

БУРЛАКОВ Рудирий Борисович, кандидат физико-математических наук, доцент (Россия), доцент кафедры «Прикладная и медицинская физика». AuthorID (РИНЦ): 37654
Адрес для переписки: burlakovrb@e-mail.omsu.ru

Бурлаков Р. Б. Определение удельного сопротивления омических контактов к полупроводниковым пластинам методом Кокса–Стрека // Омский научный вестник. 2018. № 4 (160). С. 119–123. DOI: 10.25206/1813-8225-2018-160-119-123.

Статья поступила в редакцию 23.03.2018 г.
© Р. Б. Бурлаков

УДК 681.2:678.5
DOI: 10.25206/1813-8225-2018-160-123-126

В. Ф. КОВАЛЕВСКИЙ¹
С. Б. СКОБЕЛЕВ¹
Г. Г. БУРЫЙ²

¹Омский государственный
технический университет,
г. Омск

²Сибирский государственный
автомобильно-дорожный университет,
г. Омск

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ДЛЯ СНЯТИЯ ОБЛОЯ С ВЫВОДОВ ПЛАСТМАССОВЫХ ДЕТАЛЕЙ

В работе проведен обзор методов очистки пластмассовых деталей от облоя. Рассмотрен принцип работы установки для получения электрогидравлического эффекта Л. А. Юткина. Представлена конструкция опытной установки, а также сменных приспособлений, применяемых для снятия облоя с выводов пластмассовых деталей. Приведены результаты экспериментальных исследований применения электрогидравлического эффекта для удаления облоя.

Ключевые слова: выводы пластмассовых деталей, электрогидравлический эффект, облой, приспособление для очистки, искровой разряд, наклеп.

Введение. Очистка выводов пластмассовых деталей от облоя является трудоёмкой и мало механизированной операцией. Облой часто приходится снимать с поверхностей сложной конфигурации, что резко ограничивает возможность автоматизации процесса очистки. В настоящее время распространение получили следующие способы очистки пластмассовых деталей:

1. Галтовка — этот процесс отличается простой. Обрабатываемые детали находятся во вращающемся барабане, облой снимается от взаимодействия деталей друг с другом и со стенками барабана [1, 2].

Недостатки галтовки:

- длительность процесса;
- часто галтовка позволяет провести только предварительную очистку деталей (некоторые детали вообще не обрабатываются галтовкой). Детали с оставшимся после галтовки облоем должны пройти окончательную доработку;
- при галтовке нарушается глянец на поверхности деталей, что не всегда допустимо.

2. Абразивными кругами, скребками — облой удаляется вращающимися абразивными кругами или поступательным перемещением скребков. Этим способом можно очищать поверхности только простой конфигурации.

3. В штампах облой срезается перемещением пуансона. Для каждого вида деталей необходим свой штамп, форма очищаемой поверхности должна быть простой. Поверхность после снятия облоя часто имеет сколы [3, 4].

4. Удаление облоя вручную при помощи напильников, ножей.

Этот способ дает качественную очистку, однако отличается низкой производительностью.

5. Для очистки выводов пластмассовых деталей от облоя применяется ультразвук. Детали находятся в озвучиваемой жидкости и подвергаются воздействию кавитации. Недостатком способа является то, что кавитация одновременно с облоем разрушает тело детали [5–7].

Таким образом, применяемые в настоящее время способы очистки пластмассовых деталей от облоя

имеют существенные недостатки, не позволяющие быстро и качественно очищать поверхности как простой, так и сложной конфигурации. Так, способы очистки абразивными кругами и в штампах, дающие возможность автоматизировать процесс, неприменимы для изделий сложной формы, а также для очистки выводов. Способ удаления облоя вручную, дающий качественную очистку, отличается низкой производительностью, простой и легко автоматизируемый процесс галтовки не даёт полного снятия облоя и не для всех видов деталей может быть применен.

Для повышения производительности труда на операциях очистки пластмассовых деталях необходим способ, который:

- обеспечит быструю и качественную очистку сложных поверхностей;
- не потребует сложной перестройки при обработке деталей различной конфигурации;
- даст возможность автоматизировать процесс очистки.

С этой целью были проведены опыты по использованию электрогидравлического эффекта для снятия облоя [8].

Электрогидравлический эффект (ЭГЭ). Установка для получения электрогидравлического эффекта (эффекта Юткина) состоит из двух контуров (рис. 1): зарядного и разрядного. Зарядный контур представляет высоковольтный трансформатор с выпрямителем.

Разрядный контур состоит из конденсатора, формирующего промежутка и рабочего промежутка, погруженного в жидкость (выделен утолщенной линией).

Схема работает следующим образом. Трансформатор преобразует напряжение сети в высокое напряжение (несколько десятков киловольт). После того как напряжение на конденсаторе *C* достигает предела, на который отрегулирован формирующий промежуток (ФП) происходит пробой ФП и напряжение импульсно подается на рабочий промежуток (РП), вызывая пробой жидкости, в которой находится РП.

При этом возникает электрогидравлический удар, производящий работу. Цикл повторяется вновь с частотой, определяемой мощностью трансформатора, от которой зависит скорость зарядки конденсатора.

В рабочем промежутке вода до пробоя ведёт себя как проводник и обеспечивает равный потенциал на правой части схемы (за ФП). В момент пробоя формирующего промежутка ионы жидкости не успевают переместиться от электрода к электроду, и жидкость мгновенно становится диэлектриком. При этом от одного электрода рабочего промежутка к другому (находящихся в жидкости) растёт стример определенной полярности. Вся энергия, накопленная в схеме, собирается на рабочем промежутке.

Затем происходит расширение канала искры и возникновение полости, которое сопровождается основным ударом. После прекращения разряда происходит смыкание полости, при этом скорость смыкания достигает скорости звука. Смыкание полости сопровождается кавитационным ударом. Величина получаемых давлений прямо пропорциональна мощности и обратно пропорциональна длительности импульса. Мгновенная мощность импульса может достигать 100000 квт и значительно больше [8, 9].

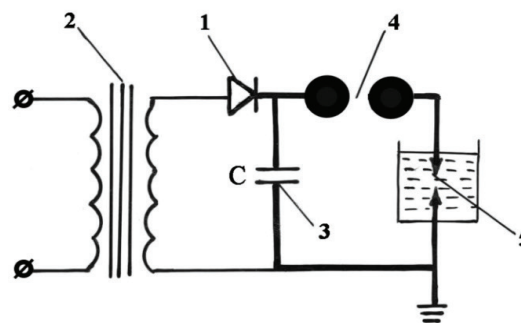


Рис. 1. Установка для получения электрогидравлического эффекта:
1 — выпрямитель; 2 — трансформатор; 3 — конденсатор;
4 — формирующий промежуток; 5 — рабочий промежуток

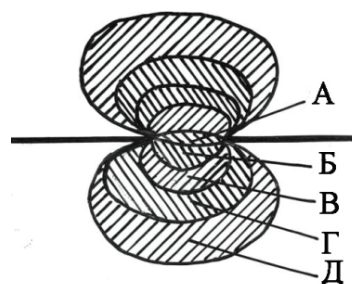


Рис. 2. Зоны искрового разряда

Вокруг искрового разряда находится зона высокого давления, состоящая из нескольких участков (рис. 2).

На рис. 2 указаны следующие зоны:

А — зона искрового разряда;
Б — зона разрушения; почти все материалы разрушаются на дисперсные частицы, а жидкость в ней, по-видимому, приобретает свойства твердого хрупкого тела.

В — зона наклёпа; многие материалы разрушаются, металлы наклёпываются, жидкость, по-видимому, находится в состоянии твердого упругого тела.

Г — зона упругого воздействия; происходит выброс частиц, возникает мощное выталкивающее действие, жидкость, по-видимому, находится в состоянии жидкого очень упругого тела.

Д — зона сжатия; давление очень быстро убывает с увеличением расстояния от источника возникновения. Наблюдаются перемещения больших объёмов жидкости.

Помещение металлов в зону разрушения (Б) на расстояние, меньше половины длины искры, невозможно т.к. возникает пробой на металл (замыкание по металлу) [8].

Опытная установка для удаления облоя. Задача: исследовать возможность и целесообразность очистки выводов пластмассовых деталей электрогидравлическим ударом.

За базовую была выбрана деталь, которая представляет собой стойку с двумя металлическими выводами (рис. 3).

Детали штампуются из пресс-порошка марки К21-22, выводы покрыты серебром. После штамповки выводы оказываются залитыми пластмассовой пленкой толщиной от нескольких микрон до 0,4 мм (а) (рис. 3). В настоящее время после штамповки

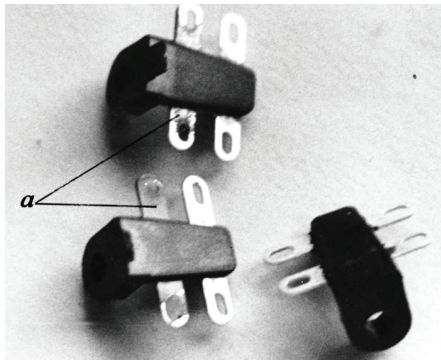


Рис. 3. Детали для удаления облоя с выводов

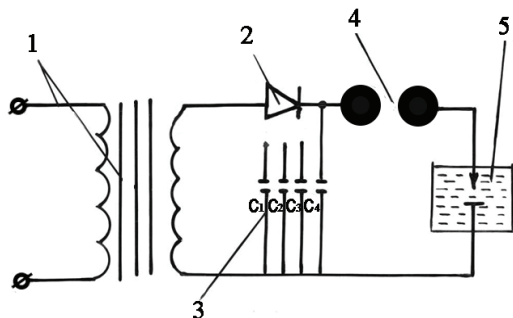


Рис. 4. Электрическая схема лабораторной установки для очистки выводов от облоя:
1 — трансформатор; 2 — выпрямитель;
3 — блок конденсаторов ($C_1=C_2=C_3=C_4=0,001$ мкф);
4 — формирующий промежуток; 5 — рабочий промежуток

детали предварительно обрабатываются в галтовочном барабане. После галтовки на выводах деталей остаётся часть толстого облоя и небольшие участки облоя в виде тонкой плёнки весьма прочно соединённой с металлом (деление на толстый и тонкий облой проведено условно. Тонкий облой — плёнка толщиной до 0,05 мм, весьма прочно соединённая с выводом и не поддающаяся галтовке. Толстый облой — плёнка толщиной от 0,05 мм до 0,4 мм сравнительно легко снимается галтовкой). Удаление оставшегося облоя производится вручную.

Основываясь на том, что прочность облоя значительно ниже прочности самой детали ввиду его незначительной толщины по сравнению с толщиной детали, можно предположить, что при многократном ударном воздействии на деталь определенной силы и частоты будет производиться очистка детали от облоя.

Для ударного воздействия на облой были использованы ударные волны сопутствующие высоковольтным импульсным разрядам в жидкости, то есть явление электрогидравлического эффекта.

Описание установки. Для лабораторной установки была выбрана схема (рис. 4).

Достоинство схемы: простота и надёжность в работе. Недостатком является низкий КПД (20 %), так как зарядка конденсаторов осуществляется пульсирующим по величине током и напряжением.

В качестве источника высокого напряжения использовался высоковольтный трансформатор аппарата для испытания изоляции высоковольтных кабельных линий АКИ-50.

Техническая характеристика АКИ-50:
Напряжение сети — 127 (220) В.

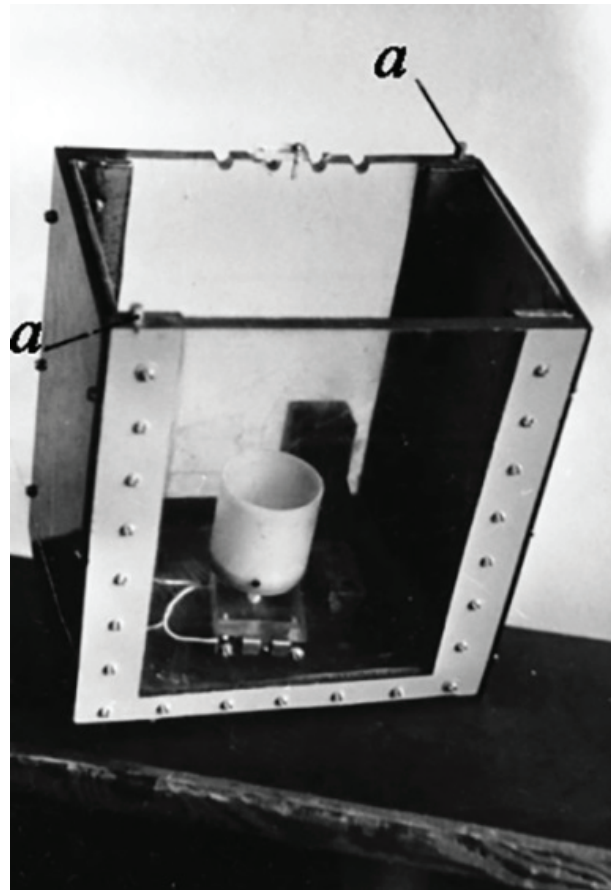


Рис. 5. Ванна для проведения процесса очистки

Потребляемая мощность до 0,5кВА.
Выпрямленное напряжение — 50 кВ.
Выпрямленный ток — 3 мА.

Для процесса очистки используется ванна (рис. 5) с двумя прозрачными стенками. Внутри ванны устанавливаются сменные приспособления.

Опыты проводились на дистиллированной воде (в дистиллированной воде электрогидравлический эффект наблюдается при меньших напряжениях, чем на водопроводной). При проведении опытов опробовались различные варианты воздействия ударными волнами на облой. Одним из перспективных опытов, на наш взгляд, является следующий опыт: детали (до шести штук) помещались на сетку между положительным и отрицательным электродами, расположенную в технологическом стакане. Разряды производились непосредственно на очищаемые детали (рис. 6).

Обработка проводилась при режимах:
Рабочий промежуток — 18 мм.
Формирующий промежуток — 13 мм.
Напряжение — 38 кВ.
Ток — 1,5 мА.
Ёмкость конденсатора — 0,004 мкф.

Приспособление (рис. 6) состоит из пластмассового стакана 2, дно которого представляет сферический отрицательный электрод, форма которого обеспечивает положение обрабатываемых деталей в одном месте. Электрод закрыт сеткой из полиэтилена 5. Сетка необходима для предохранения выводов от прижогов, так как в процессе обработки положение деталей постоянно меняется и, как следствие этого, меняются величина рабочего промежутка и величина тока, проходящего через

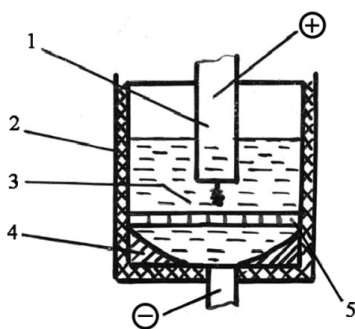


Рис. 6. Схема технологического стакана с электродами:
 1 — положительный электрод; 2 — стакан;
 3 — рабочий промежуток; 4 — отрицательный электрод;
 5 — сетка

выводы детали. Сетка обеспечивает минимальный гарантированный рабочий промежуток, при котором отсутствуют прижоги выводов.

Стакан с подставкой укреплен внутри ванны. На крышке ванны установлен электрод 1. Электродом служит провод ПВЛ-2, закрепленный в цилиндре из оргстекла, который фиксируется при помощи винта в державке.

Результаты. В процессе обработки толстый облой полностью удаляется с выводов за 1–2 минуты. На выводах деталей остаются небольшие участки, покрытые облоем толщиной несколько микрометров. Удаление этих участков производилось еще в течение одной минуты дополнительно, причем скорость очистки по сравнению с удалением толстого облоя резко уменьшилась. На обработанных деталях прижогов не наблюдалось.

Выводы. При обработке происходит интенсивное разрушение облоя, в то время как деталь остается целой.

Недостатком данной схемы обработки является то, что после 3-минутной обработки на выводах некоторых деталей остаются небольшие участки весьма тонкой пластмассовой пленки, скорость удаления которых уменьшается по мере того, как увеличивается длительность обработки. Толстый облой менее прочно соединен с выводами и представляет собой монолитную структуру. Сбиваемый в одном месте участок облоя увлекает за собой соседние участки, иногда значительных размеров. Такого явления не наблюдается для пленки облоя.

Следовательно, для снятия тонкой пленки облоя необходимо, чтобы разряды прошли по всей очищаемой поверхности. Здесь каждый из большого числа разрядов вырывает небольшой участок пленки пластмассы, в то время как для снятия толстого облоя достаточно 3–10 разрядов на деталь.

Очевидно резкое падение скорости очистки после двухминутной обработки, когда толстый облой уже удален. Это объясняется тем, что вероятность попадания разряда на небольшие оставшиеся неочищенные участки (а следовательно, их очистка) уменьшается с увеличением длительности обработки.

Устранить недостаток этой схемы очистки можно, увеличив частоту разрядов. (В проведенном опыте частота разрядов составляла 15–20 Гц ввиду низкого КПД установки, равного примерно 20 %.) Увеличить частоту разрядов можно, применяя более сложную многоэлектродную резонансную схему [10], которая позволяет получить при высоком КПД (95–98 %), частоту 50–300 Гц и выше.

Библиографический список

- Сафонов А., Сафонов Л. Прямоугольные электрические соединители. Основные виды механической обработки, применяемые при изготовлении изоляторов // Технологии в электронной промышленности. 2010. № 1 (37). С. 35–39.
- Ярош А. М., Безматерных Г. В., Ермоленко С. В. Технологические особенности изготовления миниатюрных кварцевых резонаторов на 10 МГц // Радиотехника, электроника и связь (РЭИС-2011): сб. докл. Междунар. науч.-техн. конф. Омск: ОНИИП. 2011. С. 525–529.
- Сагалаев Г. В., Абрамов В. В., Кулезнев В. Н. [и др.]. Справочник по технологии изделий из пластмасс. М.: Химия, 2000. 424 с. ISBN 5-7245-1182-7.
- Корсаков В. Д., Папсуев В. А., Хесин Г. И. [и др.]. Технологическая оснастка для холодной штамповки, прессования пластмасс и литья под давлением. В 3 ч. Ч. 2. Пресс-формы для пластмасс. 2-е изд., испр. и доп. М.: НИИМАШ. 1967. 217 с.
- Макаров Л. О., Фатюхин Д. С. О возможности расширения зоны кавитационной активности при высокоамплитудной ультразвуковой очистке // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета. 2011. № 2. С. 29–33.
- Пат. 2378058 С1 Российская Федерация, МПК В 08 В 3/12. Способ ультразвуковой очистки изделий / Приходько В. М., Макаров Л. О., Фатюхин Д. С. № 2008126441/12; заявл. 01.07.08; опубл. 10.01.10, Бюл. № 1. 5 с.
- Панов А. П. Ультразвуковая очистка прецизионных деталей. М.: Машиностроение, 1984. 88 с.
- Юткин Л. А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности. Л.: Машиностроение, 1986. 253 с.
- Бекаев А. А., Соколов В. К., Мерзликин В. Г. [и др.]. Использование эффекта Л. А. Юткина в электрогидравлических устройствах // Автомобиле- и тракторостроение в России: приоритеты развития и подготовка кадров: материалы Междунар. науч.-техн. конф. М., 2010. Кн. 7. С. 10–12.
- Юткин Л. А. Электрогидравлическое дробление. Л.: Изд-во ЛДНТП. 1960. Ч. 2. 48 с.

КОВАЛЕВСКИЙ Валерий Федорович, кандидат технических наук, доцент (Россия), доцент кафедры «Технология машиностроения» Омского государственного технического университета (ОмГТУ). AuthorID (РИНЦ): 345249

СКОБЕЛЕВ Станислав Борисович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология машиностроения» ОмГТУ.

SPIN-код: 9403-3550
 AuthorID (РИНЦ): 610722

БУРЫЙ Григорий Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобили, конструкционные материалы и технологии» Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета, г. Омск.

SPIN-код: 4216-0384
 AuthorID (РИНЦ): 659629

Адрес для переписки: skobelew@rambler.ru

Для цитирования

Ковалевский В. Ф., Скобелев С. Б., Бурый Г. Г. Применение электрогидравлического эффекта для снятия облоя с выводов пластмассовых деталей // Омский научный вестник. 2018. № 4 (160). С. 12–126 DOI: 10.25206/1813-8225-2018-160-123-126.

Статья поступила в редакцию 17.04.2018 г.

© В. Ф. Ковалевский, С. Б. Скобелев, Г. Г. Бурый