



Крийт В.Е., Сладкова Ю.Н., Скляр Д.Н., Волчкова О.В., Плеханов В.П.

Методические аспекты измерения напряжённости электростатических полей полимерных строительных материалов

ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Развитие химической промышленности позволило создать разнообразные синтетические полимерные материалы, чьи уникальные эксплуатационные свойства и возможность проектирования заданных характеристик обусловили широкое применение их в производстве. При этом способность к накоплению электростатического заряда на поверхности полимерных материалов несёт риски негативного воздействия на здоровье потребителя, что требует контроля и гигиенической оценки этих изделий и материалов.

Цель исследования — обосновать методологию измерений напряжённости электростатического поля вблизи поверхности полимерных материалов. **Материалы и методы.** Измеряли напряжённость электростатического поля образца полотна из поливинилхлорида в состоянии покоя и после воздействия на него различными материалами.

Результаты. Полученные результаты измерения напряжённости электростатического поля не превышали гигиенических нормативов и находились в диапазоне от $1,04 \pm 0,20$ до $8,70 \pm 1,54$ кВ/м в зависимости от числа циклов воздействия. При воздействии на образец тканью из синтетических материалов полученные результаты характеризовались более стабильными значениями по сравнению с тканью из натуральной шерсти.

Ограничения исследования. Результаты исследования могут применяться только в лабораторных условиях при проведении измерений напряжённости электростатического поля от синтетических полимерных материалов.

Заключение. Результаты эксперимента подтвердили возможность применения трибоэлектрического эффекта при проведении измерений и оценки напряжённости электростатических полей полимерных материалов. Полученные данные позволяют определить необходимое и достаточное число циклов воздействия, при котором происходит стабилизация уровней электростатических полей, и выбрать материал для наведения электростатических зарядов на поверхность образца.

Ключевые слова: напряжённость электростатического поля; полимерные строительные материалы; электризуемость; трибоэлектрический эффект; инструментальный контроль

Соблюдение этических стандартов. Исследование не требует представления заключения комитета по биомедицинской этике или иных документов.

Для цитирования: Крийт В.Е., Сладкова Ю.Н., Скляр Д.Н., Волчкова О.В., Плеханов В.П. Методические аспекты измерения напряжённости электростатических полей полимерных строительных материалов. *Гигиена и санитария*. 2026; 105(8): 835–839. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2026-105-8-835-839> <https://elibrary.ru/kngnmh>

Для корреспонденции: Крийт Владимир Евгеньевич, e-mail: v.kriit@s-znc.ru

Вклад авторов: Крийт В.Е. — концепция исследования, редактирование; Сладкова Ю.Н. — дизайн исследования, написание текста; Скляр Д.Н. — дизайн исследования, обработка материала; Волчкова О.В., Плеханов В.П. — сбор материала. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех её частей.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Исследование не имело финансовой поддержки.

Поступила: 17.04.2026 / Поступила после доработки: 25.05.2026 / Принята к печати: 01.07.2026 / Опубликовано: 28.09.2026

Vladimir E. Kriyt, Yulia N. Sladkova, Dmitriy N. Sklyar, Olga V. Volchkova, Vladimir P. Plekhanov

Methodological aspects of measuring the electrostatic field strength of polymer building materials

North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg, 191036, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. The advancement in the chemical industry has led to the development of a broad spectrum of synthetic polymer materials. Their exceptional performance characteristics, combined with the capability to engineer materials with tailored properties, facilitate their extensive application in industrial manufacturing. However, the propensity of polymer surfaces to accumulate electrostatic charge presents potential risks of adverse health effects for end-users, necessitating systematic monitoring and hygienic evaluation of these products and materials.

The purpose of the study was to substantiate methodological approaches for measuring electrostatic field strength in the vicinity of polymeric material surfaces.

Materials and methods. The electrostatic field strength of a polyvinyl chloride (PVC) fabric specimen was measured both at rest and after undergoing a series of rubbing cycles involving various materials.

Results. The measured electrostatic field strength values did not exceed established hygienic limits and ranged from 1.04 ± 0.20 to 8.70 ± 1.54 kV/m, depending on the number of rubbing cycles. When the specimen was subjected to friction with synthetic textile materials, the results demonstrated greater stability compared to those obtained with natural wool fabric.

Limitations. The findings of this study are applicable exclusively to measurements of electrostatic field strength from synthetic polymer materials conducted under controlled laboratory conditions.

Conclusion. The experimental results confirmed the feasibility of employing the triboelectric effect for measuring and evaluating the strength of the electrostatic field generated by polymeric materials. The obtained data enable the determination of the minimum number of rubbing cycles required for electrostatic field strength stabilization, as well as the criteria for selecting contact materials for electrostatic induction on specimen surfaces.

Keywords: electrostatic field strength; polymer building materials; electrification; triboelectric effect; instrumental control

Compliance with ethical standards. The study does not require an opinion from a biomedical ethics committee or other documents.

For citation: Kriyt V.E., Sladkova Yu.N., Sklyar D.N., Volchkova O.V., Plekhanov V.P. Methodological aspects of measuring the electrostatic field strength of polymer building materials. *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian journal*. 2026; 105(8): 835–839. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2026-105-8-835-839> <https://elibrary.ru/kngnmh> (In Russ.)

For correspondence: Vladimir E. Kriyt, e-mail: v.kriit@s-znc.ru

Contributions: Kriyt V.E. — research concept; editing; Sladkova Yu.N. — research design; text writing; Sklyar D.N. — research design; material processing; Volchkova O.V., Vladimir P. Plekhanov — material collection. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Funding. The study had no sponsorship.

Received: April 17, 2026 / Revised: May 25, 2026 / Accepted: July 1, 2026 / Published: September 28, 2026

Введение

Развитие химической промышленности привело к появлению широкого спектра полимерных материалов, обладающих уникальными физическими и химическими свойствами: термостойкостью, химической стойкостью, высокой ударной вязкостью, стойкостью к многократным изгибам, износостойкостью, низкой теплопроводностью [1]. Главное преимущество синтетических полимерных материалов, благодаря которому они нашли широкое применение в производстве, — возможность проектировать макромолекулы с заданным комплексом физических свойств [2].

Среди полимерных материалов лидирующее место занимает поливинилхлорид (далее — ПВХ), что обусловлено широкими возможностями его модификации для получения различных физических свойств готовых изделий [3, 4]. ПВХ является оптимальным сырьём для производства напольных покрытий с высокой износостойкостью и устойчивостью к внешним воздействиям [5, 6].

Низкая электропроводность и гигроскопичность полимерных материалов обуславливают их способность к накоплению в процессе эксплуатации электрического заряда на поверхности [7, 8]. Это происходит преимущественно за счёт двух механизмов: контактной электризации [9, 10] и трибоэлектрического эффекта [11, 12]. Накопление заряда может стать причиной возникновения искровых разрядов и возгорания горючих газов, паров или пыли [13, 14].

Исследования биологического воздействия электростатических полей (далее — ЭСП) активно проводили во второй половине XX века. Было установлено, что воздействие ЭСП снижает чувствительность кожи к некоторым раздражителям, уменьшает кровоток в её поверхностных слоях и оказывает влияние на симпатический отдел вегетативной нервной системы. Исследования на крысах показали, что длительное нахождение животных в условиях высоких уровней ЭСП оказывало цитогенетическое действие на регенерирующие клетки печени. Кроме того, в Ленинградском НИИ гигиены труда и профзаболеваний изучалось сочетанное воздействие ЭСП и повышенной концентрации аэроионов, возникающей вследствие эффекта коронирования. Результаты экспериментов на добровольцах показали негативное воздействие ЭСП на центральную нервную систему.

В некоторых работах отмечено, что ЭСП вызвали биологические изменения, такие как аллергия, бронхиальная астма и бронхит, боли в сердце [14–16].

Безопасность потребителей требует контроля уровней электростатических полей как в лабораторных условиях (на этапе сертификации и испытаний образцов¹, с контролируемыми параметрами окружающей среды и процессом воздействия на образец), так и в натурных условиях — непосредственно в эксплуатируемых помещениях².

На территории стран — членов Таможенного союза действуют единые требования к уровню напряжённости электростатических полей на поверхности изделий из синтетических полимерных материалов — 15 кВ/м. В Российской Федерации процедура измерений и оценки электризуемости полимерных покрытий определена в методических указаниях МУ 2.1.2.1829–04 «Санитарно-гигиеническая оценка полимерных и полимерсодержащих строительных материалов и конструкций, предназначенных для применения в строительстве жилых, общественных и промышленных зданий». При этом документ не регламентирует необходимый объём

измерений, правила выбора точек измерений, условия проведения измерений. Для изучения международного опыта в области контроля уровней напряжённости электростатических полей на поверхности изделий нами были проанализированы документы стран — партнёров по Таможенному союзу. В методиках проведения измерений Республики Казахстан (Методические указания 3.06.004–96 «Методические указания по определению напряжённости электростатических полей, создаваемых бытовыми синтетическими материалами и бытовыми электроприборами») и Беларуси (СанПиН 9–29.7–95 «Санитарные нормы допустимых физических факторов при применении товаров народного потребления в бытовых условиях. Методика измерения напряжённости электростатического поля») имеются положения, связанные с процедурой воздействия на образец шерстяной тканью, которые совпадают с процедурой, описанной в отечественном государственном стандарте ГОСТ 30877–2003 «Материалы текстильные. Покрытия и изделия ковровые машинного способа производства. Показатели безопасности и методы их определения». Указанные выше документы имели существенные различия в методической части выбора точек измерений и процедуре обработки результатов. При этом в российской и белорусской методиках учитывалось возможное неравномерное распределение заряда по поверхности образца [17] и разброс получаемых значений.

Диэлектрики в силу своего высокого удельного сопротивления способны длительное время сохранять на поверхности электростатические заряды, что делает актуальной задачу нейтрализации остаточного электростатического потенциала при проведении серии измерений в различных точках на поверхности образца. Для реализации данного эффекта могут быть применены следующие методы: ионизация воздуха [18], снятие заряда с помощью заземлённой щётки, обработка поверхности этиловым спиртом. Ионизация требует дополнительного оборудования, что усложняет процедуру испытаний и предъявляет дополнительные требования к квалификации и обучению персонала испытательной лаборатории (центра). Нейтрализацию электростатического потенциала посредством заземлённой щётки или путём обработки поверхности этиловым спиртом проще реализовать.

Для оценки напряжённости ЭСП были рассмотрены методы моделирования воздействий, имитирующих условия эксплуатации образца. При этом были исключены методы наведения электростатического заряда на поверхность образца с помощью коронных разрядов (ГОСТ 16185–82 «Пластмассы. Метод определения электростатических свойств») как процесс, не отражающий реальных условий эксплуатации и искажающий его истинное значение [19], и способ натирания поверхности образца ладонью ввиду его зависимости от индивидуальных особенностей кожи человека [20], а также трудной воспроизводимости полученных результатов.

Цель исследования — обосновать методологию проведения измерений напряжённости электростатического поля вблизи поверхности полимерных материалов.

Материалы и методы

Проводили измерения напряжённости электростатического поля от полотна, используемого в качестве напольного покрытия (материал изделия — ПВХ), с габаритными размерами 0,5 × 0,5 м и толщиной 2 мм.

Для воздействия на образец использовали ткани из следующих материалов:

- ткань из синтетических материалов (состав: 88% полиэстер, 12% полиамид);
- ткань из натуральных материалов (состав: 100%-я натуральная шерсть).

Перед проведением эксперимента поверхность образца механически очищали от загрязнений и обезжиривали.

Для стабилизации электростатического потенциала и остаточной влажности поверхности образец предварительно

¹ Статья 8 приложение 2 ТР ТС 017/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности продукции лёгкой промышленности» (Принят решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 876).

² Глава 5 пункт 123 СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», утверждённые постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 г. № 2 (зарегистрировано Минюстом России 29.01.2021 г., регистрационный № 62296) (далее — СанПиН 1.2.3685–21).

Таблица 1 / Table 1

Напряжённость электростатического поля после воздействия на образец синтетической тканью

The results of measurements of the electrostatic field strength after exposure to a sample of PVC flooring with synthetic fabric

Число циклов воздействия Number of exposure cycles	Напряжённость электростатического поля, кВ/м Electrostatic field strength, kV/m	Расширенная неопределённость измерений, кВ/м Extended measurement uncertainty, kV/m	Коэффициент вариации, % Variation coefficient, %
0	1.04	0.20	59.5
1	1.48	0.36	27.6
2	2.00	0.45	24.2
3	2.85	0.77	34.4
4	4.70	0.94	16.4
5	6.69	1.19	6.6
6	6.89	1.33	15.8
7	6.69	1.23	10.0
8	7.33	1.40	13.7
9	7.30	1.32	9.3
10	7.68	1.35	4.5
11	8.49	1.49	4.3
12	8.02	1.56	14.6

но выдерживали в течение 48 ч при микроклиматических условиях, соответствующих условиям проведения эксперимента: температура воздуха 24 ± 1 °С, относительная влажность воздуха $34 \pm 3\%$.

Для исключения влияния внешних электростатических полей от полимерного покрытия рабочего стола в процессе измерений образцы размещали на заземлённой металлической пластине с геометрическими размерами $0,5 \times 0,5$ м и толщиной 3 мм.

Оценку выполняли с использованием средств измерений, соответствующих проводимым испытаниям. Напряжённость электростатического поля регистрировали измерителем напряжённости электростатического поля СТ-01 (номер в ГРСИ РФ 17400–98). Температуру и относительную влажность в помещении определяли измерителем параметров микроклимата «Метеоскоп-М» (номер в ГРСИ РФ 32014–11).

Измерения напряжённости ЭСП проводили в состоянии покоя и после серии циклов воздействия на образец. Измерительную пластину устанавливали в центре образца. Число повторных измерений для каждого количества циклов воздействия составляло не менее одиннадцати. За результат принимали среднее значение максимальных измеренных значений напряжённости электростатического поля. Для каждой серии измерений рассчитывали расширенную неопределённость измерений и коэффициент вариации. Нормальность распределения результатов измерений проверяли тестом Шапиро – Уилка. Проверку принадлежности результатов измерений к одному распределению осуществляли с применением критерия Вилкоксона. Уровень значимости $p = 0,05$. Статистическую обработку проводили с помощью программного продукта Microsoft Excel 2023 и языка R (версия 4.5.0 (2025–04–11) пакет *stats*). Выявление и исключение выбросов, обусловленных случайными факторами (частицы ткани, пыль, электростатический потенциал одежды оператора), проводили с помощью критерия Граббса³.

³ ГОСТ Р 8.736–2011 «Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов. Основные положения».

Таблица 2 / Table 2

Напряжённость электростатического поля после воздействия на образец тканью из натуральной шерсти

Electrostatic field strength after exposure to a sample of PVC flooring with a natural wool cloth

Число циклов воздействия Number of exposure cycles	Напряжённость электростатического поля, кВ/м Electrostatic field strength, kV/m	Расширенная неопределённость измерений, кВ/м Extended measurement uncertainty, kV/m	Коэффициент вариации, % Variation coefficient, %
0	1.10	0.22	56.5
1	1.67	0.35	19.5
2	1.85	0.40	22.3
3	3.12	0.59	13.2
4	4.15	0.90	21.5
5	3.78	0.79	19.1
6	4.95	1.06	20.8
7	5.34	1.06	15.9
8	6.11	1.22	16.4
9	7.19	1.36	12.6
10	7.09	1.32	11.3
11	8.13	1.46	8.0
12	8.70	1.54	6.6

Результаты

Результаты измерений напряжённости электростатического поля при разных способах и длительности воздействия на образец представлены в табл. 1, 2. Критерий Вилкоксона представлен в табл. 3.

Таблица 3 / Table 3

Проверка принадлежности к одному распределению результатов измерений напряжённости электростатического поля после воздействия различными видами ткани (критерий Вилкоксона)

Testing whether electrostatic field strength measurements after exposure to different contact materials belong to the same distribution (Wilcoxon rank-sum test)

Число циклов воздействия Number of exposure cycles	W-критерий W criterion	Z	Уровень значимости, p Significance level, p
1	45	–0.985	0.32
2	70.5	0.624	0.53
3	26	–2.23	0.026
4	75.5	0.952	0.34
5	121	3.94	0.00008
6	139.5	3.39	0.0007
7	109	3.15	0.002
8	107.5	2.52	0.01
9	95	1.33	0.18
10	71	1.55	0.12
11	83.5	1.48	0.14
12	43	–1.12	0.26

Обсуждение

Измерения показали, что после длительной выдержки или нейтрализации заряда на поверхности образца средние измеренные значения уровней напряжённости ЭСП находились в диапазоне $1,04 \pm 0,2 - 1,1 \pm 0,22$ кВ/м и не превышали гигиенического норматива 15 кВ/м. При этом коэффициент вариации полученных значений находился в диапазоне 56,5–59,5%, что свидетельствовало о существенном разбросе результатов измерений и высоком вкладе в неопределённость измерений случайных процессов. Полученные в состоянии покоя результаты не позволили оценить степень накопления электростатического заряда на поверхности изделия при эксплуатации.

Анализ полученных результатов позволил выделить три этапа накопления заряда поверхностью диэлектрика. Первый этап характеризовался малым числом циклов воздействия и практически неизменным уровнем напряжённости ЭСП: $1,48 \pm 0,36 - 2,0 \pm 0,45$ и $1,67 \pm 0,35 - 1,85 \pm 0,40$ кВ/м при воздействии на образец синтетической тканью и тканью из натуральной шерсти соответственно.

На втором этапе происходило накопление заряда на поверхности. Длительность и характер определялись составом применяемой ткани: синтетическая ткань вызывала рост напряжённости ЭСП, близкий к экспоненциальному — от $2,85 \pm 0,77$ до $6,89 \pm 1,33$ кВ/м. При воздействии тканью из натуральной шерсти процесс накопления заряда носил линейный характер и имел большую длительность.

Третий этап характеризовался стабилизацией заряда на поверхности образца, при этом уровень напряжённости стремился к предельному значению в диапазоне от 6 до 10 кВ/м и не зависел от типа используемой ткани. Процесс стабилизации наступал после восьми циклов воздействия синтетической тканью и после девяти циклов воздействия тканью из натуральной шерсти. Начиная с девяти циклов результаты измерений напряжённости ЭСП после воздействия различными материалами сходились к одному множеству.

В ходе эксперимента установлено, что разброс результатов и расширенная неопределённость измерений уменьшались с ростом числа циклов воздействия и достигали минимальных значений после десяти циклов. При воздействии на образец тканью из синтетических материалов полученные результаты характеризовались более стабильными значениями (в сравнении с воздействием тканью из натуральной шерсти), что, по-видимому, обусловлено однородностью состава и структуры полимерных волокон.

Заключение

Результаты эксперимента подтвердили возможность применения трибоэлектрического эффекта при измерении и оценке напряжённости ЭСП от полимерных материалов. Полученные данные позволили определить необходимое и достаточное число циклов воздействия, при котором происходит стабилизация уровней ЭСП, и выбрать материал для наведения электростатических зарядов на поверхность образца.

Литература

1. Гуляева И.С., Бокарева О.Г., Круглова Н.А., Швецов А.А. Промышленное оборудование из полимерных материалов как источник повышенной пожарной опасности. В кн.: *Научно-технический прогресс в черной металлургии: Материалы II Международной научно-технической конференции*. Череповец: 2015: 223–5. <https://elibrary.ru/xsgwkp>
2. Хозин В.Г. Полимеры в строительстве — реальные границы и перспективы эффективного применения. *Полимеры в строительстве: научный интернет-журнал*. 2014; (1): 9–26. <https://elibrary.ru/cmjtvr>
3. Альховик М.В., Касперович О.М., Петрушеня А.Ф. Повышение физико-механических свойств поливинилхлорида путем его модификации. *Конструкции из композиционных материалов*. 2018; (2): 37–40. <https://elibrary.ru/xotbhv>
4. Абдрахманова Л.А., Исламов А.М., Фахрутдинова В.Х. Вспененные композиционные материалы на основе поливинилхлорида. *Строительные материалы*. 2016; (3): 82. <https://elibrary.ru/vuczul>
5. Рыбачук Г.В., Тимин М.К., Смирнов В.С. Мухина Т.П., Сивова О.А., Милов В.И. и др. Поливинилхлоридные пластизолы для гетерогенного напольного покрытия. *Пластические массы*. 2019; (7–8): 42–4. <https://doi.org/10.35164/0554-2901-2019-7-8-42-44> <https://elibrary.ru/egxjxr>
6. Готлиб Е.М., Садыкова Д.Ф., Ямалеева Е.С., Кожевников Р.В. ПВХ-линолеум для медицинских учреждений. *Вестник Технологического университета*. 2016; 19(23): 35–7. <https://elibrary.ru/xdryhp>
7. Антонова М.В. Исследование антистатических свойств материалов, обработанных коллоидными составами на основе металлических наночастиц. *Технологии и качество*. 2023; (2): 10–4. <https://elibrary.ru/lisiquh>
8. Марченко В.Г., Рыклин Д.Б. Оценка влияния стирок на антистатические свойства тканей для спецодежды. *Вестник Витебского государственного технологического университета*. 2023; (2): 17–26. <https://doi.org/10.24412/2079-7958-2023-2-17-26> <https://elibrary.ru/bobpzo>
9. Агеева Е.А. Электризуемость текстильных материалов. В кн.: *Инновационные технологии современной научной деятельности: стратегия, задачи, внедрение: Сборник статей Международной научно-практической конференции*. Уфа: Омега сайнс; 2023: 29–31. <https://elibrary.ru/nqzdoh>
10. Белицкая О.А., Фокина А.А., Рыкова Е.С., Максимова И.А., Конарева Ю.С. Влияние климатических параметров на трибоэлектрические свойства материалов специальной обуви. *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*. 2021; (5): 48–53. https://doi.org/10.47367/0021-3497_2021_5_48 <https://elibrary.ru/fwxcda>
11. Белицкая О.А., Игнатова К.Л., Костылева В.В., Фокина А.А., Рыкова Е.С. Оценка трибоэлектрических свойств системы «обувь — опорная поверхность». *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*. 2024; (5): 64–70. <https://elibrary.ru/crbkwg>
12. Жуликов С.С. Эффект замедления процессов накопления и диссипации зарядов статического электричества на поверхности полимерного диэлектрика. *Электричество*. 2016; (10): 35–8. <https://elibrary.ru/wqstln>
13. Рагушина М.Д., Евсеева К.А., Калугина Е.В., Ушакова О.Б. Полимерные композиционные материалы с антистатическими и электропроводящими свойствами. *Пластические массы*. 2021; (3–4): 6–9. <https://doi.org/10.35164/0554-2901-2021-3-4-6-9> <https://elibrary.ru/qfmbfb>
14. Рыклин Д.Б., Кветковский Д.И. Определение влияния волокон Бекінох на удельное поверхностное электрическое сопротивление тканей. *Вестник Витебского государственного технологического университета*. 2021; (2): 73–80. <https://doi.org/10.24412/2079-7958-2021-2-73-80> <https://elibrary.ru/eftauu>
15. Османов Т.Р., Самедов Э.А., Мирзоев Г.С. Исследование электризуемости ПВХ линолеумов. *Евразийский союз ученых*. 2016; (5–2): 66–70. <https://elibrary.ru/xcmizj>
16. Белицкая О.А. Исследование электрического сопротивления и постоянной времени релаксации электростатического заряда специальной обуви. *Костомология*. 2024; 9(3): 4. <https://elibrary.ru/sgkouy>
17. Воробей Р.И., Гусев О.К., Жарин А.Л., Микитевич В.А., Пантелеев К.В., Самарина А.В. и др. Измерение электрического потенциала поверхности с использованием статического зонда. *Приборы и методы измерений*. 2023; 14(2): 135–44. <https://doi.org/10.21122/2220-9506-2023-14-2-135-144> <https://elibrary.ru/lilchn>
18. Белицкая О.А. Роль антистатической обуви при контроле статического электричества на производстве электроники. В кн.: *Исследования ВКР — в практику профессиональной жизни: Сборник материалов III Международной научно-практической межвузовской конференции. Часть 1*. М.; 2023: 23–6. <https://elibrary.ru/dzrgvt>
19. Овчаренко А.Г., Раско С.Л., Казанцев В.Г. Устройство для определения электризуемости твердых материалов. *Южно-Сибирский научный вестник*. 2017; (4): 255–8. <https://elibrary.ru/yblhls>
20. Сидоров А.И. О напряжении пробоя кожного покрова. *XXI век. Техносферная безопасность*. 2020; 5(3): 298–304. <https://doi.org/10.21285/2500-1582-2020-3-298-304> <https://elibrary.ru/jxcyon>

References

1. Gulyaeva I.S., Bokareva O.G., Kruglova N.A., Shvetsov A.A. Industrial equipment made of polymer materials as a source of increased fire hazard. In: *Scientific and Technical Progress in Ferrous Metallurgy: Proceedings of the II International Scientific and Technical Conference [Nauchno-tehnicheskii progress v chernoi metallurgii: Materialy II Mezhdunarodnoi nauchno-tehnicheskoi konferentsii]*. Cherepovets; 2015: 223–5. <https://elibrary.ru/xsgwkp> (in Russian)
2. Khozin V.G. Polymers in construction — real borders and prospects for effective use. *Polimery v stroitel'stve: nauchnyi internet-zhurnal*. 2014; (1): 9–26. <https://elibrary.ru/cmjtvr> (in Russian)
3. Alkhovik M.V., Kasperovich O.M., Petruhenya A.F. Increase of physical and mechanical properties of polyvinyl chloride by modifying it. *Konstruktsii iz kompozitsionnykh materialov*. 2018; (2): 37–40. <https://elibrary.ru/xotbhv> (in Russian)

Original article

4. Abdrakhmanova L.A., Islamov A.M., Fakhrutdinova V.Kh. Foamed composite materials on the basis of polyvinylchloride. *Stroitel'nye materialy*. 2016; (3): 82. <https://elibrary.ru/vuczul> (in Russian)
5. Rybachuk G.V., Timin M.K., Smirnov V.S., Mukhina T.P., Sivova O.A., Milov V.I., et al. PVC plastisols for heterogeneous flooring. *Plasticheskie massy*. 2019; (7–8): 42–4. <https://doi.org/10.35164/0554-2901-2019-7-8-42-44> <https://elibrary.ru/egxjur> (in Russian)
6. Gotlib E.M., Sadykova D.F., Yamaleeva E.S., Kozhevnikov R.V. PVC linoleum for medical institutions. *Vestnik Tekhnologicheskogo universiteta*. 2016; 19(23): 35–7. <https://elibrary.ru/xdryhp> (in Russian)
7. Antonova M.V. Study of the antistatic properties of materials treated with colloidal compositions based on metal nanoparticles. *Tekhnologii i kachestvo*. 2023; (2): 10–4. <https://elibrary.ru/lsiqh> (in Russian)
8. Marchenko V.G., Ryklin D.B. Evaluation of the effect of washings on antistatic properties of fabrics for workwear. *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta*. 2023; (2): 17–26. <https://doi.org/10.24412/2079-7958-2023-2-17-26> <https://elibrary.ru/bobpzo> (in Russian)
9. Ageeva E.A. Electrification of textile materials. In: *Innovative Technologies of Modern Scientific Activity: Strategy, Tasks, Implementation: Collection of Articles of the International Scientific and Practical Conference [Innovatsionnye tekhnologii sovremennoi nauchnoi deyatel'nosti: strategiya, zadachi, vnedrenie: Sbornik statei Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii]*. Ufa: Omega Science; 2023: 29–31. <https://elibrary.ru/nqzdoh> (in Russian)
10. Belitskaya O.A., Fokina A.A., Rykova E.S., Maksimova I.A., Konareva Yu.S. Influence of climate parameters on triboelectric properties of special footwear materials. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Tekhnologiya tekstil'noi promyshlennosti*. 2021; (5): 48–53. https://doi.org/10.47367/0021-3497_2021_5_48 <https://elibrary.ru/fwxcd> (in Russian)
11. Belitskaya O.A., Ignatova K.L., Kostyleva V.V., Fokina A.A., Rykova E.S. Assessment of triboelectrical properties of «footwear – supporting surface» system. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Tekhnologiya tekstil'noi promyshlennosti*. 2024; (5): 64–70. <https://elibrary.ru/crbkwr> (in Russian)
12. Zhulikov S.S. The effect of slowing the processes of accumulation and dissipation the charges of static electricity on the surface of polymer dielectric. *Elektrichestvo*. 2016; (10): 35–8. <https://elibrary.ru/wqstln> (in Russian)
13. Ragushina M.D., Evseeva K.A., Kalugina E.V., Ushakova O.B. Polymer composite materials with electrically conductive and antistatic properties. *Plasticheskie massy*. 2021; (3–4): 6–9. <https://doi.org/10.35164/0554-2901-2021-3-4-6-9> <https://elibrary.ru/qfmbrrb> (in Russian)
14. Ryklin D.B., Kvetkovsky D.I. Determination of the effect of Bekinox fibers on the fabrics specific surface electrical resistance. *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta*. 2021; (2): 73–80. <https://doi.org/10.24412/2079-7958-2021-2-73-80> <https://elibrary.ru/efaux> (in Russian)
15. Osmanov T.R., Samedov E.A., Mirzoev G.S. Study of electrification of PVC linoleums. *Evrasiiskii soyuz uchenykh*. 2016; (5–2): 66–70. <https://elibrary.ru/xcmizj> (in Russian)
16. Belitskaya O.A. Study of the electrical resistance and relaxation time constant of the electrostatic charge of special shoes. *Kostyumologiya*. 2024; 9(3): 4. <https://elibrary.ru/sgkouy> (in Russian)
17. Vorobey R.I., Gusev O.K., Zharin A.I., Mikitsevich V.A., Pantsialeyeu K.U., Samarina A.V., et al. Surface electric potential measurement with a static probe. *Priory i metody izmerenii*. 2023; 14(2): 135–44. <https://doi.org/10.21122/2220-9506-2023-14-2-135-144> <https://elibrary.ru/lilchn> (in Russian)
18. Belitskaya O.A. The role of anti-static shoes in the control of static electricity in the electronics production. In: *Research of Final Qualifying Works – into the Practice of Professional Life: Collection of Materials of the III International Scientific and Practical Interuniversity Conference. Part 1 [Issledovaniya VKR – v praktiku professional'noi zhizni: Sbornik materialov III Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi mezhvuzovskoi konferentsii, Chast' I]*. Moscow; 2023: 23–6. <https://elibrary.ru/dzrrvt> (in Russian)
19. Ovcharenko A.G., Rasko S.L., Kazantsev V.G. A device for determining solid materials electrization. *Yuzhno-Sibirskii nauchnyi vestnik*. 2017; (4): 255–8. <https://elibrary.ru/yblbhs> (in Russian)
20. Sidorov A.I. On skin breakdown voltage. *XXI vek. Tekhnosfernaya bezopasnost'*. 2020; 5(3): 298–304. <https://doi.org/10.21285/2500-1582-2020-3-298-304> <https://elibrary.ru/jxcyon> (in Russian)

Сведения об авторах

Крийт Владимир Евгеньевич, канд. хим. наук, доктор биол. наук, зам. директора по научной работе, руководитель отд. физических факторов ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», 191036, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: v.kriit@s-znc.ru

Сладкова Юлия Николаевна, ст. науч. сотр. отд. физических факторов ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», 191036, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: Sladkova.julia@list.ru

Скляр Дмитрий Николаевич, науч. сотр. отд. физических факторов ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», 191036, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: d.sklyar@s-znc.ru

Волчкова Ольга Валентиновна, науч. сотр. отд. физических факторов ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», 191036, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: 4291907@gmail.com

Плекханов Владимир Павлович, науч. сотр. отд. физических факторов ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», 191036, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: wplekhanov@bk.ru

About the authors

Vladimir E. Kriyt, PhD (Chemistry), DSc (Biology), deputy director for research, head of the Department of Physical Factors, North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg, 191036, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-1530-4598> E-mail: v.kriit@s-znc.ru

Yulia N. Sladkova, senior researcher, Department of Physical Factors, North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg, 191036, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-1745-2663> E-mail: Sladkova.julia@list.ru

Dmitriy N. Sklyar, researcher, Department of Physical Factors, North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg, 191036, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-6839-2181> E-mail: d.sklyar@s-znc.ru

Olga V. Volchkova, researcher, Department of Physical Factors, North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg, 191036, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-1033-5165> E-mail: 4291907@gmail.com

Vladimir P. Plekhanov, researcher, Department of Physical Factors, North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg, 191036, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-8141-7179> E-mail: wplekhanov@bk.ru