

машина может съезжать с пути, а по окончании путевых работ обеспечивать содержание автодорог и территорий с помощью агрегируемого на передней и задней навесках сменного оборудования (снегоочистителя, поливочно-моечного оборудования и т.д.).

Таким образом, в условиях объективной необходимости повышения рентабельности предприятий транспортного комплекса представляется целесообразным внедрение многофункциональных машин на комбинированном ходу, применение которых при небольших объемах маневровых работ позволит снизить стоимость перевозок и повысить эффективность использования подвижного состава.

Литература

1. Бардышев, О.А. Машины на комбинированном ходу / О.А. Бардышев, О.А. Кудряшов, В.И. Тэтгер. – М.: Транспорт, 1975. – 135 с.
2. Лопай, С.Д. Восстановление железнодорожного пути и сооружений / С.Д. Лопай, Н.А. Зензинов, В.А. Шушков, Е.Е. Овчинников. – М.: Транспорт, 1973. – 328 с.
3. Довгяло, В.А. Современное состояние и перспективы оснащения транспортных войск Республики Беларусь многофункциональными техническими средствами / В.А. Довгяло, Д.И. Бочкарев, Л.Б. Полянский // Механика машин, механизмов и материалов. ... 2007. – № 1. – С. 33 – 37.

УДК 624.078.45

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ УГЛОВОГО СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КАРКАСА АВТОБУСА

А.Е. Колесникова, А.В. Шмелев

ГНУ «Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси», Минск

Сварные соединения в силу своей технологичности и относительно невысокой стоимости получили широкое применение при изготовлении машиностроительных конструкций различного назначения. Несмотря на то, что этот вид неразъемного соединения применяется достаточно давно, вопросы расчета прочности конструкций и их элементов, полученных сваркой, остается актуальным. Это вызвано особенностями напряженно-деформированного состояния (НДС) в околошовной зоне.

Расчетный анализ прочности изделий машиностроения выполняется сегодня в основном с использованием численных методов, преимущество которых заключается в том, что они позволяют получить характеристики НДС конструкции в любой его точке. Наибольшее распространение среди численных методов получил метод конечных элементов (МКЭ).

Детальный анализ напряженного состояния конструкций требует наличия точного описания геометрии как самой конструкции, так и сварного шва. Наличие возможных дефектов и нестабильность размеров сварных швов в значительной мере оказывают влияние на расчетное значение напряжений в околошовной зоне. С другой стороны, при использовании численных методов результат расчета НДС у различных концентраторов напряжений очень чувствителен к размеру конечно-элементной сетки. На рис. 1 представлен фрагмент углового сварного соединения и зависимость растягивающих напряжений у основания сварного шва от размера конечного элемента.

Расчетная оценка напряжений у сварных швов, с учетом указанных особенностей, будет неустойчивой и, следовательно, не может использоваться в инженерной практике. Поэтому необходим поиск подходов, позволяющих получить более стабильные результаты, пригодные для применения на машиностроительных предприятиях.

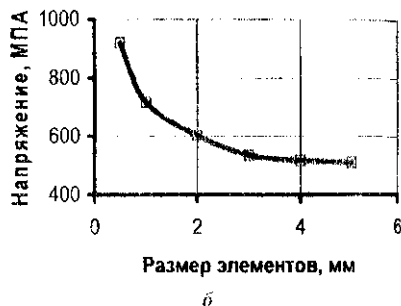
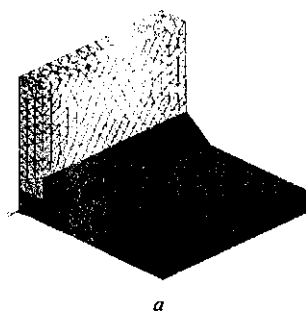


Рис. 1. Влияние размера элементов на величину растягивающих напряжений у концентратора: а – конечно-элементная модель углового сварного соединения; б – зависимость растягивающих напряжений от размера элементов у основания сварного шва

В отечественной, а также российской и украинской литературе не найдена информация по моделированию и определению НДС сварных соединений с детальным описанием концентраторов напряжений на основе метода конечных элементов. Анализ зарубежных публикаций [1 – 3] показал, что достаточно устойчивые оценки нагруженности сварных соединений могут быть получены на некотором удалении от основания сварного шва, как показано на рис. 2. Для листовых конструкций это расстояние (L) может составлять порядка 0,5...1,5 толщины листа свариваемой детали.

Суть подхода заключается в том, что относительный градиент напряжений в близости концентратора напряжений (основание сварного шва) переменный. По мере же удаления от концентратора его значение приближается к определенной величине и меняется незначительно. Кроме того, решения, полученные с различной величиной конечных элементов в этой области, имеют достаточно близкие значения. Оценки НДС получаются более устойчивыми.

Описанный подход был реализован при анализе НДС Т-образного сварного соединения элементов каркаса автобуса, изготовленного из трубы прямоугольного сечения ($60 \times 40 \times 3$ ГОСТ 8645-68, сталь 20). Расчет выполнялся в программном комплексе ANSYS и состоял из следующих этапов: построение геометрической модели; построение конечно-элементной модели; задание граничных условий и действующих нагрузок; расчет и анализ полученных результатов.

Конечно-элементная модель (рис. 3, а) формировалась на основе твердотельной модели исследуемого объекта, созданной средствами препроцессора ANSYS, с использованием конечных элементов второго порядка «solid 186» тетраэдрической формы. Расчет выполнялся в линейной постановке, поэтому для описания свойств материала были использованы модуль Юнга ($2,05 \cdot 10^5$ МПа) и коэффициент Пуассона (0,3). Размер конечных элементов в зоне сварного шва составлял порядка 1 мм. В местах, удаленных от зоны концентрации напряжений, размер элементов увеличен до 6 мм с целью снижения общей размерности модели.

Моделировалось статическое нагружение. Перемещения боковых плоскостей (рис. 3, а) были ограничены по всем степеням свободы. К верхней части модели в вертикальном направлении прикладывалось перемещение величиной 2 мм. Полученная картина распределения растягивающих напряжений в зоне сварного шва представлена на рис. 3, б.

По результатам анализа НДС зоны сварного соединения элемента каркаса автобуса была получена кривая изменения растягивающих напряжений по мере удаления от основания сварного шва (рис. 4).

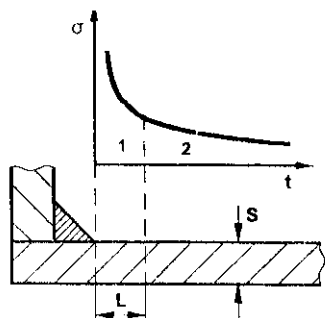


Рис. 2. Кривая изменения напряжений (σ) по мере удаления (t) от сварного шва: 1, 2 — соответственно нелинейный и линейный участки изменения градиента напряжений



Рис. 3. Т-образная модель сварного соединения элементов каркаса: а – схема нагружения; б – распределение растягивающих напряжений после нагружения

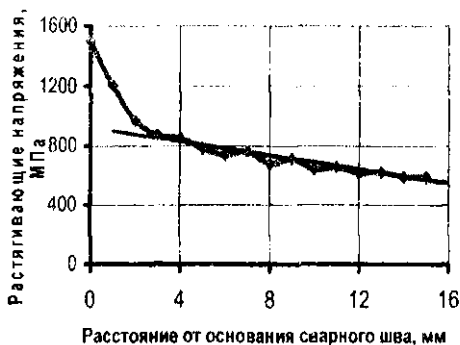


Рис. 4. Кривая изменения растягивающих напряжений

Как видно из рис. 4, на расстоянии порядка 3 мм от основания сварного шва относительный градиент напряжений принимает практически постоянное значение. Эта информация может быть использована как при расчетном, так и экспериментальном исследовании (при выборе мест установки тензодатчиков) НДС каркаса автобуса с целью снижения влияние особенностей геометрии сварного шва в исследуемой зоне и получения устойчивых оценок нагруженности.

Литература

1. European Standard. EUROCODE 3: Design of steel structures. Part 1.1: General rules and rules for buildings. ENV 1993. – 1 – 1.
2. Helmut Dannbauer Fatigue Analysis of Welding Seams and Spot Joints in Automotive Structures / Helmut Dannbauer, Christian Gaier, Klaus Hofwimmer // SAE 2005

УДК 621.9:658.512

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ МЕХАНОСБОРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Д.Н. Свирский

УО «Полоцкий государственный университет», Новополоцк;

Д.П. Кункевич

*ГНУ «Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси»,
Минск*

Введение. В современных условиях мирового финансового кризиса проблема комплексного ресурсосбережения на производственном предприятии становится остроактуальной. Для машиностроительных заводов предлагается компактный подход к ее решению [1]. Отечественная практика свидетельствует о том, что конкурентоспособность продукции отрасли (особенно наукоемкой) в немалой степени зависит от совершенства технологического оснащения производства. В докладе предлагаются конкретные инженерные решения технологической оснастки в русле заявленной идеологии.

Оснастка для компактного широкоуниверсального заточного станка. Разнообразный металлорежущий инструмент, применяемый на любом машиностроительном предприятии, требует заточки. При анализе схем его заточки был выделен инвариант формообразования рабочих (режущих) поверхностей, наиболее просто реализованный в универсально-заточном станке модели 3А64 с помощью электромеханического привода главного движения и пяти ручных перемещений исполнительных органов. Однако полный комплект прилагаемых к станку приспособлений включает более тридцати сборочных единиц [2]. При рассмотрении этого набора была выделена инвариантная часть и синтезирована конструктивная схема универсального приспособления (рис. 1) с несколькими насадными приспособлениями (табл.).

Средства оснащения сборочно-сварочных операций. Сборочно-сварочные приспособления – важнейшие средства обеспечения качества сварных конструкций. Последние отличаются высокой сложностью, которая проявляется как в геометрии отдельных деталей, так и на уровне структурном, в сочленениях этих деталей. Иллюстрацией отмеченных особенностей может служить современная кабина трактора «Беларусь», характерный фрагмент которой – боковина – приведен на рис. 2.