

Р. Ф. Гаффанов, кандидат технических наук, старший преподаватель

Л. Ю. Иванов, магистрант

В. С. Клековкин, доктор технических наук, профессор

Ижевский государственный технический университет

ОЦЕНКА ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОДУКЦИИ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Внедрение численных методов расчета в процесс проектирования новой номенклатуры изделий может существенно повысить конкурентоспособность предприятия за счет снижения затрат: на проектирование, испытание и снижение себестоимости конструкции уже существующих видов изделий. На примере предприятий Удмуртии, специализирующихся на изготовлении нефтегазового оборудования, рассмотрены пути повышения эффективности их работы с использованием новейших методик численного моделирования напряженно-деформированного состояния и тепломассопередачи.

Ключевые слова: экономическая эффективность, конкурентоспособность, метод конечных элементов, напряженно-деформированное состояние, прочность

Острая конкурентная борьба за рынок сбыта заставляет предприятия постоянно повышать качество своей продукции и снижать ее себестоимость без ущерба безопасности для людей и окружающей среды. На предприятиях, ведущих собственные разработки изделий, даже с современной культурой производства и оснащения уровень затрат на разработку конструкции ее испытания и оптимизации ее конструктивных и функциональных параметров может достигать 10 % от капитализации всего производства.

В связи с этим было разработано большое количество программных комплексов на основе метода конечных элементов (МКЭ) [1, 2], позволяющих моделировать условия эксплуатации изделия в реальных условиях, что позволяет:

- подобрать оптимальные материалы и геометрию конструкции как всего изделия, так и его отдельных узлов, с учетом безопасности его для людей и окружающей среды;
- снизить затраты на испытания и ускорить внедрение в производство;
- спрогнозировать жизненный цикл и остаточный ресурс изделия.

В Удмуртии существует четыре предприятия, занимающиеся изготовлением и внедрением в производство своих изделий в области нефтегазового машиностроения, ввиду этого между ними и производителями других регионов и зарубежными производителями ведется острая конкурентная борьба за рынок сбыта.

ЗАО «Технология» (Воткинск) и ООО ПКФ «Техновек» (Воткинск) были предоставлены данные о накладных расходах на внедрение опытных конструкторских образцов отдельных деталей и всего изделия в целом. Данными предприятиями было предложено оптимизировать процесс внедрения новых конструкций отдельных деталей и сборок в производство.

Анализ существующих методик испытаний на данных предприятиях выявил их достоинства и недостатки (табл. 1).

Таблица 1. Анализ существующих методик испытаний

Существующая методика натурных испытаний изделия	
Достоинства	Недостатки
1. Точность и достоверность. 2. Не требует подготовки высококвалифицированного персонала для проведения работ	1. Значительные затраты времени на испытания. 2. Вероятность брака сохраняется ввиду того, что замерить напряжения в материале изделия не представляется возможным, не всегда можно определить возникновение пластических деформаций ввиду того, что замеры деформаций проводятся не по всей поверхности деталей или соединения. 3. Невозможность проведения некоторых видов испытаний ввиду недостаточной технической оснащенности, опасности проведения таких видов испытаний. 4. Высокая цена проведения испытаний при отработке новых видов изделий или новой конструкции

ЗАО «Технология» на примере составной нефтяной задвижки было предложено отработать технологию внедрения численного моделирования в конструкторско-испытательные работы на примере их основной продукции нефтяных задвижек шиберного типа и оценить эффективность внедрения подобных методов расчета в производство.

Были предложены конструкция и технология сборки (рис. 1) нефтяной составной задвижки (далее – задвижки) термическим методом.

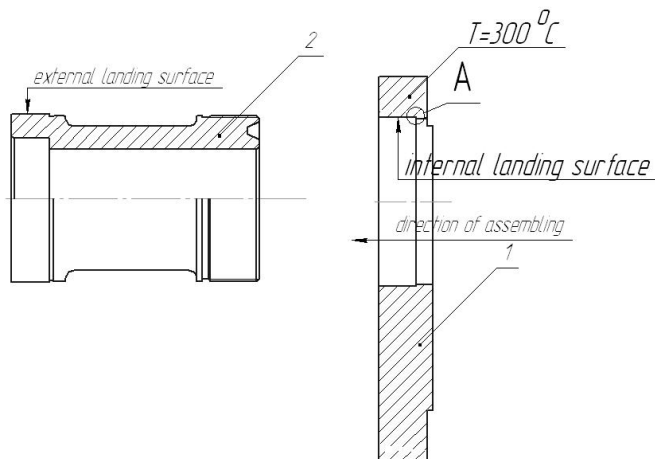


Рис. 1. Технология сборки задвижки

Предприятием было предложено заменить цельную конструкцию полукорпуса задвижки на сборную, при этом сборка осуществляется термическим методом, нагретый фланец п. 1 одевается на втулку п. 2 (рис. 1).

Для оценки отработки конструктивных параметров составной задвижки методом численного моделирования были поставлены следующие задачи:

- определить физико-механические свойства материала и оптимальные конструкторские параметры полукорпуса задвижки;
- определить работоспособность соединения при давлении в 31 МПа.

Проведенный расчет позволил определить напряженно-деформированное состояние соединения (НДС) под испытательным давлением 31 МПа (рис. 2), что позволило подобрать материал и оптимизировать конструкцию с 2,5-кратным запасом прочности [3, 4].

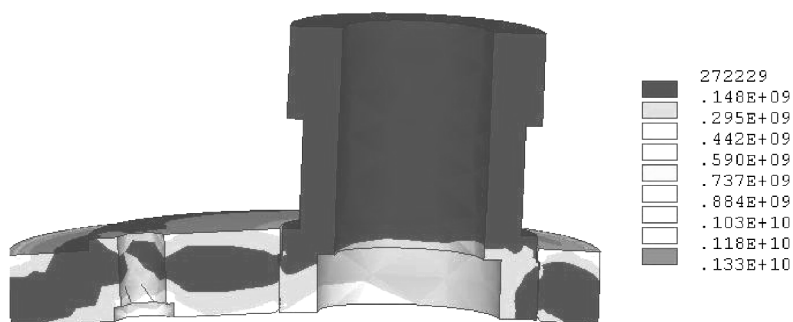


Рис. 2. Напряженно-деформированное состояние соединения под испытательным давлением 31 МПа

В ходе проведения испытаний на прочность и замеров остаточной (пластической) деформации была определена точность численных методов расчета (рис. 3, 4), расхождение с которой составила 7 %.

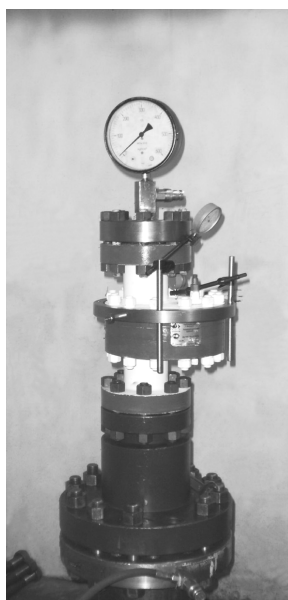


Рис. 3. Замеры упругой и пластической (остаточной) деформации при испытании составной нефтяной задвижки

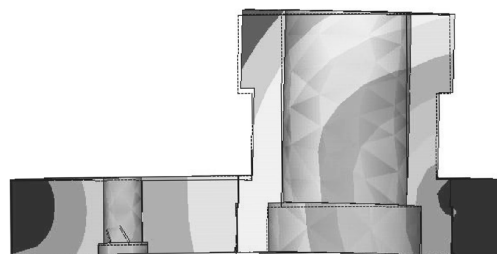


Рис. 4. Данные об упругой и пластической деформации

В ходе работы были определены достоинства и недостатки численных методов (табл. 2).

Таблица 2. Достоинства и недостатки численных методов

Методика численного моделирования	
Достоинства	Недостатки
1. Малое время проведения испытаний. 2. Малые затраты на проведение испытаний. 3. Более широкая возможность оптимизации конструкции. 4. Наглядность процесса, позволяющая выявить все недостатки конструкции. 5. Автоматизация процесса испытаний. 6. Возможность проведения любых типов испытаний	1. Для проведения расчетов требуется высокая квалификация специалистов. 2. Необходимость использования лицензионного достаточно дорогого программного обеспечения

На примере ЗАО «Технология» был проведен анализ экономической эффективности внедрения численных методов расчета, который показал, что внедрение численных расчетов на первый взгляд увеличивает общую стоимость проектно-конструкторских работ (рис. 5). Но апробация результатов и дальнейшие испытания показали, что эффективность от внедрения позволяет выявить:

- скрытые, неучтенные слабые места конструкции;
- спрогнозировать жизненный цикл изделия, что невозможно даже при испытаниях на прочность согласно методике планирования эксперимента [5]. Проведенный расчет позволил выявить брак и отозвать с объектов более 200 изделий, конструкция которых прошла стандартные испытания, но не выявила всех дефектов. Математическая модель работы изделия в реальных условиях позволила выявить недоработки конструкции. Предполагаемая экономия от внедрения численных методов расчета в испытательно-конструкторские работы в данном случае становится более чем очевидной [6].

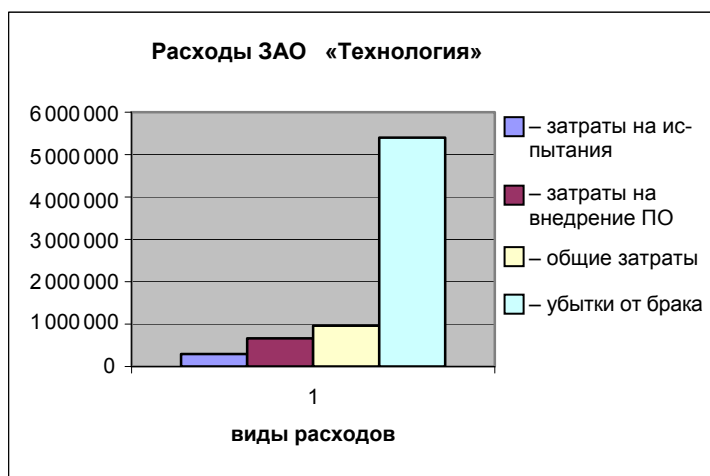


Рис. 5. Актуальность внедрения ИТ-технологии

Анализ сравнения эффективности использования натуральных испытаний с численными методами показал, что численные методы позволяют значительно снизить затраты на проведение испытаний, но это не значит, что они могут полностью исключить их. Введение численных методов позволяет эффективнее выявлять недостатки конструкции еще на этапе проектирования, это позволяет значительно снизить затраты на проведение испытаний, ускорить процесс внедрения изделия в производство, сделать изделие в случае необходимости более безопасным.

Список литературы

1. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов. – М. : Мир, 1979. – 392 с.
2. Зенкевич О., Морган К. Конечные элементы и аппроксимация. – М. : Мир, 1986. – 310 с.
3. Грецищев Е. С., Ильяшенко А. А. Соединения с натягом: Расчеты, проектирование, изготовление. – М. : Машиностроение, 1981. – 247 с.
4. Тарабасов Н. Д. Расчеты напряженных посадок в машиностроении. – М. : Машгиз, 1961. – 266 с.
5. Адлер А. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М. : Наука, 1976. – 311 с.
6. Гаффанов Р. Ф., Щенятский А. В. Управление процессом формирования соединения с натягом, собираемого термическим методом // Вестн. Ижев. гос. техн. ун-та. – 2008. – № 3. – С. 6–9.
7. Ануриев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя : в 3 т. – 8-е изд., переработ. и доп. / под ред. И. Н. Жестковой. – М. : Машиностроение, 2001.

* * *

R. F. Gaffanov, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, Izhevsk State Technical University

L. Yu Ivanov, Magstrand, Izhevsk State Technical University

V. S. Klekovkin, Doctor of Technical Sciences, Professor, Izhevsk State Technical University

Evaluation of Production Competitiveness Increase at Application of Information Technologies to Product Design and Production Processes

Application of new numerical computing to the design process of new product nomenclature can essentially increase enterprises competitiveness at the expense of cost reduction on design, testing and prime cost decrease of the existing products. By the example of the enterprises of the Udmurt Republic specializing on oil and gas equipment the ways of their work efficiency increase with use of new numerical simulation of and heat and mass exchange theory are considered.

Keywords: cost efficiency, competitiveness, finite element method, stress-strain state, durability

Получено 13.04.10