

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ДЛЯ ПРОВЕРКИ АЛГОРИТМОВ АВАРИЙНОЙ ЗАЩИТЫ И РЕГУЛИРОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ В ЗАЩИТНОМ БОКСЕ

Кривобородько В.А., Плетнев А.О., Большаков А.Д.

*Научные руководители: Ливенцов С.Н.,
д.т.н., профессор, Егорова О.В., к.т.н.,
Томский политехнический университет,
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: vak99@tpu.ru*

Монтаж и пусконаладочные работы технологических схем ОДЭК линии изготовления таблеток СНУП-топлива на площадке СХК вступают в активную фазу, и это является ключевым этапом в процессе подготовки системы к полноценной эксплуатации. На этом этапе важно наличие испытанных алгоритмов регулирования и противоаварийной защиты. В то же время проверка алгоритмов посредством натурных экспериментов либо затруднительна ввиду отсутствия самого объекта или доступа к нему, либо может привести к выходу из строя оборудования и аварийным ситуациям. При таких обстоятельствах можно заменить натурные эксперименты на эксперименты с использованием математических моделей этого оборудования. В таком случае цифровой двойник (ЦД) участка прессования линии изготовления таблеток возможно применить для проведения испытаний алгоритмов, в которых анализ работоспособности осуществляется с помощью интегрированных математических моделей, которые действуют как имитатор реального объекта.

В основе ЦД лежат модели-имитаторы состояния атмосферы бокса и установки прессования пресс-порошка. Модель состояния атмосферы в боксе основана на уравнениях теплового и материального балансов, а также соотношениях для расчета потерь давления на местных гидравлических сопротивлениях трубопроводов. Модель позволяет производить расчет динамических изменений давлений, концентраций основных компонентов (азот, кислород и пары воды) и температур среды в боксе в зависимости от расходов газа на входе и выходе бокса и изменения температуры окружающей среды; распределение расходов и потерь давлений в сети трубопроводов, в зависимости от степеней открытия запорной и регулирующей арматуры, давлений во входном и выходном общих коллекторах и давлений внутри бокса в штатных и нештатных режимах работы бокса и сети трубопроводов.

Техническим проектом заложены алгоритмы противоаварийной защиты и управления состояния атмосферы в боксе. Данные алгоритмы

реализуются в ЦД, либо в локальной системе управления на производстве с возможностью обмена данными с ЦД, что дает возможность использовать ЦД для проверки алгоритмов как до этапа пуско-наладки, так и во время нее. В настоящей работе продемонстрирован пример использования ЦД при настройке параметров регуляторов, проверки адекватности функционирования алгоритмов управления и аварийной защиты при имитации появления искусственных сигналов ошибок в работе алгоритмов и во время нештатного режима работы бокса.

АЛГОРИТМ ТРЕКИНГА ЧАСТИЦ ДЛЯ СБОРОК STRAW-ДЕТЕКТОРОВ С ОТБОРОМ ПО УГЛУ ПАДЕНИЯ

Чумаков Д.К.

*Научный руководитель: Дусаев Р.Р.
Томский политехнический университет,
634050, Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: dkc1@tpu.ru*

Трекинг частиц является важной частью современных ускорительных экспериментов. Кроме того, определение треков частиц используется и в прикладных целях – для отладки оборудования, точной корректировки геометрии расположения детекторов в ядерной физике. Для этих целей используются трековые детекторы, обладающие хорошим пространственным и временным разрешением. Широко используемые в настоящее время полупроводниковые детекторы (типа Timerix) под воздействием облучения со временем деградируют; с увеличением требуемой площади покрытия существенно возрастает стоимость сборки таких детекторов. Для этих целей могут быть использованы газонаполненные детекторы – микрополосковые типа Micromegas или трубчатые straw-детекторы. Straw-детекторы обладают временным разрешением до десятков нс; типовое пространственное разрешение единичного детектора составляет десятки-сотни мкм и определяется его диаметром и функцией ($r-t$) зависимости ширины сигнала от расстояния пролета частицы относительно анодной проволоки детектора [1]. Эта зависимость описывает цилиндрическую поверхность изохрон. Для улучшения пространственного разрешения straw-детекторов используются их многослойные сборки в сочетании с математической обработкой полученных сигналов. С этой целью был разработан алгоритм, представляющий собой расширение преобразования Лежандра [2]. В разработанном алгоритме траектория частицы определяется как касательная к изохронам сработавших детекторов из разных слоев. Кроме того, вво-