

УДК 621.002

СОЗДАНИЕ МЕТОДА ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ  
КОМБИНИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ В  
АВТОРЕМОНТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

С.Н. Коденцев, Г.А. Сухочев, Е.Г. Смольяникова (ВГТУ)

Основными производственными показателями всегда являлись качества и производительность, что и предлагает новый способ комбинированной обработки непрофилированным инструментом труднообрабатываемые инструментальные стали и сплавы [1].

Пути и методы решения поставленных задач стали следующими. Во-первых, было установлено, что:

1 За счет применения для электрода-инструмента некоторых материалов возможно за счет энергии импульса создать условие появления кумулятивного эффекта с высокой концентрацией тепловой энергии на поверхности лунки, что приводит к дополнительному выбросу материала заготовки за счет комбинированного воздействия эрозии и плазмы.

2 При температурах, возникающих на поверхности электродов в случае эрозионно-термической обработки, возможно образование высокотемпературной плазмы, способной вызвать при горении покрытия электрода кумулятивный эффект с образованием термической струи, направленной на углубление, образующееся на аноде прямой полуволны тока.

3 За счет геометрических преобразований возможно разработать электроды-инструменты с покрытием, работающем только на этапе удаления основного припуска и позволяющем единым инструментом выполнять отделочную обработку, например каналов и пазов с получением технологических показателей не ниже достигаемых при малопроизводительных «мягких» технологических режимах.

4 Модернизация оборудования для эрозионно-термической обработки не требует изменения конструкции станков, что в ряде случаев невозможно. Изменения в конструкции выражаются в изготовлении и установке на имеющиеся базы несложных деталей типа направляющих, а другие показатели обеспечиваются регулированием режимов обработки.

На основании выдвинутых положений предложен новый способ эрозион-

но-термической обработки с управляемым перераспределением энергии между импульсом тока, обратной полной энергии импульса и энергией от горения материала покрытия материала инструмента после прекращения подачи тока. При этом на первом этапе обработки действуют все составляющие энергии (импульса и термического потока от кумулятивного воздействия), а далее сохраняется только «мягкий» режим воздействия импульса тока. Наиболее просто организовать перераспределение энергии в нужные потоки при использовании профильного инструмента с переменным сечением, повторяющим профиль, например сложный пространственный профиль штампов и пресс-форм или при сложной контурной обработке проволочным электродом новой конструкции, на что подана заявка на изобретение.

Предложен также способ изготовления инструмента для эрозионно-термической обработки, осуществляемой разрезкой заготовки инструментом в виде металлической проволоки-электрода с покрытием из материала, образующего при нагреве факел горения, например из цинка, перематываемым через зону обработки, отличающийся тем, что в способе изготовления инструмента проволоку формируют (например, через фильеру), затем, со стороны скругления наносят слой покрытия с предельной толщиной слоя на скруглении и пропорциональным снижением толщины до плавного сопряжения покрытия с боковыми, относительно оси симметрии, сторонами сечения проволочного электрода-инструмента.

Таким образом, разработан электрод-инструмент, который отличается тем, что проволока имеет каплевидное сечение со скруглением по оси симметрии, а скорость перемотки электрода-инструмента вдоль его оси регулируют по величине полного износа покрытия по сигналу о снижении скорости разрезки заготовки.

Сущность способа обработки указанным инструментом показана на рисунке 1. Здесь на рисунке 1, а показан этап изготовления из круглой проволоки каплевидной формы; на рисунке 1б – слой нанесенного покрытия из материала, способного гореть при высоком нагреве; на рисунке 1, в поясняется способ обработки электродом-инструментом в форме проволоки каплевидной формы.

Изготовление электрода-инструмента 2 каплевидного сечения реализуется путем протягивания круглой проволоки 1 в направлении стрелки (рисунок 1а) через фильеру 3. Радиус скругления 4 в каплевидном сечении формируется

при ограничении ширины 5 электрода-инструмента 2 относительно оси симметрии 6 стандартными размерами для оборудования с непрофилированным проволочным электродом-инструментом, изменяемым по ГОСТ через 0,05 мм. Для схемы на рисунке 1, а изменение ширины 5 и диаметра проволоки 1 берется кратным очередным изменениям диаметра по ГОСТ.

На поверхность электрода-инструмента 2 (рисунок 1б) наносят, например, гальваникой, слой покрытия 7 из материала, сгорающего в форме факела при высоком градиенте температур (возникает при прохождении импульса тока в случае электроискровой обработки). Толщина слоя покрытия 7 изменяется от наибольшей со стороны радиуса скругления 4 до плавного сопряжения с электродом-инструментом 2 на боковых участках по ширине 5, симметричных относительно оси симметрии 6. Наибольший слой покрытия 7 ограничен возможностями выбранного способа его нанесения (для наиболее применяемого способа гальванического покрытия его толщина не превышает 60 мкм).

На рисунке 1, в полученный электрод-инструмент 2, установленный на станке для электроэрозионной обработки непрофилированным электродом (типа приведенного на рисунке 4), через стандартные направляющие (для полученного сечения и ширины 5) перематывается со скоростью 8 через зону обработки в заготовке 9 для её разрезания со скоростью 10.

Способ обработки осуществляют следующим образом: электрод-инструмент 2 с шириной 5 устанавливают на станке, имеющем сменные направляющие по ширине 5, включают автоматическую подачу скорости разрезания 10 по заданному в программе станка профилю в заготовке 9 и устанавливают рекомендуемую в инструкции станка (для известной толщины и материала заготовки 9) скорость перемотки 8, которая рекомендуется для однослойной проволоки. Начинают обработку на технологическом участке врезания и плавно снижают скорость перемотки 8 электрода-инструмента 2 до падения и стабилизации скорости разрезания 10 (контролируется по показаниям амперметра). Повышают скорость перемотки 8 до повышения и стабилизации скорости разрезания 10 и закладывают это значение в регулятор скорости перемотки станка (на рис. 3 не показан), после чего ведется изготовление из заготовки 9 детали с требуемым контуром. Повышение производительности (скорости разрезания 10) происходит за счет образования кумулятивного эффекта при локальном

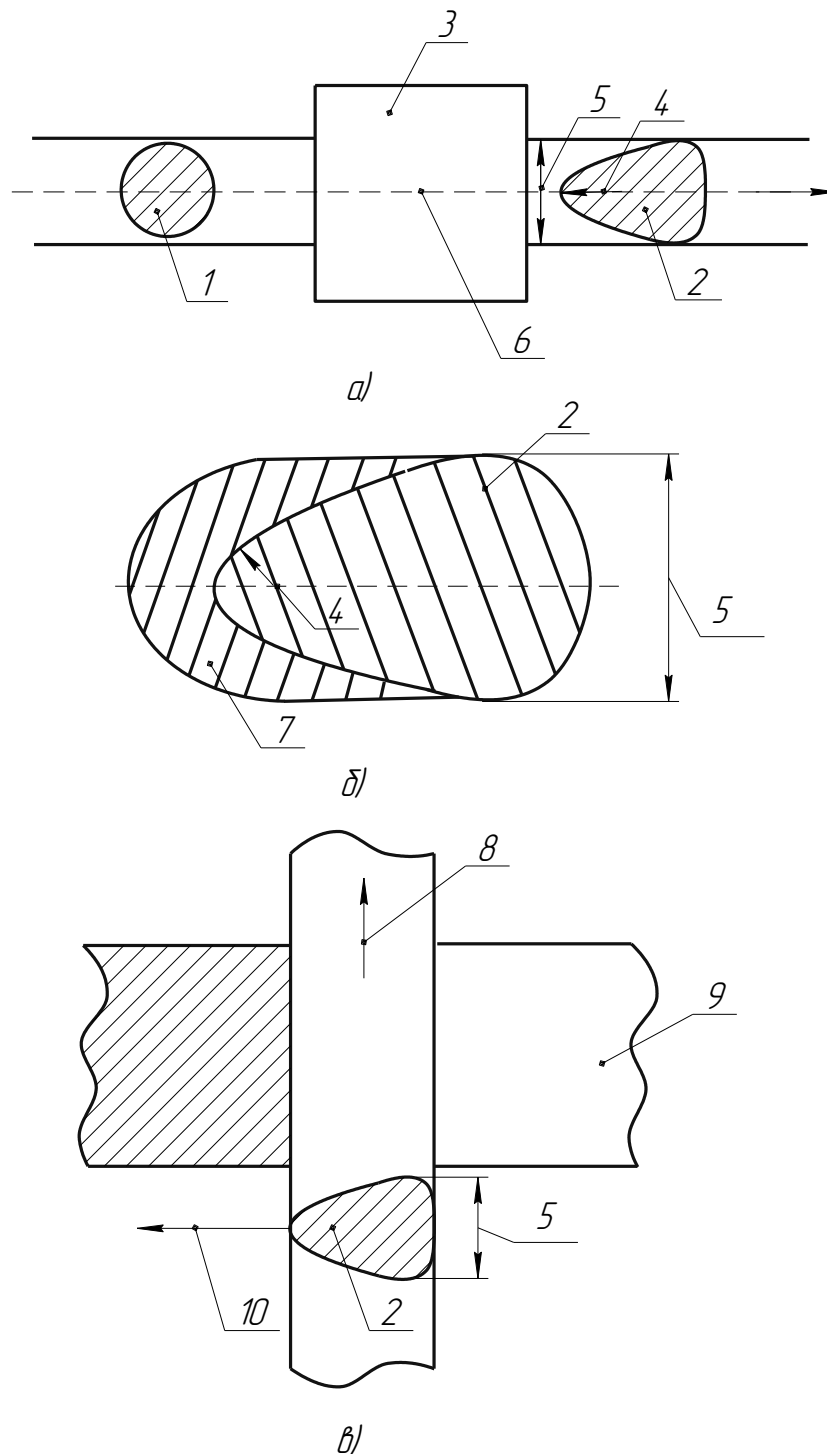


Рисунок 1 – Способ и инструмент для эрозионно-термической обработки

сгорания покрытия 7 со стороны радиуса 4 и боковых сторон электрода-инструмента относительно оси 6, где слой покрытия 7 наибольший, а с боковых сторон быстро расходуется и электроэрозионная обработка вскрытого участка зоны разрезания происходит сторонами электрода-инструмента 2 на участках с шириной 5 электродом-инструментом 2 без покрытия 7, что обеспечивает

устранение образовавшихся на первом этапе неровностей боковых участков разрезаемой заготовки 9, но практически не влияет на стабильность процесса. Если толщина разрезаемого участка заготовки 9 изменяется, то происходит изменение скорости разрезания 10 и регулятор станка изменяет скорость перемотки 8, поддерживая скорость разрезания 10 на уровне, обеспечивающем полный износ покрытия 7.

Способ апробирован при обработке пазов в детали из стали ХМ5 толщиной 22 мм, где необходимо изготовить матрицу вырубного штампа с длиной периметра 256 мм. На станке установлена новая скоба для круглой проволоки из латуни ЛС62 диаметром 0,2 мм. Берут стандартную латунную проволоку диаметром 0,3 мм и протаскивают её через фильеру с каплевидным сечением и шириной 5 (рис. 1) 0,2 мм. Формируется электрод-инструмент 2 с размером вдоль оси 6 около 0,37 мм. Наносят гальваническим методом слой цинка, защищая полукруглым элементом из фторопласта 2 участок с шириной 5 и размещая анод (цинковая платина) со стороны радиуса 4. Наносят слой с толщиной в районе радиуса 4 около 20 мкм. Проволоку и заготовку устанавливают на станок модели 4732, включают напряжение 100В и подачу около 1,5 мм/сек (скорость 8). Включают подачу в направлении резания (скорость 10) и фиксируют силу тока (около 3,75 А), при этом скорость подачи при резании 10 составляет 5,7 мм/мин. Снижают скорость (8) до 1,1 ... 1,15 мм/мин. Ток резко падает (до 1,5-1,6 А), а скорость 10 до 0,55 ... 0,6 мм/мин. Повышаем скорость до 1,2 мм/сек. Ток возрастает до 3,6-3,7 А, а скорость (8) до 5,6 ... 5,7 мм/мин. Вводим это значение в регулятор скорости перемотки станка и выполняем обработку всего контура на заготовке 9. Время обработки составило около 45 минут. При обработке на этом же станке однослойной проволокой по стандартному режиму время вырезания контура составляет около 3,7 часа, то есть в 5 раз больше. Шероховатость поверхности достигнута  $R_a = 1,25$  мкм, что в 2-2,5 раза ниже, чем при интенсивной обработке проволокой круглого сечения без покрытия. В течение времени обработки показания амперметра на станке колебались в пределах 10 %, что указывает на стабильную работу оборудования и возможность поддержания высокой скорости обработки и качества поверхностного слоя.

Полученные зависимости и геометрия покрытия рабочей части электрода применимы для профильных инструментов с переменной толщиной, изменяю-

щейся с нарастанием в сторону нерабочей части, что соответствует случаю формообразования межлопаточных каналов турбин и сопловых аппаратов.

Экспериментальные исследования производились на опытных и серийных установках, характеристика и описание которых приведены ниже. Для изучения физических явлений, происходящих в единичном электрическом импульсе, спроектирована и изготовлена установка, показанная на рис. 2.

Она, наряду с изучением физических явлений в единичном импульсе служит для подтверждения полученных теоретических зависимостей и гипотез. Установка позволяет производить эксперименты при регулировании емкости конденсаторов разрядного контура от 1,0 до 10 мкФ.

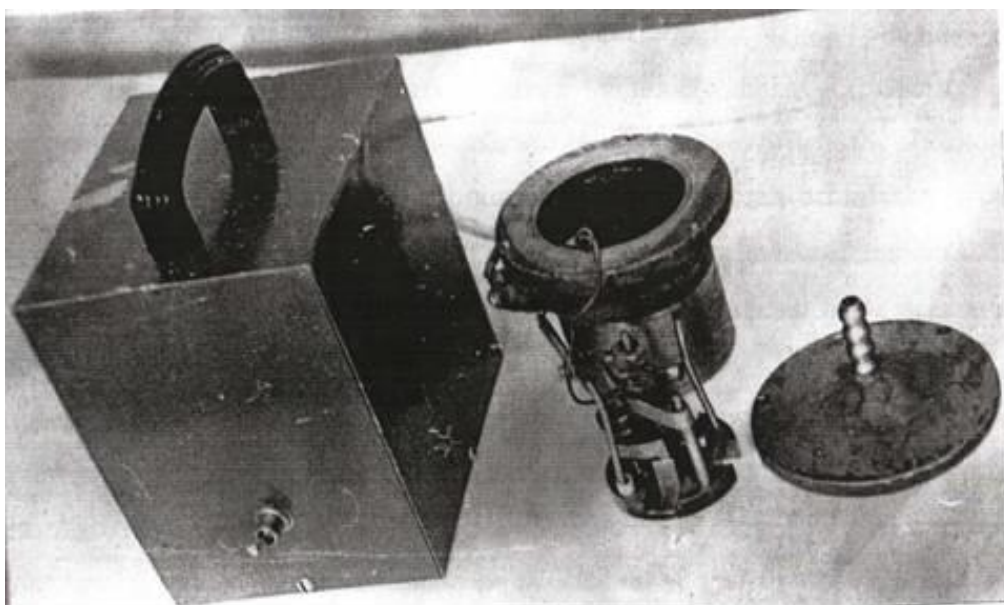


Рисунок 2 – Установка для исследования процесса с единичным импульсом

Техническая характеристика: генератор импульсов (схема) – RC; допустимые размеры обрабатываемых образцов, мм – 15×30×15; диаметр обрабатываемого электрода, мм – 5; объем рабочей камеры, см<sup>3</sup> – 600; напряжения на электродах, В – до 400.

Принципиальная схема блока питания и управления процессом представлена на рис. 3.

При использовании проволочного инструмента исследования выполнялись на установке Ажикут 100Д без модернизации (рис. 4).

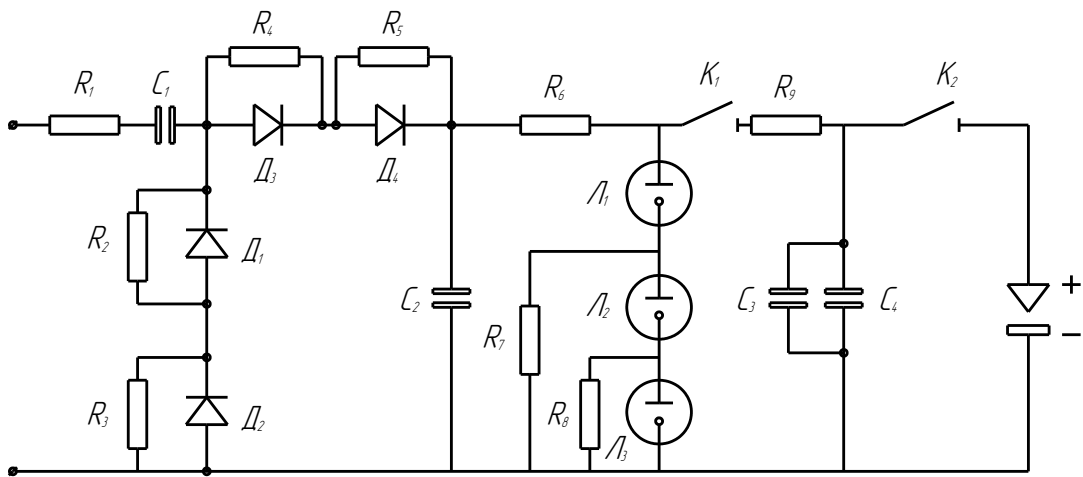


Рисунок 3 – Схема установки для получения единичного импульса



Рисунок 4 – Установка для разделения материалов проволочным электродом

Расчет времени прошивки одним электродом с толщиной покрытия 60 мкм производится с учетом износа инструмента относительно объема снятого

материала. Как оказалось эта величина близка к показателю износа меднографитовых композиций и в 5 ... 10 раз ниже по сравнению с износом латунного инструмента. На авторемонтных предприятиях могут быть созданы участки обработки лопаток турбокомпрессоров при ремонте, а также отделения прецизионных заготовок из труднообрабатываемых материалов штамповой оснастки.

Использование эрозионно-термического способа позволит повысить мощность участка (по некоторым позициям – до 10 раз), обеспечить требуемую точность и качество изделий при снижении трудоемкости операций.

#### Библиографический список

- 1 Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов: В 2 т. / Под ред. В. П. Смоленцева. Т.2, – М. : Высш. шк., 1983. – 208 с.