

Многочисленные экспериментальные данные показали, что высокочастотное поверхностное упрочнение дисков позволяет не только повысить твердость и износостойкость поверхностных слоев, но и практически исключить коробление дисков, их окисление и обезуглероживание, сохранить удовлетворительную чистоту поверхности.

Результаты промышленных испытаний показали, что оптимальное максимальное сопротивление при испытании на контактную усталость достигается при твердости стали 52–55 HRC. Большие или меньшие значения твердости, достигаемые в процессе поверхностного упрочнения, приводят к снижению контактной усталости.

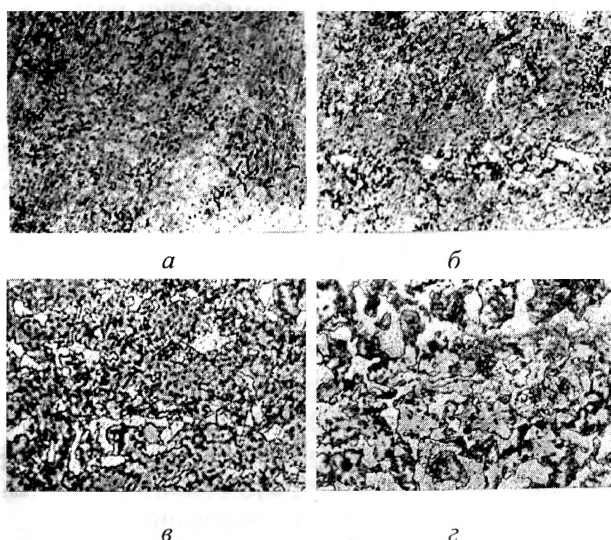


Рис. 5. Микроструктура поверхностно-закаленного диска $\times 132 \times 4$: а — поверхность; б — 1 мм от поверхности; в — 2 мм от поверхности; г — 3 мм от поверхности

По оптимальным режимам скоростной термической обработки обработана опытная партия дисков, предназначенных для установок плющения зерна «Корм-10» (рис. 6). В ОАО «Минскоблагоросервис» изготовлено свыше ста установок, которые переданы для работы в Минской и Могилевской областях.

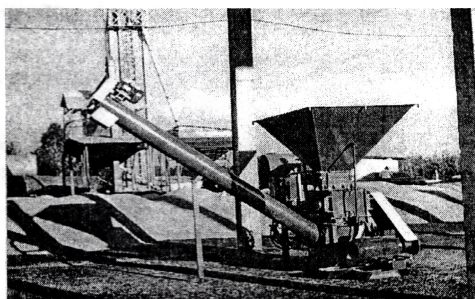


Рис. 6. Установка для плющения зерна «Корм – 10»

Литература

1. Г.Ф. Головин, М.М. Замятин. Высокочастотная термическая обработка. М. «Машиностроение», 1995, с. 239.
2. К.З. Шепеляковский. Упрочнение деталей машин поверхностной закалкой при индукционном нагреве. М. «Машиностроение», 1972, с. 287.
3. Сб. «Технология, оборудование, автоматизация, неразрушающий контроль термических процессов на машиностроительных предприятиях», под редакцией проф. П.С. Гурченко. Мн., 2005, с. 98.4
4. Патент РБ № 2275. Ивашко В.В., Гордиенко А.И., Вегера И.И. и др. Устройство для поверхностной закалки дисковых изделий с нагревом ТВЧ.

УДК 620.179.14

ЭФФЕКТ НАРКЕВИЧА-ИОДКО-КИРЛИАН И НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

ЭФФЕКТ НАРКЕВИЧА-ИОДКО-КИРЛИАН И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ДЕФЕКТΟΣКОПИИ И ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКИ НА РАННЕЙ СТАДИИ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Довгялло А.Г., Венгринович В.Л., Институт прикладной физики НАН Беларуси
Колпащиков В.Л., Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси

В конце XIX столетия (1892 г.) талантливый белорусский ученый Яков Оттович Наркевич-Иодко (1847–1905 гг.) первым в мире обнаружил свечение рук человека в поле высоковольтного разряда

и научился фиксировать это электроразрядное свечение (ЭРС) на фотопластинке, что позволило ему первому в мире судить по характеру свечения о психологической совместимости людей, их эмо-

циональном и физическом состоянии [1].

Он зафиксировал свыше 1500 характерных видов ЭРС различных объектов как неживой, так и живой природы. Интерес ученого мира к открытию Наркевича-Иодко был соизмерим с интересом к лучам Рентгена [2]: «Парижское общество электротерапии после тщательной проверки метода Наркевича-Иодко исследования нервных болезней признало этот способ блестящим содействием и открытием в диагностике и электротерапии нервных болезней, избрав господина Наркевича-Иодко своим почетным членом и сотрудником. Институт практического изучения магнетизма избрал его тоже своим почетным сотрудником». «С помощью изобретенной им «электрографии» изобретатель достиг возможности, без участия объекта и солнечного света, обнаружить с помощью светочувствительных фотографических пластинок свойственную человеческому организму силу радиации световых лучеиспусканий и взаимодействия влияния организмов. Электрографические снимки г-на Наркевича-Иодко наглядно иллюстрируют невидимо действующую силу токов в окружающей среде воздуха внутри нашего организма, дают видимый рисунок закона притяжения и отталкивания, симпатии и антипатии, ассимиляции невидимых, но обнаруженных электрографией флюидов». «На фотографии мы видим, например, отпечаток рук мужчины и женщины, коих лучеиспускания в виде световых волн или вполне взаимно поглощаются, или же, наоборот как будто бы отталкиваются и втягиваются в себя обратно миллионы звездочек радиации».

Исследования Наркевича-Иодко были подхвачены М. Погорельским в России и Б. Навратилом в Чехии.

Однако сложность использовавшейся в то время аппаратуры (электрофорная машина, катушки Румкорфа) препятствовала распространению метода. После смерти Я.О. Наркевича-Иодко в 1905 г. в силу различных причин работы первооткрывателя были надолго забыты. И только в 1939 г. российский электротехник Семен Давидович Кирлиан при ремонте высокочастотного высоковольтного оборудования в госпитале обнаруживает свечение собственных пальцев в поле токов высокой частоты: повторно открывает эффект Наркевича-Иодко. В 1949 г. он получил первое авторское свидетельство на способ получения фотографических снимков различного рода объектов в поле токов высокой частоты [3].

С.Д. Кирлиан и его жена Валентина Хрисаифовна Кирлиан получили более 30 авторских

свидетельств СССР на изобретения, а в 1974 г. С.Д. Кирлиану было присвоено почетное звание «Заслуженный изобретатель СССР», а сам эффект получил название «Эффект Кирлиан» (С.Д. Кирлиан умер в 1978 г.).

В настоящее время этот эффект известен как эффект Наркевича-Иодко-Кирлиан, названный как в честь белорусского естествоиспытателя Я.О. Наркевича-Иодко, так и в честь российских исследователей супругов С.Д. и В.Х. Кирлиан.

Под термином «эффект Наркевича-Иодко-Кирлиан» понимается визуальное наблюдение или регистрация на носитель информации газового разряда, возникающего вблизи поверхности исследуемого объекта при помещении последнего в электрическое поле высокой напряженности.

При описании результатов исследования биологических объектов обычно применяется термин «биоэлектрография», а в физике, технике — электроразрядный высокочастотный (ЭРВЧ) метод, электроразрядный метод визуализации (РМВ).

За прошедшее время с 1949 г. был проведен целый ряд всесоюзных и международных конференций, посвященных данному эффекту, а в 1978 г. был создан Международный союз медицинской и прикладной биоэлектрографии (ИИМАВ), президентом которого с 2000 г. является д.т.н., профессор К.Г. Коротков (Санкт-Петербург).

В ближнем и дальнем зарубежье проводятся интенсивные работы по исследованию и применению эффекта Наркевича-Иодко-Кирлиан (Н-И-К) в различных областях знания, в т.ч. и с целью экспресс-диагностики заболеваний на ранней стадии заболеваний и контроля за изменением состояния человека во времени (мониторинг состояния): Россия (краснодарские ученые), Украина (ученики С.Ф. Романия), ФРГ (П. Мандель), США (С. Бланк), Англия, Япония, Индия и т.д.

Однако наиболее интенсивно эти работы проводятся в России под научным руководством и участии К.Г. Короткова [4–8]. Особый интерес в мире вызвали работы К.Г. Короткова по экспериментальному исследованию энергоинформационного состояния человека после его смерти [7]. Полученные результаты показали, что после смерти энергетика сохраняется в течение нескольких дней и ее изменения зависят от типа смерти. К.Г. Коротковым созданы основы газоразрядной визуализации (ГРВ) биоэлектрографии и программно-аппаратного ГРВ комплекса [8]. Программно-аппаратный комплекс «ГРВ-камеры» нашел очень широкое применение во всем мире, в

т.ч. в Республике Беларусь благодаря врачу В.Н. Миняйло (руководитель медицинского центра «Аквamed» [9–11], член ИИМАВ).

Многочисленные исследования показали, что вид электроразрядных изображений воспроизводимо меняется при изменении состояния человека. Электроразрядные изображения пальцев рук человека позволяют судить об общем уровне и характере его физиологической активности, проводить классификацию состояния по характеру свечения, оценить состояние отдельных органов человека, следить за влиянием на организм различного воздействия, в т.ч. лекарств, осуществлять раннюю экспресс-диагностику заболеваний.

I. В Институте прикладной физики НАН Беларуси занимаются исследованием и применением эффекта Наркевича-Иодко-Кирлиан свыше 25 лет применительно к задачам дефектоскопии. За это время получено более 20 авторских свидетельств СССР, защищена первая в СССР и мире кандидатская диссертация (В.В. Комариков [12]), опубликована также первая в СССР и мире монография (В.В. Кожариков, Н.Н. Зацепин, Н.Е. Домород [13]), в которых изложены исследования и перспективы электроразрядного метода визуализации для целей неразрушающего контроля качества материалов и изделий; создан, испытан и внедрен ряд электроразрядных высокочастотных приборов типа ДЭРВЧ (А.Г. Довгялло, С.В. Дежунова, В.Ф. Волчок и др. [14–17], защищенных А.с. СССР № 964564 [18], и комплекта к ним преобразователей электрического сигнала в видимое изображение, обеспечивающих получение электроразрядной информации, как с объектов неразрушающего контроля, так и с любых участков тела человека [19]. Получены фотографии электроразрядного свечения (ЭРС) с подушек пальцев человека, по характеру свечения которых можно судить о состоянии человека (рис. 1).

В процессе работы над преобразователями, предназначенными для регистрации ЭРС на носитель информации, были созданы, а затем испытаны в медицинских условиях медицинского центра «Аквamed» точечные электроразрядные преобразователи, предназначенные для воздействия электроразрядным свечением на точки акупунктуры каналов тела человека (аналогично иглокалыванию). Рабочий диаметр этих преобразователей 1...6 мм. Проведенные испытания подтвердили перспективность этих преобразователей для медицинских целей.

В Институтах физико-органической химии и химии новых материалов НАНБ под научным руководством акад. В.Е. Агабекова совместно с ИПФ НАНБ разработан ряд новых бессеребряных фотоматериалов, не требующих заземления рабочего помещения, для регистрации электроразрядных изображений различных объектов, в т.ч. биологического характера [20–22].

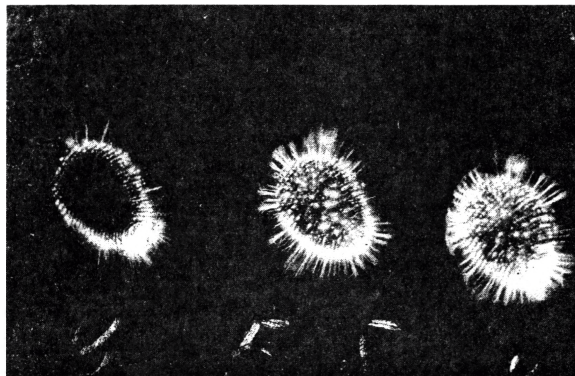


Рис. 1. Фотография электроразрядного свечения пальцев рук человека. Время одного сеанса фотографирования составляло 0,7 с при амплитуде импульсов 2 (а), 3 (б) и 4 (в) кВ, частоте заполнения 62,5 кГц и частоте следования 2,0 кГц

II. В настоящее время все большее применение получают различные диэлектрические материалы, которые выполняют защитные и другие функции.

В связи с этим контроль защитных и других специальных свойств данных материалов и изделий из них приобретает исключительно важное значение.

В работе [14] показано, что электроразрядный высокочастотный (ЭРВЧ) метод (эффект Наркевича-Иодко-Кирлиан) позволяет визуализировать усталостные эффекты в металлических изделиях, скрытые под слоем оптически непрозрачного диэлектрика (лакокрасочного покрытия). Одновременно было установлено, что ЭРВЧ-метод обеспечивает визуализацию как поверхностных, так и внутренних дефектов диэлектрика.

Физическая сущность этого явления заключается в следующем. При ЭРВЧ-методе диэлектрик находится между электродами, поэтому при замыкании электрической цепи на диэлектрик воздействует электрическое поле. Главным процессом, происходящим в диэлектрике под воздействием электрического поля, является поляризация, выражающаяся в смещении электрически заряженных частиц в диэлектрике в противоположные стороны соответственно знаку их разряда. Вещества с различной диэлектрической проницаемостью поляризуются в различной степени.

Этим и объясняется тот факт, что диэлектрики с различной диэлектрической проницаемостью светятся в высокочастотном высоковольтном электрическом поле по-разному.

Поляризованный диэлектрик в высокочастотном высоковольтном электрическом поле служит агентом, передающим электрические заряды с одной своей поверхности на другую. Полученные фотоснимки при помощи ЭРВЧ-метода непосредственно с объекта и через диэлектрик не имеют между собой существенных отличий.

Однако в работах [14–15] не рассматривались вопросы, связанные с контролем защитных свойств диэлектрических материалов и изделий из них:

- 1) выявление нарушений сплошности, таких, как
 - а) сквозные проколы;
 - б) разрезы (в т.ч. заклеенные);
- 2) топография диэлектрической неоднородности.

Исследования проводились с помощью прибора ДЭРВЧ-3М и комплекта к нему преобразователей, обеспечивающих как фотографирование, так и визуальное наблюдение электрического свечения объектов контроля.

Технические характеристики контроля следующие:

- амплитуда импульсов, кВ 0–30
- частота заполнения импульсов (дискретная), кГц 62,5–1000
- частота следования импульсов, кГц 2–10
- мощность (импульсное значение), Вт 600

Кроме того, прибор может работать в циклическом (автоматическом) режиме.

1. Выявление нарушений сплошности

а) нарушение в виде проколов

В качестве объектов исследования были использованы специальные тестовые образцы из диэлектрика толщиной 10 мкм с набором сквозных цилиндрических микропор диаметром 0,13–0,14 мкм, невидимых невооруженным глазом. Геометрические параметры микропор определяли и контролировали с помощью сканирующего микроскопа РЭМ-1009. Затем образец помещали в разрядную цепь прибора ДЭРВЧ-3М, создавали электрический разряд и электроразрядное высокочастотное изображение фиксировали на электрофотографических фотопластинках. Были предусмотрены специальные меры, чтобы исключить электрический пробой образца, в частности, был выбран безопасный режим электрического разряда:

- частота следования импульсов, кГц 7,3
- частота заполнения импульсов, кГц 250
- амплитуда импульсов, кВ 3,0

– продолжительность электрического разряда, с 0,7.

Кроме того, применение импульсного разряда тоже препятствует электрическому пробую образца.

Результаты исследования по выявлению дефектов в виде проколов в диэлектрике при разрядном промежутке, равном нулю, представлены на фотографии (рис. 2). Микропоры образуют изображение на фотографии в виде белых точек, значительно превосходящих истинные размеры микропор, и хорошо видимые на фотопластинке черные точки (видимые даже невооруженным глазом).

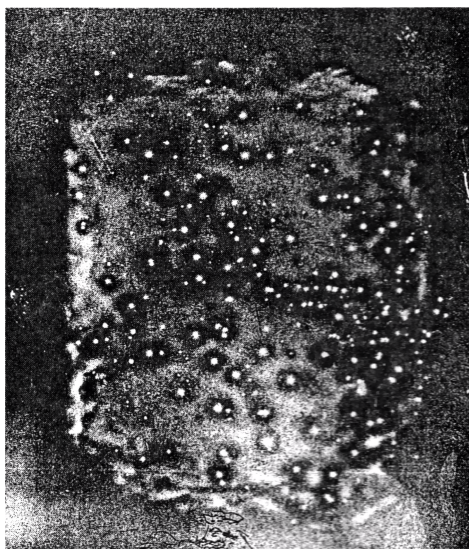


Рис. 2. Фотография ($\times 1,7$) образца с микропорами. Диаметр цилиндрических микропор 0,13–0,14 мкм (белые точки на фотографии)

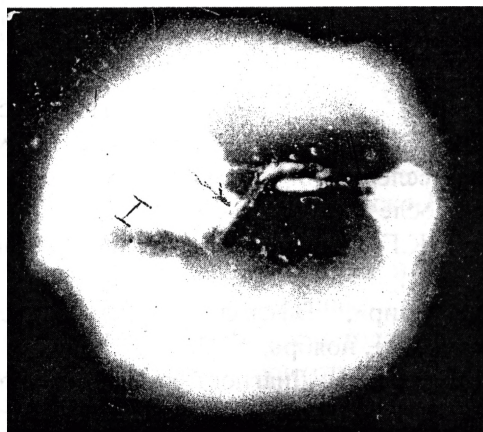
Исследования выявляемости дефектов в виде проколов показывают, что ЭРВЧ-метод и прибор ДЭРВЧ-3М обеспечивают четкую регистрацию микродефектов диаметром 0,13–0,14 мкм в диэлектрических слоях. Величина 0,13–0,14 мкм не является предельной чувствительностью при ЭРВЧ-методе контроля и исследования, т.к. увеличение разрядного промежутка (90; 180; 270 мкм) приводило к дальнейшему увеличению электроразрядного изображения микропор по сравнению с истинными их размерами.

б) нарушение в виде разрезов, в т.ч. заклеенных

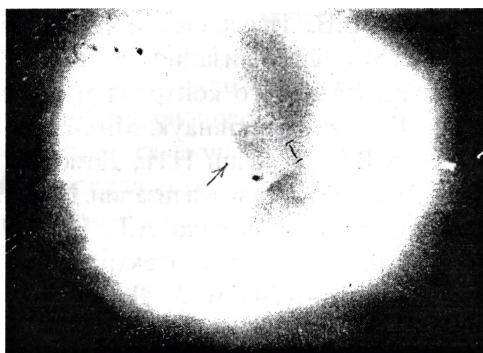
В качестве объекта исследования был использован оптически непрозрачный диэлектрический материал толщиной 500 мкм, в котором были выполнены два разреза под углом друг к другу. Оба разреза на просвет не были видны. Затем один из разрезов заклеили специальным клеем, обеспечивающим однородность заклеенного места с основным материалом.

Амплитуда импульсов электрического разряда составляла 10 кВ.

Результаты исследования представлены на фотографиях (рис. 3, 4). Особенностью представленных фотографий (рис. 3) является то, что они были сделаны одновременно, одновременно сфотографировав как лицевую (рис. 3, а), так и обратную (рис. 3, б) стороны мест разрезов. На рис. 4 представлена фотография только лицевой стороны объекта исследования.



а



б

Рис. 3. Фотография ($\times 1,7$) образца с разрезами: \rightarrow — заклеенный разрез, I — не заклеенный разрез; а — лицевая сторона разреза; б — обратная сторона разреза. Лицевая и обратная стороны сфотографированы одновременно

Анализ электроразрядных фотографий (рис. 3) показывает, что хорошо видны разрезы как с лицевой стороны (рис. 3 а, 4), так и с обратной (рис. 3 б) стороны. Хорошо виден также заклеенный разрез и дефект поверхности материала (полоса под углом к заклеенному разрезу). Длина незаклеенного разреза на фотографии (рис. 3 б) меньше, чем на фотографии (рис. 3 а). Это объясняется тем, что разрез на лицевой стороне был сделан длиннее, чем на обратной стороне.

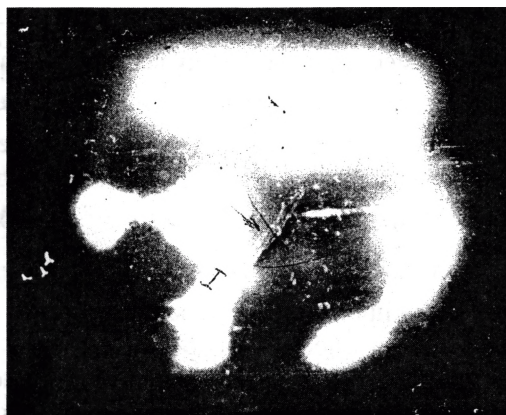


Рис. 4. Фотография ($\times 1,7$) лицевой стороны образца с разрезами: \rightarrow — заклеенный разрез, I — не заклеенный разрез

2. Топография диэлектрических неоднородностей

Объектом исследования служил оптически непрозрачный диэлектрический материал толщиной 250 мкм, имеющий заданную полосчатую диэлектрически неоднородную структуру. Т.к. этот материал оптически непрозрачен, то не имеется возможности непосредственно получить количественные данные о его диэлектрической структуре методом микрофотометрирования.

Проведенные нами исследования позволили получить электроразрядное изображение диэлектрической неоднородности, которая хорошо видна на рис. 5.



Рис. 5. Фотография ($\times 1,7$) электроразрядного изображения диэлектрической неоднородности оптически непрозрачного образца (светлые и темные полосы)

Более темные полосы на фотографии (рис. 5) соответствуют местам с большей величиной диэлектрической проницаемости ($\epsilon_{вкл} > \epsilon_0$), а более светлые полосы соответствуют местам с меньшей величиной диэлектрической проницаемости по сравнению с основой ($\epsilon_{вкл} < \epsilon_0$), где $\epsilon_{вкл}$ — диэлектрическая проницаемость включения, ϵ_0 — диэлектрическая проницаемость основы.

Кроме того, оказалось, что фотопластинки с электроразрядным изображением диэлектрического оптически непрозрачного материала дают возможность получать количественные данные о диэлектрической структуре материала по величине оптической плотности почернения методом микрофотометрирования, например, на микрофотометре ИФО-451.

Выводы

1. Эффект Наркевича-Иодко-Кирлиан (электроразрядный высокочастотный метод) и прибор ДЭРВЧ-ЗМ обеспечивают надежное выявление нарушений сплошности (проколы, разрезы, в т.ч. заклеенные) в оптически непрозрачных диэлектрических материалах.

2. ЭРВЧ-метод и прибор ДЭРВЧ-ЗМ обеспечивают электроразрядную регистрацию топографии оптически непрозрачных диэлектрических неоднородностей.

3. Показана возможность микрофотографирования электроразрядных изображений диэлектрических материалов, т.е. по величине оптической плотности почернения электроразрядного изображения можно судить о величине диэлектрической проницаемости оптически непрозрачного диэлектрика.

4. Электроразрядные высокочастотные приборы типа ДЭРВЧ и комплект преобразователей к ним, первоначально предназначенные для целей дефектоскопии, могут быть использованы как для экспресс-диагностики заболеваний на ранней стадии и контроля за состоянием человека, включая наркотическое и алкогольное, так и для лечения электроразрядным воздействием.

5. Возможна модификация прибора типа ДЭРВЧ применительно к задачам медицины Республики Беларусь, что позволяет создать легкий портативный переносной прибор с автономным питанием, приспособленный для работы в полевых условиях.

Литература

1. Грибковский В.П., Гапоненко О.А., Кисилев В.Н. Профессор электрографии и магнетизма. Мн., 1988.

2. Дьяченко Г. Из области таинственного. М., 1900 (репр. 1992).

3. Кирлиан С.Д. А.с. 106401 (СССР). Способ получения фотографических снимков различного рода объектов // Бюл. изобр. 1957, № 6.

4. Коротков К.Г. и др. А.с. 1377813 (СССР). Способ определения физиологического состояния биологических объектов // Бюл. изобр. 1984, № 8.

5. Баньковский Н.Г., Коротков К.Г. Петров Н.Н. Физические процессы формирования изображения при газоразрядной визуализации (эффект Кирлиан) // Радиотехника и электроника, 1986, т.31, № 4, с.625-642.

6. Коротков К.Г. Эффект Кирлиан. С.-Пб., 1995.

7. Коротков К.Г. Свет после жизни (экспериментальные исследования биофизической активности тела после смерти). С.-Пб., 1998.

8. Коротков К.Г. Основа ГРВ биоэлектрографии. С.-Пб., 2001.

9. «Чистый мир», Эффект Наркевича-Иодко-Кирлиан, № 11, ноябрь, 2002.

10. «Чистый мир», Диагностика по ауре, № 3, март, 2003.

11. «Вечерний Минск», Живая игла, 30.01.2004, № 21-22.

12. Кожариков В.В. Исследование электроразрядного метода визуализации и разработка средств неразрушающего контроля материалов и изделий. Дис...канд.техн.наук, Мн., 1982.

13. Кожариков В.В., Зауснин Н.И., Домород Н.Е. Электроразрядный метод визуализации. Мн., 1986.

14. Дежкунова С.В., Довгялло А.Г. Визуализация усталостных дефектов электроразрядным высокочастотным методом // Дефектоскопия, 1983, № 2, с. 46-50.

15. Довгялло А.Г., Дежкунова С.В. Телевизионная визуализация электроразрядных изображений // Дефектоскопия, 1988, № 9, с. 40-44.

16. Волчок В.Ф., Довгялло А.Г. О чувствительности при неразрушающем контроле диэлектрических слоев электроразрядным высокочастотным методом // Дефектоскопия, 1989, № 9, с. 58-60.

17. Довгялло А.Г., Волчок В.Ф., Бусько В.И., Венгринович В.Л. Возможность неразрушающего контроля диэлектриков (керамических материалов) электроразрядным высокочастотным методом. Warszawa, Wspolczesna Geramika Wybrane Technologie i metody badan, 1998, с. 197-200.

18. Довгялло А.Г., Дежкунова С.В. и др. А.с. 964564 (СССР). Устройство для фотографирования в токах высокой частоты // Бюл. изобр., 1982, № 37.

19. Довгялло А.Г., Кудрявцева М.А., Волчок В.Ф., Жиженко Г.А. Электроразрядные приборы и их применение для экспресс-диагностики заболеваний // Микроэлектроника-2002. Труды конференции, Мн., 2002, с. 398–400.
20. Жиженко Г.А., Агабеков В.Е., Михайловский Ю.К., Котов Е.В. Роль различных составляющих коронного разряда в процессе визуализации на термо-накаленных слоях органических красителей // Весці НАНБ, сер. хім. навук, 1997, с. 53–60.
21. Жиженко Г.А., Агабеков В.Е., Довгялло А.Г. Тонкопленочные органические регистрирующие материалы для электроразрядной визуализации // Весці НАНБ, сер. фіз.-тэх. навук, 1998, № 1, с. 3–6.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРУЖИННЫХ ГРОХОТОВ

*Голушкова О.В., канд. техн. наук, доцент кафедры «ПГС»,
«Белорусско-Российский университет», г. Могилёв*

Современное состояние техники и технологии разделения материалов по крупности предполагает создание новых интенсивных методов разделения. К числу одного из них можно отнести применение в качестве просеивающей поверхности интенсивно вибрирующую пружинную поверхность.

Отличительной положительной особенностью использования спирали в качестве просеивающей поверхности является возникновение вибрации разжижения, малый коэффициент трения материала о просеивающую поверхность, высокая способность к самоочистке, возможность обработки материала естественной влажности без залипания и засорения, возможность регулирования характеристик просеивания.

Реализуя данную концепцию, нами были разработаны конструкции пружинных грохотов [1]. В результате анализа технических решений пружинных просеивающих устройств, было установлено, что наиболее простым и достаточно эффективным с технологической точки зрения является вариант просеивания с рабочим органом в виде винтовой цилиндрической пружины с раздвижными витками и регулируемым зазором. По характеру колебаний спирали остановились на двух вариантах: с гирационным возбуждением колебаний в вертикальной плоскости (ГПП) и с инерционным приводом (ГПИ).

Как известно, сущность процесса грохочения заключается в том, что материал на «ите грохота просеивается в две стадии, протекающие одновременно и непрерывно [2]. На первой стадии — сегрегации мелкие зерна проходят сквозь толщу материала к просеивающей поверхности, на второй — через отверстия сита, т.е. происходит процесс грохочения. Эффективность процесса грохо-

чения может быть повышена за счет интенсификации одной или обеих стадий процесса.

Исследуемые установки работают следующим образом. Исходный материал загружается на внутреннюю поверхность пружины через торцевое входное отверстие. Рабочий орган, являясь грузонесущим просеивающим органом, совершает колебательные движения в вертикальной плоскости с постоянной частотой и амплитудой колебаний. Исходный материал движется внутри рабочего органа в сторону выходного торцевого отверстия т.к. он установлен под некоторым углом к горизонтальной плоскости и на материал действуют силы вибротранспортирования. При этом зерна нижнего монослоя исходного материала, имеющие средний размер меньше, нежели величина зазора между двумя соседними витками рабочего органа, проходят вниз под действием силы тяжести и образуют подрешетный продукт. Зерна, не прошедшие через витки пружины, уходят через выходное торцевое отверстие и образуют надрешетный продукт.

Так как, в результате колебаний, значения всех зазоров между витками пружины постоянно изменяются в определенном диапазоне, то изменяются и значения проходного размера зерен материала. То есть, для нормального обеспечения качества грохочения (ограничение по граничному размеру сортировки) необходимо, чтобы границы диапазона изменения величин межвитковых зазоров не превышали верхний предел нижней фракции, что обеспечивается определенной амплитудой и частотой колебаний пружины, а также начальной величиной межвитковых зазоров в спокойном положении.

Интенсификация стадий грохочения обеспечива-