



М.В. Мельник

## ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ПО ВОПРОСАМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ СВАРКИ В АГРОПРОИЗВОДСТВЕ

*В статье изображены основные виды сварки, применяемые при производстве сельскохозяйственной техники, а также при ремонте машин, оборудования животноводческих ферм и восстановлении разрушенных деталей сельскохозяйственных машин. Приведены технические данные по применению основных видов сварки, используемых на предприятии ОАО «Бобруйскагромаш» (ручная дуговая, контактная и полуавтоматическая сварка в среде углекислого газа). В качестве примера приведен экономический эффект при изменении (модернизации) технологического процесса сварки (замена сварочной электродной проволоки, защитного газа).*

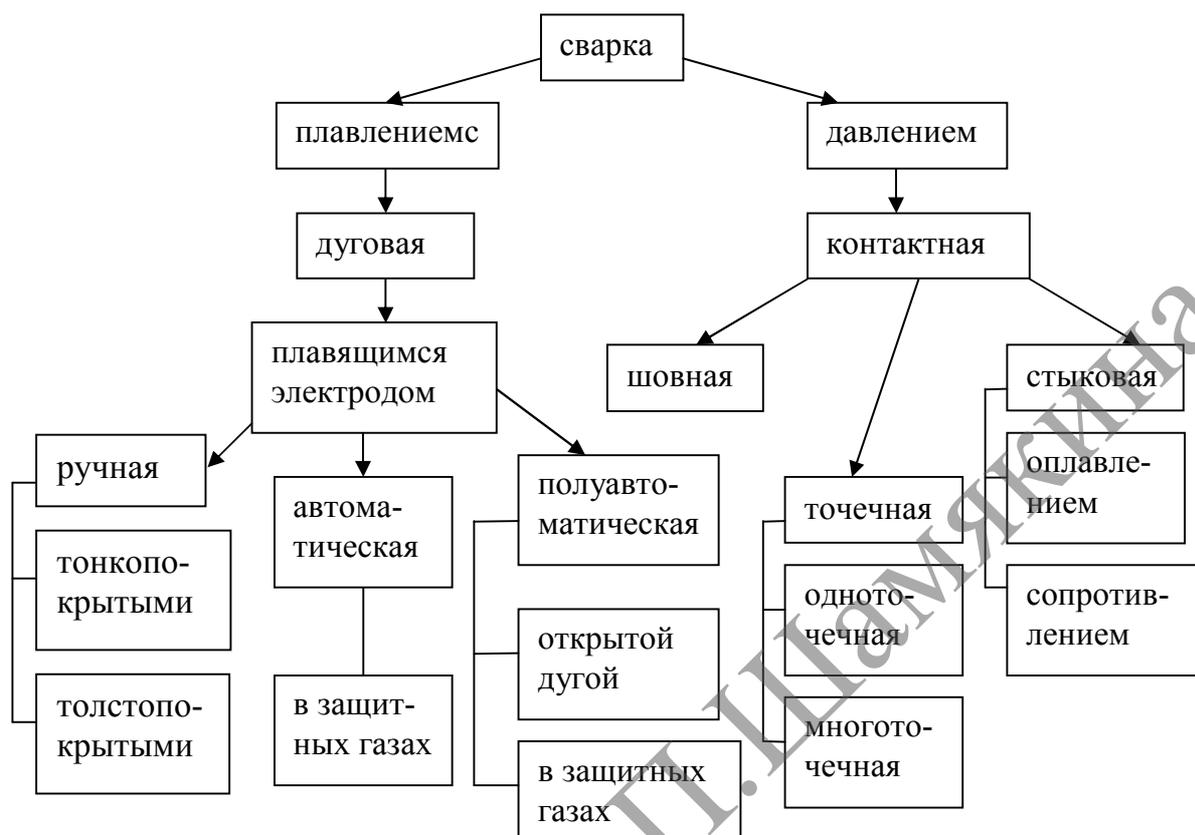
Сварка является одним из основных технологических процессов при изготовлении самых разнообразных металлических и пластмассовых конструкций в различных отраслях промышленности и строительства. Процесс сварки является неотъемлемой частью сборки любого элемента, а также сборочной единицы в целом. В современном агропроизводстве сварка применяется широко. Ее используют не только при производстве сельскохозяйственной техники, но и при ее ремонте, а также ремонте машин и оборудования животноводческих ферм (кормоприготовительные и кормораздаточные машины, оборудование для уборки навоза, оборудование доильных и холодильных установок, а также другое оборудование для первичной обработки молока, оборудование птицеводческих ферм и много другое) [1; 2; 3]. Поэтому процесс сварки необходимо совершенствовать, модернизировать и развивать с целью экономии не только сварочных материалов, но и для улучшения условий труда сварщиков, а также работников агропромышленности с уже готовой сельскохозяйственной техникой.

По данному материалу имеется большое количество научных работ и литературных публикаций. В процессе их изучения была построена структурно-логическая схема, отражающая основные виды сварки, используемые чаще всего в агропроизводстве (рисунок 1).

В агропроизводстве широко применяется сварка плавлением и давлением (в меньшей степени). Наиболее часто применяется ручная дуговая сварка покрытыми электродами и сварка в среде защитных газов (двуокись углерода), а также контактная точечная, шовная и стыковая. Контактная сварка применяется при производстве прицепов и полуприцепов, открытых и закрытых бункеров, используемых в агропромышленности. На предприятии ОАО «Бобруйскагромаш» при изготовлении сельскохозяйственной техники используются следующие виды сварки, отраженные в таблице.

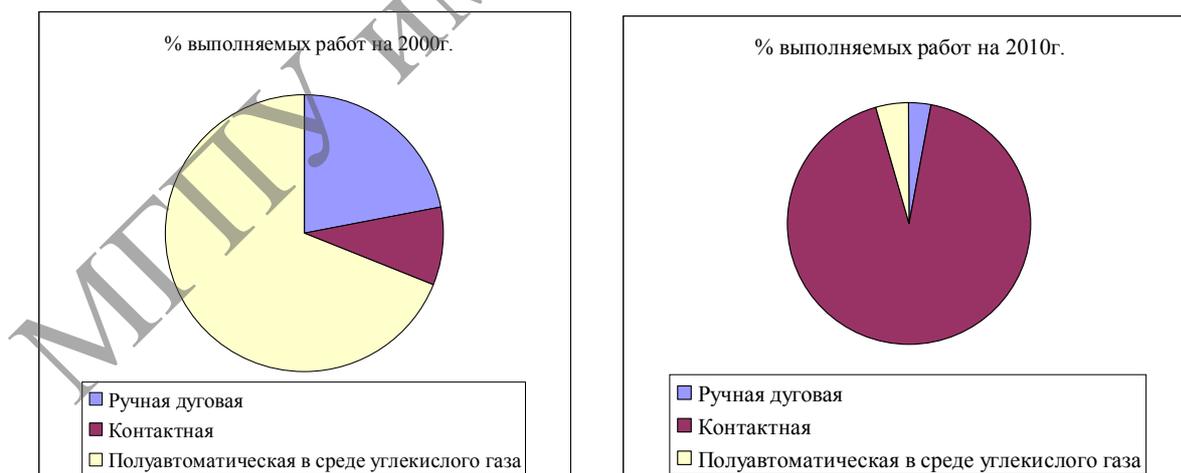
Таблица – Основные виды сварки, применяемые на предприятии ОАО «Бобруйскагромаш»

№ п/п	Вид сварки	% выполняемых работ на 2000 г.	% выполняемых работ на 2010 г.
1	Ручная дуговая	20–22	3–4
2	Контактная	9–10	91–92,5
3	Полуавтоматическая в среде углекислого газа	69–70	4,5–5



**Рисунок 1 – Основные виды сварки, используемые в агропроизводстве**

По данным таблицы построим графики использования основных видов сварки (рисунок 2).



**Рисунок 2 – График использования основных видов сварки на предприятии ОАО «Бобруйскагромаш» на 2000 г., 2010 г.**

На основании графика видно, что наиболее часто применяется сварка в среде углекислого газа и ручная дуговая сварка покрытыми электродами.



Основными режимами ручной дуговой сварки покрытыми электродами является диаметр электрода, сила сварочного тока и напряжение на дуге. Чаще всего применяют диаметры электродов 2,5; 3,0; 4,0 мм в зависимости от толщины свариваемого металла, глубины проплавления и др. параметров. Сила сварочного тока обычно составляет 100–300 А, а напряжение на дуге – 20–40 В. Выполняется во всех пространственных положениях. Основными недостатками являются низкая производительность процесса сварки, экономически более дорогой способ, чем механизированный. Механизированную сварку в защитных газах используют вместо ручной дуговой сварки покрытыми электродами [4].

Сварка в  $\text{CO}_2$  является основным и наиболее распространенным способом сварки плавлением. Она экономична, обеспечивает достаточно высокое качество швов, особенно при сварке низкоуглеродистых сталей, требует более низкой квалификации сварщика, чем ручная, позволяет выполнять швы в различных пространственных положениях. Наиболее распространена сварка полуавтоматами.

Техника механизированной сварки в  $\text{CO}_2$  во многом подобна технике ручной дуговой сварки покрытыми электродами. Основными параметрами режима сварки в  $\text{CO}_2$  являются: диаметр электродной проволоки; сила сварочного тока; напряжение на дуге; скорость сварки; скорость подачи сварочной проволоки, вылет электродной проволоки, расход защитного газа. Расход защитного газа зависит от скорости и условий сварки, а также от типа сварного соединения.

Диаметр электродной проволоки зависит от толщины свариваемого металла. При механизированной сварке наиболее часто используются проволоки диаметром  $d_s = 1,2$  и 1,6 мм. Для тонкого металла (толщиной до 2 мм) применяются проволоки диаметром  $d_s = 0,8$  и 1,0 мм. При толщине металла, равной 13 мм, выполняется разделка свариваемых кромок. Для автоматической сварки могут применяться проволоки  $d_s = 2,0; 3,0; 4,0$  мм [5].

Силу сварочного тока устанавливают в зависимости от диаметра проволоки и требуемой глубины проплавления. Регулировку силы тока осуществляют путем изменения скорости подачи проволоки и напряжения на дугу. Стабильный процесс сварки с хорошими технологическими свойствами можно получить только при оптимальном соотношении этих трех параметров. В общем случае глубина проплавления при сварке в  $\text{CO}_2$  больше чем при ручной, что объясняется большим давлением дуги на сварочную ванну. Это приводит к более интенсивному вытеснению расплавленного металла из-под дуги и улучшению теплопередачи от дуги к нерасплавившимся кромкам [6].

С увеличением напряжения увеличивается общая длина дуги и ширина шва, уменьшается высота валика шва.

Сварка в  $\text{CO}_2$  практически всегда выполняется на постоянном токе обратной полярности. На прямой полярности процесс сварки неустойчивый и его осуществление возможно только проволоками, легированными щелочными и щелочноземельными металлами. Переменный ток для сварки в  $\text{CO}_2$  не используется.

При повышенных скоростях сварки поток защитного газа смещается в сторону, противоположную направлению сварки, что может привести к ухудшению защиты. Поэтому при сварке на повышенных скоростях также требуется повышенный расход газа. Ухудшение защиты может происходить и при сварке на открытых площадках вследствие сдувания защитного газа [6].

Вместе с тем сварка в  $\text{CO}_2$  имеет много достоинств, но повышенное разбрызгивание является недостатком, так как требует дополнительных затрат на зачистку от брызг свариваемого металла и сопла горелки полуавтомата.



Одним из способов снижения разбрызгивания и уменьшения приваривания брызг к основному металлу является добавка к углекислому газу кислорода (20–30%). Кислород уменьшает силу поверхностного натяжения жидкого металла, которая удерживает каплю на конце проволоки. Это приводит к лучшему отрыву капель и переходу к более мелкокапельному переносу. Улучшается формирование шва. Несколько увеличивается производительность сварки вследствие выделения дополнительного тепла при окислительных реакциях.

В соответствии с рекомендуемыми изменениями рассмотрим пример сборочной единицы «звездочка», которая входит в состав пресс-тюковый ПТ-165 производства ОАО «Бобруйскагромаш». При ее сборке-сварке на предприятии используется полуавтомат ПДГ-508, проволока  $d_s = 1,2$  мм Св08Г2С ГОСТ 2246-70, двуокись углерода жидкая сварочная ГОСТ 8050-85. На выполнение данной работы необходим 1 сборщик-сварщик, так как время сборки-сварки не велико. По предложенному варианту вместо двуокиси углерода рекомендуем использовать смесь  $CO_2 + O_2$  и проволоку Св08Г2СЦ.

Экономический эффект был рассчитан на предприятии и составил порядка 7,5% от себестоимости по первоначальному варианту для единичного производства. Поэтому рекомендуемый вариант лучше использовать при массовом производстве, так как цена на сварочную проволоку будет меньше из-за поставок катушек с проволокой, больших по массе. Кроме того, смесь газов выделяет дополнительное тепло, которое улучшает формирование шва и увеличивает производительность сварки.

Экономический эффект в данном случае может быть достигнут за счет экономии следующих ресурсов:

- 1) снижения трудоемкости в результате НИОК и, соответственно, экономию зарплаты;
- 2) снижение расхода сварочных материалов;
- 3) снижение затрат на электроэнергию при сварке.

Поэтому можно сделать вывод, что по возможности необходимо заменять сварку в  $CO_2$  на сварку в смеси газов  $CO_2 + O_2$  с содержанием кислорода 20–30%, а также использовать сварочную проволоку, легированную цирконием. Эти изменения приводят к увеличению производительности сварки, улучшению формы шва и его проплавлению, экономии электроэнергии, сварочных материалов и уменьшению трудоемкости сварочного процесса.

Однако сварка используется и при ремонте сельскохозяйственной техники и оборудования животноводческих ферм. Сельскохозяйственная техника работает в тяжелых условиях, вызывающих их интенсивное изнашивание и другие дефекты. По мере изнашивания рабочих органов и дефектов рам теряется не только работоспособность машин, но и ухудшается качество работы. Несмотря на огромное количество типов и марок сельскохозяйственных машин, технология их ремонта сравнительно несложная: восстановлению подлежат такие типовые распространенные детали, как колеса, валы и оси, шестерни и звездочки, цепи, режущие аппараты и рамные конструкции [1; 2; 3]. Технология ремонта кабин и тонколистовых изделий соответствует техническим требованиям, предъявляемым к внешнему виду отремонтированных машин, поэтому надо тщательно подготовить поверхности к окраске, заделать сварочные швы и неровности и т. д.

При восстановлении изношенных деталей используется наплавка. Ранее восстановление деталей было не целесообразным, но с ростом единиц сельскохозяйственной техники данный способ ремонта зарекомендовал себя весьма положительно. Наплавкой восстанавливают размеры деталей и получают на рабочих поверхностях износостойкие



покрытия. Наплавка производится специальными электродами, а также электродами, применяемыми при сварке. Выбор электродов зависит от марки стали наплавляемой детали, необходимой твердости покрытия и износостойкости наплавленного слоя. Наплавку изношенных поверхностей деталей, изготовленных из малоуглеродистой стали и не подвергавшихся термической или химико-термической обработке, можно проводить сварочными электродами УОНИ-13/45П типа Э-42А. При восстановлении деталей из среднеуглеродистой, термически не обработанной или нормализованной стали применяют электроды УОНИ-13/55 типа Э-50А.

При наплавке деталей из среднеуглеродистых и легированных сталей (например, сталей марок 30, 35, 45, 30X, 40X), закаленных сталей, а также малоуглеродистой стали с цементированной поверхностью должны применяться специальные наплавочные электроды ОЗН-250, ОЗН-300, ОЗН-350, У-340. Металл, наплавленный этими электродами, имеет малую склонность к короблению и образованию трещин. Кроме того, электроды ОЗН обеспечивают легкое отделение шлаков от наплавленного металла, хорошее формирование и высокую плотность шва, который легко обрабатывается режущими инструментами [7].

В последние годы для получения наплавленных слоев высокой твердости применяют порошковые электроды – трубчатые стержни диаметром 2–8 мм из малоуглеродистой стали с наполнителем. В качестве наполнителя используют твердые сплавы, чаще всего ферросплавы, карбид вольфрама.

Наплавка металла вручную – очень трудоемкий процесс, качество наплавленного металла здесь невысоко и во многом зависит от квалификации сварщика; производительность низкая – не превышает 0,7–0,8 кг/ч.

В последние годы на ремонтных предприятиях для восстановления изношенных деталей применяются различные способы автоматической и полуавтоматической наплавки: наплавка под слоем флюса, вибродуговая наплавка, наплавка в среде защитных газов, электроконтактная наплавка и другие [8].

Наиболее универсальным способом, получившим большое распространение в практике, является автоматическая наплавка под слоем флюса. Этот способ применяют главным образом для восстановления деталей больших габаритов и сечений, имеющих значительный износ, деталей ходовой части тракторов и экскаваторов, осей и валов большого диаметра, зубьев ковшей экскаваторов, ножей отвалов бульдозеров, щек камнедробилок, лопастей смесительных машин и т. д.

Как способ восстановления деталей, наплавка под слоем флюса имеет ряд достоинств: высокую производительность и стабильность; хорошее качество наплавленного слоя (однородность, плотность, равномерность); хорошее сплавление слоя с основным металлом; возможность получения слоев значительной толщины (6–8 мм и более); большие возможности получения наплавленного слоя с заданным химическим составом и свойствами.

Вместе с тем наплавка под слоем флюса имеет ряд недостатков: быстрый и глубокий нагрев ведет к изменению физико-механических свойств и к деформации деталей, особенно деталей малого сечения; трудность удержания флюса и ванны расплавленного металла на поверхности деталей малого диаметра (менее 50–60 мм); невозможность получения слоя малой толщины (так как процесс наплавки проходит в течение 1,5–2 мин).

Вторым наиболее часто применяемым способом восстановления деталей является электроконтактная наплавка. При этом ток большой силы (400–1200 А и более) от сварочного трансформатора подается на деталь и на присадочную проволоку



(ленту) через наплавляющий прижимной ролик. Благодаря наличию специального прерывающего устройства ток подается кратковременными импульсами, которые вызывают разогрев присадочной проволоки и детали в месте контакта, распределение их тончайших поверхностных слоев и сваривание.

Производительность при электроконтактной наплавке весьма высокая (100–150 см<sup>2</sup>/мин). Толщина наращиваемого слоя – до 1,5 мм. Сварка проходит при незначительной глубине проплавления и теплового воздействия на деталь (не более 0,3 мм) – в этом состоит основное преимущество данного способа. К недостаткам относятся ограниченность толщины наплавляемого слоя и сложность установки, в результате чего данный способ применяется только на специализированных предприятиях.

Электроконтактное напекание металлических порошков применяется в основном для восстановления деталей, имеющих цилиндрическую форму.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что при правильном подходе и соответствующим знаниям наиболее экономически выгодным является восстановление и ремонт сельскохозяйственной техники не только в конкретных хозяйствах или агрокомплексах, но и на промышленных предприятиях.

#### Литература

1. Надежность и ремонт машин / В.В. Курчаткин [и др.] ; под ред. В.В. Курчаткина. – М. : Колос, 2000. – 776 с.
2. Шадричев, В.А. Основы технологии автостроения и ремонт автомобилей : учебник для вузов / В.А. Шадричев. – Л. : Машиностроение, 1976. – 560 с.
3. Ачкасов, К.А. Прогрессивные способы ремонта сельскохозяйственной техники / К.А. Ачкасов. – 2-е изд. – М. : Колос, 1984. – 271 с.
4. Лупачев, В.Г. Ручная дуговая сварка : учеб. пособие / В.Г. Лупачев. – Минск : Выш. шк., 2000. – 496 с.
5. Федин, А.П. Сварка, наплавка и резка материалов / А.П. Федин. – Минск : Выш. шк., 1972. – 272 с.
6. Куликов, В.П. Технология и оборудование сварки плавлением / В.П. Куликов. – Могилев : ММИ, 1998. – 256 с.
7. Батищев, А.Н. Восстановление деталей сельскохозяйственной техники / А.Н. Батищев, И.Г. Голубев, В.П. Лялякин. – М. : Информагротех, 1995. – 296 с.
8. Климовицкий, М.А. Механизация и автоматизация ремонта сельскохозяйственной техники / М.А. Климовицкий. – М. : Росагропромиздат, 1989. – 192 с.

#### Резюме

**Мельник М.В. Информационное обеспечение студентов агроинженерных специальностей по вопросам использования технологий сварки в агропроизводстве.**

В статье отображены основные виды сварки, применяемые при производстве сельскохозяйственной техники, а также при ремонте машин, оборудования животноводческих ферм и восстановлении разрушенных деталей сельскохозяйственных машин. Приведены технические данные по применению основных видов сварки, используемых на предприятии ОАО «Бобруйскагромаш» (ручная дуговая, контактная и полуавтоматическая сварка в среде углекислого газа). В качестве примера приведен экономический эффект при изменении (модернизации) технологического процесса сварки (замена сварочной электродной проволоки, защитного газа).