

Л. А. Тарасов, И. Ф. Сайфутдинова, С. Н. Степин,  
В. В. Хамматова

## СПОСОБ ПРИДАНИЯ АНТИСТАТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИЗОЛИРУЮЩЕМУ МАТЕРИАЛУ УНКЛ-3

**Ключевые слова:** изолирующий материал, антистатические свойства, антистатик, удельное поверхностное сопротивление, статистическое электричество, средство индивидуальной защиты кожи.

Подсистема по защите от статического электричества персонала, одетого в средства индивидуальной защиты (СИЗ), должна обеспечивать безопасную эксплуатацию технологической линии разборки и уничтожения (ТЛ РУ) при всех её режимах работы, а также исключать вероятность возникновения аварийной ситуации вследствие накопления зарядов статического электричества на средствах индивидуальной защиты кожи (СИЗК) в процессе эксплуатации, снижать уровень электризации на СИЗК, отрицательно влияющий на ведение технологического процесса и качество продукции. Проведена работа по снижению электризуемости изолирующего материала УНКЛ-3 костюма Л-1 для проведения специальных работ. Проведен литературный обзор существующих технических решений по защите от накопления статического электричества на поверхности полимеров, применяемых в химических отраслях промышленности. На основании литературных данных и проведенных экспериментов выбрано эффективное поверхностно-активное вещество, антистатик – «Алкапав», который хорошо сорбируется полимерными материалами на основе бутылкаучука, поэтому он равномерно распределяется на поверхности костюма Л-1. Физико-механические показатели материала УНКЛ-3 после обработки антистатиком «Алкапав» остаются без изменения. Результаты проведенных исследований позволяют считать, что материалы костюмов Л-1 после обработки 10 % водным раствором выбранного антистатика «Алкапав» и последующих эксплуатационных испытаний не превышают величину удельного поверхностного электрического сопротивления (УПЭС)  $1,0 \cdot 10^9$  Ом, т.е. показатели соответствуют требованиям ГОСТ 12.4.124-83.

L. A. Tarasov, I. F. Sayfutdinova, S. N. Stepin,  
V. V. Khammatova

## METHOD OF IMPARTING ANTISTATIC PROPERTIES TO INSULATING MATERIAL UNKL-3

**Keywords:** insulating material, antistatic properties, antistatic agent, specific surface resistance, static electricity, personal skin protection equipment/

The subsystem for protection from static electricity of personnel wearing personal protective equipment (PPE) shall ensure safe operation of the technological line of disassembly and destruction (TL DD) in all its modes of operation, as well as to eliminate the possibility of an emergency situation due to the accumulation of static electricity charges on PPE during operation, to reduce the level of electrification on PPE, adversely affecting the technological process and product quality. The work on reduction of electrification of insulating material UNKL-3 of L-1 suit for special works was carried out. Literature review of existing technical solutions for protection against static electricity accumulation on the surface of polymers used in chemical industries was carried out. On the basis of literature data and conducted experiments an effective surface-active substance, antistatic agent Alkapav was chosen. It is well sorbed by polymeric materials on the basis of butyl rubber, so it is evenly distributed on the surface of the L-1 suit. Physical and mechanical parameters of UNKL-3 material after treatment with Alkapav antistatic agent remain unchanged. The results of the conducted research allow us to consider that the materials of L-1 suits after treatment with 10% aqueous solution of the selected antistatic agent Alkapav and subsequent operational tests do not exceed the value of specific surface electrical resistance (SSER)  $1,0 \cdot 10^9$  Ohm, i.e. the indicators meet the requirements of GOST 12.4.124-83.

### Введение

При производстве и применении полимерных материалов защита от статического электричества была и остается серьезной проблемой. Статическое электричество может вызывать нарушение технологических процессов получения и переработки полимеров, стать причиной пожаров и взрывов на производстве, не благоприятно воздействует на организм человека, пользующегося изделиями из полимерных материалов. Поэтому знание причин электризации полимеров и разработка надежных методов борьбы с ней – весьма важная задача [1-5].

Электростатические свойства (статическая электризация) определяются строением полимеров, в частности физико-химической структурой и

химическим составом поверхностного слоя, а также условиями эксплуатации полимерных изделий.

Обычно антистатические свойства полимеров, т.е. их пониженную способность к электризации, оценивают с помощью прямых методов – определением величины плотности и знака заряда и скорости его спада во времени (скорость утечки), а также косвенно – измерением удельного электрического сопротивления  $\rho$  (поверхностного  $\rho_s$  и объемного  $\rho_v$ ). Широкое использование определения электрического сопротивления для указанных целей основано на том, что, как правило, чем ниже значение  $\rho_s$  или  $\rho_v$  полимера, тем меньше величина образующегося заряда и выше скорость его утечки. При измерении электрического сопротивления получены воспроизводимые

результаты, показана возможность стандартизации этого метода [1,2].

Установлено, что в условиях высокой влажности поверхностное сопротивление, в основном, оказывается доминирующим фактором, приводящим к большим токам утечки, следовательно, к уменьшению или к исключению электризации полимеров. Однако на практике относительная влажность редко достигает 100 %, так что необходима антистатическая обработка полимеров. Кроме увлажнения повышению поверхностной электропроводности может способствовать окисление и загрязнение (наличие гомогенных веществ и т.п.) поверхностных слоев полимерного диэлектрика.

В соответствии с существующей ранее классификацией [6] действия антистатиков (веществ, способных уменьшить электризацию полимерных материалов) антистатические свойства обработанных ими полимеров считаются отличными, если  $\rho_s$  образца при 20 °С и относительной влажности 65 % составляет не более  $10^{10}$  Ом (полупериод утечки зарядов  $\tau$  меньше 0,5 с), хорошими при или  $\rho_s = 10^{10} - 10^{12}$  Ом ( $\tau = 0,5 - 2$  с), умеренными при  $\rho_s = 10^{12} - 10^{14}$  Ом ( $\tau = 2 - 10$  с) и слабыми при  $\rho_s = 10^{14} - 10^{15}$  Ом ( $\tau = 10 - 100$  с); при более длительном полупериоде утечки электростатических зарядов ( $\rho_s = 10^{16}$  Ом и более) антистатический эффект отсутствует.

Из приведенных показателей электрических свойств основных видов полимеров следует, что только некоторые марки аминопластов, фенопластов (фторпласт-42) и др. обладают хорошими антистатическими свойствами ( $\rho_s = 10^9 - 10^{11}$  Ом) без специальной обработки. Для понижения  $\rho_s$  остальных полимеров требуется воздействие антистатиков.

Существует множество способов борьбы со статическим электричеством полимеров. Все они условно разделены на две группы. К первой из них относятся способы, использование которых предотвращает накопление зарядов статического электричества на взаимодействующих телах. Сюда входит заземление металлических и электропроводных неметаллических элементов оборудования; увеличение поверхностной и объемной проводимости диэлектриков, а также подбор контактных пар [1].

Вторая группа способов, не исключая возможности накопления зарядов, предотвращает нежелательное или опасное их проявление. В этом случае задача решается установкой на технологическом оборудовании нейтрализаторов зарядов статического электричества, деионизаторов, а также другими способами, в том числе проведением технологических процессов в средах, в которых разряд статического электричества не вызывает пожаров и взрывов.

Многие из указанных выше способов вызывают определенные трудности при их реализации и требуют больших финансовых затрат. Нет гарантии, что установленное оборудование будет работать эффективно в конкретных производственных

условиях. Поэтому наиболее простым и экономичным методом борьбы со статическим электричеством является увеличение поверхностной проводимости полимера за счет обработки его антистатиками [1, 2] или введением в полимерную матрицу электропроводящих наполнителей.

Антистатик – это вещества, понижающие статическую электризацию полимерных материалов (волокон, тканей, пластмасс, пленок, резин и пр.) вследствие повышения их электрической проводимости, что обуславливает утечку заряда [7]. Антистатик делятся на две большие группы: внутренние и наружные. Наружные антистатик наносят на поверхность изделия. Они быстро уносятся с поверхности, тем самым требуя постоянного обновления покрытия. Внутренние вводятся в полимер, полимерные системы в процессе переработки [8-12].

Внутренние антистатик обеспечивают долговременную защиту от накопления заряда. Будучи включенными в состав полимера, они мигрируют к поверхности готовых изделий. Неполярная часть молекул антистатика закрепляется в полимере, а полярная образует на его поверхности, так называемый, проводящий путь, по которому заряд стекает в атмосферу.

В качестве антистатиков применяют высокодисперсные электропроводящие вещества, например, технический углерод, графит, оксиды металлов, некоторые полимеры, например, полиакриловую кислоту, полиакриламид, различные поверхностно-активные вещества (ПАВ). Антистатик наносят на поверхность изделий из разбавленных (0,1 - 4 %) растворов или дисперсий, либо вводят в состав материала [8].

Антистатик наносят на поверхность изделий из полимерных материалов в виде растворов, аэрозолей, эмульсий. Слой антистатического препарата чаще всего наносится на поверхность окунанием, разбрызгиванием, кистью или смоченной тканью. Средство такого типа образует на поверхности пленку. Используя главным образом водные растворы, эмульсии или растворы в органических растворителях, которые обеспечивают лучшее смачивание поверхности полимеров, в большинстве случаев имеющих водоотталкивающие свойства.

Заказчиком АО «КазХимНИИ» поставлена задача по снижению электризуемости изолирующего материала костюма Л-1 для проведения специальных работ. Для изготовления этого костюма используется прорезиненные материалы УНКЛ-3, Т-15К (односторонние, на основе бутылкаучука (БК)). В связи с этим основное внимание уделено антистатикам для поверхностной обработки готового изделия – костюма Л-1, изготовленные из материала УНКЛ-3.

### Экспериментальная часть

Работа по приданию антистатических свойств проводилась на образцах материалов УНКЛ-3 (материал на основе бутылкаучука ТУ 2566-051-

00209600-94, производства АО «Искож», который используется для изготовления изолирующего защитного комплекта Л-1. БК является диэлектриком, удельное объемное электрическое сопротивление ненаполненных вулканизатов составляет  $10^{16}$  Ом·м [13]. Можно было ожидать, что у прорезиненных материалов на основе БК за счет некоторых компонентов рецептуры (углерод технический, алюминия гидроксид, моноэтаноламид) показатели  $\rho_s$  и  $\rho_v$  должны снижаться, но, как показали испытания, искробезопасность этих материалов весьма низкая.

В качестве антистатиков использовали:

- «Малахит-антистатик» (ТУ 2381-007-58996903-08), его состав - оптимизированная смесь ПАВ, комплексобразующих веществ и антистатических добавок. Значение его pH=4,85 (1 % раствор в дистиллированной воде).

- «Алкапав» (ТУ 2482-004-04706205-2005). Его основной компонент - алкилтриметиламмоний хлорид. Алкилтриметиламмоний хлориды обладают также бактерицидными, фунгицидными, туберкулоцидными, пеномоющими, кондиционирующими и гидрофобизирующими свойствами, являются мягчителями.

- «Антис-К» (ТУ 2382-179-00204317-2003) является средством для предотвращения образования и накопления статического электричества, пыли, выпускается в аэрозольной упаковке. «Антис-К» устраняет такие отрицательные явления как треск, искрение, слипание синтетических тканей. Средство применяется для обработки полимерных покрытий, одежды. В состав «Антис-К» входят: оксифос, катамин АБ, триэтиленгликоль, этиловый спирт, отдушка, газ углеводородный.

- «Cleaner» (ТУ-2484-149-05800142-2003) - универсальное моющее средство, идеально подходит для любых моющихся поверхностей. «Cleaner» наносят на поверхность распылением или протиркой поверхности смоченной чистой салфеткой. Разведение проводится в соотношениях: 1:20-1:40, 1:40-1:60, 1:60-1:80.

Перед испытанием образцы выдерживали в испытательной камере при температуре  $20 \pm 2$  °C и относительной влажности  $65 \pm 3$  %.

Антистатики наносили на поверхность материала в виде растворов, аэрозолей, эмульсий. Слой антистатического препарата наносили на поверхность окунанием и разбрызгиванием (в случае аэрозоля).

Физико-механические свойства образцов материалов оценивали на машине испытательной «Schopper», зав. № 5549.

Дегазация проводилась в стиральной машине по режиму, который используется на реальных объектах для СИЗ:

1 Замачивание в растворе моющего средства типа «Лотос» при 60 °C в течении 10 мин;

2 Вращение барабана стиральной машины (вращение активатора стиральной машины) – 1 мин;

3 Общее время технологического цикла санитарно-профилактической обработки – 30 мин.

Эффективность антистатиков оценивали замером удельного поверхностного электрического сопротивления ( $\rho_s$ ) образцов материалов. В работе использован поверенный электронный прибор тераомметр марки ТОММ-01, который соответствует требованиям ГОСТ 6433.2-71 [14]. Для испытаний подготавливались круглые образцы материалов диаметром 90 мм и толщиной 0,25 мм. Сопротивление измеряли в пределах  $10^6$ - $10^{15}$  Ом с относительной погрешностью не выше  $\pm 10$  % (в диапазоне  $10^6$  -  $10^{11}$  и Ом  $\pm 5$  %, в диапазоне  $10^{11}$ - $10^{13}$  Ом  $\pm 10$  %).

## Обсуждение результатов

Односторонний изолирующий материал УНКИ-3 не обладает антистатическими свойствами: его удельное поверхностное электрическое сопротивление – более  $1 \cdot 10^{16}$  Ом.

Предварительные результаты показали, что лучшие значения получены при использовании антистатиков «Антик-К» и «Алкапав». Однако, в виду того, что обработку костюмов Л-1 более технологично проводить раствором антистатика, а не путем обработки его из баллончика с антистатиком, то основная работа проведена с антистатиком «Алкапав». В пользу этого выбора можно привести литературные данные, что катионоактивные ПАВ, к которым относится «Алкапав», хорошо сорбируются полимерами [15]. Их антистатические свойства обычно проявляются при низких концентрациях.

В работе использовали спиртовой раствор «Алкапав» (Алкапав-С), концентрация основного вещества 50% масс. Обработку образцов материалов проводили в стиральной машине «Фея» водным раствором ПАВ при температуре 40°C в течении 5 минут при работающем активаторе.

Далее образцы материалов выдерживали в растворе 20-30 минут до полного исчезновения пены. Результаты оценки образцов по величине УПЭС ( $\rho_s$ ) в зависимости от концентрации раствора антистатика «Алкапав» представлены в таблице 1.

На основании данных, представленных в таблице 1, следует, что концентрация антистатика 8-10 % масс. является оптимальной, при этом стабильно получали образцы с  $\rho_s = < 1 \cdot 10^9$  Ом (на образцы подавалось напряжение в приборе 100 В). Это хороший результат для изолирующего материала средства индивидуальной защиты кожных покровов человека. Повышение температуры сушки до плюс 60°C (реальная температура сушки) не снижает уровень  $\rho_s$ .

Поскольку костюмы Л-1 после нахождения в зараженной зоне подвергаются дегазации, проверена эффективность действия антистатика после многократных дегазаций. Дегазация образцов проводилась по режиму принятому для средств индивидуальной защиты кожи изолирующего типа. Образцы материалов после обработки антистатиком сушили при температуре плюс 60°C. Результаты испытаний представлены в таблице 2.

**Таблица 1 – Влияние концентрации антистатика «Алкапав» на уровень удельного поверхностного сопротивления материала УНКЛ-3**

**Table 1 - Effect of Alkapav antistatic agent concentration on the level of specific surface resistivity of UNKL-3 material**

| Концентрация водного раствора «Алкапав», % мас. | УПЭС ( $\rho_s$ ), Ом                                             | Примечание                                 |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| -                                               | $3,1 \cdot 10^{16}$<br>$4,0 \cdot 10^{16}$<br>$5,2 \cdot 10^{16}$ | Материал УНКЛ-3 без обработки антистатиком |
| 3,5                                             | $2 \cdot 10^9$<br>$3 \cdot 10^9$<br>$9,8 \cdot 10^{10}$           | Сушка при температуре 18 - 20 °С           |
| 3,5                                             | $2,2 \cdot 10^{11}$                                               | Сушка 3 ч при температуре 60 °С            |
| 7,5                                             | $< 1 \cdot 10^9$                                                  | Сушка при температуре 18 - 20 °С           |
| 7,5                                             | $< 1 \cdot 10^9$<br>$6,4 \cdot 10^8$<br>$< 1 \cdot 10^9$          | Сушка 1 ч при температуре 60 °С            |
| 10,0                                            | $< 1 \cdot 10^9$                                                  | Сушка при температуре 18 - 20 °С           |
| 10,0                                            | $< 1 \cdot 10^9$                                                  | Сушка 2 ч при температуре 60 °С            |
| 15,0                                            | $< 1 \cdot 10^9$                                                  | Сушка при температуре 18 - 20 °С           |
| 15,0                                            | $< 1 \cdot 10^9$                                                  | Сушка 3 ч при температуре 60 °С            |

**Таблица 2 - Влияние многократных циклов дегазация-обработка антистатиком на сохранение антистатических свойств материала УНКЛ-3**

**Table 2 - Effect of multiple cycles of degassing-treatment with antistatic agent on preservation of antistatic properties of UNKL-3 material**

| Количество дегазаций | Количество обработок антистатиком | Напряжение в приборе, В | УПЭС ( $\rho_s$ ), Ом                                    |
|----------------------|-----------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------|
| -                    | 1                                 | 100                     | $< 1 \cdot 10^9$                                         |
|                      |                                   | 10                      | $1,0 \cdot 10^8$<br>$1,2 \cdot 10^8$<br>$1,5 \cdot 10^8$ |
| 3                    | 4                                 | 100                     | $< 1 \cdot 10^9$                                         |
|                      |                                   | 10                      | $1,5 \cdot 10^7$<br>$5,0 \cdot 10^8$<br>$2,3 \cdot 10^7$ |
| 7                    | 8                                 | 100                     | $< 1 \cdot 10^9$                                         |
|                      |                                   | 10                      | $1,5 \cdot 10^8$<br>$1,6 \cdot 10^8$<br>$2,4 \cdot 10^8$ |

Из данных таблицы 2 следует, что при многократных циклах дегазация-обработка антистатиком материал УНКЛ-3 стабильно сохраняет показатель УПЭС ( $\rho_s$ ) на требуемом уровне (не более  $1 \cdot 10^9$  Ом, ГОСТ 12.4.124-83 [16]).

Удельное объемное электрическое сопротивление (УОЭС  $\rho_v$ ) после обработки антистатиком «Алкапав» также снизилось -  $\rho_v = 1,3 \cdot 10^{13}$  Ом по сравнению с исходным материалом без обработки  $\rho_v \geq 1 \cdot 10^{16}$  Ом (испытания, проводимые при напряжении 100В), хотя оно заметно выше, чем УПЭС. Предположительно ткань-основа из полимерных волокон меньше сорбирует антистатик, чем покровный резиновый слой материала.

Измерения электростатического сопротивления образцов материала УНКЛ-3, как видно из представленных данных, проводили на приборе с рабочим напряжением 10-100-1000 В, поэтому отмечается разница между фактическим и измеренным поверхностным сопротивлением. Для образцов материалов с  $\rho_s$  менее  $1 \cdot 10^9$ , как выяснилось, рабочее напряжение должно быть 10 В, а не 100 В. В этом случае прибор показывает более точные результаты.

Материал УНКЛ-3 с антистатиком сохраняет уровень УПЭС и после 1000 циклов истирания (не более  $1 \cdot 10^9$  Ом). При этих испытаниях материал одновременно подвергается истиранию и многократному изгибу. Физико-механические показатели материала УНКЛ-3 после обработки антистатиком «Алкапав» практически остаются без изменения. Для подтверждения результатов полученных на образцах материала УНКЛ-3 в цеху АО «КазХимНИИ» проведена обработка 3 % мас. раствором антистатика «Алкапав» костюмов Л-1 в промышленной стиральной машине согласно принятому режиму. Следует отметить, что материал костюма приобретает темно-зеленый цвет (до обработки цвет серый с зеленоватым оттенком). Это дополнительно подтверждает факт сорбции поверхности материала УНКЛ-3 основного компонента антистатика «Алкапав» - алкилтриметиламмоний хлорида. После сушки костюм эксплуатировался в течение четырех часов. Далее в костюме вырезали образцы (диаметр 90 мм) в местах наибольшего трения и оценивали УПЭС (табл. 3).

Результаты проведенных исследований позволяют считать, что материалы костюмов Л-1 после обработки 10 % мас. водным раствором антистатика «Алкапав» и последующих эксплуатационных испытаний не превышают величину  $1 \cdot 10^9$  Ом, т.е. показатели соответствуют требованиям ГОСТ 12.4.124-83, и сохраняются при хранении в течении двух месяцев.

**Таблица 3 – Оценка уровня УПЭС материала после эксплуатации костюма Л-1. Напряжение, подаваемое на образец, 10 В**

**Table 3 – Evaluation of the specific surface electrical resistance (SSER) level of the material after operation of the L-1 suit. Voltage applied to the sample, 10 V**

| Материал        | Место вырезки образцов изделия | Значение УПЭС ( $\rho_s$ ), Ом                            |
|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| УНКЛ-3          | капюшон (сверху, сбоку)        | $1,6 \cdot 10^8$<br>$2,7 \cdot 10^8$<br>$1,9 \cdot 10^8$  |
| УНКЛ-3          | область локтя                  | $2,3 \cdot 10^8$<br>$2,0 \cdot 10^8$<br>$2,5 \cdot 10^8$  |
| УНКЛ-3          | область колен                  | $7,9 \cdot 10^7$<br>$1,1 \cdot 10^8$<br>$1,4 \cdot 10^8$  |
| УНКЛ-3          | область щиколоток              | $1,6 \cdot 10^7$<br>$1,4 \cdot 10^8$<br>$1,2 \cdot 10^8$  |
| ТСБ-О           | напаятник штанин               | $1,41 \cdot 10^8$<br>$1,5 \cdot 10^8$<br>$1,0 \cdot 10^8$ |
| резина оosoюзок | боковая часть                  | $7,7 \cdot 10^8$<br>$2,3 \cdot 10^8$<br>$3,9 \cdot 10^8$  |
| УНКЛ-3          | ладонь трехпалых рукавиц       | $2,7 \cdot 10^8$<br>$2,3 \cdot 10^8$<br>$1,9 \cdot 10^8$  |

### Выводы

Для уменьшения удельного поверхностного сопротивления материала УНКЛ-3, из которого изготовлен костюм Л-1, рекомендуется его обработка раствором поверхностно-активного вещества. На основании литературных данных и проведенных экспериментов выбрано эффективное поверхностно-активное вещество, антистатик – «Алкапав», который хорошо сорбируется полимерными материалами на основе бутилкаучука, и он равномерно распределяется на поверхности костюма Л-1.

### Литература

- 1 Василенок Ю.И. Защита полимеров от статического электричества. – Л.: Химия, 1975. – 192 с.
- 2 Максимов Б.К., Обух А.А. Статическое электричество в промышленности и защита от него. – М.: Энергия, 1978. – 80 с.

- 3 Попов Б.Г., Дроздов Н.Г. Статическое электричество в химической промышленности – Л.: химия, 1971. – 207с.
- 4 URL [http://13.rosпотреbnadzor.ru/center/services/zdorov\\_obraz/135871](http://13.rosпотреbnadzor.ru/center/services/zdorov_obraz/135871).
- 5 П.Д. Понамарева, А.Н. Сичкарева, Л.В. Кобцева Инновационные тенденции развития российской наук XV Международная научно-практическая конференция молодых ученых (Красноярск, 23-25 марта 2022 года). Издательство: Красноярск, 2022. С. 213-217.
- 6 СП 2.2.1.2513-09 Утвержденные Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ № 34 от 18 мая 2009 г.
- 7 URL:[http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_chemistry/353/](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_chemistry/353/).
- 8 URL: <http://www.policonplast.ru/>.
- 9 URL: <http://www.pro-finder.ru/spravka/1-17.htm>.
- 10 Патент RU 2585641 (2016).
- 11 URL <https://polymerbranch.com/publ/view/56.html>.
- 12 Авт. свид. СССР 1100344 А1 (1984).
- 13 URL: [http://enc-dic.com/enc\\_sovet/Butilkauchuk-1635.html](http://enc-dic.com/enc_sovet/Butilkauchuk-1635.html).
- 14 ГОСТ 6433.2-71 Методы определения электрических сопротивлений при постоянном напряжении – Введено 01.07.1972. М: Издательство стандартов. - 1972.
- 15 Чиняков Е.М., Пучкова Л.Н., Быковский Н.А., 63-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ (Уфа, 19-20 апреля, 2012), Изд. УГНТУ, Уфа, 2012.Том Книга 2. С.338.
- 16 ГОСТ 12.4.124-83 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты от статического электричества - Введено 01.01.1984. М: Издательство стандартов. - 1984.

### References

1. Vasilenok Yu.I. *Protection of polymers from static electricity*. - L.: Khimiya, 1975. - 192 p.
2. Maximov B.K., Obukh A.A. *Static electricity in industry and protection from it*. - M.: Energia, 1978. - 80 p.
3. Popov B.G., Drozdov N.G. *Static electricity in chemical industry* - L.: Khimiya, 1971. – 207 p.
4. URL [http://13.rosпотреbnadzor.ru/center/services/zdorov\\_obraz/135871](http://13.rosпотреbnadzor.ru/center/services/zdorov_obraz/135871).
5. P.D. Ponomareva, A.N. Sichkareva, L.V. Kobtseva *Innovative trends in the development of Russian sciences XV International Scientific and Practical Conference of Young Scientists* (Krasnoyarsk, March 23-25, 2022). Publisher: Krasnoyarsk, 2022. P. 213-217.
6. SP 2.2.1.2513-09 *Approved by the Decree of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation* No. 34 of May 18, 2009.
7. URL:[http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_chemistry/353/](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_chemistry/353/).
8. URL: <http://www.policonplast.ru/>.
9. URL: <http://www.pro-finder.ru/spravka/1-17.htm>.
10. Patent RU 2585641 (2016).
11. URL <https://polymerbranch.com/publ/view/56.html>.
12. Author's certificate. USSR 1100344 A1 (1984).
13. URL: [http://enc-dic.com/enc\\_sovet/Butilkauchuk-1635.html](http://enc-dic.com/enc_sovet/Butilkauchuk-1635.html).
14. GOST 6433.2-71 *Methods of determination of electrical resistances at constant voltage* - Introduced 01.07.1972. M: Standards Publishing House. - 1972.
15. Chinyakov E.M., Puchkova L.N., Bykovsky N.A., *63rd Scientific and Technical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists of UGNTU* (Ufa, April 19-20, 2012), UGNTU, Ufa, 2012.Vol. Book 2. P.338.
16. GOST 12.4.124-83 *System of labor safety standards. Means of protection against static electricity* - Introduced 01.01.1984. M: Standards Publishing House. - 1984.

© Л. А. Тарасов – к.х.н., гл. научн. консультант АО «КазХимНИИ», lat1939@yandex.ru, И. Ф. Сайфутдинова – магистр каф. ТЛК КНИТУ, с.н.с. лаборатории СИЗ АО «КазХимНИИ», isayfutdinova@mail.ru, С. Н. Степин – д.х.н., проф. каф. ТЛК КНИТУ, snstlk@mail.ru, В. В. Хамматова – д.т.н., проф., зав. каф. «Дизайн» КНИТУ, venerabb@mail.ru.

© L.A. Tarasov – PhD (Chemical Sci.), Chief Scientific Consultant, Kazan Chemical Scientific Research Institute, lat1939@yandex.ru; I. F. Sayfutdinova – Master-student of the Department of Chemical Technology of Varnishes and Paint Coatings (CTVPC) of Kazan National Research Technological University (KNRTU), Senior Researcher at Kazan Chemical Scientific Research Institute, isayfutdinova@mail.ru, S. N. Stepin – Doctor of Sciences (Chemical Sci.), Professor, the CTVPC department, KNRTU, snstlk@mail.ru, V. V. Hammatova – Doctor of Sciences (Technical Sci.), Professor, Head of the department of Design, KNRTU, venerabb@mail.ru.