

2. Исследование остаточных напряжений в разнородных сварных соединениях трубопроводов АЭС на основе численного моделирования / В.Д. Ходаков, А.Г. Казанцев, Д.В. Ходаков, О.М.Петров и др. Тяжелое машиностроение. 2015. № 7-8.

УДК 004.738.5

## **О НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧАХ ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ СЛОЖНЫХ ПРОЦЕССОВ И УСТРОЙСТВ**

Клименко О.А.

Институт вычислительных технологий СО РАН, г. Новосибирск

При моделировании сложных технических процессов и устройств используется численное или математическое моделирование. Кроме того, математическое моделирование применяется для анализа и оптимизации различных стратегий управления, позволяющих повысить эффективность работы бизнес-процессов предприятий и организаций. С проникновением информационных и телекоммуникационных технологий в промышленность в численную модель продукта или процесса стала закладываться связь с другими объектами с помощью информации, которая поступает от датчиков и сенсоров, которые связаны через локальную или глобальную сеть. В результате получают так называемые цифровые двойники (digital twins) физических объектов и процессов, которые позволяют применять математические методы [1].

Цифровизацию связывают с Четвертой промышленной революцией, которая понимается как переход на полностью автоматизированное цифровое производство, выходящее за границы одного предприятия. Цифровой двойник объекта является необходимой частью организации цифрового производства, позволяет проводить моделирование и оптимизацию всевозможных параметров до материального воплощения в металле или другом материале.

Например, Nissan Motor Corporation для создания прототипов и экспериментов с новыми форматами автомобилей использует численное моделирование и технологию 3D-печати. Это позволило исключить большое количество ручной работы и ускорить процесс создания прототипов [2].

Немецкий концерн Siemens, работающий в области электротехники, электроники, энергетического оборудования, транспорта, медицинского оборудования, использует цифровые двойники на смарт-фабриках. Подробная цифровая информация позволяет командам Siemens из разных стран и в разных дисциплинах создавать новые продукты [3].

Сотрудниками Инжинирингового центра «Центр компьютерного инжиниринга» (CompMechLab®) СПбПУ Петра Великого разработана система CML-Bench™. Система позволяет создать виртуальный макет изделия, провести испытания, использовать базу данных материалов [4]. Система CML-Bench™ применялась в автомобилестроении при выполнении проекта государственного значения «Кортеж».

Группа компаний ASE атомной промышленности предлагает использовать платформу MULTI-D для управления жизненным циклом сложных инженерных объектов. Технология позволяет проводить весь цикл работ в цифровом виде, включая моделирование объектов, взаимодействие участников проекта, поддержку во время эксплуатации и модернизации, вплоть до момента вывода объекта из эксплуатации. Платформа может применяться не только на объектах атомной промышленности, но и на других сложных объектах, например нефтяных платформах.



Рис. Отечественный лимузин «Аурус» проекта «Кортеж», фото kremlin.ru

Сложные задачи оценки надежности, управления рисками могут решаться с применением цифровых двойников объектов и процессов. Предлагаемые специалистами методы и подходы [5-7] являются основой для перехода к цифровому производству. Для этого перехода необходимо ввести в системы возможность взаимодействия ее элементов через глобальную или локальную информационную сеть, использовать визуализацию на всех этапах исследования, создавать системы хранения и обработки данных.

### Литература

1. Два в одном: для чего заводу нужен цифровой близнец [http://digital-russia.rbc.ru/article-page\\_11.html](http://digital-russia.rbc.ru/article-page_11.html)
2. Nissan Automated Their Production Process with Materialise Software <https://www.materialise.com/en/cases/nissan-motor-using-materialise-3D-printing-software>
3. Digital Twins from Siemens <http://www.hannovermesse.de/en/news/digital-twins-from-siemens-81669.xhtml>
4. CML-Bench™ – система управления деятельностью в области компьютерного инжиниринга <http://fea.ru/article/cml-bench>
5. Москвичев В.В., Лепихин А.М., Буров А.Е. Оценка ресурса и надежности металлокомпозитных баков высокого давления // Решетневские чтения. 2017. № 21-1. С. 30-31.
6. Информационная система территориального управления рисками развития и безопасностью / В.В. Москвичев, И.В. Бычков, В.П. Потапов, О.В. Тасейко // Вестник Российской академии наук. 2017. № 8. С.696-705.
7. Ничепорчук В.В., Чернякова Н.А. Использование инфраструктур данных для оценивания рисков чрезвычайных ситуаций // Обработка пространственных данных в задачах мониторинга природных и антропогенных процессов: Труды Всероссийской конференции. 2017. Новосибирск : Институт вычислительных технологий Сибирского отделения РАН. 2017. С. 280-284.