

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Академик В. П. НИКИТИН

**МЕТОД СВАРКИ МЕТАЛЛОВ С РАЗДЕЛЕННЫМИ
ПРОЦЕССАМИ ПЛАВЛЕНИЯ**

В существующих способах сварки плавлением, как известно, используется единый источник тепла (электрическая дуга, газовое пламя и т. п.) для двух различных тепловых процессов: подготовки основного металла и расплавления присадочного металла. При этом регулирование указанных тепловых процессов независимо друг от друга невозможно. Неизбежным следствием этого является жесткая зависимость в распределении тепла между основным и присадочным металлом. При сварке, например, электрической дугой распределение тепла таково, что основного металла подготавливается к сварке больше, чем может быть приготовлено присадочного металла. Особенно это сильно сказывается при больших значениях сварочного тока и больших скоростях перемещения дуги, когда около 60% тепловой энергии выделяется на основном металле и расходуется на процесс проплавления. Последнее обстоятельство заставляет в ряде случаев ограничивать проплавление путем уменьшения скорости перемещения дуги, т. е. ограничивать производительность сварки и применять более низкие режимы сварки.

Кроме того, сварка плавлением, как один из способов соединения металлов, успешно осуществляемый для однородных металлов, естественно, не исчерпывает всех задач соединения разнородных металлов, представляющего большой практический интерес при современном развитии техники. К таким вопросам следует отнести все увеличивающееся разнообразие применяемых в машиностроении металлов и деталей с биметаллическими поверхностями (износоустойчивыми, режущими, жароупорными, антикоррозийными и т. п.), а также широкое применение неметаллических материалов в сочетании с металлами.

В 1941 г. у автора зародилась идея разделить тепловые процессы подготовки основного и присадочного металла, сделать подготовку и подачу последнего сколь угодно большой и независимой от источника тепла, ведущего подготовку основного металла. Эта идея была осуществлена в Секции по научной разработке проблем электросварки и электротермии Академии Наук СССР в последующие годы путем создания нового метода соединения металлов с разделенными процессами плавления.

Сущность нового метода заключается в следующем: концентрированный источник тепла разогревает и оплавляет на заданную глубину поверхность основного металла. Одновременно в приготовленную таким образом в основном металле ванну расплавленного металла подается непрерывной или прерывистой струей расплавленный в особом плавильном устройстве жидкий присадочный металл, который полностью заполняет шов.

В этом методе могут быть использованы применяемые при промышленном нагреве источники тепла — электрическая дуга, газовое пламя, токи высокой частоты и их различные сочетания. Установки, работающие по этой схеме, в зависимости от условий, определяемых областью применения, могут быть осуществлены в различных модификациях.

Как следует из принципиального описания метода, установка должна состоять из трех основных узлов.

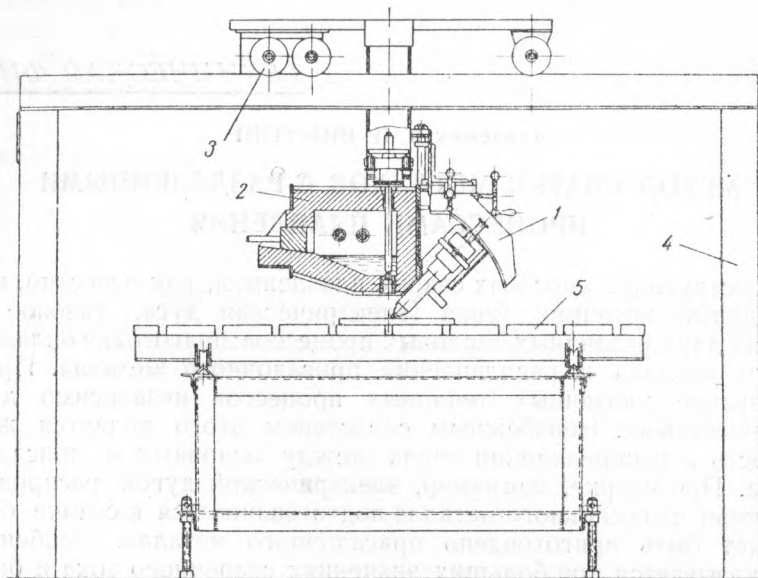


Рис. 1

1. Устройства для подготовки основного металла, которое, в зависимости от источников питания, может быть осуществлено в виде автоматической головки с угольным или металлическим электродом, атомно-водородной горелки, горелки с газовым пламенем или индукционным нагревателем.

2. Устройства, подающего в место соединения присадочный металл — металлосборник, который может осуществляться в двух принципиально отличных схемах: первая предусматривает приготовление присадочного металла в отдельной плавильной печи, причем на металлосборник возлагаются функции хранения запаса при соблюдении постоянства состава и заданной температуры и подача присадочного металла в точно дозированных количествах; вторая схема предусматривает совмещение в металлосборнике приготовления и подачи присадочного металла, в этом случае плавильная печь отсутствует.

3. Станка, осуществляющего перемещение либо автоматической головки, либо изделия.

В качестве примера, где полностью был осуществлен новый метод с разделенными процессами плавления, может служить одна из первых экспериментальных установок, где источником тепла, расплавляющим кромки шва и создающим жидкую ванну в его основании, служила электрическая дуга уголь — железо. Режим дуги подбирается так, чтобы при заданной линейной скорости дуги вдоль шва обеспечить расплавление кромок шва на глубину, обеспечивающую сплавление основного и присадочного металла. Присадочный металл для заполнения разделки шва подается к месту соединения в жидком состоянии из особого устройства — металлосборника. Расход жидкого металла регулируется в зависимости от размеров шва и линейной скорости перемещения дуги

В этой схеме значительная доля тепловой энергии вводится при невысоком температурном потенциале в основной металл жидким присадочным металлом, предварительно расплавленным в плавильном устройстве, и только тепловая энергия для проплавления основного металла вводится при высоком температурном потенциале электрической дуги. В обычных способах сварки температуры проплавленного и наплавленного металлов одного порядка и весьма высоки. Следовательно, при соединении металлов с разделенными процессами плавления средняя максимальная температура нагрева элементов основного металла будет ниже, благодаря чему значительно снижается скорость охлаждения. Последнее, как показывает анализ процесса распространения тепла в условиях сварки, должно благоприятно влиять на ход металлургических процессов и структурные, фазовые и объемные изменения в металле.

Возможность управления тепловым состоянием соединяемых металлов позволяет осуществить все переходные формы процесса соединения от пластического до жидкого, расплавленного состояния материалов. Это обстоятельство открывает новые возможности соединения не только разнородных металлов, но и неметаллических материалов между собой.

На рис. 1 представлен общий вид установки, основными узлами которой являются:

1. Автоматическая головка с угольным электродом для подготовки основного металла.

2. Металлосборник, подающий в место сварки присадочный металл.

Автоматическая головка и металлосборник подвешены к тележке, перемещающейся по рельсам портала над рабочим столом.

Установка рассчитана для работы токами до 3000 А при скорости до 300 м/ч. и расхода присадочного металла до 250 кг/ч.

Принципиальная электро-кинематическая схема головки представлена на рис. 2. Графитовый электрод зажимается в электрододержателе 1, представляющем стержень с винтовой нарезкой и двумя продольными шпоночными канавками. Электрододержатель 1 проходит через втулку 3 с двумя шпонками и гайку 2. Последние через червячные передачи приводятся во вращение от электродвигателей 4 и 5. Электродвигатель 4 включен на напряжение дуги, и скорость его вращения меняется в зависимости от изменения этого напряжения.

Электродвигатель 5 включен на постоянное напряжение генератора и, следовательно, вращается с постоянной скоростью. При одинаковой скорости вращения электродвигателей 4 и 5 гайка 2, сквозь которую проходит электрододержатель 1, вращаемый посредством шпонок втулкой 3, вращается в ту же сторону и с той же скоростью, что и электрододержатель, следовательно, электрододержатель продольного перемещения не имеет, а лишь вращается с некоторой постоянной скоростью. При возникновении разности в скоростях вращения электрододержатель получает продольное перемещение, направление и скорость которого определяются знаком и величиной этой разности. При увеличении напряжения на дуге (зажигание дуги, обгорание электрода, погасание дуги) электродвигатель 4, а следовательно, и

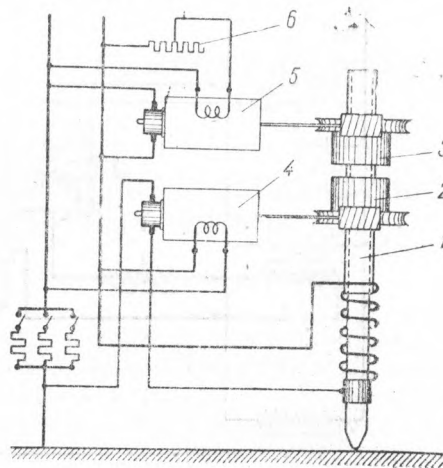


Рис. 2

гайка 2 будут вращаться с большей скоростью, нежели электродвигатель 5 и втулка 3, электрододержатель 1 будет перемещаться вниз.

При уменьшении напряжения на дуге электродвигатель 4 отстает, электрододержатель получает перемещение вверх. Электрический ток подводится к электроду через трубчатый, охлаждаемый водой соленоид и медную втулку. Соленоид создает аксиальное магнитное поле, заставляющее дуговой поток вращаться, описывая, примерно, коническую

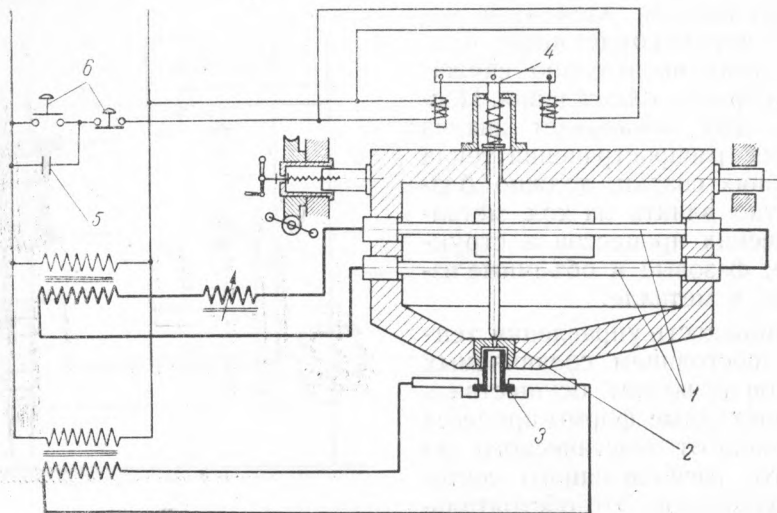


Рис. 3

поверхность с вершиной конуса на конце электрода. Благодаря этому дуга не подвергается „выдуванию“ от воздействия собственного магнитного поля. Кроме того, вследствие вращения дуги увеличивается площадь анодного пятна, а следовательно, и площадь ванны расплавленного металла.

Схема металлосборника представлена на рис. 3.

Обогрев металлосборника осуществляется при помощи двух элементов сопротивления 1. Разливочное устройство 2 металлосборника снабжено стаканом с выпускным отверстием малого диаметра, дозирующим расход жидкого металла.

Стакан обогревается также элементом сопротивления 3. Отверстие стакана закрывается стопором, приводимым в действие электромагнитным приводом 4, но имеется также и ручной привод. Для правильной установки металлосборника относительно головки он может перемещаться в некоторых пределах вдоль своей горизонтальной оси, вокруг нее и перпендикулярно к ней. Значительный интерес в элементах конструкции металлосборника представляет разливочное устройство, обеспечивающее равномерную подачу присадочного металла при заданном расходе и температуре в ванну расплавленного металла, подготовленную дугой автоматической головки. В настоящее время, в результате проведенной работы*, освоена разливка цветных и твердых сплавов через отверстия от 1,4 мм и выше и стали от 2,5 мм и выше. Управление работой всей установки полностью автоматизировано.

Поступило
12 III 1947

* В работе участвовали научные сотрудники А. П. Дубровский, Б. Н. Панов, Г. М. Тиходеев и Д. Н. Полубояринов.