

УДК 621.791
СНИЖЕНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ ГИДРОЦИЛИНДРОВ ПОСЛЕ ДУГОВОЙ
СВАРКИ И ПОСЛЕДУЮЩЕЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

В.П. КУЛИКОВ, Е.В. ЛОГВИНА

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Гидроцилиндры являются изделиями с повышенными требованиями к точности формы и размеров внутренней поверхности. В процессе изготовления происходит деформирование гидроцилиндров, вызванное неравномерным нагревом в процессе дуговой приварки бонки $\varnothing 28$ мм с толщиной стенки 5 мм из стали 20 к корпусу гидроцилиндра с внутренним диаметром гильзы хонингованной 40, 50, 60, 63 мм и толщиной стенки 5 мм из стали 20. Последующая механическая обработка гидроцилиндров (нарезание резьбы, сверление отверстия для подачи масла) способствует еще большему искажению формы и размеров последних. В результате технологического процесса изготовления гидроцилиндров величина деформации внутренней рабочей поверхности корпуса гидроцилиндров достаточно часто выходит за пределы поля допуска на размер $\varnothing 40^{+0,062}$, $\varnothing 50^{+0,01}_{-0,02}$, $\varnothing 60^{+0,01}_{-0,05}$, $\varnothing 63^{+0,01}_{+0,02}$ мм. Окончательная геометрия изделия после механической обработки зависит от уровня остаточных напряжений и характера их распределения.

Следовательно, гидроцилиндры требуют детального изучения механизма деформирования с последующим воздействием на причины, вызывающие выход размеров за пределы поля допуска, т.е. необходимо определять ожидаемый уровень остаточных напряжений, наведенных процессом дуговой сварки и стремиться к его максимальному уменьшению. Кроме того, определение характера перераспределения поля внутренних напряжений при послесварочной механической обработке, позволит предупредить возможные искажения формы и размеров готового изделия.

Для производства сравнительной оценки различных вариантов конструктивных решений, как с точки зрения точности, так и с точки зрения требующихся технологических приемов дуговой сварки и последующей механической обработки была создана математическая модель термодформационного процесса дуговой сварки и последующей механической обработки. Модель разработана с помощью пакета прикладных программ «MSC MARC-2005» на основе метода конечных элементов.

При математическом моделировании термодформационного процесса дуговой сварки (наплавки) и последующей механической обработки необходимо рассматривать совместно температурные поля, остаточные напряжения и деформации изделий. Это требует применения пошагового

метода рассмотрения процесса с использованием зависимостей свойств материалов от температуры.

В предложенной математической модели алгоритм численной реализации включает в себя пошагово-совмещенное решение следующих задач: термодиформационной (для изучения температурных полей и полей напряжений и деформаций, наведенных процессом дуговой сварки) и механической (для изучения характера деформирования при послесварочной механической обработке). Теплофизические и механические свойства материалов зависят от температуры в течение всего процесса моделирования. Высокотемпературные свойства материалов задавались исходя из условий сходимости вычислительного процесса. Кроме того, при проведении расчета учитывался конвективный теплообмен с окружающей средой.

Модель построена из твердых 8-узловых конечных элементов. Для учета основных особенностей исследуемых объектов густота сетки разбиения неравномерна по сечению. Поскольку в области сварного шва имеют место большие градиенты температуры и напряжений, то в околошовной зоне и зоне сварного шва использовались более мелкие элементы.

Кроме того, введя критерий – интенсивность введения или высвобождения (выведения) энергии деформации, т.е. с какой скоростью энергия вводится в тело при дуговой сварке или высвобождается в результате механической обработки (сверление, нарезание резьбы и др.), можно прогнозировать точность размеров и форм конструкции в целом и ее технологичность при изготовлении и эксплуатации.

Уменьшение деформирования сварных машиностроительных конструкций при послесварочной механической обработке может быть обеспечено за счет использования следующих принципов:

- уменьшения интенсивности высвобождения энергии остаточных деформаций за счет увеличения количества проходов при механической обработке и уменьшением толщины удаляемого слоя;
- заневоливанием конструкции при механической обработке усилиями равными или большими тех усилий, которые возникают при освобождении ее от остаточных напряжений;
- созданием в обрабатываемых зонах дополнительных деформаций, противоположных тем, которые возникают при механической обработке за счет упруго-пластического деформирования зон пластических деформаций, возникших от сварочного нагрева.
- комбинацией в различных сочетаниях указанных принципов.

Таким образом, для обеспечения точности формы и размеров гидроцилиндров в процессе изготовления и эксплуатации необходимо технологию процесса дуговой сварки и последующей механической обработки разрабатывать совместно, учитывая влияние конструкторско-технологических факторов, как на стадии проектирования, так и на стадии изготовления.