

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФОРМОИЗМЕНЕНИЯ МОДЕЛЬНОГО ОБРАЗЦА ПРИ ШАГОВОЙ ФОРМОВКЕ ПО СХЕМЕ JCOE НА ЛАБОРАТОРНОЙ МАШИНЕ

Товмасын М.А.

ОАО «Выксунский металлургический завод»

На ОАО «Выксунском металлургическом» (ВМЗ) заводе производятся электросварные трубы большого диаметра по UOE и JCOE схемам формовки на линиях 1020 и 1420. В линии 1420 основными деформационными процессами являются: пошаговая подгибка кромок по всей длине на прессе подгибки кромок, пошаговая формовка по ширине на прессе пошаговой формовки, сборка и сварка на сборочно-сварочном стане, пошаговое экспандирование по всей длине на гидромеханическом экспандере и гидротестирование на гидравлическом прессе (см. Рис. 1).

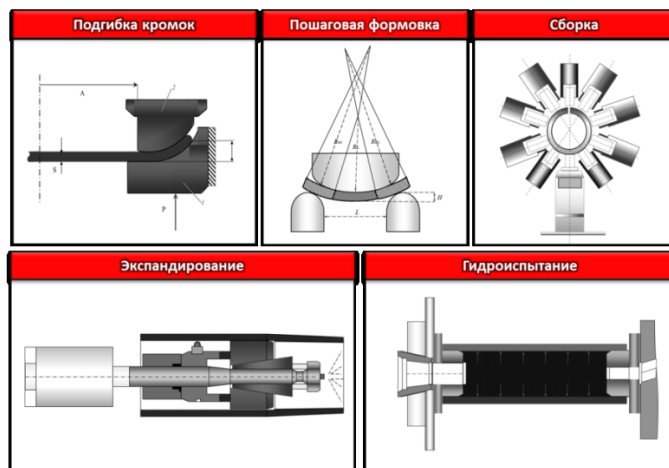


Рис. 1 – Основные деформационные процессы в линии ТЭСА 1420 ОАО «ВМЗ»

Наиболее важным показателем качества является геометрическая точность, т.е. минимум отклонений формы труб и размеров от номинальных значений. При производстве труб большого диаметра возникают различные дефекты по геометрии, возникающие на различных стадиях производства. Отклонение по геометрии трубы от номинальных значений вызваны различными факторами.

Одним из путей получения трубной заготовки (трубы) с минимальными отклонениями по геометрии и повышенными служебными свойствами на существующем оборудовании является дальнейшее совершенствование схемы деформации и режимов формовки с учетом напряженно-деформированного состояния трубной заготовки.

Факторами, влияющими на геометрию трубной заготовки являются: исходная заготовка (геометрия, механические свойства); деформирующее оборудование (технологические инструменты, настройки оборудования); режимы формоизменения (геометрия деформирующего инструмента, величина хода главного инструмента и количество шагов). Для исследования влияния указанных факторов и корректировки режимов формоизменения трубной заготовки провели математическое моделирование с помощью конечно-элементной системы моделирования Deform 2D и с целью подтверждения данных по математической модели проведен физический модельный эксперимент на лабораторной машине MTS Landmark 250.

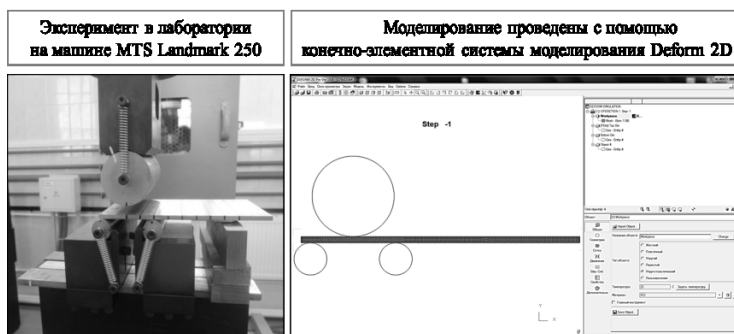


Рис. 2 – Методы исследования формоизменения модельного образца

Формовка трубной заготовки на прессе пошаговой формовки по схеме JCOE осуществляется в три этапа: формовка левой половины заготовки; правой половины и посередине (см. Рис.3).

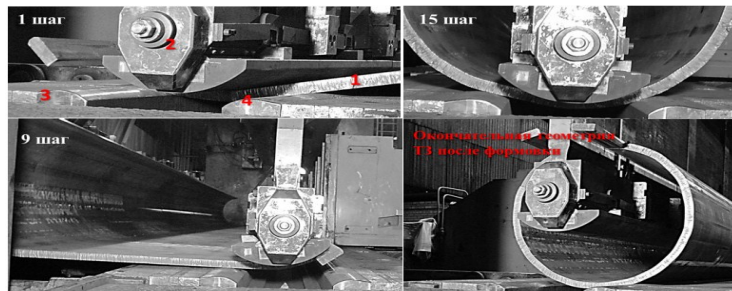


Рис. 3 – Формовка трубной заготовки на прессе пошаговой формовки по схеме JCOE (1 – трубная заготовка; 2 – пуансон; 3, 4 – бойки)

На лабораторной машине провели формовку образца по 9 шагам в 2 этапа: этапе произвели отладку технологии формовки и получение полуобечайки диаметром 85 мм.

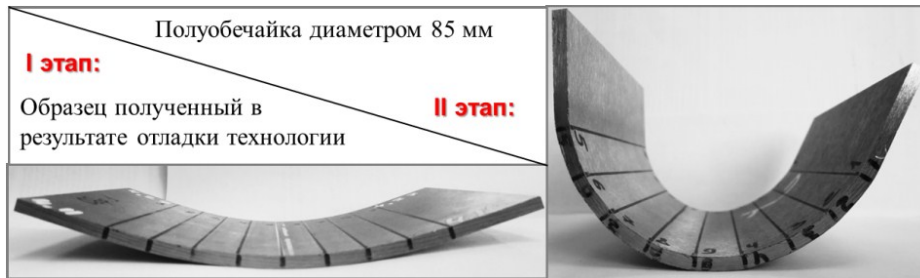


Рис. 4 – Образцы после формовки на лабораторной машине на первом и втором этапе

Целью исследования было получения трубной, где соотношение радиусов реального пуансона ПШФ и ролика лабораторной машины составляет 240/25. Деформирующим инструментом лабораторной машины MTS Landmark 250 является верхний инструмент (ролик R25) и нижний инструмент (бойки R10). На рис. 5 представлено расположение инструмента относительно образца. Формовку образцов осуществили по 9 точкам (см. рис. 5б) на расстоянии 13,3 мм.

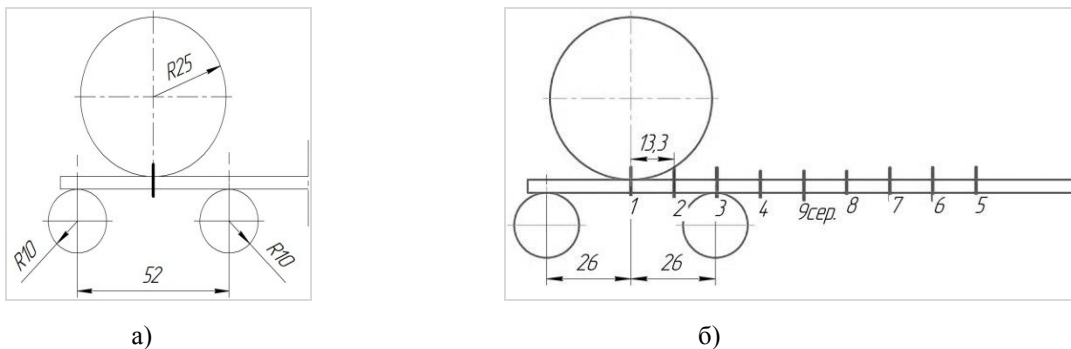


Рис. 5 – Расположение инструмента машины MTS Landmark 250 относительно образца

На первом этапе сначала провели физический эксперимент для отладки технологии, далее по тем же режимам провели математическое моделирование с учетом геометрии исходного образца и деформирующего инструмента и режимов формоизменения при формовке образца на лабораторной машине. На рис. 6 представлен второй шаг при нагрузке и разгрузке модельного образца.

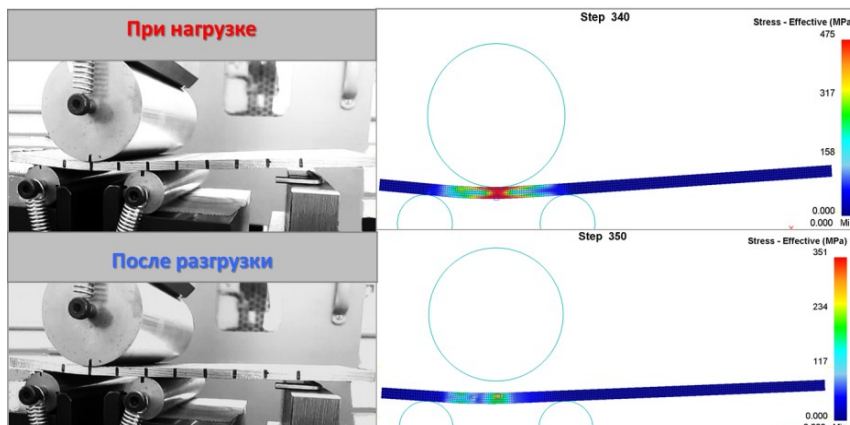


Рис. 6 – Схема формовки модельного образца математическим и экспериментальным методом 2 шага на первом этапе

Сравнительный анализ по геометрии образца после формовки показал, что относительное среднее отклонение результатов расчета и эксперимента по координатам 7 точек составляет 3%.

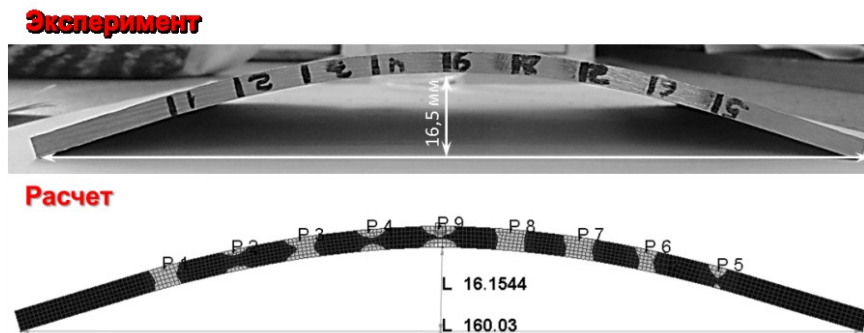


Рис. 7 – Окончательная геометрия образца после формовки на первом этапе

На втором этапе подобрали величину хода для каждого шага и провели математическое моделирование с учетом геометрии исходного образца и деформирующего инструмента получили находимые данные по режимам и проверили данный результат на эксперименте при формовке образца на лабораторной машине. На рис. 8 представлен четвертый шаг при нагрузке и разгрузке модельного образца.

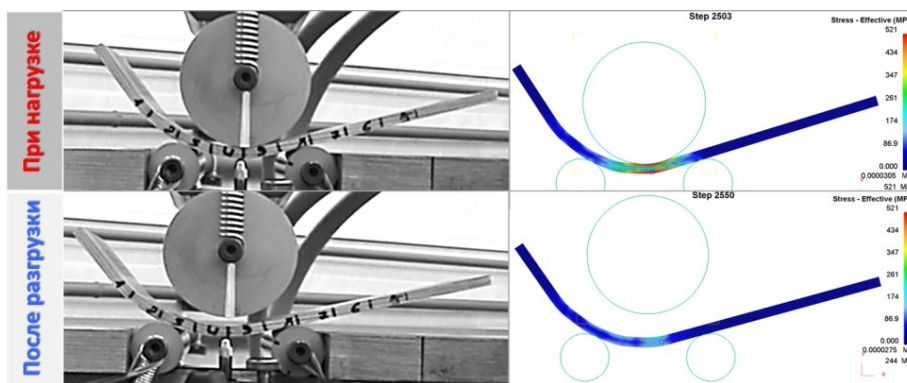


Рис. 8 – Схема формовки модельного образца математическим и экспериментальным методом 4 шага на втором этапе

После каждого шага формовки провели измерение геометрии образца при физическом и математическом моделировании. Относительное отклонение результатов расчета и эксперимента по геометрии составляет при формовке левой половины 2 %, правой 2,2 %. Сравнительный анализ по геометрии образца после формовки показал, что относительное среднее отклонение результатов расчета и эксперимента по координатам 9 точек составляет 2,1%.

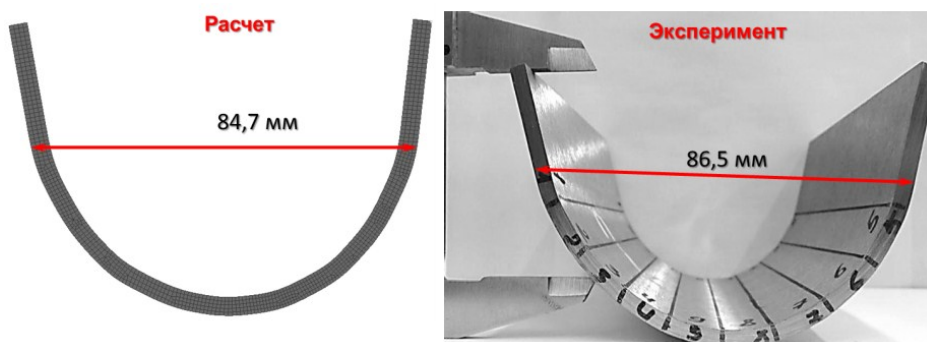


Рис. 7 – Окончательная геометрия образца после формовки на втором этапе

При формовке образца получили, в результате экспериментального исследования, график распределения по усилию и сравнили с результатами метаматематического моделирования. Относительное среднее отклонение результатов расчета и эксперимента по усилию при достижении максимального значения на первом и втором этапе составляет 3 % и 2% соответственно. На рис. 9 представлен график распределения по усилию первого и последнего шага.

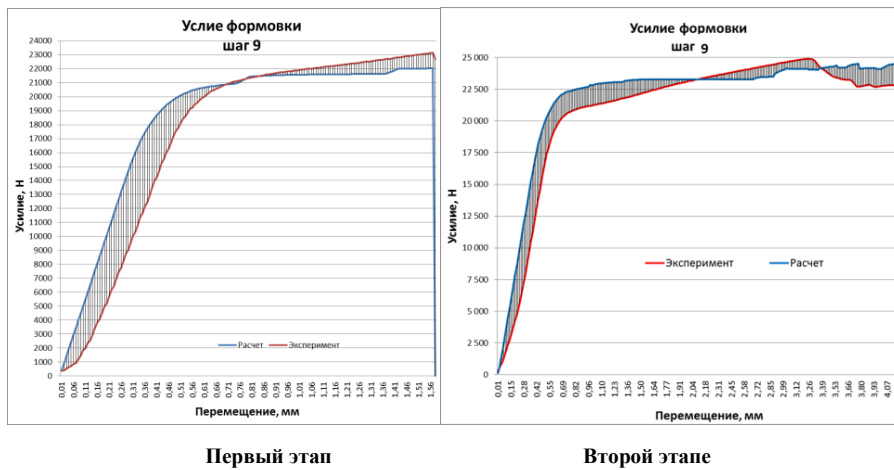


Рис. 9 – График распределения по усилию последнего шага

### Заключение

По результатам математического моделирования и экспериментального исследования формоизменения модельного образца при пошаговой формовке по схеме JCOE, можно сделать вывод о том, что при совмещении физического и численного моделирования формовки при упругопластической деформации, в программе DEFORM 2D, дает возможность получения данных по геометрии и энергосиловым параметрам с минимальной погрешностью, что в дальнейшем позволит совершенствовать схемы деформации и исследовать зависимости по различным параметрам.