

ПАССИВНЫЙ НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДЕФОРМАЦИОННОГО ТЕПЛООБРАЗОВАНИЯ

Мойсейчик А.Е.

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

Такой метод успешно реализован для контроля теплозащитных функций ограждающих конструкций зданий и сооружений, выявления дефектных участков, нагрев которых происходит за счет энергии горячих процессов, электрического тока, энергии трения, колебательных движений[1]. В единичных случаях этот метод применялся для контроля работоспособности конструкций, выявления дефектных зон, при контроле зарождения и развитии разрушения элементов конструкций. Так, в работе [2] пытались разработать методику пассивного теплового контроля для выявления дефектных зон несущих стальных конструкций мостовых кранов. При этом использовалась панорамная съемка конструкции моста крана термографом «ИРГИС-2000» и в итоге получен трудно различимый сигнал на уровне чувствительности прибора. В работе [3] термографом той же модели удалось выявить не только изменение температуры элементов упруго нагруженной подкрановой балки, но и визуализировать границы остаточных сварочных напряжений в стальной конструкции. Во втором случае повышение контрастности теплового сигнала получили за счет небольшой накачки механической энергии в балке и фокусирования термографа на дефектной зоне.

В связи с изложенным сформулируем основные методологические положения, соблюдение которых необходимо для получения контрастного теплового сигнала с использованием деформационного тепла и достоверного выявления дефектных зон в составе стальной конструкции. Как правило, дефектные участки стальных конструкций, нагруженных собственным весом, эксплуатационной нагрузкой, находятся в тепловом взаимодействии с прилегающими участками более холодного металла и омывающей воздушной средой. Возникающий при этом кондуктивный и конвективный теплообмен ведет к выравниванию температур смежных участков металла.

В таких условиях контрастный тепловой сигнал можно получить при выполнении следующих условий.

1. Предварительно необходимо выявить места расположения конструктивно-технологических дефектов в исследуемой стальной конструкции. Это производится или на основании предварительного упруго-пластического расчета конструкции, или на основании использования аналогов, опыта исследования конструкций. При этом целесообразно определить величину нагрузки, при которой появляются пластические деформации в концентраторах (дефектах).

2. Исследуемую конструкцию необходимо нагрузить усилиями, величина которых должна быть не выше 50-80% от предельно допустимых. Более достоверные результаты термографирования будут при 2-х, 3-кратном последовательном приложении нагрузки (накачка конструкции энергией).

3. Инфракрасное компьютерное термографирование следует производить в процессе нагружения с 2-кратным дублированием. Методика съемки должна учитывать технические характеристики используемого компьютерного термографа. Как правило, при выявлении дефектов в стальных конструкциях панорамную съемку не следует применять. Расстояние от объектива термографа до исследуемой поверхности необходимо принимать в пределах 0,5-2 м. Съемку следует вести в условиях минимального инфракрасного излучения среды, внешних тел. Требования к термографируемой поверхности минимальные (хорошая видимость, эксплуатационное покрытие поверхности (слой краски, окатины, равномерный слой пыли можно не снимать, удалить только набрызги грязи, бетона и т.п. неоднородности)).

Пассивный тепловой метод в Беларуси широко применяется для контроля теплопотерь зданий и сооружений. Для контроля работоспособности несущих конструкций, выявления дефектов, участков зарождения разрушения конструкций, т.е. для предотвращения аварий и чрезвычайных ситуаций, на белорусских производствах с повышенной опасностью этот метод практически не применяется. Объяснить это можно как отсутствием необходимой нормативно-правовой базы в республике, так и неподготовленностью персонала. Как следует из приведенного выше краткого анализа моделей теплообразования, в твердых деформируемых телах для успешного применения тепловых методов неразрушающего контроля машиностроительных, строительных, нефтехимических и других металлических конструкций, персонал должен обладать достаточными знаниями и умениями как в области теплофизики твердого тела, так и механики конструкций. Методом пассивного теплового неразрушающего контроля с использованием деформационного теплообразования по изложенной выше методологии можно надежно контролировать состояние стальных конструкций, работающих в составе объектов повышенной опасности (резервуары, газгольдеры, трубопроводы, грузоподъемные машины и механизмы, пролетные конструкции стальных мостов и других конструктивных систем). Эти конструкции имеют свои особенности, которые должны учитываться при разработке технологических документов неразрушающего теплового контроля. Из сказанного следует, что внедрению тепловых методов контроля будет способствовать комплексная работа по направлениям, показанным на рисунке 1.



Рисунок 1 – Приоритетные направления разработки обеспечений тепловых методов неразрушающего контроля

Рисунок 1 – Приоритетные направления разработки обеспечений тепловых методов неразрушающего контроля

В первую очередь необходимы усилия по разработке нормативно-технической базы теплового неразрушающего контроля. В энергетике, нефтехимии, железнодорожном транспорте нет руководящих документов с изложением регламентирующих требований по технологии проведения пассивного теплового контроля. Такая документация отсутствует и в департаменте по надзору за безопасным ведением работ в промышленности Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (Госпромнадзор). Для сравнения следует указать, что в аналогичных ведомствах Российской Федерации имеется более развитая нормативная база, регламентирующая применение тепловых неразрушающих методов на объектах повышенной опасности (РД-13-04-2006, РД-153-34.0-20.363-99, РД-153-34.0-20.364-00, МДС 23-1.2007, ФР.1.32.2006.026657, ПГЭ 2.3.5.-2012/3 и другие).

Выводы

1. Сформулированы основные требования к технологии такого контроля.
2. Выявлены недостатки и намечены пути внедрения тепловых методов контроля работоспособности несущих конструкций на объектах повышенной опасности Беларуси.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Будадин, О.Н. Тепловой контроль / О.Н. Будадин, В.П. Вавилов, Е.В. Абрамова. – М.: ИД Спектр, 2011. – 230 с.
2. Котельников, В.В. Разработка методики теплового контроля и диагностики технического состояния металлоконструкций мостовых кранов: автореферат дисс. на соиск.уч.ст. к.т.н. – М.: МВТУ, 2009. – 18 с.
3. Мойсейчик, Е.А. Выявление опасных зон в стальных подкрановых балках по изменению деформационного температурного поля/ Е.А.Мойсейчик // Вестник гражданских инженеров, 2013: – 6(41). – С. 28-34.

УДК 621.7

БЫСТРОЕ ПРОТОТИПИРОВАНИЕ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ LOM-ТЕХНОЛОГИИ

Доминикевич В.В., Веремей П.В., Левков К.Л.

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

Решить задачи научно-исследовательских и опытно-конструкторских (технологических) разработок (НИОКТР) во многом пытаются с помощью систем автоматизированного проектирования – САПР (англ. термин – Computer Aid Design (CAD)), профессиональных программных продуктов фирм Autodesk, Аскон и др. Однако наибольшие трудности возникают при изготовлении нестандартных, сложных по своей конфигурации деталей в различных отраслях промышленности, которые часто являются самой трудоёмкой и дорогостоящей частью всего проекта. Остро стоит вопрос представления полноценной физической модели будущего изделия в кратчайшие сроки при оптимальных затратах.