

проектов, наилучшим образом использовать накопленный производственный опыт, сократить трудоемкость и освободить инженера-технолога от рутинных операций для решения творческих задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Надежность и ремонт машин / Под ред. В.В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – 775 с.
2. Батищев А.Н., Голубев И.Г., Лялякин В.П. Восстановление деталей сельскохозяйственной техники. – М.: Информагротех, 1995.
3. Общетехнический справочник / Под общ. ред. Е.А. Скороходова. – 4-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 1990.
4. Черноиванов В.И. Организация и технология восстановления деталей машин. – М.: Агропромиздат, 1989.
5. Калянов Г.Н. CASE. Структурный системный анализ (автоматизация и применение). - М.: Лори, 1996.
6. Марка Д.А., МакГоэн К. Методология структурного анализа и проектирования. – М.: МетаТехнология, 1993.
7. Горин С.В., Тандоев А.Ю. Применение CASE-средства Erwin 2.0 для информационного моделирования в системах обработки данных // СУБД. – 1995. – № 3.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ВОДОРОДНО-КИСЛОРОДНОЙ СВАРКИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

А.И. Сидашенко, канд. техн. наук, профессор; Т.С. Скобло,
д-р техн. наук, профессор; А.А. Науменко, ассистент
XITUСХ
(г. Харьков, Украина)

Modernization of the equipments of oxy-hydrogen welding for parts restoration

In this article there is some information about equipments for oxy-hydrogen welding and explained its modernization for parts restoration.

При техническом обслуживании техники, оперативном восстановлении деталей важно иметь надежное и эффективное оборудование.

На кафедре «Ремонт машин» Харьковского государственного технического университета сельского хозяйства была создана установка (рис. 1) для получения водородно-кислородной смеси [1]. Она относится к устройствам для производства гремучего газа, получаемого при электролизе воды, и может быть использована при сварке и резке металлов, однако не может быть использована для восстановления деталей напылением из-за относительно низкой температуры пламени. Такие установки эффективны как в стационарных, так и в полевых условиях эксплуатации.

Устройство для получения гремучего газа содержит электролизер с пакетом последовательно установленных электродов, между которыми расположены электроизоляционные прокладки (рис. 2). Питание устройства осуществляется от сети 220 В.

Получаемый в результате электролиза гремучий газ накапливается в напорной емкости, создавая избыточное, по сравнению с атмосферным, давление. Из напорной емкости, проходя через осушитель, гремучий газ по шлангам поступает к потребителю.

Данное устройство имеет два явных недостатка. Во-первых, большая масса (около 80 кг), что затрудняет транспортировку, хранение, обслуживание и, во-вторых, при перекрытии проходного сечения газовой аппаратуры расход гремучего газа уменьшается, а его образование в электролизере продолжается. Это приводит к повышению давления внутри устройства сверх допустимого. Вследствие этого возможна разгерметизация электролизера или его аварийное разрушение.

В настоящей работе усовершенствовано устройство для получения гремучего газа, обеспечивающее повышение надежности и безопасности эксплуатации устройства путем отключения питания электрическим током при повышении давления внутри него сверх допустимого, а также уменьшения массы электролизера за счет изменения размеров электродных пластин и изменения объема подающего газа через горелку.

Поставленную задачу решали таким образом: крайний электрод соединили с отрицательным полюсом блока питания и выполнили его в виде жестко закрепленной по периметру электроизоляционными прокладками мембранны. С внешней стороны крайнего электрода расположили контактную группу, которая обеспечивает возможность кинематического взаимодействия с электродом. Эта

группа является элементом электрической цепи управления процессом электролиза.

Предложенное техническое решение позволило поддерживать рабочее давление газа в электролизере в заданных пределах, независимо от его расхода. Для сохранения стабильности давления, при котором происходит размыкание контактов в течение всего срока службы устройства, контактную группу рекомендовано располагать у крайнего электрода, соединенного с отрицательным полюсом, подводимого к электролизеру постоянного тока. На положительном полюсе электрода при электролизе выделяется кислород, который окисляет его рабочую поверхность, в связи с чем изменяется его жесткость и происходит размыкание контактов.

По сравнению с ранее разработанной нами моделью установки, в новой использован электролизер с электродными пластинами, площадь которых уменьшена на 50% (в предыдущей модели она составляла $0,05 \text{ м}^2$, в модернизированной – $0,025 \text{ м}^2$). При этом пластины уменьшили за счет радиаторной части. Рабочая площадь электролов значительно не изменилась (в предыдущей модели была равной $0,0153 \text{ м}^2$, в модернизированной – $0,0121 \text{ дм}^2$), т.е. количество газа, производимое электролизером, снизилось всего лишь на 20%, что практически не повлияло на качество работы установки. Вырабатываемого газа вполне достаточно для осуществления нагрева деталей, сварки и их восстановления напылением и наплавкой при условии использования нового типа горелки.



Рис. I. Внешний вид водородно-кислородной установки

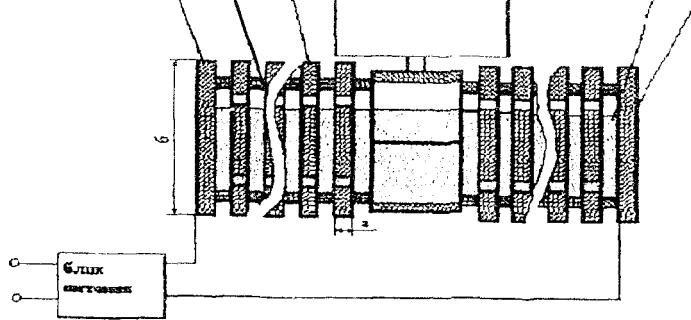


Рис. 2. Схема устройства для получения гремучего газа: 1 – электродные пластины, 2 – прокладки, 3 – напорная емкость, 4 – осушитель, 5 – электролит, 6 – электроды; а – толщина пластин; б – высота пластин

Преимущество данного способа получения сварочного пламени очевидно. Газ начинает выделяться с момента включения установки, т.е. не требуется никаких затрат времени на подготовку к работе. Установка безопасна, так как не содержит больших объемов газа, работает на дистиллированной воде. Затраты отсутствуют, поскольку не требуется расхода традиционных газов. Конструкция установки защищена патентом Украины [2].

Одним из отличий при использовании водородно-кислородных газогенераторных установок для восстановления деталей напылением является то, что давление газов в шлангах, а соответственно, скорость их истечения в горелке небольшая по сравнению с ацетиленно-кислородным пламенем. Поэтому процесс подсоса порошка из бункера горелки ГН-2 происходит очень плохо или вообще не происходит. Чтобы решить эту проблему, удалили жиклер из канала подачи кислорода. Разработанная горелка обес печивает параметры напыления, приведенные в таблице 1.

Таблица 1. Характеристика разработанного оборудования

Основные параметры	Показатель
1. Производительность при напылении порошком, кг/ч	1,3 – 1,8
2. Дистанция напыления, мм	190 – 210
3. Вместимость бункера для порошка, см ³	150
4. Коэффициент использования порошка, %	85 – 95
5. Расход газовой смеси, м ³ /ч	0,8 – 1,2
6. Максимально допустимая толщина качественно наносимых покрытий, мм	3

Уменьшение радиаторной части повлекло за собой повышение температуры в электролизере. Это недопустимо и может приводить к закипанию электролита.

Одним из основных показателей работоспособности устройства является температура электролита. При повышении температуры сверх допустимой будет повышаться влагосодержание газовой смеси, а при недостаточно прогревом электролите требуется больше энергии на получение газа, так как сопротивление электролизера больше [3 – 5,7]. Энергетический баланс электролизера оценивали следующим выражением [6]

$$W_{\text{под}} - W_{\text{эл}} - W_{\text{отв}} = C\Delta t, \quad (1)$$

где $W_{\text{под}}$ – подводимая энергия (кДж); $W_{\text{эл}}$ – энергия, расходуемая на электролиз (кДж); $W_{\text{отв}}$ – отводимая энергия, превращающаяся в тепло (кДж); C – теплоемкость электролизера (кДж/К); Δt – изменение температуры электролита.

Из этого выражения видно, что устройство достигнет рабочей температуры в момент, когда Δt будет равно нулю. Оптимальная рабочая температура электролизера около 70°C. Рассмотрим более подробно составляющие приведенной зависимости.

$$W_{\text{под}} = IUt, \quad (2)$$

где I – ток, А; U – напряжение, В; t – время, с.

Напряжение разложения раствора NaOH на электродах при комнатной температуре с образованием газообразных H₂ и O₂ в качестве продуктов электролиза составляет 1,69 В. Минимальное напряжение, при котором возможен процесс электролиза, – 1,48 В. Так как в предложенном электролизере количество ячеек на единицу меньше, чем количество электродных пластин, то для расчета энергии, расходуемой на электролиз, получим:

$$W_{\text{эл}} = 1,48(n-1)I\tau \text{ (кДж)}, \quad (3)$$

где n – количество электродов, шт.

Так как КПД процесса электролиза составляет около 70%, то 30% всей подаваемой энергии будет превращаться в тепловую. В момент, когда электролизер выйдет на рабочий режим, расход тепла на нагрев электролизера прекратится, т.е. вся тепловая энергия будет передаваться в атмосферу. Большая часть тепла отводится через стенки ребер вместе с вырабатываемым газом и парами воды. Для расчета отводимой энергии, превращающейся в тепло, получаем

$$W_{\text{отв}} = W_{\text{газом}} + W_{\text{пар}} + W_{\text{оп}}, \quad (4)$$

где $W_{\text{оп}}$ – теплоотвод через стенки ребер в случае конвективного теплообмена.

Так как охлаждение электролизера происходит за счет конвективного или принудительного теплообмена с окружающей средой, то расчет теплоотвода через стенки ребер оценивали согласно зависимости Ньютона

$$W_{\text{оп}} = \alpha F(t_{\text{оп}} - t_{\text{окр}})\tau, \quad (5)$$

где α – коэффициент теплоотдачи при конвективном теплоотводе, $\alpha=8 \div 11 \text{ Вт}/\text{м}^2$; $t_{\text{оп}}$ – средняя температура поверхности ребер, $^{\circ}\text{C}$; F – площадь ребер и других теплоотводящих поверхностей (м^2); $t_{\text{окр}}$ – температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$.

При испарении жидкости необходимая тепловая энергия (температура испарения) соответствует теплоте парообразования.

$$W_{\text{пар}} = g_n V \Delta t, \quad (6)$$

где $W_{\text{пар}}$ – тепловая энергия, уносимая с паром.

$$g_n = 0,805 \frac{P}{P - p} (\text{кг}/\text{м}^3),$$

где g_n – влагосодержание водяных паров; V – производительность электролизера; P – давление в электролизере; p – упругость водяных паров; t – удельная теплота парообразования.

$W_{\text{газ}}$ – теплоотвод с вырабатываемым газом оценим, как

$$W_{\text{газ}} = C_p m t, \quad (7)$$

где m – масса вырабатываемого гремучего газа; C_p – теплоемкость вырабатываемого газа.

На основании этих зависимостей разработана специальная программа расчета энергетического баланса электролизера. Разработанная программа расчета на ЭВМ позволяет моделировать процесс и исследовать влияние каждого из параметров на эффективность работы установки. Согласно расчетам определяли оптимальные па-

раметры: толщину и размер электродных пластин, толщину прокладок, количество электродных пластин, а также величину тока, подаваемого на электролизер.

Для того чтобы определить влияние одного из параметров на энергетический баланс электролизера, подставляли его значения в разработанную программу, оставив остальные неизменными (табл. 2).

Таблица 2. Основные конструкторско-технологические параметры электролизера

Параметр	Значение показателя		
	минимальное	среднее	максимальное
1. Количество электродных пластин, шт.	70	110	150
2. Размер электродных пластин, м	0,14x0,14	0,2x0,2	0,25x0,25
3. Толщина электродных пластин, мм	0,1	0,8	1,5
4. Зазор между пластинами, мм	0,8	2	3,2
5. Сила тока, А	1	8	15

Для того чтобы рабочая температура электролизера не превышала допустимую (около 70 °С) увеличили эффективность его охлаждения. Для этого в корпусе установки смонтировали кожух, который направляет поток поступающего в установку воздуха на электролизер и стимулирует поток огибать радиаторную часть электродов.

Корпус установки выполнен герметично с выходным отверстием, на котором установлен вентилятор, работающий на отсос воздуха. Производительность вентилятора 260 м³/ч, что создает поток воздуха, достаточный для поддержания нужной температуры.

В результате проведенных исследований по нанесению покрытий газопламенным напылением на усовершенствованной установке с использованием водородно-кислородного пламени была установлена возможность оперативно изменять соотношение компонентов рабочей газовой смеси (водорода, кислорода, углеводородных добавок) при использовании ЭВГ. Это позволило снизить до минимума окисление порошка и поверхности детали, а следовательно, обеспечить требуемое качество покрытия и прочность его

сцепления с подложкой. Применение разработанного оборудования и технологии нанесения покрытий позволяет исключить необходимость в дорогостоящем баллонном хозяйстве, карбиде кальция, ацетиленовых генераторах, что способствует экономии материальных и трудовых ресурсов, улучшению условий труда и уменьшению загрязненности окружающей среды, так как конечным продуктом при сжигании водородно-кислородной смеси является вода.

Незначительное количество добавляемых в водородно-кислородную смесь углеводородов (1:100 по объему) обеспечивает более высокую реакционную способность этой смеси по сравнению с ацетилено-кислородной, обуславливает уменьшение диаметра и длины факела пламени, что позволяет сократить расстояние между срезом ствола горелки и поверхностью детали и значительно снизить вследствие этого потери напыляемого материала. Кроме того, факел пламени малого диаметра расширяет технологические возможности процесса, так как способствует получению весьма узкой (ширина до 3 мм) зоны обработки, что недостижимо при использовании ацетилено-кислородного пламени.

Анализом установлено, что качество покрытий, полученных при газопорошковой наплавке на водородно-кислородной и ацетилено-кислородной смесях, практически одинаково. Разработанный технологический процесс восстановления деталей с применением водородно-кислородной смеси может оперативно использоваться в любых условиях, в том числе и полевых, при обслуживании сельскохозяйственной техники.

Благодаря уменьшению размеров электродов масса установки сократилась приблизительно на 18 кг, а ее себестоимость снизилась почти на 20 %. К данной модели установки разработан новый тип горелки, рекомендуемый к использованию при нанесении восстанавливающих покрытий распылением порошковых материалов.

Преимущество данного вида получения сварочного пламени очевидно. Газ начинает выделяться с момента включения установки, т.е. не требуется никаких затрат времени на подготовку к работе. Установка безопасна, так как не содержит больших объемов газа, работает на дистилированной воде. Заграты отсутствуют, поскольку не требуется расхода традиционных газов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент Украины на изобретение № 426 от 15 февраля 1993 года.
2. Патент Украины на изобретение № (УА) С25В9/00 от 15 января 2003 года.
3. Якименко Л.М. и др. Электролиз воды. -- М.: Химия, 1984.
4. Якименко Л.М. Производство водорода, кислорода, хлора и щелочей. -- М.: Химия, 1981.
5. Корж В.Н., Дыхно С.Л. Обработка металлов водородно-кислородным пламенем. -- Киев: Техника, 1985.
6. Ильюхин М.С., Сидоренков Ф.Т. Основы теплотехники. -- М.: Агропромиздат, 1987.
7. Россошинский А.А. и др. Установка для импульсной газопламенной пайки микроизделий / Институт электросварки им. Е.О. Патона. -- Киев, 1976.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ, ВОССТАНОВЛЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫМИ КОМПОЗИЦИЯМИ

Г.Ф. Марьян, д-р техн. наук

ГАУМ

(г. Кишинев, Республика Молдова)

Technological maintenance of accuracy of details of agricultural engineering restored by polymeric compositions

There are considered the questions of maintenance of geometrical precision of details of agricultural engineering restored by polymeric compositions. The features of account of a total error for details restored by a method of pressing with and without use of the subsequent machining are resulted. On the basis of experimental researches are established the theoretical law of distribution of stability of geometrical parameters of details restored by a hybrid polymeric composition on a basis polyamide and epoxy, and also the basic reasons influencing on accuracy of restoration are revealed.

Высокое качество восстановления деталей сельскохозяйственной техники в значительной степени определяется технологическими мероприятиями, направленными на обеспечение геометричес-