

ПРОГНОЗНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ: СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ, РЕШЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ

С. В. Медведев

*Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси
ул. Сурганова, 6, 220012, г. Минск, Беларусь, medv@newman.bas-net.by*

Показана возможность эффективной трансформации сложившихся подходов автоматизированного проектирования технических объектов и систем в новую парадигму прогнозной инженерной деятельности на основе масштабного использования суперкомпьютерных, грид и интернет-технологий.

Ключевые слова: проектирование; суперкомпьютерное моделирование; прогнозная инженерная деятельность; интернет-технологии.

Инженерная практика в машиностроительном комплексе и смежных отраслях прежде всего связана с проектированием и конструированием объектов новой техники. Упомянутые взаимосвязанные процессы выполняются в соответствующих программных продуктах и подчиняются требованиям ГОСТ 22487 Проектирование автоматизированное. Термины и определения, а также ГОСТ 34.003 Информационная технология. Комплекс стандартов на информационные системы.

ГОСТ 22487 – Проектирование – процесс составления описания, необходимого для создания еще не существующего объекта (алгоритма его функционирования или алгоритма процесса), который осуществляется преобразованием первичного описания (технического задания), оптимизацией заданных характеристик объекта и алгоритма его функционирования, устранением некорректности первичного описания и последовательным представлением описаний детализируемого объекта на различных языках для различных этапов проектирования.

В современных информационно-коммуникационных, суперкомпьютерных, облачных и интернет технологиях, по мнению автора, определение и содержание процессов интеллектуального инженерного проектирования требуют корректировки, дополнения и обогащения новыми подходами и парадигмами.

Опыт и знания, полученные в работах [1-10], дают возможность сформулировать новый подход в разработке технических объектов различных производств и технологических переделов: прогнозная инженерная деятельность (ПИД).

ПИД- совокупность взаимосогласованных компьютерных, суперкомпьютерных, грид и WEB-технологий, обеспечивающих в общем случае:

- интерактивно-алгоритмическое конструирование машиностроительных конструкций на обширном поле трехмерных параметризованных моделей функциональных элементов деталей и сборочных единиц;

- технологии количественной оценки уровня технологичности созданной модели перспективной конструкции;

- укрупненное компьютерное моделирование последствий технологических сварки, сборки и механической обработки;

- моделирование взаимодействия предварительно напряженной разрабатываемой конструкции с внешними статическими и динамическими нагрузками при граничных условиях, соответствующих процессам эксплуатации;

- разработка схемы базирования деталей конструкции, выбор рационального пространственного положения изделия при сварке относительно уровня плиты приспособления (стенда);

- интерактивно-алгоритмический синтез приспособления (стенда, кондуктора) на базе обширных библиотек функциональных элементов ведущих мировых производителей (DESTACO, AMF, DEMMELER и др.); объединение функциональных элементов выбранным типом корпуса; оценка с использованием 3d моделей сварочных инструментов доступности и обзорности сварных швов с учетом реальных 3d результатов конструирования варианта сборочно-сварочной оснастки;

- оценка изменений остаточного НДС сварной конструкции с учетом закрепления и теплоотвода в приспособление по сравнению со сваркой в свободном состоянии;

- моделирование взаимодействия внешних нагрузок с внутренним НДС после сборки-сварки в приспособлении; оценка изменений в несущей способности в статике, динамике и ресурсе до разрушения; внесение (при необходимости) изменений в сварную конструкцию, схему базирования, технологию нанесения сварных швов и конструкцию приспособления;

- максимально детализированная полномасштабная виртуальная эксплуатация, по результатам которой вносятся окончательные изменения в чертежную документацию на сварную конструкцию, оснастку и технологический процесс;

- суперкомпьютерные stress-tests в условиях идеального состояния сварных швов, а также с учетом уровня допустимых и недопустимых дефектов швов, околошовных зон и основного металла; дефекты представляются как трехмерные твердотельные объекты, интегрируемые в 3d-модели конструкций и создающие в них соответствующие трещины, подрезы, непровары и пр.;

- обоснование в результате серий вычислительных экспериментов допустимый и/или недопустимый уровень дефектов применительно к экстремальным динамическим условиям виртуальной и реальной эксплуатации.

Основная цель ПИД – не столько спрогнозировать поведение ответственной конструкции в динамических экстремальных условиях эксплуатации, сколько получить новые знания и характеристики поведения конкурентоспособного технического объекта, которые другими известными способами получить не представляется возможным.

Ряд приведенных в докладе положений о ПИД реализованы в научно-исследовательском и образовательном грид-сегменте НАН Беларуси [11]. Автор и его коллеги открыты к взаимовыгодному сотрудничеству в сфере развития и совершенствования прогрессивных подходов прогнозной инженерной деятельности.

Библиографические ссылки

1. Окерблом Н. О. Конструктивно-технологическое проектирование сварных конструкций. М. Л.: Машиностроение, 1964. 420 с.

2. Информационные технологии программы Союзного государства «Триада». Основные результаты и перспективы / Сб. науч. тр.; научные редакторы С.В. Медведев, Г.М. Левин, Б.М. Розин. Минск: ОИПИ НАН Беларуси. 2010. 304 с.

3. Белорусские суперкомпьютеры семейства СКИФ / Н. Н. Парамонов [и др.]; Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси. – Гомель: Вечерний Гомель-Медиа. 2020. 268 с.: ил.– ISBN 976-985-90479-7-8.

4. Medvedev S. V. Computer modeling of residual welding strains in technological design of welded structures // *Welding International*. 2002. vol. 16(1). P.59-65.

5. Denisov L. S., Medvedev S. V. A differentiated approach to the computer design of welded structures // *Welding International*. 2003. vol. 17. №11. P.899-904.

6. Medvedev S. V., Ovsyanko V. A., Petrushina M. V. Elements of Virtual Supercomputer Tests of Welded Structures // 16th International Conference “Computer Technology in Welding and Manufacturing” & 3rd International Conference “Mathematical Modelling and Information Technologies in Welding and Related Processes”. 6-8 June 2006, Kiev, E.O.Paton Electric Welding Institute. 2006. P.103.

7. Klimau Kirill, Medvedev Sergey. Prognosis Supercomputer Modeling of Welded Structures Behaviour under Dynamic Loads // 20th Scientific Slovak-Polish Conference “Machine Modeling and Simulations 2015”

September 7-9, 2015, Terchov, Slovak Republic Trenčín: Alexander Dubček University; Puchov: Faculty of Industrial Technologies, 2015. P. 21-27.

8. Medvedev Sergey, Klimov K.A. Computer and supercomputer technologies for the design and technological design of welded structures // The 4th IIV South East European Welding Congress “Safe Welded Construction by High Quality Welding“ (10-13 October 2018), Belgrade, Serbia. Электронные данные. URL: <http://seeiw2018.duzs.org.rs>.

9. Медведев С. В. Конструктивно-технологическое проектирование и моделирование сварных конструкций в распределенных суперкомпьютерных средах // Сварочное производство. 2022. № 5. С. 24-29.

10. Кожевников М. М., Медведев С. В., Жуковец М. В. Автоматизированное проектирование и компьютерное моделирование компактных сборочно-сварочных систем // XII Международная конференция “Информационные технологии в промышленности, логистике и социальной сфере” (ИТ*2023): тезисы докладов, Минск, 21-22 сентября 2023 г. Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2023. С. 90-93.

11. Чиж О. П., Медведев С. В. О создании, развитии и совершенствовании научно-исследовательского и образовательного грид-сегмента НАН Беларуси // Там же, с. 166-168.

12. Медведев С. В. Элементы технологии суперкомпьютерного моделирования сварных подводных конструкций при взрывных внешних воздействиях // Двенадцатый национальный суперкомпьютерный форум (НСКФ 2023), 28 ноября-1 декабря 2023. Переславль-Залесский: ИПС РАН, Россия, 2023. Электронные данные. URL: <http://2023.nscf.ru/prezentacii>.

13. Медведев С. В., Jing Jang. Суперкомпьютерное моделирование процесса выращивания монокристаллического кремния // Двенадцатый национальный суперкомпьютерный форум (НСКФ 2023), 28 ноября-1 декабря 2023. Переславль-Залесский: ИПС РАН, Россия, 2023. Электронные данные. URL: <http://2023.nscf.ru/prezentacii>