

---

## ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРЕДОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДУГОВОЙ ШТИФТОВОЙ ПАЙКИ ДЛЯ УСТАНОВКИ ВЫВОДОВ КАТОДНОЙ ЗАЩИТЫ



А.Н. Филиппов

г. Москва

Нефтеперерабатывающие заводы и нефтехимические производства являются большими металлоемкими объектами, имеющими в своем составе подземные и наземные трубопроводы нефти, газа и нефтепродуктов, тепловые сети, крупные резервуары и т.д. Все эти объекты подвержены атмосферным и подземным коррозионным процессам. Поэтому защита от коррозии строится на применении катодной защиты.

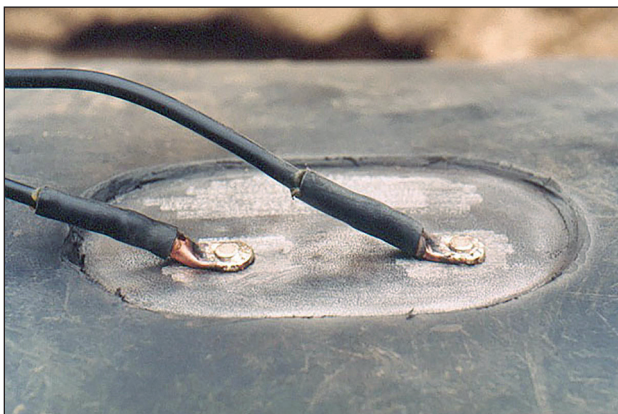
При использовании катодной защиты требуется установить электропроводную связь между защищаемым объектом, катодной станцией, электродом сравнения, контрольно-измерительным пунктом и анодным заземлителем. Традиционно для установки кабелей выводов электрохимической защиты используется две технологии: электродуговая приварка и термитная сварка. Эти способы относятся к металлургическим и в процессе применения осуществляют локальный нагрев рабочей поверхности до температур выше границы эвтектоидного превращения. Проходящие в зоне термического влияния процессы перекристаллизации нарушают исходную кристаллическую структуру защищаемой поверхности, что может впоследствии привести к образованию хрупких структур и коррозионных дефектов.

Традиционные способы требуют обеспечения персонала средствами индивидуальной защиты, в процессе работы выделяют достаточно большое количество сварочных дымов. Наличие осадков в виде тумана, дождя или снега также ограничивают условия проведения работ по коррозионной защите.

Наша компания предлагает новую для России технологию, но широко используемую во всем мире — дуговую штифтовую пайку (pinbrazing). Технология дуговой штифтовой пайки применяется для установки выво-

дов электрохимической защиты на трубопроводы и резервуары, кабелей заземления оборудования и сооружений, разнообразных электрических переключек, анодных выводов (рис. 1).

Первоначально технология была изобретена в компании AGA в 50-х годах прошлого века, а в 1988 г. была существенно усовершенствована,



**Рис. 1.** Внешний вид выводов ЭХЗ при дуговой штифтовой пайке



**Рис. 2.** Аппарат для автоматической пайки ЭКОНЕКТ

образовавшейся тогда компанией «Safetrack Vaavhammar AB». В 2010 г. компания «Safetrack» выпустила на рынок новое поколение полностью автоматизированного аппарата ECONECT. В 2012 г. были успешно проведены квалификационные испытания технологии и аттестационные испытания оборудования и материалов для пайки в ООО «Газпром ВНИИГАЗ». С начала 2019 г. наша компания приступает к выпуску аналогичного по характеристикам оборудования в России. В настоящий момент готовится первая пробная партия, предназначенная для аттестации в системе НАКС (см. рис. 2).

В качестве расходных материалов используются специальные патроны для пайки, керамические изоляторы и кабельные наконечники. Также имеются подвиды патронов с резьбовой частью и специальные патроны для пайки проводников малого сечения (рис. 3).

Патрон для пайки состоит из цилиндрической латунной части на конце которой находится капсюль с флюсом и припоём. Припой имеет рабочую температуру 650—670 °С (рис. 4).

Керамический изолятор выполняет вспомогательные функции: обеспечивает защиту области пайки от внешнего воздействия, минимизирует световое излучение от электрической дуги в момент пайки, не дает расплескиваться припою при окончании пайки (рис. 5).

Дуговая штифтовая пайка представляет собой технологию пайки



**Рис. 3.** Внешний вид при дуговой штифтовой пайке различными типами патронов

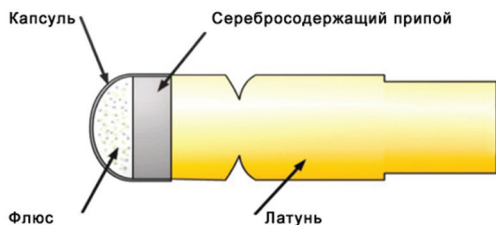


Рис. 4. Схема устройства патрона для пайки

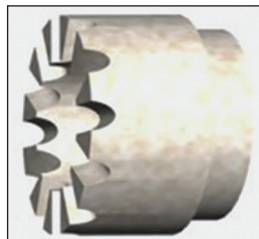


Рис. 5. Керамический изолятор

с применением серебрясодержащего припоя, который расплавляется электродуговым разрядом. Технологический процесс состоит из четырех основных этапов:

1. Подготовка места пайки шлифованием до чистого блестящего металла. При этом должны быть удалены любые загрязнения, ржавчина, следы масла и т.п.

2. Подготовка оборудования. На этом этапе производится подключение кабелей к аппарату, установка в пистолет патрона для пайки и керамического патрона, подготовка устанавливаемого кабеля обжатием кабельного наконечника и размещение магнитного заземляющего устройства.

3. Непосредственно процесс пайки. Подготовленный пистолет для пайки устанавливают в отверстие кабельного наконечника и плотно прижимают к рабочей поверхности, нажимают на спуск пистолета и ожидают окончания пайки в течение 1—2 с. Далее необходимо выждать еще несколько секунд для окончательной кристаллизации припоя, после чего убрать пистолет из зоны пайки.

4. Окончание пайки заключается в отбивании небольшим молотком выступающей латунной части патрона, очистке прилегающей поверхности от налета паяльного флюса и испытании соединения.

Установка кабельного вывода ЭХЗ вместе с подготовительными операциями занимает около 1—2 мин и, как результат, получается прочное соединение, обладающее следующими особенностями:

- низкое переходное сопротивление (около  $5 \mu\Omega$ );
- высокая коррозионная стойкость за счет использованного припоя;
- высокая прочность соединения при испытаниях на сдвиг (от 100 МПа и выше).

Дуговая штифтовая пайка обладает массой положительных характеристик по сравнению с другими применяемыми методами:

- работа производится в любых погодных условиях (наличие осадков не влияет на результат);
- температурный диапазон применения составляет от  $-20$  до  $+40$  °С;
- работа осуществляется в любом пространственном положении (включая потолочное);
- на действующем газопроводе возможно применение при толщине стенки от 4 мм и диаметре газопровода от 42 мм;
- минимальная площадь сечения вывода ЭХЗ 2,5 мм<sup>2</sup>;
- расходные материалы пригодны к использованию даже после длительного хранения;
- электронная система разряда обеспечивает контроль за разрядом электрического тока с минимальным вложением тепла в паяное соединение;

#### Технологические и эксплуатационные характеристики используемых технологий

Характеристика	Метод		
	Ручная дуговая сварка	Термитная сварка	Дуговая штифтовая пайка
Операционное время	3	3	5
Прочность соединения	5	4	5
Переходное сопротивление	5	5	5
Температурное влияние на рабочую поверхность	1	2	5
Окружающая среда	2	2	4
Безопасность персонала	2	1	5
Погодные условия	2	1	5
Гибкость технологии (простота использования)	3	3	5
Экономичность	5	4	4
Мобильность оборудования	4	5	5
<b>Всего баллов</b>	<b>34</b>	<b>30</b>	<b>47</b>

- оборудование обеспечивает высокий уровень безопасности, напряжение питания оборудования составляет 36 В, имеется встроенная защита от удара током;
- технология проста в использовании;
- малый вес оборудования (всего 9,8 кг) обеспечивает высокую мобильность.

Если свести в таблицу основные технологические и эксплуатационные характеристики используемых технологий и оценить их по пятибалльной шкале, то мы получим результат, говорящий сам за себя — наилучший выбор для установки электропроводящих кабелей в области катодной защиты за технологией дуговой штифтовой пайки.

Опыт использования показывает, что применение технологии дуговой штифтовой пайки более экономично при использовании от 300—400 установок, с большим числом паяк экономическая эффективность только возрастает.

Общемировой опыт применения технологии очень широк. В России оборудование за прошедшее время применялось практически на всех крупных проектах ПАО «Газпром» — «Сахалин-1», «Сахалин-2», «Северный поток» и «Северный поток-2», «Сила Сибири», «Турецкий поток».