

ИНДУКТОРЫ ДЛЯ НАПЛАВКИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

В.П. Тимошенко

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Рассмотрены вопросы разработки конструкций индукторов для наплавки порошковых сплавов. Сформулированы основные требования, предъявляемые к индукторам. Представлены основные конструкции автоматизированных индукторов для индукционной наплавки рабочих органов почвообрабатывающих машин. Рассмотрены технологии нанесения на поверхность индукторов электроизоляционных покрытий.

Ключевые слова: индукционная наплавка, технологическое оборудование, генератор, способ наплавки, индуктор, токопровод, электроизоляционное покрытие.

INDUCTOR FOR SURFACING OF WORKING BODIES OF THE SOLID-PROCESSING MACHINES

V.P. Tymoshenko

The Altai state technical university of I.I. Polzunov, Barnaul

The problems of the development of structures of inductors for welding powder alloys. The basic requirements for the inductors. The representation basic design of automated inductors for induction surfacing rabosneeze organs of tillers. The technology applied to the top of in-ductors insulating coatings.

Keywords: induction welding, process equipment, a generator, a way of surfacing, inductor conductive, electrically insulating coating.

На энергоёмкость и производительность процесса наплавки, а также качество наплавляемой детали большое влияние оказывают индукторы. Конструкция индуктора разрабатывается или выбирается исходя из способа нагрева, формы, размеров наплавляемой детали, объема производства, уровня механизации и т.д. [1, 2].

В настоящее время имеется большое число конструкций наплавочных индукторов. Однако постоянно увеличивающаяся номенклатура деталей, непрерывное совершенствование процесса требуют тщательной подборки или разработки специальных индукторов, совершенствования технологии их изготовления.

Тип индуктора иногда определяет конструкцию средств механизации процесса. Так, для ускорения процесса и уменьшения его энергоёмкости уменьшают зазор между ветвями индуктирующего провода. Но при этом увеличивается вероятность замыкания ветвей индуктора с наплавляемой деталью из-за её термического коробления при продольном пе-

ремещении. Во избежание этого предусматривается поперечный ввод детали в индуктор. А это требует усложнения конструкции линий за счет механизма поперечной подачи, что тоже нежелательно.

При непрерывно–последовательном способе наплавки высокочастотный генератор работает на одних и тех же стабилизированных режимах, а различная интенсивность нагрева деталей достигается конструкцией индуктора. Этого, например, можно достигнуть переменной шириной ветвей индуктора. Для увеличения интенсивности ввода теплоты на начальной стадии наплавки ширина ветвей в зоне входа детали в индуктор делается меньше, чем при выходе. Разная ширина обеспечивает различную интенсивность нагрева в отдельные моменты (при прохождении нагреваемых участков детали относительно ветвей индуктора). Такие же условия нагрева при непрерывно–последовательном способе наплавки можно получить, используя индукторы с переменным зазором между верхней и нижней их ветвями.

При непрерывно–последовательном способе наплавки из-за вибрации движущихся деталей, воздействия электромагнитных сил на частицы твердого сплава происходит ссыпание шихты на нижнюю ветвь индуктора. Постепенно накапливаясь, шихта увеличивает вероятность электрического замыкания наплавляемой детали с индуктором, что приводит к электрическому пробое и выходу его из строя. Для уменьшения вероятности накопления шихты на индукторе в этом случае конструкция индуктора выполняется таким образом, что его верхняя ветвь выступает над нижней со стороны движения деталей на 50...100 мм (рисунок 1).

Лемеха плоскореза, долота, лемеха предплужника в поперечном сечении упрочняемого участка имеют неравномерное сечение (в большинстве случаев в виде клина). По длине упрочняемого участка это сечение сохраняется постоянным или изменяется незначительно. Такие детали целесообразно наплавлять также непрерывно–последовательным способом. Для наплавки этих деталей верхняя и нижняя ветви индукторов выполняются параллельными либо с наклоном относительно друг друга (рисунок 2).

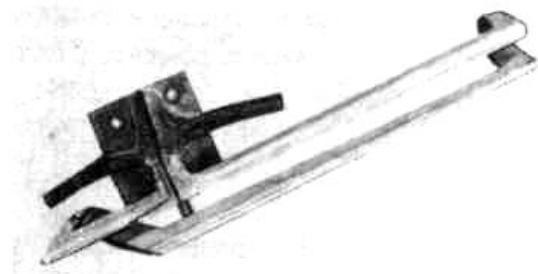


Рисунок 1 – Индуктор с выступающей верхней ветвью

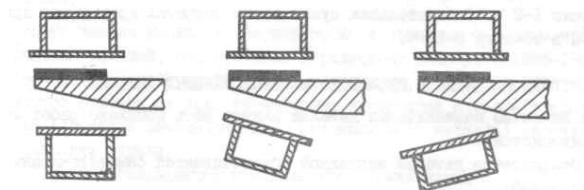


Рисунок 2 – Расположение ветвей индуктора относительно детали

Выбор конкретной формы расположения ветвей зависит от конструктивных и геометрических параметров деталей, толщины наплавки, типа применяемого ВЧ генератора и других факторов.

Наиболее сложной для индукционной наплавки деталью является долотообразный лемех (рисунок 3). Это объясняется тем, что он имеет переменное сечение в зоне наплавки как в продольном, так и в поперечном сечениях. Это затрудняет нанесение слоя наплавочной шихты одинаковой толщины и обеспечения равномерного нагрева по всей длине лемеха.

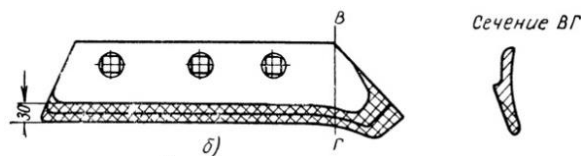


Рисунок 3 – Конструкция долотообразного лемеха

Индукционную наплавку долотообразных лемехов производят в основном в однопетлевых индукторах (рисунок 4) вручную с настройкой генератора на максимальную мощность. Контроль за ходом процесса осуществляют визуально.

Исследование кинетики нагрева лемехов в этих индукторах [3, 4] показало, что из-за различной толщины основного металла, а, следовательно, и различного теплоотвода нагрев лезвия и долота (сечение ВГ) лемеха осуществляется с различной скоростью.

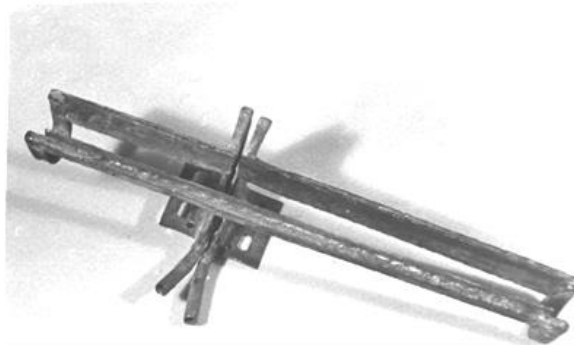


Рисунок 4 – Однопетлевой индуктор

В момент достижения поверхностью долота лемеха температуры плавления твердого сплава температура поверхности лезвия оказывается выше на 200...250°C. В результате шихта оплавляется неравномерно. Наплавленный слой на долоте достигает только стадии неполного сплавления. При интенсивном нагреве возможно оплавление заготовки со стороны обратной наплавляемой.

Представленная на рисунке 4 конструкция индуктора не обеспечивает качества наплавленного слоя при упрочнении долотообразного лемеха.

С целью увеличения тепловложения в долото лемеха была испытана конструкция индуктора с дополнительной ветвью (рисунок 5).

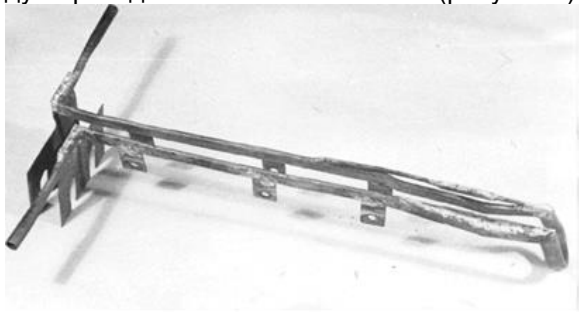


Рисунок 5 – Индуктор с дополнительной ветвью

Дополнительная ветвь расположена в зоне нагрева долота лемеха и предназначена для нагрева не наплавляемого объема металла долота. Это производится для того, чтобы уменьшить теплоотвод от наплавляемого участка долота в тело лемеха. Для увеличения эффективности работы на дополнительную ветвь устанавливаются П-образные ферриты. Применение дополнительной ветви с ферритами позволило уменьшить разницу в скорости нагрева лезвия и долота и улучшить качество наплавки. Однако стабильных результатов при наплавке опытной партии лемехов такой индуктор не дал. К его недостаткам также следует отнести усложнение конструкции за счет применения ферритов.

Наилучшие результаты показал индуктор с несколькими параллельными ветвями активных токопроводов. Конструкция индуктора с несколькими параллельными ветвями активных токопроводов различной длины и одинаковым направлением тока по одну сторону упрочняемой поверхности представлена на рисунке 6.

Такая конструкция индуктора позволяет компенсировать тепловые потери при неравномерном теплоотводе за счет того, что в каждой ветви индуктора протекает различный ток, обусловленный их различным сопротивлением.

Применение индуктора с параллельными ветвями для наплавки долотообразных лемехов позволило значительно уменьшить разницу температур на долоте и на лезвии, что в сочетании с регулируемым тепловложением

[3, 4] позволило значительно улучшить качество и сократить время наплавки с 60 с по ранее применявшейся технологии до 37 с.

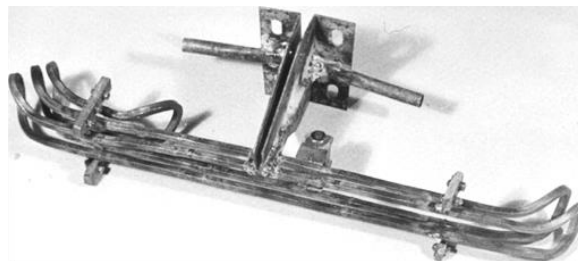


Рисунок 6 – Индуктор с несколькими параллельными ветвями активных токопроводов

К.П.Д. индуктора в значительной степени зависит от конструкции узла его крепления к нагрузочному контуру генератора (см. рисунок 6). Токоподводящие шины должны иметь максимально возможное сечение и сближены на минимальное расстояние. Для этого между шинами устанавливается изолятор и производится их стяжка болтами.

На качество работы индукторов во многом влияет технология их изготовления. Индукторы изготавливаются из красной меди в виде трубок, листов и полос. Профилирование трубок часто производят волочением через фильеры. В этом случае трубки необходимо отжигать при температуре 800...820°C. При нескольких протяжках необходимо делать повторный отжиг. Отжигать следует профилированные трубки также перед гибкой. Если отжига не производят, то в трубках из-за наклепа образуются трещины, которые выявляются на последующих операциях изготовления индукторов и становятся причиной течи воды в процессе эксплуатации. Соединение токоведущих частей производится сваркой медью или пайкой латунью.

Некачественная сварка также часто является причиной появления течи в процессе работы. Поэтому желательно иметь минимальное число сваренных стыков.

Для повышения эффективности и ресурса работы индукторов их рабочие части изолируются, например, асбестом с последующей пропиткой жидким стеклом. Но такая изоляция имеет низкую механическую прочность.

Известен способ плазменного напыления огнеупорного порошка. Но он тоже неэффективен применительно к индукторам для наплавки.

Лучшие результаты показали покрытия, полученные плазменным или газодетонационным напылением.

В качестве высокотемпературного электроизоляционного материала применяются окись алюминия, двуокись циркония и окись магния. Наименее дефицитной является окись алюминия, имеющая температуру плавления 2040°C и хорошие электроизоляционные свойства. У индукторов с таким покрытием имеется возможность уменьшить почти на треть рабочий зазор, в котором находится наплавляемая деталь. Это позволяет увеличить тепловложение в деталь и в конечном итоге сократить время наплавки на 10...12%. Такие покрытия выдерживают даже короткое замыкание индуктора с наплавляемой деталью.

Более эффективным является нанесение комбинированного изоляционного покрытия. Изготовленный индуктор разделяют на две половины. Вначале газодетонационным напылением наносят покрытие на внутренние поверхности ветвей индуктора, а после сварки половинок индуктора производят плазменное покрытие сварных стыков, криволинейных участков и наружных поверхностей. Изоляционное покрытие увеличивает ресурс индуктора в несколько раз.

Однако данный способ нанесения изоляции должен выполняться на специальном оборудовании, которого у большинства заводов нет. Кроме того, для нанесения покрытия на активные части индуктора его необходимо разрезать, а после нанесения покрытия сваривать. При этом не всегда удастся сохранить его первоначальную форму. Последующая доводка индуктора гибкой в ряде случаев приводит к нарушению защитного покрытия.

Наибольшей простотой и возможностью применения на любом заводе обладает способ нанесения защитного покрытия окунанием.

На очищенную пескоструйкой поверхность индуктора окунанием наносят слой суспензии, состоящей из огнеупорного пылевидного наполнителя в жидком стекле. Далее индуктор обсыпают огнеупором более крупной фракции и высушивают. Процесс повторяют до получения покрытия требуемой толщины. Окончательная сушка всего покрытия проводится при 70...90°C в течение 5...10 ч. Этот способ прост в исполнении, не требует использования дорогостоящего технологического оборудования для нанесения покрытия и хорошо зарекомендовал себя при использовании в заводских условиях.

Список литературы

1. Немков В.С., Демидович В.Б. Теория и расчет устройств индукционного нагрева.— Л.: Энергоатомиздат, 1988.
2. Немков С.С. Расчет плоских индукторов с магнитопроводами на основе магнитных схем замещения // Сб. Электрические процессы и установки.— Чебоксары, 1984.— С. 60-65.
3. Тимошенко В.П., Боль А.А., Лесков С.П. Программирование режимов индукционной наплавки долотообразных лемехов // Автоматическая сварка.— 1988.— № 10.— С. 73-74.
4. Тимошенко В.П., Королев Н.В. Индукционная наплавка лемехов с регулируемым тепловложением // Сварочное производство.— 1987.— № 10.— С. 22.