

## Литература

1. Гришин А. М. *Математическое моделирование лесных пожаров и новые способы борьбы с ними*. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1992.
2. Кулешов А. А. *Математическое моделирование в задачах промышленной безопасности и экологии*. // Информационные технологии и вычислительные системы. 2003. № 4. С. 56–70.
3. Баровик Д. В., Корзюк В. И., Таранчук В. Б. *О компьютерном моделировании пожаров в клиент-серверной архитектуре расчетов, обработки и визуализации результатов (Часть 1)* // Сетевые компьютерные технологии. NTECH'07 Сб. трудов III международной конференции, г. Минск, 17–19 октября 2007 г. /БГУ. Минск: Изд. центр БГУ, 2007. С. 170–176.
4. Frederic Morandini, Xavier Silvani, Lucile Rossi, Paul-Antoine Santoni, Albert Simeoni, Jacques-Henri Balbi, Jean Louis Rossi, Thierry Marcelli. *Fire spread experiment across Mediterranean shrub: Influence of wind on flame front properties* // Fire Safety Journal. 2006. № 3. Vol. 41. P. 229–235.

## ПРОБЛЕМЫ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГАЗОВОГО ПОТОКА В ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Н. В. БЕЛОВА (Россия)

Высокий уровень современных систем автоматического управления и необходимое качество выпускаемой продукции требует разработки новых подходов к решению проблемы повышения точности измерений в переходных режимах работы технологических процессов использующих газ как источник и носитель энергии.

Современной тенденцией при разработке алгоритмов управления сложными техническими объектами является повсеместное внедрение математического описания взаимосвязанных явлений, протекающих в ходе технологического процесса. Зачастую математическая модель технологического процесса представляет собой систему нелинейных дифференциальных уравнений, описывающих каждый из физических процессов. Однако, при описании измерительных систем, играющих важную роль в построении оптимального алгоритма управления, описывают стандартными передаточными звеньями апериодического характера.

При анализе системы измерения параметров газового потока [1] выявлено, что при движении газового потока по трубопроводу происходит взаимодействие первичных преобразователей и несущей среды. Авторами Марийского государственного технического университета разработана нелинейная математическая модель процесса измерения параметров газового потока, включающая в себя аналитическое описание физических процессов при движении газового потока в трубопроводе и процессов взаимодействия первичных преобразователей с газовой средой.

Результаты проведенных исследований показали, что при взаимодействии газового потока и первичных преобразователей, а именно, с термопреобразователем датчика давления и влажности, вносятся существенные погрешности при представлении результатов измерения в переходных режимах работы технологического процесса. Математическая модель является аналитическим описанием физико-химических процессов возникающих при измерении параметров потока. Применение данных математических мо-

делей позволяет анализировать динамику процесса измерения и отображает взаимное влияние параметров друг на друга.

Построение алгоритма обработки на основе нелинейной математической модели измерительной системы, отражающей внутрисистемные связи между измеряемыми параметрами и конструктивные особенности первичных преобразователей позволяет обеспечить инвариантность и точность при измерении параметров газового потока, а также качественно повысить уровень разработки оптимальных алгоритмов управления.

Приведенные в статье результаты получены при поддержке фонда содействия и развития малых форм предприятий в научно-технической сфере в рамках программы "Участник молодежного научно-инновационного конкурса" ("У.М.Н.И.К.") по государственному контракту № 6041р/8519 "Разработка новых образцов техники в области машиностроения, радиотехники и средств управления с использованием критических технологий" и гранта по аналитической ведомственной целевой программе "Развитие научного потенциала высшей школы (2009-2010 годы)" № 2.1.2/6206 "Исследование устойчивости и обеспечение инвариантности энергосберегающих систем адаптивного управления динамическими объектами".

### Литература

Белова, Н.В. Система измерения параметров газового потока в трубопроводе / Н.В. Белова // Труды 3-й международной конференции молодых ученых и студентов "Актуальные проблемы современной науки". Естественные науки. Часть 12. Секция: НЕФТЕХИМИЯ, ОХРАНА ТРУДА. Самара. 2007. 50 с.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ СОБСТВЕННЫХ ДЕФЕКТОВ В КРЕМНИИ

В. И. Белько (Минск, Беларусь)

Ионная имплантация является одним из основных этапов в технологии производства современных интегральных схем, поэтому процессы формирования кластеров собственных дефектов в ионно-облученном кремнии привлекают значительное внимание. Расчеты *из первых принципов* и методы классической молекулярной динамики (МД) используются для нахождения определяющих параметров дефектообразования, таких, как энергия связи, барьерная энергия миграции при диффузии, энергии формирования и др. Тем не менее, используя эти методы, невозможно отслеживать динамику системы в процессе облучения кремния и его отжига.

Задачи по моделированию объектов больших размеров в течение длительного времени могут быть решены методами уравнений скоростей реакций и (кинетическим) методом Монте-Карло. В данной работе рассматривается модель, основанная на численном решении системы уравнений реакции-диффузии, а также особенности ее применения при решении задач по моделированию кластеризации собственных дефектов в кремнии. Входные параметры получены методом молекулярной динамики и из литературы.

Теоретические расчеты *из первых принципов* и с использованием эмпирических потенциалов показывают, что объединение отдельных междоузлий (и вакансий) в крупные кластеры энергетически выгодно. Это было подтверждено экспериментальным наблюдением агломератов междоузлий кремния, таких, как стержнеобразные  $\langle 311 \rangle$ -дефекты [1] и дислокационные петли. Процесс кластеризации междоузлий кремния