

Актуальной задачей является изготовление сварных конструкций с заданными механическими свойствами. Это возможно только при получении определенной микроструктуры сварного шва. Для выявления склонности металла и зоны термического влияния к образованию трещин и разрушению сварных конструкций исследуется микроструктура сварных соединений. Образцы (шлифы) для исследования микроструктуры вырезаются из контрольных сварных соединений поперек шва на расстоянии 20–30 мм от начала или конца шва во избежание контроля участков с неустановившимся режимом сварки. Травление шлифа проводится химическим способом в соответствующем реактиве погружением шлифа до четкого выявления линии сплавления и структуры металла шва. Микроструктура сварных соединений представлена на рисунке 2.

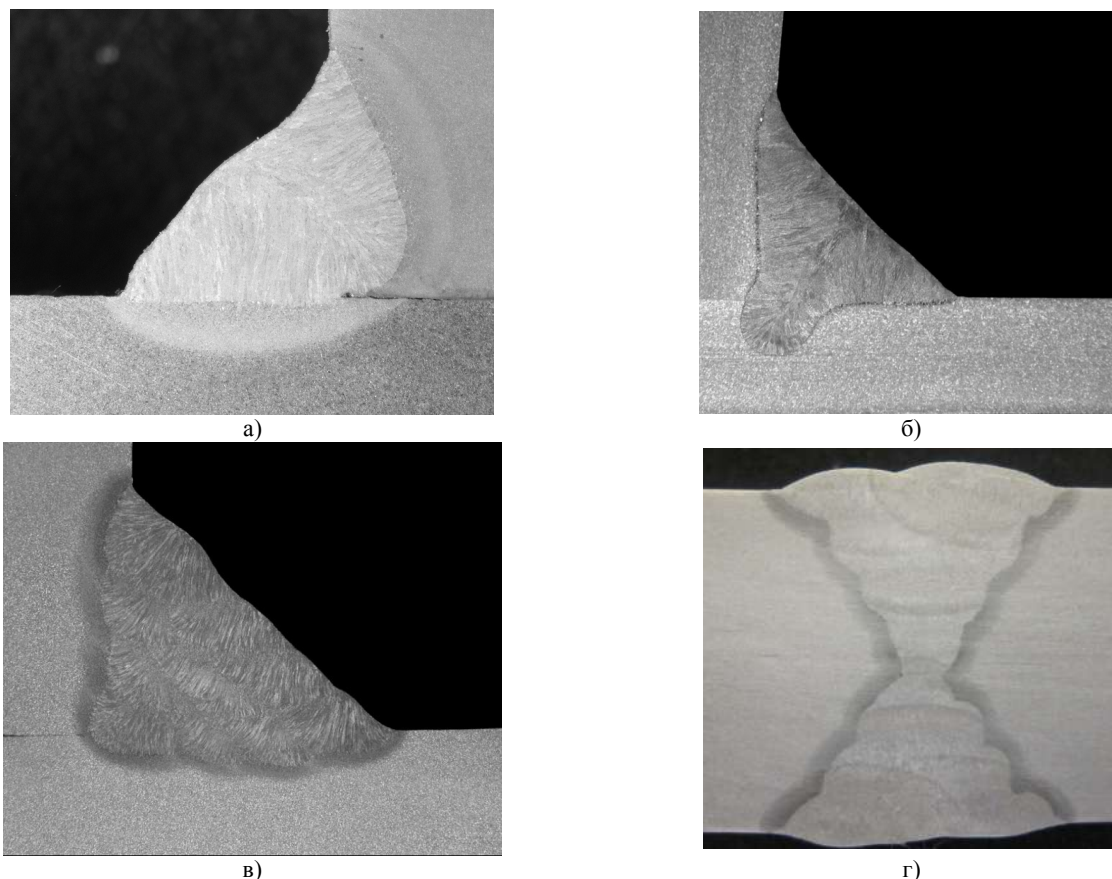


Рисунок 2 – Микроструктура сварного соединения:
а, б, в – углового, г – стыкового

Результаты проведенных экспериментальных исследований показывают, что применение сварных конструкций при объективном инструментальном контроле их качества и механических свойств обеспечивает выполнение требований к прочности и является прогрессивным направлением в области развития железнодорожного подвижного состава.

УДК 629.3

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ДИСКОВЫХ ТОРМОЗОВ В СРЕДЕ ПАКЕТА ANSYS/LS-DYNA

О. А. СУХАНОВА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Тормозная система – важнейший узел, обеспечивающий безопасное движение всех транспортных средств. Особенность таких систем состоит в наличии динамической неустойчивости – существования ряда возможных колебательных состояний при заданных значениях возмущающего дей-

ствия и параметров системы, обусловленной влиянием конструктивных и трибологических факторов. Конструктивные факторы включают несовершенство геометрии элементов тормозной системы, их упругие, а также демпфирующие характеристики, внутренние и внешние связи, определяют комплексное взаимодействие всех элементов тормозной системы. Трибологические факторы характеризуются нестабильностью коэффициента трения на поверхности трущихся тел из-за фрикционных автоколебаний, зависящих в свою очередь от внешних условий – скорости скольжения, демпфирования, собственной частоты колебаний узла трения.

Построение реальных динамических моделей дисковых тормозов сопряжено с целым рядом сложностей: учет деформации составных элементов конструкции, существование зазора в контактной паре, превышение числа степеней свободы над числом степеней подвижности и др. Проведение же экспериментальных исследований в реальных условиях часто связано с высокими материальными затратами. Целью представленной работы является разработка модели контактного взаимодействия таких элементов тормозных систем, как диск и колодка в среде пакета ANSYS/LS-DYNA.

В качестве объекта исследования принят сплошной тормозной диск, геометрическая форма которого представлена составным объемом двух цилиндров с толщиной 20 и 50 мм, наружным диаметром 260 и 140 мм соответственно, имеющим сквозное отверстие диаметром 100 мм, находящимся в контакте с тормозной колодкой в форме сектора с внешним радиусом 130 мм, внутренним радиусом 50 мм и центральным углом 90°, толщиной 20 мм. Материал элементов модели – сталь с модулем упругости 200 ГПа, коэффициентом Пуассона 0,3. При создании конечноэлементной сетки для твердых тел использовался 3D-элемент – SOLID 164 и оболочечный элемент – Thin shell 163. Контактная пара – «поверхность – поверхность», причем в зоне контакта и колодка, и диск являются плоскими поверхностями. Задавалось осевое перемещение колодки и вращение диска вокруг этой же оси за различные промежутки времени. Значение коэффициента трения принималось равным 0,2. Общее количество элементов модели составило около 110000.

В ANSYS поддерживаются неявные (implicit) методы интегрирования динамики, и расчет сводится к серии решений квазистатических задач с нагрузками, зависящими от времени. Для высокоскоростных процессов (протекающих обычно несколько миллисекунд) и при очень больших деформациях приходится делать шаги весьма малыми, чтобы отследить изменение нагрузки и поведение конструкции. В отличие от ANSYS расчетный модуль LS-DYNA использует явную (explicit) постановку решения задачи и позволяет успешно решать кратковременные и быстротекущие задачи, такие как удары, столкновения, а также процессы разрушения.

Расчеты проводились для различных вариантов сгущения торцевых линий контактирующих поверхностей при регулярном сеточном разбиении, что позволило наиболее быстро получить сходящееся решение. В результате решения задачи о контактном взаимодействии деталей тормозной системы было получено распределение контактных напряжений конструкции по поверхности контакта. Установлено, что пластические деформации в колодке в разы превышают пластические деформации в диске, т. е. наблюдается эффект упрочнения.

Таким образом, разработанная конечноэлементная модель позволяет оценить напряженно-деформированное состояние системы с учетом упругопластических деформаций, что создает предпосылки для дальнейшего совершенствования конструкций тормозных систем.

УДК 656.223

РАСШИРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПНЕВМОКОЛЕСНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ЗА СЧЁТ УСТАНОВКИ КОМБИНИРОВАННОГО ХОДА

*В. А. ТАШБАЕВ, К. В. МАКСИМЧИК, Д. Ю. СЕЛЮЖИЦКИЙ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Попытки конструкторов дать автомобилям и другой пневмоколесной технике возможность перемещения по рельсам были предприняты еще на заре автомобилестроения. Проводились работы по внедрению комбинированного хода, который позволял бы успешно выполнять поставленную