

УДК 681.5

УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ СБОРКИ СОСТАВНЫХ ИЗДЕЛИЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ ПРОШИВКОЙ

Симонова Л.А., Валиев А.М., Панкратов Д.Л., Сарваров Ф.С.

*Набережночелнинский институт (филиал) ФГАОУ ВПО КФУ,
Набережные Челны, e-mail: amvaliev@mail.ru.*

Среди большого многообразия видов деталей можно выделить детали с большим перепадом диаметров поперечного сечения. Изготовление известными способами таких деталей нетехнологично. В технике взамен цельных деталей нетехнологичной конструкции с успехом применяют составные детали, изготовление которых основано на технологиях получения неразъемного соединения ее отдельных элементов. При этом соединяемый элемент меньшего диаметра является стержневым, а большего – корпусным. Для производства такого класса деталей предлагается использовать способ, основанный на прошивке заготовки корпуса стержнем, последующего совместного деформирования полуфабриката с получением качественного неразъемного соединения. Изготовление составного металлического изделия прошивкой представляет собой сложный многостадийный процесс. Разработана структурная схема автоматизированного производственного модуля сборки составных изделий прошивкой и алгоритм управления им. На основе проведенных исследований с помощью имитационного моделирования процесса разработан способ управления режимом сборки на основе научно обоснованного выбора контролируемых параметров технологического процесса, позволяющий повысить эффективность работы автоматизированного производственного модуля с получением качественного неразъемного соединения.

Ключевые слова: алгоритм, управление, составное металлическое изделие, прошивка, неразъемное соединение

PROCESS CONTROL OF THE ASSEMBLY COMPOSITE PRODUCTS METAL PRODUCTS BY FIRMWARE

Simonova L.A., Valiev A.M., Pankratov D.L., Sarvarov F.S.

*Kazan (Volga Region) Federal University Branch in Naberezhnye Chelny,
Naberezhnye Chelny, e-mail: amvaliev@mail.ru.*

It is possible to identify the details with the big difference in the cross-sectional diameter from the large variety of kinds of details. Fabrication with the known methods such details are not technologically. In technology instead of whole low-tech design details successfully used component parts, the production of which is based on the technologies of permanent connection of its elements. In this case the connecting member is a rod of smaller diameter and larger diameter is casing. For the production of such class of details offered to use a method, which based on body piercing rod blanks, subsequent joint deformation to obtain semi-permanent connection quality. Manufacturing of composite metal product firmware is a complex of a multistage process. The structural schemes of the automated production module assembly of composite products and firmware control algorithm to them are worked up. On the basis of the research using process simulation, developed control method, based assembly of scientific and proved choice of controlled process parameters, allowing to increase the efficiency of automated production module to obtain quality permanent connection

Keywords: algorithm, management, composite metal product, firmware, permanent connection

Среди большого многообразия видов деталей можно выделить класс с большим перепадом диаметров поперечного сечения [1]. Изготовление известными способами таких деталей нетехнологично. В технике взамен цельных деталей нетехнологичной конструкции с успехом применяют составные детали, изготовление которых основано на технологиях получения неразъемного соединения ее отдельных элементов [2]. При этом соединяемый элемент меньшего диаметра является стержневым, а большего – корпусным.

В науке и технике известно немало способов получения неразъемных соединений, используемых для изготовления составных изделий [3]. Особое место занимают способы получения соединений деталей посредством пластической деформации, когда неразъемное соединение получается при

температуре ниже температуры плавления свариваемых металлов. При этом в области соединения практически отсутствуют зоны структурной и химической неоднородности, присущие способам соединения деталей с помощью сварки плавлением [4].

Существующие технологии изготовления составных изделий пластической деформацией сложны и требуют автоматизации на различных стадиях жизненного цикла производства [5]. Так для изготовления качественного составного изделия прошивкой, при которой неразъемное соединение получается путем внедрения стержня в прошиваемую заготовку корпуса с образованием в ней глухого отверстия и последующим совместным деформированием, большое значение имеет точный расчет геометрических параметров заготовки, стержня и глубины его внедрения, а также точное соблюдение температурно-

силового режима деформирования на этапе непосредственной сборки изделия.

Основные этапы данного способа представлены на рис. 1.

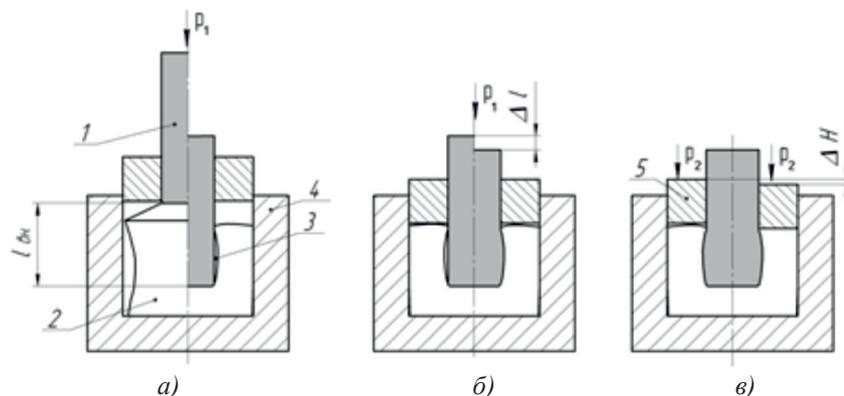


Рис. 1. Схема способа изготовления составных изделий прошивкой

На первом этапе в нагретую до ковочных температур фасонную заготовку 2 внедряют стержень 1 на глубину $l_{вп.}$ в матрицу 4 (рис. 1, а). Фасонная заготовка в процессе деформирования приобретает форму близкую к цилиндрической с минимальной бочкообразностью и без утяжины, при этом процесс формоизменения протекает по схеме открытой прошивки с образованием между боковой поверхностью стержня и заготовки замкнутого кольцевого зазора 3. На втором этапе соединение нагревают для прогрева внедренной части стержня до температуры $T_{кр}$, обеспечивая потерю им прочностных свойств. После чего, на третьем этапе осуществляют осадку на Δl стержня, за счет чего происходит заполнение кольцевого зазора материалом стержня (рис. 1, б). И

на четвертом этапе производят додавливание полуфабриката перемещением обоймы 5 на $\Delta H_{д.}$ (рис. 1, в).

Для производственной реализации предлагаемой технологии необходима разработка АСУ ТП с элементами корректирующего управления процессом сборки составного изделия прошивкой, так как точность расчетов значений параметров $T_{кр}$, Δl и $\Delta H_{д.}$ полученных на этапе проектирования процесса, достаточна лишь для технологической подготовки производства.

На рис. 2 приведена структурная схема производственного модуля сборки составных изделий прошивкой, где 1 – шток; 2 – обойма; 3 – стержень; 4 – фасонная заготовка; 5 – матрица; 6 – нижняя плита; 7 – теплоизоляционный кожух; 8 – теплоизоляционная прокладка.

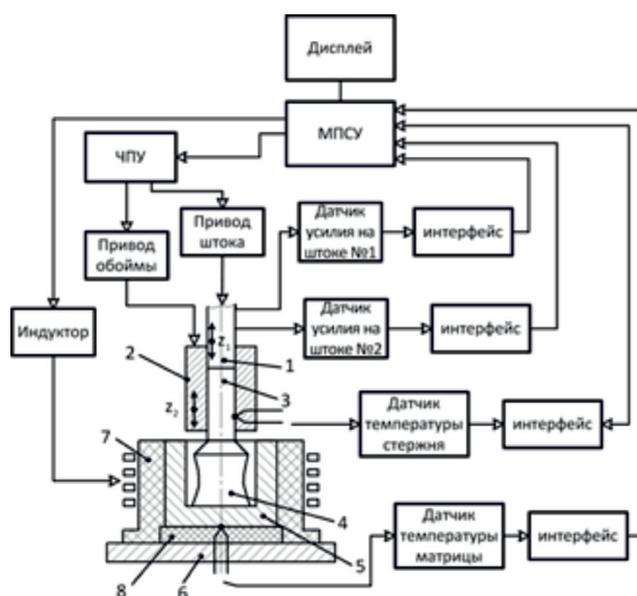


Рис. 2. Структурная схема производственного модуля сборки

К технологическим объектам ПМ относятся: привод штока прессы, привод обоймы (кольцевого инструмента) и индукционный нагреватель. Они обеспечивают следующие технологические параметры: перемещения штока Z_1 , перемещения обоймы Z_2 , температуры матрицы T_m и стержня T_c .

Управление технологическими объектами обеспечивается посредством управления через микропроцессорный блок управления по программам, обеспечивающим управление процессом сборки составного изделия по алгоритму, представленному на рис. 3.

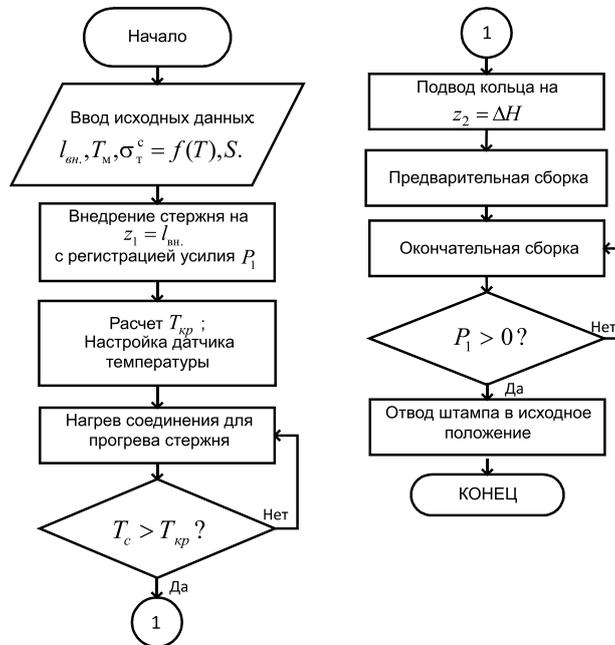


Рис. 3. Алгоритм управления сборкой составного изделия прошивкой

Исходными данными для алгоритма управления являются сведения о необходимой глубине внедрения стержня $l_{вн}$, температуре матрицы T_m (температура изотермической штамповки), данные о сопротивлении деформированию материала

ла $\sigma_t^c = f(T)$, площадь поперечного сечения пуансона S .

После ввода исходных данных нажати- ем кнопки «Пуск» начинается поэтапный процесс сборки составного изделия прошивкой (рис. 4):

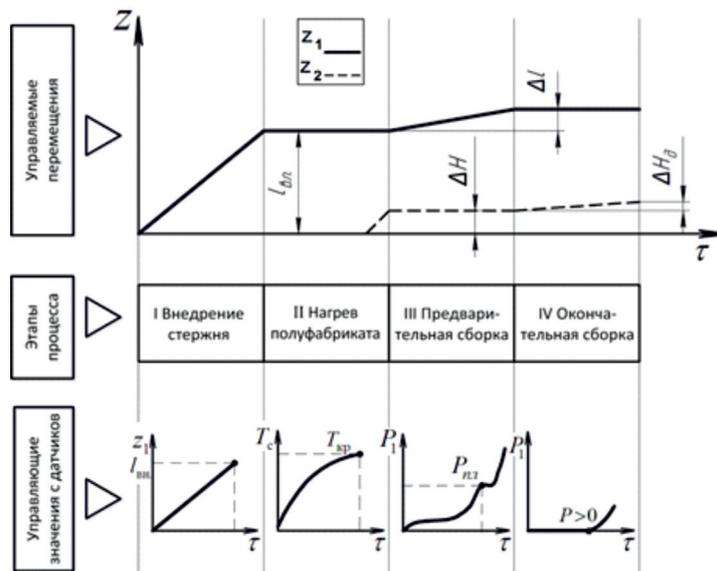


Рис. 4. Пример цикла сборки составного изделия

На первом этапе «Внедрение стержня» включением привода z_1 осуществляется внедрение стержня в фасонную заготовку на величину $z_1 = l_{вл.}$. На всем этапе производится регистрация усилия P_1 . Затем с помощью зависимости $\sigma_T^c = f(T)$ рассчитывается контролируемая на втором этапе сборки температура стержня $T_{кр}$, при которой предел текучести его материала станет меньше отношения P_{1max} / S , где P_{1max} – максимальная величина зарегистрированного усилия; S – площадь поперечного сечения стержня. После чего происходит настройка датчика температуры стержня на срабатывание при $T_c = T_{кр}$.

На втором этапе «Нагрев полуфабриката» включением индуктора осуществляют нагрев полученного полуфабриката до температуры $T_{кр}$, после чего поступает команда выключения индуктора.

На третьем этапе «Предварительная сборка» включается привод обоймы для ее перемещения на $z_2 = \Delta H$. Затем включается привод штока пресса. Начинается процесс осадки стержня. После заполнения кольцевого зазора осадкой стержня на графике усилия наблюдается характерная площадка, которая свидетельствует о завершении заполнения кольцевого зазора и начале заполнения пустот матрицы материалом корпусной заготовки. При регистрации датчиком №1 стабилизации усилия на штоке в области описанной выше «площадки усилия» $P_{пл}$ привод пресса отключается.

На четвертом этапе «Окончательная сборка» включается привод обоймы. Начинается процесс додавливания заготовки корпуса кольцевым инструментом. При этом шток пресса остается неподвижным и без нагрузки. Контролируемым параметром является наличие нагрузки на штоке, данные о значениях которого поступают от датчика №2 усилия на штоке. При регистрации нагрузки отличающегося от нуля привод обоймы отключается.

До сборки следующего составного изделия включением и выключением индукционного нагревателя обеспечивается постоянная заданная температура матрицы, значения которой контролируются с помощью датчика температуры T_m матрицы. Та-

ким образом, обеспечивается изотермический режим сборки изделий.

Таким образом, предлагаемый способ управления производственным модулем сборки составных изделий металлических изделий прошивкой, основанный на научно обоснованном выборе контролируемых технологических параметров процесса, позволяет обеспечить правильную стадийность процесса и повысить качество получаемых изделий.

Список литературы

1. Научная организация серийного производства. Митрофанов С.П. Изд-во «Машиностроение», 1970. – 768 с.
2. Николаев Г.А., Куркин С.А., Винокуров В.А. Сварные конструкции. Технология изготовления. Автоматизация производства и проектирование сварных конструкций: учеб. пособие. – М.: Высш. Школа, 1983. – 344 с.
3. Основы сварки давлением. Гельман А.С., М., «Машиностроение», 1970. – 312 с.
4. Технология слоистых металлов: Учебн. Пособие. Кобелев А.Г., Потапов И.Н., Кузнецов Е.В. – М.: Металлургия, 1991. – 248 с.
5. Чуларис А.А. Технология сварки давлением / А.А. Чуларис, Д.В. Рогозин. – Ростов н/Д: Феникс, 2006. – 221 с.

References

1. *Nauchnaja organizacija serijnogo proizvodstva* [The scientific organization of serial production]. Mitrofanov S.P. Machine-Building, 1970. 768 p.
2. Nikolaev G.A., Kurkin S.A., Vinokurov V.A. Svarnye konstrukcii. *Tehnologija izgotovlenija. Avtomatizacija proizvodstva i projektirovanie svarnyh konstrukcij* [Weldments. Manufacturing technology. Computer-aided manufacturing and design of welded structures] Moscow, High school, 1983. 344 p.
3. *Osnovy svarki davleniem* [Basics of welding pressure]. Gel'man A.S., Moscow, Machine-Building, 1970. 312 p.
4. *Tehnologija sloistyh metallov* [Technology layered metals], Kobleev A.G., Potapov I.N., Kuznecov E.V. Moscow, Metallurgy, 1991. 248 p.
5. Chularis A.A. *Tehnologija svarki davleniem* [Pressure welding technology]. Rostov-on-Don, Feniks, 2006, 221 p.

Рецензенты:

Астащенко В.И., д.т.н., профессор кафедры материалов, технологий и качества Набережночелнинского института (филиала) Казанского Федерального Университета, г. Набережные Челны;

Ганиев М.М., д.т.н., профессор кафедры автоматизации и управления, директор Набережночелнинского института (филиала) Казанского Федерального Университета, г. Набережные Челны.

Работа поступила в редакцию 07.08.2014.