

Высокопроизводительные вычисления в металлургической промышленности

Мировая металлургическая промышленность применяет технологии численного моделирования и высокопроизводительных вычислений более 15 лет. С их помощью решаются такие актуальные задачи, как молекулярное моделирование для разработки сплавов, новых материалов и порошковых покрытий, моделирование процессов обработки металлов давлением для анализа деформирования металлов в процессахковки и объемной штамповки, расчеты антикоррозийных свойств металлов, моделирование магнитно-гидродинамических процессов в промышленных электролизерах. Использование высокопроизводительных вычислений позволяет ускорить исследования и разработки, а также удешевить их благодаря возможности заменить часть дорогостоящих натуральных экспериментов компьютерным моделированием. Именно поэтому их применяют крупнейшие металлургические концерны по всему миру, среди которых Hismelt Corporation, Mittal Steel Corporation, U.S. Steel Corporation.

Преимущества использования высокопроизводительных вычислений уже оценил и ряд российских металлургических компаний. В частности, Инженерно-Технологический Центр (ИТЦ) компании РУСАЛ, крупнейшего в мире производителя глинозема и алю-

миния, уже около четырех лет применяет эти технологии в своей деятельности.

Основной задачей ИТЦ РУСАЛ является создание новых и модернизация существующих алюминиевых электролизеров (аппаратов для электролиза раствора глинозема в расплавленном криолите, в результате которого выделяется алюминий) и сопутствующих объектов с помощью математического моделирования.

По признанию сотрудников ИТЦ РУСАЛ, наиболее ресурсоемкой стадией создания электролизера является проектирование. Оно начинается с определения основных характеристик и конструктивных параметров будущего объекта. Вслед за этим производятся расчеты большого количества различных вариантов, по результатам которых обычно возникает необходимость изменить некоторые параметры. После этого проводятся новые проверочные расчеты до получения оптимального результата. Затем конструкторы начинают проработку полученного варианта электролизера, по результатам которой могут обнаружиться какие-либо несоответствия и, как следствие, могут понадобиться дополнительные расчеты. То же самое происходит и при модернизации конструкции. Многократная переделка электролизера является очень затратной и ре-



сурсоемкой, поэтому единственным приемлемым методом его оптимизации является компьютерное моделирование всего комплекса происходящих в нем процессов с помощью специализированных программных пакетов.

В 2006 году с целью оптимизации проектировочного процесса в отделе математического моделирования и измерений ИТЦ компанией "Т-Платформы" был установлен вычислительный кластер с общей памятью на базе процессоров Intel Itanium.

Для расчетов на кластере специалисты ИТЦ РУСАЛ используют программные пакеты ANSYS Metaphysics и Star-CD, позволяющие проводить расчеты и моделирование с использованием распределенных вычислений. С их помощью специалисты решают следующие основные классы задач:

- ▶ термoeлектрические расчеты электролизеров в стационарном состоянии;
- ▶ моделирование напряженно-деформированного состояния катодного устройства в разных режимах работы;
- ▶ нестационарные термoeлектрические расчеты электролизеров при обжиге на коксовой постели (ввод в эксплуатацию);



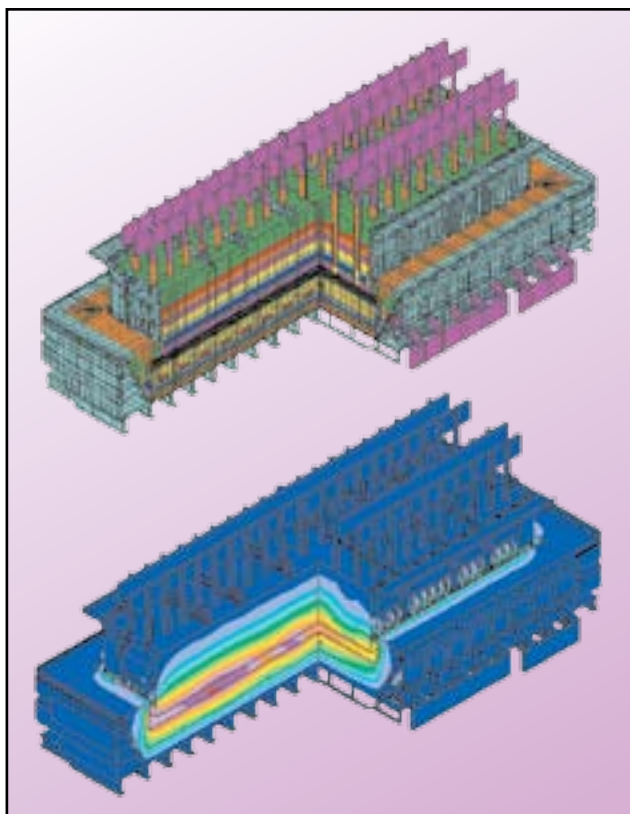
- ▶ моделирование процесса пламенного обжига электролизеров (ввода в эксплуатацию) с учетом процессов тепло-массопереноса в газозудной среде и горения топлива;
- ▶ моделирование систем газозудаления от электролизеров;
- ▶ моделирование процесса вентиляции электролизного корпуса;
- ▶ моделирование процессов тепло-массопереноса в электролизере за счет магнитной гидродинамики расплава.

Специалисты ИТЦ отметили, что с появлением вычислительного кластера время решения задач существенно сократилось

по сравнению с их выполнением на обычных ПК. Так, например, время решения термoeлектрических задач сократилось примерно в 1,5 раза, а время решения задачи пламенного обжига – примерно в 7 раз. Однако самый большой эффект специалисты ИТЦ отметили на задачах гидрозудинамики – время их выполнения уменьшилось примерно в 10-12 раз.

Кроме того, вычислительный кластер помог специалистам ИТЦ повысить точность расчетов и тем самым – улучшить качество выпускаемой продукции. Модели электролизеров, разработанные ИТЦ с использованием высокопроизводительных вычислений, отличаются увеличенным сроком эксплуатации, более низким энергопотреблением и улучшенными экологическими показателями по сравнению с более ранними версиями электролизеров, создававшимися с помощью обычных ПК.

Кластер компании "Т-Платформы" использовался, в частности, в процессе доработки электролизеров РА-300 и РА-400 по результатам опытно-промышленных испытаний. Электролизер РА-400, по оценке ведущих международных экспертов в области получения алюминия, признан одним из лучших электролизеров в мире. Также кластер "Т-Платформы" применялся для разработки и создания электролизера РА-400Т (улучшенной модификации РА-400), который на текущий момент является самым мощным в мире из серийно выпускаемых электролизеров. На базе этой технологии строится Тайшетский алюминиевый завод – один из самых перспективных проектов РУСАЛ'а по оценкам представителей компании.



**Наталья Лаврентьева, компания "Т-Платформы",
Александр Архипов, ИТЦ РУСАЛ**