

УДК 677.01

**АВТОМАТИЗАЦИЯ МЕТОДА ИСПЫТАНИЯ
НА УДАРНУЮ ПРОЧНОСТЬ
ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ
ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

**AUTOMATION TEST METHOD ON IMPACT RESISTANCE
GEOSYNTHETICS FOR ROAD CONSTRUCTION**

*Ю.С. ГРУШИНА, А.В. ИВАНОВ, Н.А. ГРУЗИНЦЕВА, Б.Н. ГУСЕВ
YU.S. GRUSHINA, A.V. IVANOV, N.A. GRUZINTSEVA, B.N. GUSEV*

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

В работе предложен вариант автоматизации метода по определению прочности геотекстильных материалов при ударе конусом.

In this paper we propose a method of automation option to determine the strength of geotextiles with cone impact.

Ключевые слова: тканые и нетканые геотекстильные материалы, качество, прочность при ударе, измерение.

Keywords: woven and nonwoven geotextiles, quality, impact strength, measurement.

Для продления межремонтных сроков службы автомобильных дорог идут по пути улучшения состояния грунтов дорожного земляного полотна и подстилающих оснований как с использованием тканой геосетки от несущего слоя из щебня, так и с дополнительной прокладкой нетканого геосинтетического (геотекстильного) материала в качестве разделительного слоя между земляным и песчаным грунтом [1]. При производстве геосинтетических материалов (ГТМ) заключительной операцией является количественная оценка отдельных

показателей качества [2...4]. При выделенной номенклатуре показателей качества ГТМ [5] определяющим является показатель, отражающий стойкость к ударной нагрузке материалов. Существующий подход к испытанию на ударную прочность в соответствии с нормативным документом [6] предусматривает использование двух конусов (ударного и измерительного), что увеличивает затраты времени на осуществление самого процесса измерения. Кроме этого, измерительный конус имеет массу, отличную от ударного (падающего) конуса,

что обуславливает дополнительную погрешность при измерении искомого показателя качества.

Для автоматизации стандартного метода [6], где испытываемый геосинтетический материал расположен в зажимном устройстве 2, предложено удлинить цилиндрическую часть 4 ударного конуса 3, на которой размещен ферромагнитный сердечник 5 в форме полого цилиндра (рис. 1). Кроме этого установлен защитный экран 6, выполненный из немагнитного материала, инертного к электромагнитным волнам. На внешней стороне защитного экрана размещена катушка индуктивности 7.

Таким образом, катушка индуктивности 7, цилиндрическая часть 4 ударного конуса 3 и ферромагнитный сердечник 5 образуют индуктивный датчик перемещения плунжерного типа. В свою очередь, катушка индуктивности 7 включена в измерительную

цепь (рис. 2), где она электрически соединена с мостовой измерительной схемой, к входу которой подключен генератор сигналов, а к выходу – усилитель-детектор и последовательно соединенные между собой квадратор, нормирующий преобразователь и измерительный прибор.

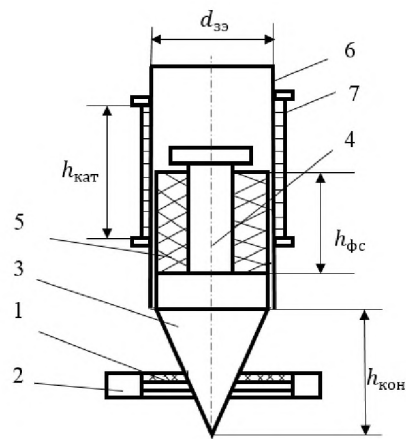


Рис. 1



Рис. 2

Диаметр защитного экрана $d_{зэ}$ принят равным 55 мм с учетом допускаемого зазора 2,5 мм при диаметре ударного конуса 50 мм в соответствии с [6]. Рабочее перемещение конуса при полном погружении его в испытуемый материал соответствует $h_{кон} = 60$ мм. Поэтому для обеспечения максимальной чувствительности индуктивного датчика и получения линейного участка его статической характеристики [7] высоту катушки $h_{кат}$ индуктивности увеличили в полтора раза относительно высоты конуса ($h_{кат} = 90$ мм). При этом высота ферромагнитного сердечника соответствовала $h_{фс} = h_{кат} = 90$ мм.

Количество витков n катушки определяли из условия $n = h_{кат}/(\tau d_{пр})$, где $d_{пр}$ – диаметр провода, равный 0,18 мм; τ – коэффициент, учитывающий неплотность на-

мотки. Для провода указанного диаметра рекомендуемое значение τ в соответствии с [8] равно 1,25. В итоге имеем $n = 90/(1,25 \cdot 0,18) = 400$ витков.

Индуктивность катушки без ферромагнитного сердечника определяли из выражения: $L_{кат} = L_0 N^2 d_{кат} \cdot 10^{-3}$, где $d_{кат}$ – диаметр катушки, $L_0 = f(h_{кат}/d_{кат}) = 4,4$ – значение поправочного коэффициента [8]. В результате $L_{кат} = 4,4 \cdot 400^2 \cdot 5,5 \cdot 10^{-3} = 3872$ мкГн $= 3,872$ мГн.

Ферромагнитный сердечник изготовлен из феррита марки 2000НМ1 с начальной магнитной проницаемостью $\mu_0 = 2000$. Действующая магнитная проницаемость μ_c определена экспериментально и для принятых геометрических размеров катушки и ферромагнитного сердечника составляла $\mu_c = 112$. Соответственно индуктивность ка-

тушки с введенным сердечником (максимальное погружение ударного конуса 3 в испытуемый материал 1) будет иметь значение $L = \mu_c L_0 N^2 D \cdot 10^{-3} = 432,96 \text{ мГн}$.

Рассмотрим основные этапы функционирования устройства для испытания ГТМ более подробно.

При падении (перемещении) ударного конуса 3 в направлении испытуемого геосинтетического материала индуктивность катушки 7 (ось ординат) будет изменяться в зависимости от положения ферромагнитного сердечника в катушке (ось абсцисс), где $h_{\text{нач}}$ – величина начальной фазы вхождения ферритового сердечника в зону катушки индуктивности; $h_{\text{кон}}$ – величина полного вхождения ферритового сердечника в зону катушки индуктивности (рис. 3-а), практически по линейному закону в рабочем диапазоне $\Delta h_{\text{раб}} = 60 \text{ мм}$. В дальнейшем мостовая измерительная схема преобразует значение индуктивности L в соответствующее напряжение $U_{\text{мис}}$, где после усиления сигнала в блоке "усилитель-детектор" он поступает в квадратор и нормирующий преобразователь, которые в дальнейшем позволяют сформировать выходной сигнал нормирующего преобразователя, пропор-

циональный площади сечения ударного конуса, и произвести дополнительную коррекцию линейности зависимости $U_{\text{нп}} = \varphi(S)$ (рис. 3-б, где $U_{\text{нп}}$ – выходное напряжение нормирующего преобразователя, S – площадь сечения ударного конуса, отражающая площадь поверхности отверстия испытуемого образца ГТМ при завершении его испытания).

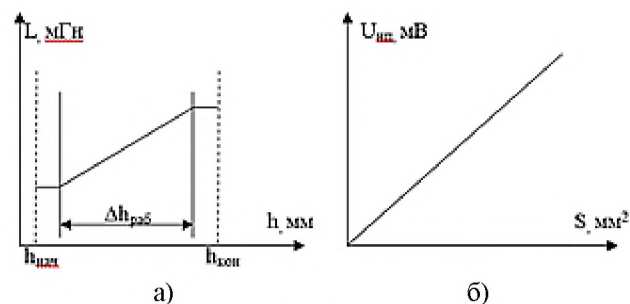


Рис. 3

Испытания опытного образца модернизированного измерительного устройства позволили установить фактическую зависимость $L = \varphi(h)$ (рис. 4) и осуществить ее (рис. 5, зависимость 1) последующую линеаризацию рабочего диапазона ($\Delta h_{\text{раб}} = 60 \text{ мм}$) с помощью аппроксимирующей функции $L = 0,64h + 380,3$ (рис. 5, зависимость 2).

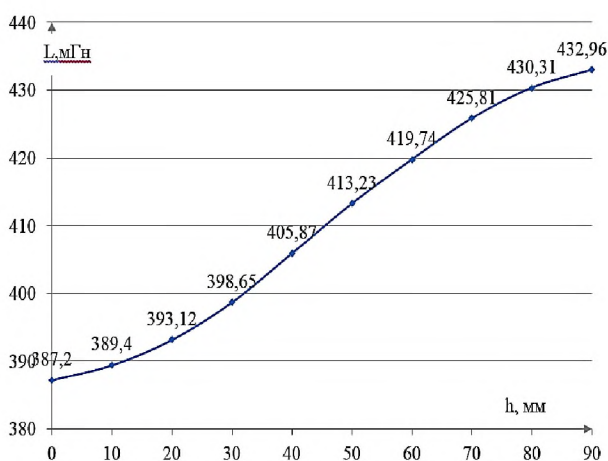


Рис. 4

Таким образом, вместо известного стандартного устройства [6] испытания геосинтетических материалов на ударную прочность предложено более совершенное устройство, позволяющее улучшить его основные метрологические характеристики.

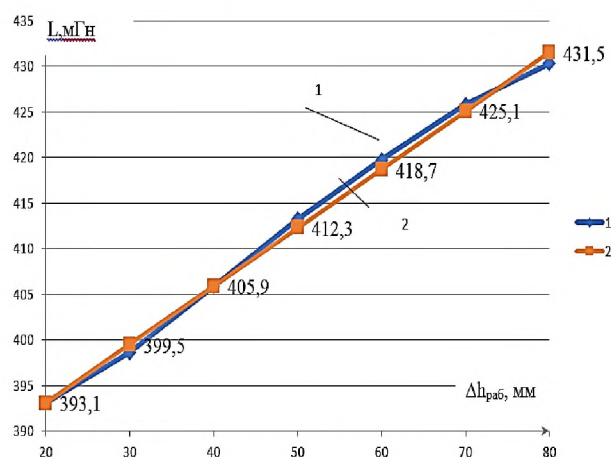


Рис. 5

ВЫВОДЫ

Предложено и обосновано техническое решение для автоматизации процесса измерения на ударную прочность геосинтетических материалов, используемых для дорож-

ного строительства, которое относительно технического решения [6] позволяет повысить быстродействие процесса измерения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулижников А.М. Пути повышения межремонтных сроков службы автомобильных дорог // Дорожная держава. – 2016, №6. С. 47...51.
2. Грузинцева Н.А., Овчинников А.А., Лысова М.А., Гусев Б.Н. Совершенствование номенклатуры показателей и оценки качества геотекстильных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, №3. С. 28...32.
3. Грузинцева Н.А., Лысова М.А., Москвитина Т.В., Гусев Б.Н. Обеспечение требуемого уровня качества геотекстильных материалов для дорожного строительства // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №2. С. 19...22.
4. Федосов С.В., Пospelov П.И., Гойс Т.О., Грузинцева Н.А., Матрохин А.Ю., Гусев Б.Н. Проблемы оценки качества и стандартизации геосинтетических материалов в дорожном строительстве // Academia. Архитектура и строительство. – 2016, №1. С.101...106.
5. СТО 63165618-002–2010. Полотна нетканые геотекстильные марок "Геоманит" для дорожного строительства. Технические условия.
6. ГОСТ Р ИСО 13433–2014. Материалы геосинтетические. Метод определения перфорации при динамической нагрузке (испытание падающим конусом). – М.: Стандартинформ, 2014.
7. Федотов А.В. Теория и расчет индуктивных датчиков перемещений для систем автоматического контроля. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2011.
8. Волгов В.А. Детали и узлы радиоэлектронной аппаратуры. – М.: Изд-во "Энергия", 1967.

REFERENCES

1. Kulizhnikov A.M. Puti povysheniya mezhremontnykh srokov sluzhby avtomobil'nyh dorog // Dorozhnaja derzhava. – 2016, №6. S. 47...51.
2. Gruzinceva N.A., Ovchinnikov A.A., Lysova M.A., Gusev B.N. Sovershenstvovanie nomenklatury pokazatelej i ocenki kachestva geotekstil'nyh materialov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, №3. S. 28...32.
3. Gruzinceva N.A., Lysova M.A., Moskvitina T.V., Gusev B.N. Obespechenie trebuemogo urovnja kachestva geotekstil'nyh materialov dlja dorozhnogo stroitel'stva // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, №2. S. 19...22.
4. Fedosov S.V., Pospelov P.I., Gojs T.O., Gruzinceva N.A., Matrohin A.Ju., Gusev B.N. Problemy ocenki kachestva i standartizacii geosinteticheskikh materialov v dorozhnom stroitel'stve // Academia. Arhitektura i stroitel'stvo. – 2016, №1. S.101...106.
5. STO 63165618-002–2010. Polotna netkanye geotekstil'nye marok "Geomanit" dlja dorozhnogo stroitel'stva. Tehnicheskie uslovija.
6. GOST R ISO 13433–2014. Materialy geosinteticheskie. Metod opredelenija perforacii pri dinamicheskoi nagruzke (ispytanie padajushhim konusom). – M.: Standartinform, 2014.
7. Fedotov A.V. Teorija i raschet induktivnyh datchikov peremeshhenij dlja sistem avtomaticheskogo kontrolja. – Omsk: Izd-vo OmGTU, 2011.
8. Volgov V.A. Detali i uzly radiojelektronnoj apparatury. – M.: Izd-vo "Jenergija", 1967.

Рекомендована кафедрой материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии. Поступила 30.01.17.