

НЕЙТРАЛИЗАТОРЫ СТАТИЧЕСКИХ ЗАРЯДОВ

А. Я. Хальясте, Я. Ю. Рейнет

Устранение вредных статических зарядов в промышленности одна из наиболее важных практических задач, которая требует обычно конкретного анализа и решения. Для устранения статических зарядов в типографиях разработано несколько методов [1, 2, 3, 5, 10]:

- 1) заземление металлических деталей типографских машин, где могут накапливаться заряды;
- 2) обработка поверхностей деталей из диэлектрических материалов химикатами для увеличения электропроводности;
- 3) увеличение относительной влажности воздуха в помещениях;
- 4) ионизация воздуха над наэлектризованной бумагой.

Наиболее подходящим является последний метод, особенно при применении коронного разряда. Среди коронных нейтрализаторов известны индукционные нейтрализаторы с постоянным высоким напряжением и высоким напряжением низкой или высокой частоты. Среди них эффективными оказались нейтрализаторы с постоянным высоким напряжением [1], так как на ионы действует постоянное электрическое поле и замедлена рекомбинация созданных ионов.

В типографиях полярность возникающих на бумаге зарядов переменна [1, 2, 3, 4, 5, 10]. Системы индикации полярности и величины поверхностных зарядов с последующей коррекцией полярности и величины напряжения их нейтрализации сложные и в промышленных условиях ненадежные. По этим причинам в типографиях целесообразно применять нейтрализаторы с высоким напряжением низкой частоты. По сравнению с нейтрализаторами постоянного напряжения эффективность нейтрализаторов переменного напряжения меньше ввиду рекомбинации ионов, но эффект нейтрализации во многих случаях достаточный.

Нейтрализаторы, работающие на высокочастотном напряжении, применяются редко, так как эффективность у них меньше,

чем у нейтрализаторов с переменным напряжением низкой частоты, и система питания сложная [1, 2, 5].

При установлении нейтрализатора на печатную машину нужно учесть, что он должен находиться на расстоянии не менее 145 мм от бумаги по техническим причинам. Выпускаемые у нас нейтрализаторы работают обычно при потенциалах на коронирующих остриях 2—6 кв [2, 4, 5, 10]. При упомянутом расстоянии от нейтрализуемых материалов они мало эффективны. Для повышения эффективности необходимо увеличить потенциал на остриях. При этом, однако, генерируются озон и соединения азота в больших количествах, что вредно для здоровья людей, работающих в соответствующих помещениях.

По приведенным соображениям в данной работе исследовали эффективность нейтрализаторов переменного напряжения низкой частоты, работающих при потенциалах 6 ÷ 12 кв, в зависимости от их конструкции. На основе полученных данных сконструирован нейтрализатор, который в отличие от прежних работает при более высоком потенциале на остриях (12 кв). Разработана система отсоса вредных продуктов разряда.

Для сравнения эффективностей нейтрализаторов в настоящей работе использован метод И. Староба и И. Шиморда [1].

Для создания опытных условий, близких к эксплуатационным, электрод А с коронирующими остриями в заземленном кожухе В устанавливали на расстоянии 145 мм над металлической пластиной С (350×850 мм), которая имитировала заряженную бумагу (рис. 1). Пластина была изолирована от земли при помощи фарфорового изолятора Д. На пластину подавали положительный или отрицательный потенциал от высоковольтного выпрямителя TESLA BS 222. Сила тока от специального трансфор-

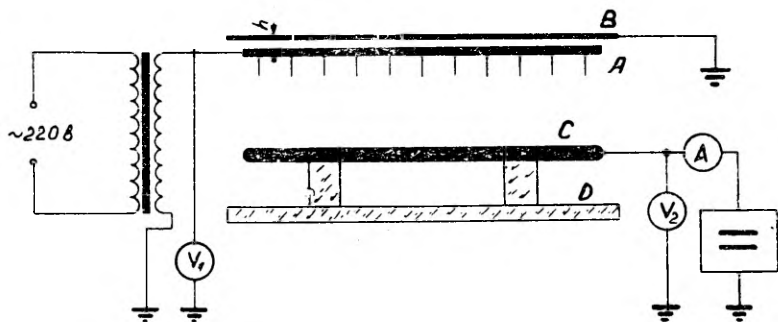


Рис. 1. Схема опыта при снятии характеристик нейтрализаторов:

А — электрод с коронирующими остриями; В — заземленный кожух; С — металлическая пластина, имитирующая заряженную бумагу; Д — фарфоровые изоляторы; V_1 , V_2 — электростатические вольтметры типа С-96; А — микроамперметр типа М-24 на 50 мка; = — высоковольтный выпрямитель TESLA BS; h — расстояние верхней части кожуха от электрода.

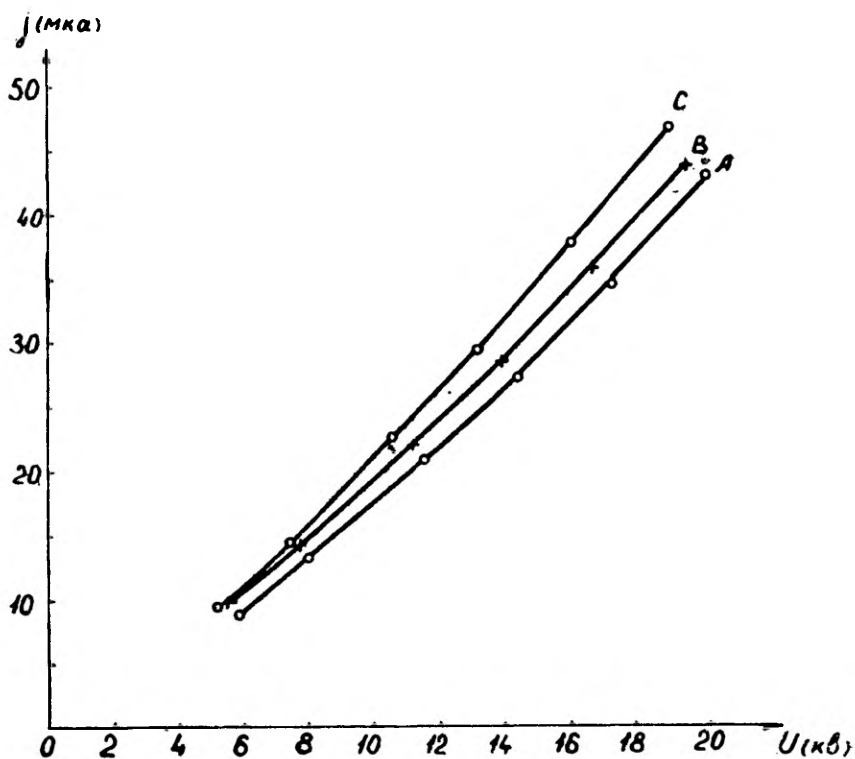


Рис. 2. Вольт-амперные характеристики нейтрализатора, полученные при изучении влияния верхней части кожуха.

матора для питания коронирующей системы была ограничена 2 ма. Потенциалы на пластине и коронирующих остриях измерялись электростатическими вольтметрами типа С-96. Остриями являлись швейные иглы № 1 длиной 15 мм.

Для оценки эффективности нейтрализатора измеряли униполярный ионизационный ток на пластину микроамперметром М-24 на 50 мкА. Зависимость ионизационного тока j от потенциала пластины U дает нам характеристику эффективности нейтрализатора $j=f(U)$.

С целью избежания случайных соприкосновений обслуживающего персонала с электродом нейтрализатора последний окружен кожухом. От конструкции кожуха зависит также эффективность нейтрализатора.

Характеристики на рис. 2 описывают эффективность нейтрализатора, когда над электродом установлена заземленная металлическая пластина (100×1000 мм) Кривая А получена, когда

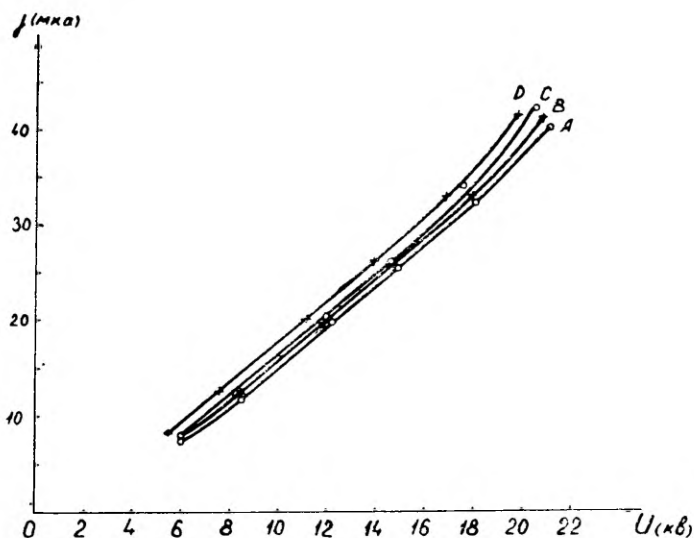


Рис. 3. Вольт-амперные характеристики при изучении влияния боковых стенок кожуха.

пластина отсутствовала. При В и С расстояние пластины от электрода составляло соответственно 80 и 20 мм.

Рис. 3 иллюстрирует результаты, полученные при изменении высоты боковых стенок П-образного кожуха. Расстояние электрода от боковых стенок 25 мм и от верхней части кожуха 20 мм. При А боковые ребра были на 5 мм ниже острий, при В — на плоскости острий и при С на 10 мм выше острий. Д соответствует случаю, когда над электродом была только пластина. В обоих случаях потенциал на остриях 12 кв и нейтрализуемый заряд отрицательный.

Как видно, для повышения эффективности нейтрализатора верхнюю часть кожуха желательно изготовить из металла и заземлить. Под влиянием заземленного металлического кожуха деформируется объемный заряд около острия, вследствие чего уменьшается эффективное сопротивление разрядного промежутка острие-плоскость и увеличивается нейтрализационный ток.

При потенциалах на электроде 12 кв расстояние между округленным иглодержателем и кожухом должно быть не менее 20 ÷ 25 мм для предотвращения искрового пробоя.

Как видно из рисунка 3, боковые стенки кожуха нежелательно изготовлять из металла, т. к. часть ионов попадает на заземленный кожух и эффективность нейтрализатора уменьшается. Подходящими материалами оказались пластмассы (эбонит, винилпласт, плексиглас)

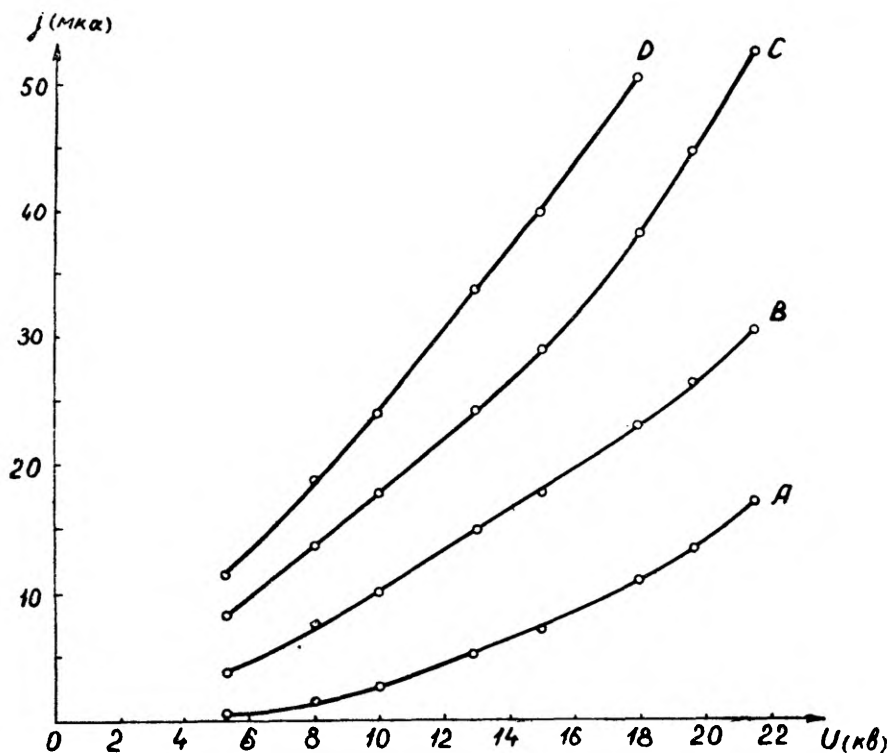


Рис. 4. Вольт-амперные характеристики при разных потенциалах на остриях.

Большинство известных нейтрализаторов сконструировано так, что острия сильно экранированы [1, 2, 5, 10]. Только П. А. Полоник [4] заменил металлический кожух вблизи острий пластмассовым. На основании данной работы можно утверждать, что это верный способ повышения эффективности нейтрализатора.

На рис. 4 приведены кривые, характеризующие изменение эффективности нейтрализатора в зависимости от потенциала, подаваемого на коронирующие острия. Характеристики А, В, С и D получены при потенциалах соответственно 3, 6, 9 и 12 кв. В качестве кожуха использовали заземленную металлическую пластину на расстоянии 20 мм от электрода. Нейтрализуемый заряд — отрицательный.

Для удаления озона нейтрализатор закрыт снизу пластмассовой пластиной, в которую для острий просверлены отверстия диаметром не менее 3 мм. Острия должны слегка высываться из-под покрытия. В противном случае поверхностный заряд и по-

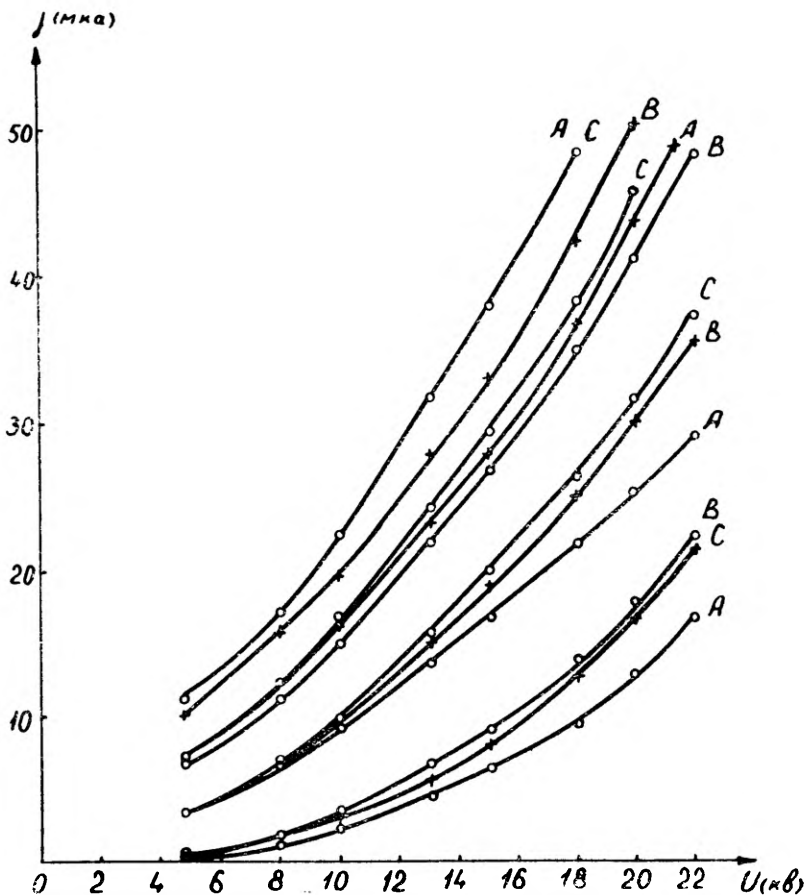


Рис. 5. Вольтамперные характеристики, полученные при сравнении эффективностей одноэлектродного и трехэлектродного нейтрализаторов.

ляризация диэлектрика уменьшают коронный ток и эффективность нейтрализатора понижается.

При помощи вентилятора под кожухом нейтрализатора создается тяга воздуха, удаляющая озон в вентиляционную систему.

Нами были исследованы и трехэлектродные нейтрализаторы, где средний электрод заземлен [7]. Сравнивали эффективности одноэлектродного и трехэлектродного нейтрализаторов при потенциалах на остриях 3, 6, 9 и 12 кв, когда количество острий в обоих нейтрализаторах и рабочая длина нейтрализаторов были равны. В качестве кожуха использовали металлическую пластину на расстоянии 20 мм от электродов. Результаты эксперимента

приведены на рис. 5. Характеристики с индексом А соответствуют однорядному нейтрализатору. Характеристики трехэлектродного нейтрализатора при межэлектродном расстоянии 20 мм обозначены индексом В и при межэлектродном расстоянии 45 мм — индексом С.

Видно, что при расстоянии 145 мм между остриями и разряжаемой пластиной трехэлектродный нейтрализатор такой конструкции при потенциалах 3 кв и 6 кв эффективнее одноэлектродного, особенно при высоких потенциалах на нейтрализуемой поверхности. Это объясняется тем, что при высоких потенциалах на нейтрализуемой поверхности третий заземленный электрод работает успешно как индукционный нейтрализатор. При повышении потенциала на двух незаземленных электродах, как и следовало ожидать, КПД нейтрализатора уменьшается вследствие процессов, связанных с увеличением объемного заряда. С увеличением межэлектродного расстояния вновь повышается эффективность нейтрализатора.

Можно заключить, что при больших расстояниях от нейтрализуемого материала и высоких потенциалах на остриях одноэлектродные нейтрализаторы являются более подходящими, чем трехэлектродные с заземленным средним электродом [7] или четырехрядные, где заземлены крайние электроды. Кроме того, при высоких потенциалах на коронирующих остриях для удаления озона необходимо закрыть нейтрализатор снизу пластмассовой пластиной. В таком случае эффективность трехэлектродного нейтрализатора понизится еще больше ввиду того, что под влиянием диэлектрика заземленный электрод потеряет способность работать эффективно как индукционный нейтрализатор [6]. Верность такого заключения видна из характеристик индукционного нейтрализатора на рис. 6. Кривая А получена, когда нейтрализатор снизу закрыт пластиной из винипласта с отверстиями диаметром 8 мм. Характеристика В получена без пластины. Кожухом служила металлическая полутрубка радиусом 25 мм, на оси которой находился электрод.

Если необходимо удалять озон, то применять двухрядный нейтрализатор нецелесообразно. В двухрядном нейтрализаторе надо увеличить количество отверстий для острий в два раза и объемную скорость вентиляции тоже около двух раз. При этом эффективность нейтрализатора увеличится в среднем на 30%. Так же можно повысить эффективность одноэлектродного нейтрализатора, увеличив потенциал на коронирующих остриях на 2 ÷ 3 кв, но в последнем случае не надо на столько увеличивать объемную скорость вентиляции.

Учитывая полученные результаты, нами сконструирован нейтрализатор на 12 кв (рис. 7) К электроду нейтрализатора прикреплено 60 игл длиной 25 мм, расстояние между соседними иглами 15 мм. Кожухом служит полутрубка радиусом 25 мм.

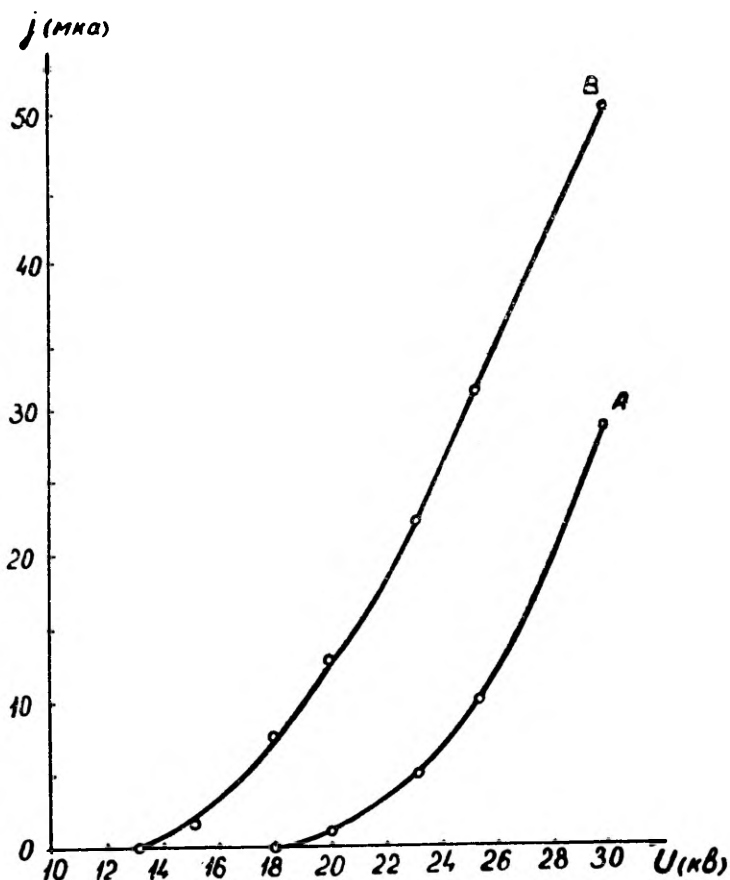
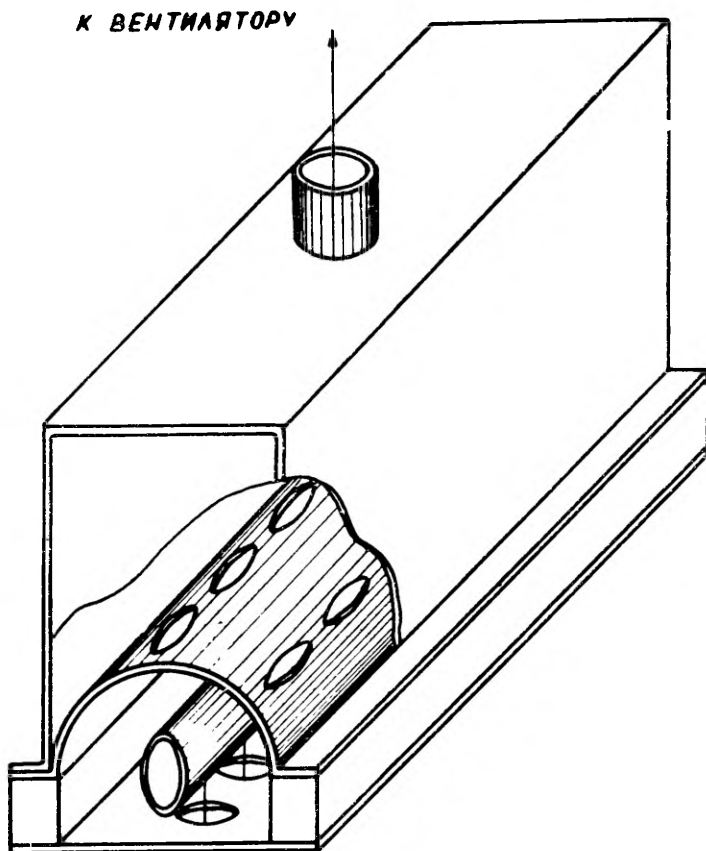


Рис. 6. Вольт-амперные характеристики индукционных нейтрализаторов.

Электрод установлен на оси полутрубки. Боковые стенки и покрытие изготовлены из винипласта. Диаметр отверстий для острий 8 мм (при меньших диаметрах уменьшается эффективность нейтрализатора) Для уравнивания вентиляционной тяги по всему нейтрализатору над ним смонтирована вентиляционная камера сечением 60×215 мм, соединенная с нейтрализатором через отверстия в верхней части кожуха.

Запах озона вблизи острий совсем исчезал, когда объемная скорость вентиляции достигала 5,9 л/сек. Уменьшения нейтрализационного тока при этом не замечалось. Количественное определение концентрации озона люминесцентным методом [9] по-



Р и с. 7. Схема нейтрализатора, сконструированного в настоящей работе.

казало, что без вентиляции концентрация озона на расстоянии 10 см от нейтрализатора составляла 0,00015 мг/л. При работе вентиляции концентрация озона была значительно меньше 0,0001 мг/л, что считается допустимой концентрацией.

Можно полагать, что если общая вентиляция помещений хорошая и работают только некоторые нейтрализаторы при напряжении 12 кв, то применение специальной вентиляционной системы устранения озона не является необходимым. Если в одном помещении установлено большое количество нейтрализаторов, то они должны быть снабжены вентиляционным устройством.

ЛИТЕРАТУРА

1. Староба, И., Шиморда, И., Статическое электричество в промышленности. Госэнергоиздат, М.-Л., 1960.
2. Беркут, А. Е. и др., Нейтрализаторы статического электричества для машин высокой печати. Лениздат, 1968.
3. Лёб, Л., Статическая электризация. Госэнергоиздат, М.-Л., 1963.
4. Полоник, П. А., Новый ионизатор для устранения электризации волокон. Текстильная промышленность, № 3, 1963.
5. Полоник, П. А., Борьба со статическим электричеством в текстильной и легкой промышленности. М., 1966.
6. Шихов, В. Н., Индукционные нейтрализаторы статического электричества. Полиграфическое производство, № 11, 1968.
7. Рейнет, Я. Ю., Авторское свидетельство № 165848. Бюллетень № 20, 1964.
8. Виснапуу, Л. Ю., Рейнет, Я. Ю., Комбинированный нейтрализатор. Полиграфия, № 5, 1966.
9. Перегуд, Е. А., Степаненко, Э. М., Новые методы определения очень малых количеств озона. Журнал аналитической химии, т. 15, вып. 1, 1960.
10. Löbel W. u. a., Statische Elektrizität bei der Verarbeitung von Chemiefasern. Forschungsinstitut für Textiltechnologie, Karl-Marx-Stadt, 1963.

Поступила 5/1 1969 г.

STAATILISTE LAENGUTE NEUTRALISAATORID

A. Haljaste, J. Reinert

Resümee

On uuritud madalsageduslikul vahelduvpingel töötavate koroonaneutralisaatorite efektiivsuse sõltuvust nende konstruktsioonist, kui koroneerivate teravike potentsiaal on 6—12 kV. Samuti on uuritud koroonalahendusel tekkivate mürgiste gaaside kõrvaldamise võimalusi. Saadud tulemuste põhjal on konstrueeritud ventilatsioonisüsteemiga varustatud neutralisaator, mida on sobiv kasutada tööstuses staatiliste laengute neutraliseerimiseks.

NEUTRALIZER OF STATIC CHARGES

A. Haljaste, J. Reinert

Summary

The article deals with the dependence of the efficiency of corona neutralizers operating on low-frequency alternating current upon their design in case the voltage of the corona discharge points ranges between 6 and 12 kV. In addition, the article discusses the possibilities of eliminating the poisonous gases arising at corona discharges. On the basis of the results obtained the authors have designed a neutralizer equipped with a ventilating system which is suitable to be applied in the printing, paper and textile industry.