма ПО.

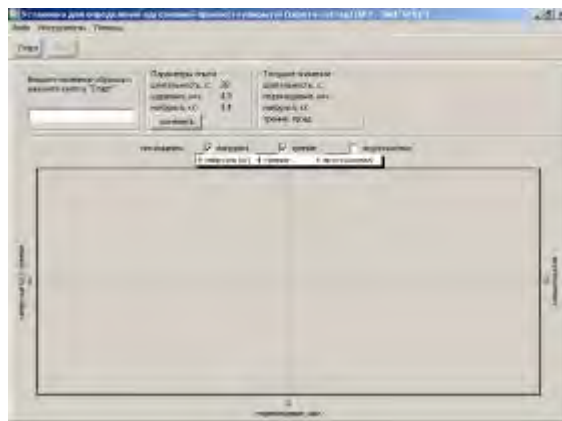


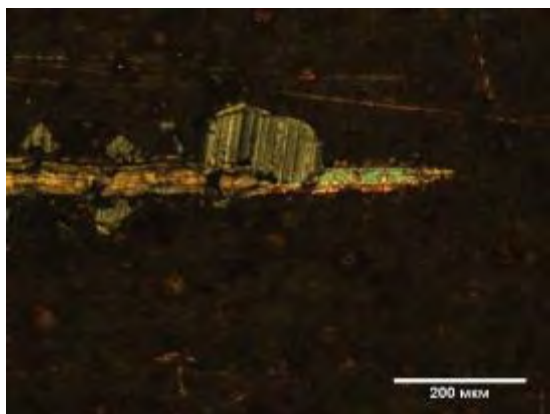
Рисунок 3 – Главная форма ПО управления скретч-тестером

ПО прибора выполняет следующие основные функции:

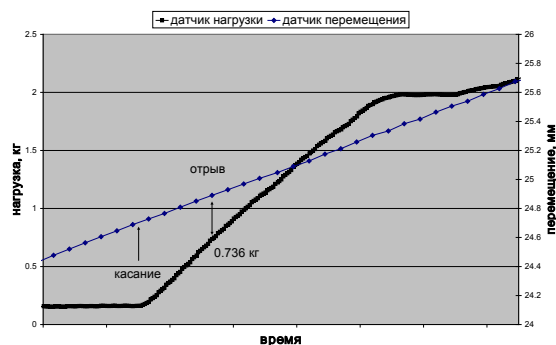
- производит обмен данными и управление шаговыми двигателями перемещения образца и нагружения;
- осуществляет получение данных от датчиков силы, перемещения и акустического датчика;
- отображает полученные данные на графике в реальном времени и сохраняет данные в файлах;
- осуществляет получение и отображение видеоизображения поверхности образца,
- позволяет проводить выбор режимов опыта, калибровку датчиков и отладку работы прибора.

На рис. 4 представлены результаты теста, проведенного скретч-тестером на образце ножа из твердого сплава с покрытием ZrN/Cu.

Установлено, что адгезионная прочность такой системы составляет около 7,2 Н.



(а)



(б)

(а) – фотография царапины, (б) – графики нагружения и перемещения.

Рисунок 4 – Результаты теста образца ножа из твердого сплава с покрытием ZrN/Cu 3 мкм

- Valli, J. TiN coating adhesion studies using the scratch test method / J. Valli // Journal of Vacuum Science and Technology, A3. – 1985. – № 6. – P.2411-2414.

УДК 628.74

ПРИНЦИП РАБОТЫ МУЛЬТИКРИТЕРИАЛЬНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО СРЕДСТВА ОБНАРУЖЕНИЯ ПОЖАРА

Антошин А.А., Василевский А.Г., Олефир Г.И.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Пожары можно классифицировать по разным признакам. Принято говорить о двух признаках классификации: в зависимости от агрегатного состояния и природы веществ и материалов и в зависимости от условий массообмена (теплообмена) с окружающей средой.

Приведенная классификация пожаров позволяет правильно определить способы и приемы тушения пожаров, вид огнетушащего средства, правильно организовать боевые действия при тушении пожаров.

Таким образом, в приведенном примере выбор признаков классификации пожаров соответствует существующим средствам и тактике тушения пожара. Т.е. каждый класс пожара должен тушиться с применением определенных средств и тактики. Разработка технических средств и тактики тушения пожара ведется для каждого класса пожара по отдельности. В случае технических средств обнаружения пожара такого подхода нет. Пожарная сигнализация разрабатывается только с учетом значения измеряемых факторов пожара, но класс пожара во внимание не принимается.

Выбор технических средств обнаружения пожара должен осуществляться с учетом их способности обеспечить достижение требуемого уровня пожарной безопасности в условиях возникновения пожара определенного класса или классов.

Таким образом, для построения эффективной системы противопожарной защиты необходимо иметь классификацию пожаров по степени их пожарной опасности для объекта противопожарной защиты. В качестве признака классификации пожаров по степени их опасности можно использовать критическую продолжительность пожара. Это время, в течение которого достигается предельно допустимое значение опасного фактора пожара в установленном режиме его изменения.

Авторы работы [1] приводят классификацию в зависимости от величины пространства, на которое распространяется действие пожаров. Пожары они делят на следующие две категории: пожар ограниченный первичной пожарной нагрузкой, или распространившийся за пределы первичной пожарной нагрузки, но ограниченный помещением, в котором возник пожар и пожар, распространившийся за пределы помещения, в котором возник пожар.

В работе [2] авторы определили критерии, в соответствии с которыми можно классифицировать типы пожаров и условия, в которых не происходит немедленной гибели людей, а происходит лишь снижение их жизнеспособности в результате действия дыма. Они предложили использовать критерии по степени сублетального воздействия дыма на человека. Рассматривалась продолжительность воздействия дыма от 1/3 летального уровня до 1% от летального уровня.