

УДК 629.4.027.4

## СНИЖЕНИЕ НЕПОДРЕССОРЕННОЙ МАССЫ ЛОКОМОТИВОВ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Д. К. ПАХОМОВ, Е. Н. КУЗЬМИЧЕВ, Д. Н. НИКИТИН

Дальневосточный государственный университет путей сообщения  
Хабаровск, Россия

Снижение неподрессоренной массы у локомотивов железнодорожного транспорта остается актуальной задачей по нескольким причинам, связанным с повышением эффективности, безопасностью, надежностью локомотивов и железнодорожного полотна [1].

Актуальность снижения неподрессоренной массы обусловлена такими факторами, как: уменьшение динамического воздействия на путь; повышение плавности хода и комфорта; улучшение сцепления с рельсами и снижение риска боксования; увеличение конструкционной скорости; снижение затрат на обслуживание и ремонт локомотивов [2, 3].

На сегодняшний день известные следующие подходы, направленные на снижение неподрессоренной массы: применение опорно-рамного подвешивания тягового электродвигателя (ТЭД) вместо опорного-осевого подвешивания; использование асинхронных ТЭД; облегчение колесных пар за счет применения полых осей; внедрение упругих элементов в тяговый привод; оптимизация конструкции букс и других узлов, связанных с неподрессоренной частью локомотивов.

На фоне технологической революции аддитивные методы становятся неотъемлемой частью модернизации железнодорожного транспорта, открывая новые возможности для проектирования и ремонта.

Бурное развитие аддитивных технологий позволяет железнодорожным компаниям снижать капитальные затраты, легализовывать производство запчастей, сокращать логистические издержки и время простоя подвижного состава.

Аддитивные технологии позволяют реализовать топологическую оптимизацию конструкции железнодорожного колеса за счет послойного синтеза и точного дозирования материала при сохранении требуемых механических характеристик и свойств.

Железнодорожные колеса испытывают экстремальные нагрузки (контактные напряжения до 1200...1500 МПа, циклические изгибы, ударные воздействия), что предъявляет жесткие требования к прочности и усталостной стойкости материала.

Обеспечение однородности механических характеристик по всему объему аддитивно изготовленного железнодорожного колеса представляет существенную технологическую сложность. Это обусловлено присущей аддитивным процессам анизотропией свойств материала, возникающей из-за послойного характера синтеза. Дополнительным критическим фактором выступает пористость, типичная для металлических деталей, полученных методами 3D-печати: наличие микропустот создаёт зоны концентрации

напряжений, что недопустимо для колесных пар, работающих в условиях высоких циклических нагрузок. Особую сложность вызывает адаптация традиционных колесных сталей к технологиям селективного лазерного плавления (SLM) и прямого энергетического осаждения (DED). При быстром локальном нагреве и охлаждении такие материалы демонстрируют повышенную склонность к образованию термических трещин. Ситуация усугубляется отсутствием утверждённых отраслевых регламентов для применения порошковых аналогов колёсных сталей в аддитивном производстве. При этом к металлическому порошку предъявляются жесткие требования по качеству: строго регламентируются размер частиц, их сферичность, а также отсутствие оксидных включений, способных ухудшить плотность и прочность конечного изделия.

Несмотря на перечисленные технологические, материаловедческие и нормативные сложности внедрения аддитивных технологий в производство железнодорожных колес, потенциал этого метода для снижения неподрессоренной массы локомотива остается крайне значимым для железнодорожной отрасли. Ключевое преимущество заключается в принципиальной возможности топологической оптимизации конструкции: аддитивные технологии позволяют проектировать внутреннюю структуру колеса с рациональным распределением материала, что позволит создавать облегчённые зоны в малонагруженных участках, формировать ячеистые или решетчатые структуры, исключать избыточный металл без потери несущей способности.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Вахромеева, Т. В.** Снижение динамических нагрузок в тяговых приводах электровозов с рамным подвешиванием тяговых двигателей и карданными муфтами : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.07 / Вахромеева Т. В. – М., 2014. – 243 л.
2. **Бирюков, И. В.** Вагон и маленькая тележка / И. В. Бирюков // Гудок. – 2003. – 23 апр.
3. Тепловозы. Механическое оборудование. Устройство и ремонт / В. Е. Кононов, Н. М. Хуторянский, А. В. Скалин; под ред. Н. М. Хуторянского. – М. : Транспорт, 1988. – 320 с.