



ТЕХНОЛОГИИ ОБМАНА: СВАРОЧНЫЕ АППАРАТЫ ММА

ТЕХНОЛОГИИ ОБМАНА: сварочные аппараты ММА

Сварка штучным электродом на просторах бывшего СССР имеет традиционное отечественное название - Ручная Дуговая Сварка, или сокращенно РДС. В западном мире и среди соотечественников, приступивших к освоению этого оборудования не так давно, распространено англоязычное название ММА (от Manual Metal Arc – в буквальном переводе «ручная дуговая сварка металлов»). Речь идет абсолютно об одном и том же процессе.

Китайская промышленная революция сделала сварочное оборудование доступным для сотен миллионов людей с точки зрения цены. А применение инверторных технологий резко снизило уровень требований к уровню подготовки сварщика и к мощности источника электропитания. В итоге со второй половины нулевых годов мировой рынок инструмента потряс настоящий бум сварочного оборудования. В первую очередь, ММА: не менее 9 из 10 аппаратов, приобретаемых в розницу в нашей стране, относятся именно к ручной дуговой сварке штучным электродом. Сегодня сварочный аппарат еще

не сравнялся по распространенности с молотком или дрелью, но уже точно превзошел некоторые виды электроинструмента и другого традиционного оборудования для строительства и ремонта. Тем не менее, разбираться в этом непросто оборудовании потребители лучше не стали. Чем беззащитнее пользуются недобросовестные розничные торговцы и даже отдельные производители и импортеры.

Неодинаковый одинаковый сварочный ток: один варит, другой нет

ЧЕМ БОЛЬШЕ СВАРОЧНЫЙ ТОК, ТЕМ ЛУЧШЕ?

Одной из немногих характеристик сварочного аппарата, в которых потребители разбираются хорошо (или думают, что разбираются), является диапазон сварочного тока. Причем главной является именно верхняя граница диапазона. Даже не искушенному в электрических процессах человеку понятно, что чем больше сила тока, выдаваемая аппаратом, тем лучше. По крайней мере,

тем легче будет идти сварочный процесс.

ВЫБИРАЕМ ИНВЕНТОР С МАКСИМАЛЬНЫМ СВАРОЧНЫМ ТОКОМ? ЗАЧЕМ?

Зерно разумного в таком предположении есть, но в целом оно ошибочно. Любой продавец в магазине сварочного оборудования пояснит, что чем выше сила максимального тока, тем больше диаметр электрода, который можно использовать с данным аппаратом. Подбор типа и диаметра электрода зависит от многих параметров, но непрофессиональным сварщикам для стали обычно рекомендуют электроды АНО-21 или МР-3 из расчета диаметра «1 к 1»: чтобы диаметр электрода приблизительно был равен толщине свариваемого металла. Отсюда и выбор аппарата по току: ориентировочно 40А сварочного тока на 1 мм диаметра электрода. Еще раз, обе эти «методики» расчета – и диаметра электрода, и тока, требуемого для работы им – очень неточные. Зато просты и доступны для человека с ограниченным опытом или вообще без него. Именно ими, а не справочными таблицами, пользуется большинство обученных продавцов в профильных магазинах.

И вот покупатель определился с решением: будет варить электродом до 4,0 мм включительно. Значит, аппарат нужен, чтобы выдавал 160А сварочного тока. В магазин пришли 2 соседа по дачам. Один берет «по-минимуму» - аппарат на 160А. Второй с запасом – на 200А. Благо, разница в цене незначительна. Производитель первого заявляет, что аппарат справится с электродом до 4,0 мм, второго – до 5,0 мм.

Оба покупателя остаются довольными до того момента, пока решают попробовать свои аппараты в деле на электродах 4,0 мм. И вот тут вдруг обнаруживается удивительный сюрприз: поочередно подключаемые к одному и тому же источнику питания, аппарат с пределом в 160А 4,0-мм электрод «тянет». А аппарат с заявленным пределом в 200А 4,0-мм электрод поджигает, но дугу вести не дает – сразу обрывает. Про 5,0-мм электрод и говорить нечего. Расстроенный покупатель идет в сервисный центр, где его аппарат ставят на стенд и наглядно демонстрируют, что тот выдает даже больше заявленных 200А. Может, все 250А. Так что к аппарату претензий быть не может, и

проблемы нужно искать где-то еще: в источнике электропитания, используемых электродах или вообще в том месте, откуда руки растут. Как же такое возможно???

Почему инвертор на 160 А варит 4 мм электродом, а другой инвертор на 200 А не варит таким же электродом?

Точно так же, как при игре в перстки или обмене валюты с рук. Хотя иногда у поставщика оборудования нет умысла обмануть покупателя. Возможно, выдача менее мощного оборудования за более мощное происходит вследствие элементарной безграмотности. Но нередко, если верить менеджерам китайских заводов, это прямое указание российских (а также украинских, азиатских, ближневосточных, африканских и многих других) импортеров.

Оптимальный режим работы при сварке штучным электродом подразумевает ведение электрода на расстоянии от поверхности свариваемого металла, приблизительно равном диаметру электрода. (Точно выдерживать это расстояние, конечно, невозможно, но с опытом получается неплохо). Для поддержания дуги, т.е. перетекания электрического тока, требуется электрическое напряжение. И не какое-нибудь, а строго определенное. Рабочее сварочное напряжение регламентируется отечественными и международными стандартами. Оно должно составлять:

$$U_{св} = 20 + 0,04 * I_{св},$$

где $I_{св}$ – сварочный ток.

Несложно подсчитать, что для тока 160А сварочное напряжение должно составлять 26,4В, а для тока 200А – 28В. Практически на любом сварочном аппарате ММА можно обнаружить табличку, обычно отпечатанную прямо на корпусе, где обязательно указаны эти два показателя – сварочного тока (I_2) и сварочного напряжения (U_2). Увы, не факт, что они отражают действительные возможности аппарата. Также как данные в техническом паспорте, на упаковке, ценнике, в описании в Интернете и т.д.

**ЗАКОНЫ ФИЗИКИ
ДЛЯ СВАРКИ.
Считаем не только
номинальный ток, но и
сварочное напряжение**

Именно тот максимальный ток, для которого сварочный аппарат способен обеспечить предписываемое стандартом сварочное напряжение, и является его фактическим максимальным током. Иначе этот показатель называют **максимальным номинальным током** сварочного аппарата,

или просто **номинальным током** аппарата. Так что, если ваш аппарат «не тянет» электрод, проверить нужно не только выдаваемый им сварочный ток, но и выдаваемое при этом сварочное напряжение.

Если последнее недотягивает до положенного по стандарту уровня пару вольт, аппарат расчетным электродом варить будет. Электрод придется вести ближе к свариваемому металлу, т.е. поддерживать более короткую дугу. Это неудобно и чревато произвольным «чирканьем». Но все-таки для опытного сварщика не смертельно – шов положить получится, хотя и не без мучений. При сварочном напряжении ниже 20 Вольт вести 3-4 мм электродом дугу не удастся в принципе. Она будет разрываться при попытке минимально приподнять электрод над поверхностью металла.

«Зачем же так делать аппараты?» - наивный вопрос. Чтобы сэкономить на комплектующих. Чаще всего с умыслом привлечь покупателя, выдавая менее мощный аппарат за более мощный. Ведь величина номинального тока сварочного аппарата всецело зависит от характеристик источника питания и его собственной мощности. А собственная мощность определяется мощностью основных компонентов самого аппарата: высокочастотного трансформатора, конденсаторов, транзисторов, реле. Естественно, чем мощнее компонент, тем дороже.

Если мощности источника питания недостаточно для обеспечения выходной мощности аппарата, то, конечно, даже самая добросовестная комплектация аппарата ситуацию не спасет. Однако если в аппарат вставлены компоненты, не способные обеспечить заявленную мощность на выходе, то тут уж возможности источника питания ни при чем. Хотя к гидроэлектростанции подключай, а повысь мощность на выходе не удастся. Но... можно изменить параметры схемы аппарата так, чтобы при достижении предела выходной мощности аппарата ток еще можно было бы увеличить. За счет чего? За счет дальнейшего снижения сварочного напряжения, естественно. По стандарту положено: $160А * 26,4В = 4,24кВт$. А можно эту же мощность разложить по-другому: $200А * 21,2В = 4,24кВт$. Вот и получится,

что в первом случае аппарат на 160А – это действительно аппарат на 160А. Он и электрод 4,0 мм будет плавить нормально. Во втором случае аппарат на 200А в действительности рассчитан на меньший номинальный сварочный ток. На какой именно, можно выяснить экспериментальным путем, одновременно замеряя сварочный ток и сварочное напряжение.

Неодинаковый одинаковый сварочный ток-2, или Вольт-амперная характеристика (ВАХ)

**ВАХ...ВАХ...
ХАРАКТЕРИСТИКИ**

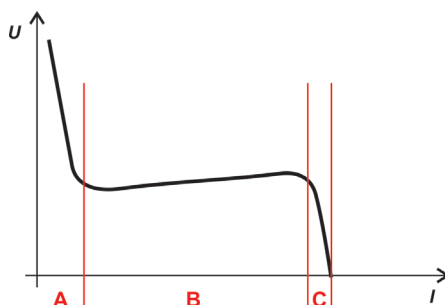
Сложновато? Если нет, то об этом же еще более сложно, зато наглядно. Я имею ввиду вольт-амперные характеристики аппаратов, а если точнее, параметров выдаваемой ими сварочной дуги (это не одно и то же, но для простоты понимания будем считать, что одно).

Режим обеспечения аппаратом сварочного тока и соответствующего сварочного напряжения обеспечивается только в определенном диапазоне выдаваемого сварочного тока. Этот диапазон называется рабочим диапазоном сварочного тока аппарата – на рис. соответствует отрезку «В». В пределах этого диапазона сварочное напряжение с изменением сварочного тока изменяется незначительно – по упомянутой выше формуле $20 + 0,04 * I_{св}$. Получается, что разница между сварочными токами 160А и 200А составляет 40 ампер. В то же время разница между сварочными напряжениями, соответствующими этим токам, - всего 1,6 вольта.

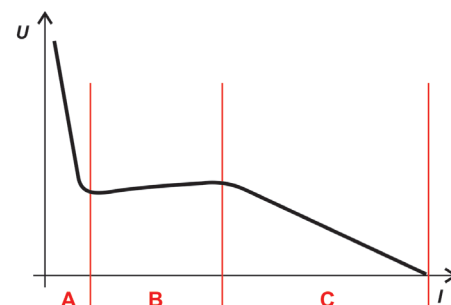
А что лежит в диапазоне ниже минимальной и выше максимальной границ сварочного тока?

На токах ниже минимальной границы рабочего диапазона (отрезок «А» на диаграммах ВАХ выше) сварочное напряжение значительно превышает требуемое стандартом. Этот участок соответствует очень важному этапу сварочного процесса – поджигу сварочной дуги. Чем выше напряжение до момента возникновения дуги, тем легче ее поджиг. Как только дуга зажглась, напряжение

Круто падающая или "штыковая" вольт-амперная характеристика аппарата



Полого падающая вольт-амперная характеристика аппарата





снижается до рабочего.

Гораздо интереснее поведение сварочной дуги различных аппаратов за пределами верхней границы диапазона рабочих токов (на диаграмме выше отрезок «С»). Падающий отрезок ВАХ начинается с номинального тока аппарата. Эта точка на диаграмме соответствует достижению максимума мощности аппарата. Дальнейшее увеличение сварочного тока может достигаться только за счет одновременного снижения сварочного напряжения. Кульминацией роста тока аппарата является момент «втыкания» электрода в свариваемый металл. Т.е. короткое замыкание электрода на свариваемый металл. При прямом контакте сопротивление минимально, и ток достигает максимума.

У одних аппаратов диапазон рабочих токов узкий – ток короткого замыкания незначительно превосходит номинальный ток аппарата. О таких аппаратах говорят, что вольт-амперная характеристика у них крутопадающая, или «штыковая» (левая диаграмма). У других аппаратов по достижении предела рабочего диапазона ток продолжает расти, но сварочное напряжение падает. Чем выше ток, тем ниже сварочное напряжение. О таких аппаратах говорят, что вольт-амперная характеристика у них полого падающая (правая диаграмма).

Если посмотреть на проблему с мощничеством на мощности аппаратов с точки зрения вольт-амперных характеристик, получается, что недобросовестные (реже неграмотные) производители и импортеры конструируют аппараты с полого падающей характеристикой, выдавая их нерабочий диапазон токов за рабочий. Т.е. выдавая менее мощные аппараты, рассчитанные на меньшие номинальные сварочные токи, но с полого падающей характеристикой, за более мощные аппараты, рассчитанные на большие сварочные токи.

На приводимом выше изображении двух ВАХ, схематически выполненном автором в «детском» редакторе Paint Brush без претензий на какую-либо точность, тем не менее, видно, что штыковая ВАХ слева принадлежит более мощному аппарату, чем полого падающая ВАХ справа. Номинальный сварочный ток у аппарата с ВАХ, приведенной слева, выше. Но ток короткого замыкания у полого падающей ВАХ справа значительно выше. Такая картина соответствует описанному в начале примеру, когда аппарат на 160А способен варить электродом 4,0 мм, а аппарат «на 200А» нет.

**Функции
ARC-FORCE
HOT-START
Реальность или блеф?**

**Фокус-покус:
«автоматическая» функция**

форсирования дуги Arc-Force

Применение электроники позволяет делать оборудование «умным». Инженеры научили сварочные инверторы предугадывать некоторые типовые проблемы сварщика в процессе работы и помогать, компенсируя ошибки человека. Так прямой контакт электрода со свариваемым металлом приводит к режиму короткого замыкания, сопровождающемуся увеличением силы тока. Причин короткого замыкания может быть несколько, но почти все они «лечатся» схожими средствами.

На определенных режимах возможна ситуация, когда капля с электрода в буквальном смысле зависит между электродом и металлом, соединяя их и вызывая таким образом короткое замыкание. «Лечится» проблема кратковременным увеличением тока, усиливающим ее расплавление. Увеличение тока происходит по-любому – см диаграммы ВАХ выше. Но получается, что у аппарата со «штыковой» ВАХ ток возрастает не сильно. Зато у аппарата с полого падающей ВАХ – значительно. Это увеличение тока при коротком замыкании электрода на металл многие производители благородно называют «автоматической функцией форсажа дуги». Автоматическое – это всегда удобнее, правда?

Неправда. При работе на определенных токах ток короткого замыкания аппарата с полого падающей ВАХ действительно может давать эффект вполне добросовестного форсажа дуги. Но, если его не корректировать, на других токах он может быть вреден и даже вызывать прожигание более тонкого металла. Все зависит от того, насколько ВАХ пологая, т.е. насколько ток короткого замыкания превышает номинальный ток аппарата. Естественно, производители аппаратов с «автоматической» функцией форсажа дуги никогда не указывают, на каких рабочих токах их «автоматика» помогает, а на каких вредит.

Признаком наличия на аппарате настоящей функции форсирования дуги Arc-Force является ручка, регулирующая силу набрасываемого при срабатывании Arc-Force тока. Если же на панели управления в гордом одиночестве красуется лишь ручка регулировки силы тока, то Arc Force либо отсутствует (для аппаратов с круто падающей ВАХ), либо «автоматический» (см. выше).

Все то же самое в полной мере относится к функции горячего поджига Hot Start. Hot Start - та же функция Arc Force, только не при натягивании расплавленной капли, а при касании металла электродом для поджига дуги.



Ручка силы
сварочного тока

Ручка форсирования
тока Arc Force

Не древние, но мифы: об энергетической эффективности

Мощность на выходе всех сварочных аппаратов при одинаковом сварочном токе одинакова:

Рвых=Iсвар*Uсвар,

Для сварочного тока 160А
получается:

$$\mathbf{Р_{вых}=160А*(20+0,04*160)=4,24кВт}$$

Но это на выходе - после тепловых потерь. КПД современных сварочных инверторов в большинстве случаев лежит в диапазоне 0,8-0,9. Для разных токов и температуры окружающей среды КПД одного и того же аппарата будет немного отличаться. Можно взять среднее значение – 0,85.

Также нужно учитывать, что сварочный инвертор перерабатывает в дугу не 100% потребляемого от сети тока. Подобно электродвигателям, часть тока он возвращает в сеть, не используя. Т.е. его коэффициент мощности, он же «косинус фи», не равен 1, а лежит в диапазоне также 0,8-0,9. Среднее можно взять тоже 0,85.

Формула расчета требуемой мощности источника питания для определенного значения сварочного тока:

$$\mathbf{Р_{полн}=Iсвар*Uсвар /0,85/0,85}$$

Для сварочного тока 160А
получается:

$$\mathbf{Р_{полн}=(160А*(20+0,04*160)/0,85) /0,85=5,85кВА}$$

Обратите внимание, что полная мощность измеряется в Вольт-Амперах (ВА), а не в Ваттах (Вт).

Решив данное уравнение в обратном порядке, получим, что он от обычной 16-амперной розетки 230 вольт можно



варить током до 110 ампер, что с некоторой натяжкой позволит работать электродом 3,0 мм.

Хорошо, что «..варит от 100В!». Но насколько хорошо?

Занижение нижнего порога напряжения питания распространено не столь широко, как завышение номинального тока. Этот параметр очевиден для любого потребителя, и его легко проверить. Скорее, имеет место умолчание второй части правды: какой номинальный ток аппарат выдает при пониженном входном напряжении.

МЫ ВАРИМ ОТ 100 В. А ЕСТЬ ТАКИЕ... ЧТО ВАРЯТ ОТ НУЛЯ?

При уровне входного напряжения ниже расчетного, снижается потребляемая, а с ней и выходная мощность сварочного аппарата. Соответственно, существенно снижается его номинальный ток.

Существует 2 пути инженерного решения проблемы пониженного напряжения питания. Первый: изменение схемы и параметров штатных компонентов аппарата. В первую очередь, коэффициента трансформации высокочастотного трансформатора. Второй способ – добавление блока корректировки входного питания. Наибольшее распространение получила установка т.н. блоков PFC (Power Factor Correction – в буквальном переводе «корректировки фактора мощности»). Второй способ заметнее сказывается на стоимости, зато позволяет работать от более низкого напряжения.

Приобретая аппарат для эксплуатации в условиях заведомо пониженного напряжения, недостаточно сравнить уровень ожидаемого напряжения питания с заявленным производителем минимальным порогом напряжения питания аппарата. Нужно разобраться, какой максимальный ток будет при таком входном напряжении выдавать аппарат. Иначе может получиться, что аппарат от обещанного пониженного уровня работает, вот только сварочный ток выдает бесполезно малый. К сожалению, лишь единицы производителей указывают номинальный ток для своих аппаратов для различных уровней пониженного напряжения.

Пользователям также нужно помнить, что на любом аппарате, даже оборудованном цифровым дисплеем, выставляемое значение силы сварочного тока – расчетное для стандартного напряжения 230 вольт. При пониженном напряжении реально выдаваемый ток будет ниже показываемого аппаратом значения.

ПВ – ПН. РАБОЧИЙ ЦИКЛ 100%. КАК И ЧЕМ МЕРЯТЬ?

ПВ, он же ПН или Рабочий цикл – все согласно стандартов. Разных стандартов.

Отношение времени, которое аппарат в течение контрольного периода выдает заданный ток, к этому самому контрольному периоду, называется рабочим циклом аппарата или, иначе, полезным временем (ПВ). Еще иногда – продолжительностью нагрузки (ПН).

ПВ указывается в %. Обычно указывается сварочный ток, на котором аппарат имеет данный показатель ПВ. Например, «120А-90%» означает, что при работе током 120А данный аппарат может выдавать ток 90% времени, и только 10% остывать. Естественно, чем ближе ток к номиналу аппарата, тем быстрее аппарат греется. Т.е. тем ниже показатель ПВ. Если ПВ указан без упоминания силы тока, значит, данный ПВ соответствует режиму номинального тока аппарата. Так показатель ПВ «30%» для аппарата с диапазоном сварочного тока 10-160А означает, что при рабочем токе 160А данный аппарат будет варить 30% времени, а 70% остывать.

Вроде бы все понятно. Но... Существуют различные методики измерения ПВ. И в отличие от единых для всего мира стандартов соответствия сварочного тока и сварочного напряжения дуги, методики измерения ПВ отличаются принципиально. Один и тот же аппарат по разным методикам получит совершенно разный процент ПВ!

Знакомьтесь: самые распространенные методики измерения ПВ сварочного аппарата – европейская, китайская и советская.

Европейская. Подразумеваются условия испытаний, описанные в европейском стандарте EN60974-1. При температуре окружающей среды 40С аппарат включают на заданный сварочный ток и засекают, сколько он непрерывно проработает до первого отключения. Полученный результат относят к 10-минутному отрезку времени. Если за эти 10 минут термозащита так и не сработала (и аппарат при этом не сгорел), значит, рабочий цикл аппарата на этом токе равен 100%.

Методика фирмы Telwin. Ее же в наши дни можно с полным правом назвать китайской. Итальянский концерн Telwin оказал колоссальное влияние на развитие китайских производителей. Кроме схем аппаратов, в Китае по достоинству оценили и предложенную итальянским производителем методику измерения ПВ аппаратов. При температуре 20С аппарат не просто нагружают сварочным током, но гнут реальные электроды. При этом учитывается не непрерывное время работы до первого отключения, а суммарное рабочее

время сварки за 10 минут. Естественно, показатель ПВ по методике TELWIN получается значительно (до 2 раз) выше, чем при следовании методике EN60974-1. Сама компания TELWIN при указании ПВ по своей методике уточняет это, добавляя «Telwin» после процентного показателя. Замеряющие ПВ по ее методике китайские производители таких подробностей не указывают.

Российская, она же советская. ГОСТ претерпел ряд редакций, в частности - ГОСТ Р МЭК 60974-1-2004. Условием отечественной методики является обязательное доведение аппарата до режима срабатывания защиты перед началом измерений. Т.е. сначала вводят в режим интенсивной эксплуатации, и только потом производят замеры. Для аппаратов ручной дуговой сварки отечественная методика предусматривает измерения в течение 5 минут, а не 10.

Характерно, что ГОСТ Р МЭК 60974-1-2004 в обязательном порядке относится лишь к сварочному оборудованию промышленного и профессионального назначения и – цитирую – «Стандарт не распространяется на источники питания для ручной дуговой сварки с ограниченным режимом эксплуатации, которые проектируются преимущественно для эксплуатации непрофессионалами». Вероятно, именно этим обстоятельством объясняется не только слабая распространенность отечественной методики, но и свобода трактовки показателя ПВ производителями и импортерами.

И все-таки, какой цикл работы можно считать подходящим? По оценкам специалистов, опубликованных в открытых источниках, реальный цикл работы сварщика ручной дуговой сварки не превышает 20%. Причем эти 20% времени не являются непрерывным отрезком. Более 80% времени уходит на перемещения, контроль уложенного шва, сбив шлака, замену электрода и др. Так что даже ПВ 30%, замеренного по китайской методике, практически любому сварщику при не очень жаркой погоде будет достаточно – простаивать в ожидании охлаждения аппарата не придется. Если же данный показатель критичен, то лучше не сверять показатель ПВ аппаратов разных марок, а купить аппарат, рассчитанный на более высокий номинальный ток. У него ПВ на том же токе будет точно выше.

Вывод!
НЕ ОБМАНИ СЕБЯ САМ.
• СПРОСИ ИЛИ ОТВЕТЬ НА ПРАВИЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
• КУПИ ИЛИ ПРОДАЙ ТО, ЧТО ДЕЙСТВИТЕЛЬНО НУЖНО

А пока ценники реальных и виртуальных магазинов пестрят различными впечатляющими показателями ПВ. И чинные продавцы объясняют неопытным покупателям преимущества больших циферок над маленькими.

Автор: Юрий Шклярский