

УДК 67.03

**РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАСПОЗНАВАНИЯ
СТЕПЕНИ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ ПОЛОТЕН
НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

**DEVELOPMENT OF ALGORITHM OF RECOGNITION
THE EXTENT OF DAMAGE TO GEOTEXTILE CLOTHS BASED
ON THE ANALYSIS DIGITAL IMAGES**

Т.О. ГОЙС, С.М. БАЖЕНОВ, А.Ю. МАТРОХИН
T.O. GOJS, S.M. BAZHENOV, A.YU. MATROKHIN

(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnical University)
E-mail: mtsm@ivgpu.com

Предложен алгоритм распознавания и критерии визуальной оценки степени повреждаемости геотекстильных полотен на основе анализа цифровых изображений.

The algorithm for the recognition and the criteria of visual assessment extent of damage to the geotextile based on the analysis of digital images was proposed.

Ключевые слова: геотекстильные полотна, качество, алгоритм распознавания, повреждаемость, анализ цифровых изображений.

Keywords: geotextile cloths, quality, the algorithm of recognition, damage, the analysis digital images.

Важной задачей на этапе проектирования строительных и дорожных конструкций является выбор конкретного вида геотекстильного материала (ГТМ), который должен осуществляться на основе номенклатуры показателей качества. В [1] приведена сводная таблица показателей свойств ГТМ. Данная информация послужила основой для разработки дерева свойства ГТМ (рис. 1).

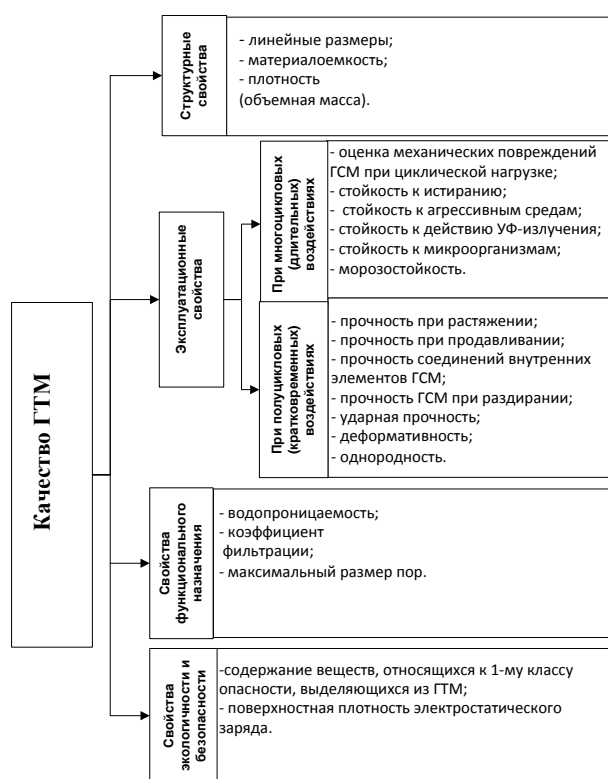


Рис. 1

Оценка износостойкости, относящейся к группе эксплуатационных свойств, важна во всех сферах применения ГТМ, в том числе на стадиях научно-исследовательских работ, технического предложения, опытно-конструкторских работ. Она проводится с целью [2]:

- определения технической возможности обеспечения требуемых значений показателей износостойкости при выбранном

варианте конструкторского решения, заданных условиях эксплуатации и установленных ограничениях на массу, размеры и стоимость изделий;

- обоснования оптимального (в части износостойкости) варианта конструкторского и (или) технического исполнения изделия;

- прогнозирования показателей износостойкости;

- установления предельных величин износа;

- установления требований к достоверности подтверждения износостойкости;

- определения задач экспериментальной отработки износостойкости конкретного изделия.

Стойкость к истиранию определяет степень повреждаемости ГТМ в процессе физико-механических воздействий при динамическом контакте с абразивом. Согласно [3] испытания на истирание проводят до разрушения пробы, вызывающего автоматическую остановку прибора. В результате записывают число циклов воздействия (например, число оборотов головки прибора), при котором произошло разрушение испытуемой ткани, производят смену элементарных проб ткани и повторяют испытание для получения выборочных данных. За показатель стойкости ткани к истиранию по плоскости принимают среднее арифметическое результатов испытания всех отобранных от партии точечных проб.

При оценке механических повреждений ГТМ при циклической нагрузке [4] в качестве измеряемого параметра определяют индекс повреждения (сохранение прочности) путем вычисления отношения прочности при растяжении образца до и после механических воздействий. Аналогичный подход применяется к оценке долговечности, стойкости к действию УФ-излучения и др. Данная оценка носит косвенный ха-

рактически, так как прочность при растяжении не может описать поведение и состояние материала в применяемых условиях эксплуатации. Например, при циклической нагрузке характерно изменение конфигурации и местоположения составляющих нитей, что не оказывает определяющего влияния на прочность материала при растяжении, но существенно сказывается на размерах пор и иных характеристиках структуры. Геотекстильный материал несет множество внешних признаков, которые можно анализировать на предмет изменения его структуры, поэтому необходим новый подход к оценке износа полотен, который позволил бы перейти от оценки прочности к оценке изменения их структуры.

Известны несколько стандартных методов оценки изменения структуры текстильных полотен под воздействием отдельных эксплуатационных факторов. Согласно одному из них [5] подготовленный образец подвергают истирающему воздействию абразивным средством под определенным давлением и по заранее установленной программе. Через определенные интервалы воздействие приостанавливают и проводят визуальное исследование всей поверхности образца на наличие разрушений. Критериями разрушения образца являются, в том числе: разрыв двух отдельных нитей (для тканых полотен), обрыв одной нити, приводящий к образованию дыры (для трикотажных полотен), полное выпадение ворса (для ворсовых полотен) и др. Недостатком метода является применение субъективной визуальной оценки наличия и степени разрушения образца по предлагаемым критериям.

В последние годы наблюдается устойчивый интерес к использованию информационных технологий в решении задач контроля качества текстильных изделий [6]. В развитие данного направления предлагается новый подход к оценке повреждаемости полотен, в том числе геотекстильных, который направлен на уменьшение субъективного влияния оператора на стадии итоговой оценки степени ухудшения внешнего вида образца.

Сущность подхода состоит в том, что состояние подготовленного исходного образца полотна фиксируется в виде цифрового изображения с помощью проекционного устройства, обеспечивающего постоянство условий освещения и положения образца. После определенных воздействий на образец в соответствии с испытательным циклом изменившееся состояние исходного образца вновь фиксируют для последующего сопоставления.

Последовательность подготовительных, измерительных и аналитических действий приведена в структурированном виде на рис. 2.

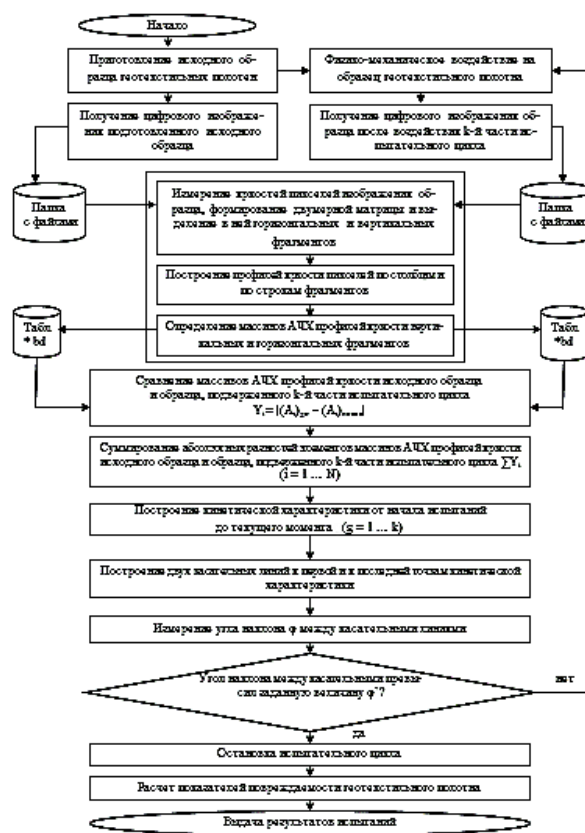


Рис. 2

Уместной вторичной числовой оценкой произошедшего изменения структуры представляется абсолютная разница между элементами массивов амплитудно-частотных характеристик профилей яркости, сформированных до и после определенного физико-механического воздействия:

$$Y_i = \left((A_i)_{до} - (A_i)_{после} \right), \quad (1)$$

где $(A_i)_{до}$ – i -й элемент массива амплитудно-частотных характеристик профиля яркости, построенного до начала физико-механического воздействия на образец, ($i = 1, 2, \dots, N$); $(A_i)_{после}$ – i -й элемент массива амплитудно-частотных характеристик профиля яркости, построенного после определенного физико-механического воздействия на образец ($i = 1, 2, \dots, N$).

Информативную результирующую оценку произошедшего изменения структуры полотна на конкретном фрагменте можно получить путем накопления абсолютных разностей между элементами массивов амплитудно-частотных характеристик профилей яркости исходного образца и образца, подверженного физико-механическому воздействию:

$$Y = \sum_{i=1}^N Y_i \quad (2)$$

с последующим преобразованием абсолютной величины Y в относительную величину для большей универсальности.

На следующем этапе проектирования необходимо было решить задачу по установлению четких критериев для автоматической фиксации момента разрушения полотна. С этой целью строят график (кинетическую характеристику) из последовательных оценок Y_j изменения структуры полотна, полученных от начала испытаний до текущего момента. На каждом j -м этапе испытательного цикла строят две касательные линии – к первой и к последней точке кинетической характеристики (рис. 3), измеряют угол наклона φ между касательными линиями, по величине которого принимают решение о прекращении или продолжении испытательного цикла, если угол наклона между касательными линиями не превышает установленной заранее пороговой величины (предварительная оценка пороговой величины угла наклона составляет 30°), то испытательный цикл физико-механического воздействия на образец продолжают с соответствующими измерительными операциями, а если угол наклона между касательными линиями превысит установленную заранее поро-

говую величину, то испытательный цикл физико-механического воздействия на образец прекращают.

Использование параметрического критерия идентификации момента разрушения полотна позволит перейти к установлению числовых критериев для соответствующих уровней степени изменения структуры испытываемого образца (рис. 2).

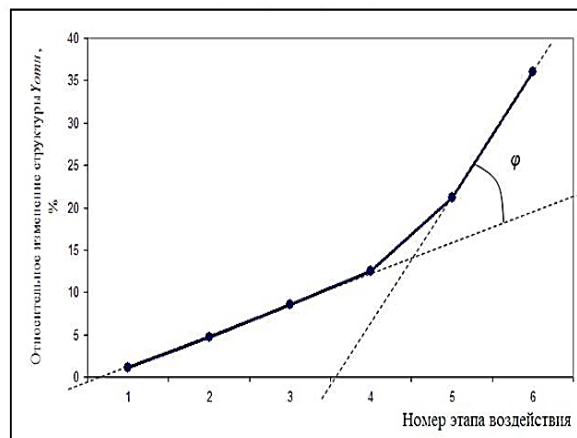


Рис. 3

Таким образом, предлагаемый нами алгоритм распознавания степени повреждаемости геотекстильных полотен позволяет:

- спрогнозировать показатели износостойкости;
- установить предельную величину износа образца в измеряемых величинах;
- спрогнозировать расчетную долговременную прочность (износостойкость) геотекстильного полотна.

Следующим шагом в исследовании изменений структуры геотекстильных полотен является разработка соответствующего программного обеспечения для автоматизации предложенного алгоритма.

В Ы В О Д Ы

1. Проведен критический анализ действующих нормативных документов на методы оценки эксплуатационных свойств геотекстильных полотен.

2. Предложен алгоритм распознавания и критерии визуальной оценки степени повреждаемости геотекстильных полотен на основе анализа цифровых изображений.

ЛИТЕРАТУРА

1. ОДМ 218.5.003–2010. Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог.
2. ГОСТ 23.225–99. Обеспечение износостойкости изделий. Методы подтверждения износостойкости. Общие требования.
3. ГОСТ 18976–73. Ткани текстильные. Метод определения стойкости к истиранию.
4. ОДН 218.5.006–2010. Рекомендации по методикам испытаний геосинтетических материалов в зависимости от области их применения в дорожной отрасли.
5. ГОСТ Р ИСО 12947-1–2011. Материалы текстильные. Определение устойчивости к истиранию полотен по методу Мартиндейла. Часть 1. Устройство для испытания по методу истирания Мартиндейла.
6. Сокова Г.Г. Дистанционное исследование ткани как эквивалент стандартных методов определения ее показателей качества//Стандарты и качество. – 2008, №3. С.70...71.

REFERENCES

1. ODM 218.5.003–2010. Rekomendacii po primeneniju geosinteticheskikh materialov pri stroitel'stve i remonte avtomobil'nyh dorog.
2. GOST 23.225–99. Obespechenie iznosostojkosti izdelij. Metody podtverzhdenija iznosostojkosti. Obshhie trebovanija.
3. GOST 18976–73. Tkani tekstil'nye. Metod opredelenija stojkosti k istiraniju.
4. ODN 218.5.006–2010. Rekomendacii po metodikam ispytanij geosinteticheskikh materialov v zavisimosti ot oblasti ih primenenija v dorozhnoj ot-rasli.
5. GOST R ISO 12947-1–2011. Materialy tekstil'nye. Opredelenie ustojchivosti k istiraniju poloten po metodu Martindejla. Chast' 1. Ustrojstvo dlja ispytanjia po metodu istiranija Martindejla.
6. Sokova G.G. Distancionnoe issledovanie tkani kak jekvivalent standartnyh metodov opredelenija ee pokazatelej kachestva//Standarty i kachestvo. – 2008, №3. S.70...71.

Рекомендована кафедрой материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии. Поступила 02.10.15.
