

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ С УЧЕТОМ ДЕФЕКТОВ В МОДУЛЯХ САЕ

Федоров А.Л., Сафонов М.В.

Тольяттинский государственный университет, г.Тольятти

Ключевые слова: трехмерные модели, сварные швы, моделирование дефектов сварных швов.
Аннотация. Рассматриваются вопросы моделирования сварных швов с учетом дефектов. Показано, что при моделировании сварных швов в специализированных программных модулях имеется возможность имитации дефектов. Выполнены исследования сварных соединений методом конечных элементов при имитации таких дефектов сварного шва как непровар и трещина.

STUDY OF STRENGTH OF WELDED JOINTS TAKING INTO ACCOUNT DEFECTS IN CAE MODULES

Fedorov A.L., Safonov M.V.

Togliatti state university, Togliatti

Keyword: three-dimensional models, welds, modeling of weld defects.

Abstract. The problems of modeling welds with defects are considered. It is shown that when modeling welds in specialized software modules, it is possible to simulate defects. Studies of welded joints by the finite element method in the simulation of weld defects such as non-weld and crack are performed.

При определении прочности сварных соединений следует учитывать неоднородность свойств наплавленного металла, околошовной зоны и основного металла. Необходимо принимать во внимание и геометрическую неоднородность, вызванную как заданными конструктивными формами, так и технологией сварки, приводящую к своеобразному неравномерному распределению напряжений и усилий в конструкции. Кроме того, в сварном соединении возможно появление технологических дефектов, в некоторых случаях оказывающих влияние на общую прочность сварного узла. Методы автоматизированного проектирования позволяют создать трехмерную модель сварного соединения, в том числе и с имитацией технологических дефектов [1]. В данном случае модель сварного шва создается с использованием традиционных приемов трехмерного твердотельного моделирования.

Однако в настоящее время в некоторых САПР разработчики вводят дополнительный модуль создания трехмерных моделей сварных соединений. При исследовании в таких САПР сварного узла методом конечных элементов сварной шов является самостоятельной трехмерной моделью, что обеспечивает возможность при работе в модуле САЕ задать для модели сварного шва иной, чем для соединяемых деталей, материал [2].

Кроме того, методами трехмерного моделирования возможна имитация дефектов. Например, в программной среде NX в модуле Мастер сварки (Weld Assistant) создана трехмерная модель соединения ТЗ согласно ГОСТ. Толщину

соединяемых листов принимали 10 мм, размер катета шва – 10 мм. Данное соединение предусматривает конструктивный непровар. Однако дополнительно смоделированы непровар в корне шва и трещина в сварном соединении. Для имитации непровара в корне шва создали трехмерную модель цилиндра и используя булевы операции вычли ее непосредственно из наплавленного металла (рис. 1).

Для имитации трещины из сварного соединения вычитали клин (рис. 2).

Следует отметить, что непровары и трещины относят к опасным дефектам сварного соединения, существенно влияющим на их прочность.

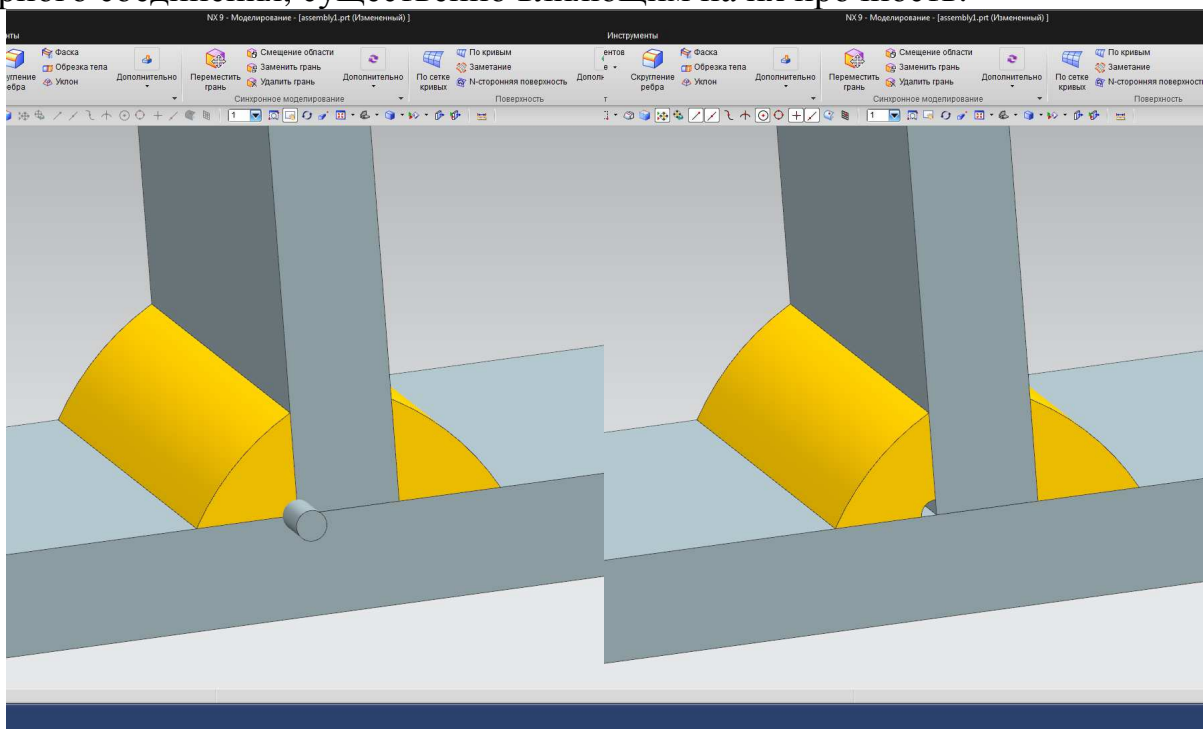


Рис. 1. Имитация непровара в корне шва

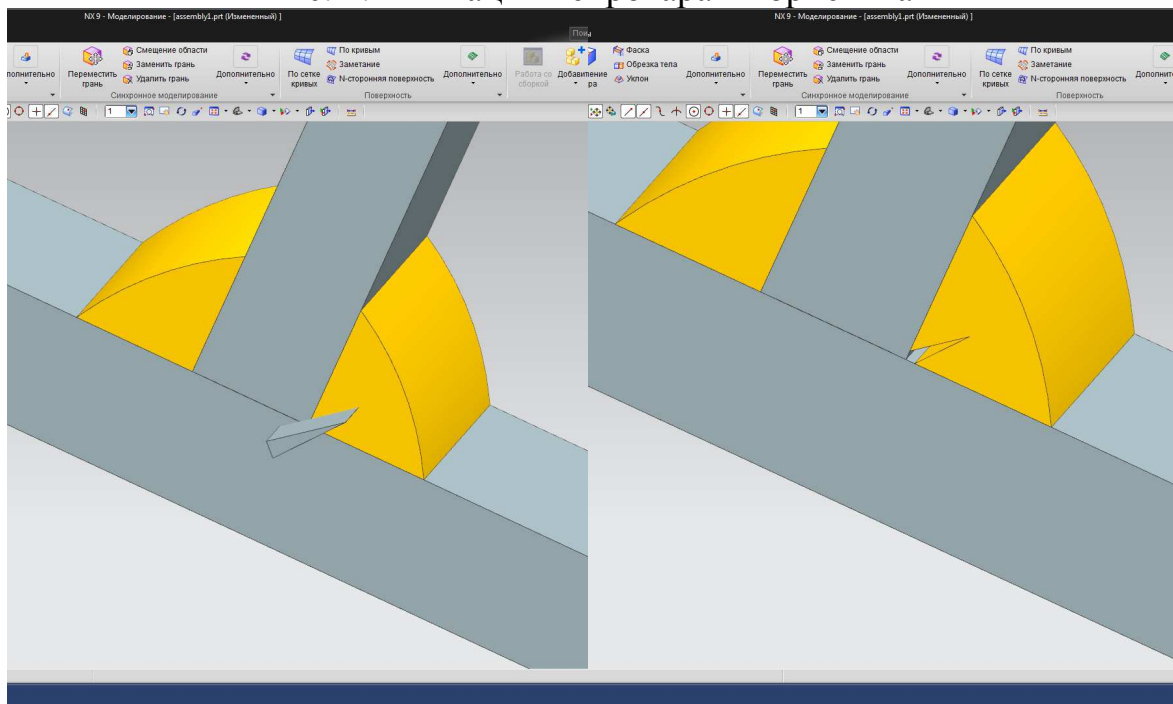


Рис. 2. Имитация трещины в сварном шве

Затем в модуле деформационно-прочностного анализа САЕ исследовали распределение напряжений в дефектном сварном соединении. При разбиении трехмерной модели на конечные элементы принимали во внимание размер дефектов сварного соединения. Задавали объемную сетку с размером ячейки 1мм. Также выполняли операцию сопряжения сетки конечных элементов [2]. Материал задавали – сталь 5кп. Нагрузку к данному сварному соединению прикладывали следующим образом (рис. 3).

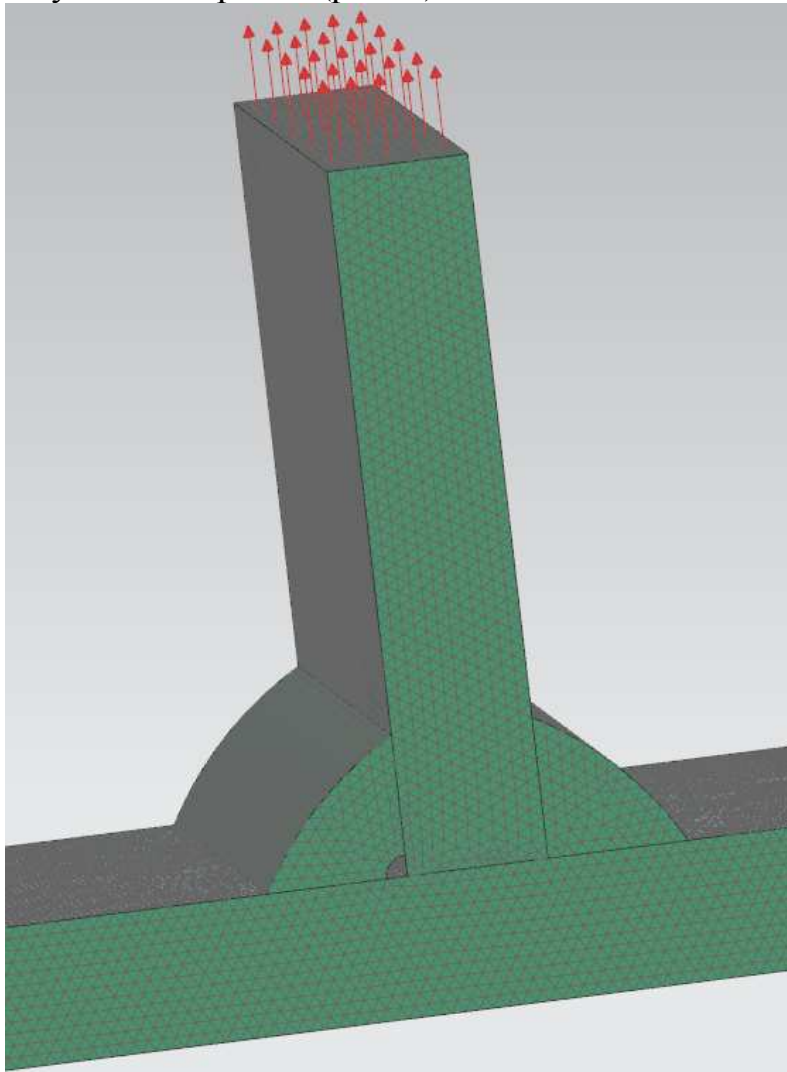


Рис. 3. Схема приложения нагрузки

Распределение напряжений после выполненных расчетов в сварном узле с имитацией непровара показано на рисунке 4. На рисунке показан «срез» непосредственно в районе дефекта. Достигается данный эффект активацией функции «Изменить вид постпроцессора». Устанавливается текущая плоскость и задаются ее координаты. На основании полученных данных можно сделать вывод, что концентрация напряжений непосредственно в районе дефекта достигает 2.

Напряжения в сварном узле с имитацией трещины приведены на рисунке 5. Также в данном случае концентрация напряжений достигает 3.

Учитывая, что в настоящее время некоторые приборы ультразвукового контроля сварных швов обеспечивают прорисовку сварных соединений с созданием трехмерной модели шва с учетом выявленных при контроле дефектов,

становится возможным исследование прочности методом конечных элементов модели данного сварного соединения. Имитация в трехмерной модели выявленных дефектов позволит получать более точные значения эксплуатационных характеристик сварного соединения.

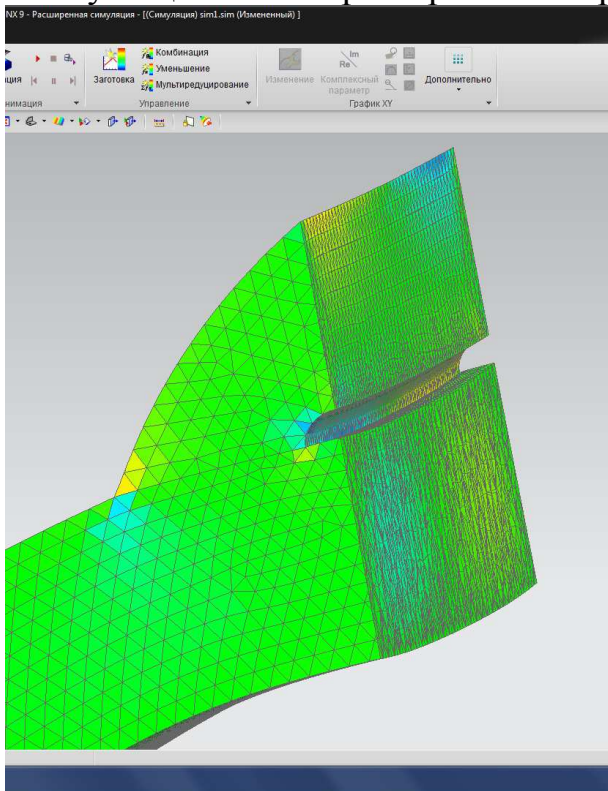


Рис. 4. Распределение напряжений в районе дефекта непровар

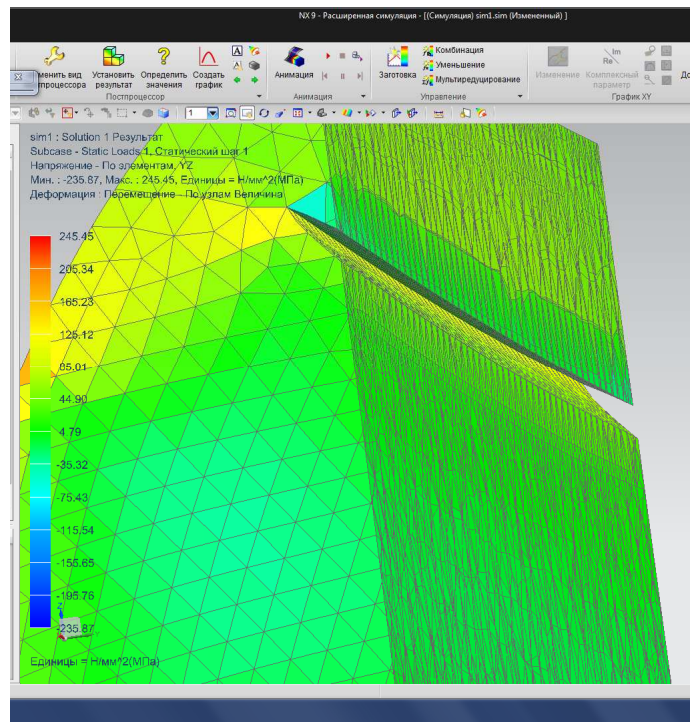


Рис. 5. Распределение напряжений в районе дефекта трещина

Список литературы

1. Федоров А.Л. Компьютерные технологии исследования свойств сложных сварных соединений, и имеющих технологические дефекты / А.Л. Федоров, О.В. Шашкин // Современные проблемы повышения эффективности сварочного производства Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием. Тольятти, 2006. С. 135-138.
2. Федоров А.Л. Моделирование сварных соединений в тяжелых САПР / А.Л. Федоров, Д.Э. Советкин // Технология машиностроения и материаловедение: Материалы международной научно-практической конференции. – Новокузнецк: НИЦ МС, 2019. – № 3. – С. 5-9.

Сведения об авторах:

Федоров Андрей Львович – к.т.н., доцент, доцент кафедры «Сварка, обработка металлов давлением и родственные процессы», ТГУ, г.Тольятти;

Сафонов Михаил Викторович – старший преподаватель кафедры «Сварка, обработка металлов давлением и родственные процессы», ТГУ, г.Тольятти.