

УДК 62-05

**Обзор методов повышения надежности автоматизированных систем
управления установки изомеризации**

Мозговой В.И. Астапов В.Н.

Самарский Государственный технический университет Самара, Россия (443100,
Самара ул. Молодогвардейская, 244), e-mail: vladislav-119@mail.ru, asta-
2009@mail.ru

Аннотация

Данный аналитический обзор посвящен рассмотрению методов повышения надежности автоматизированных систем управления установки изомеризации. В статье рассматриваются современные меры и способы повышения надежности системы при эксплуатации, описываются основные мероприятия и технологии, которые позволяют достичь высокой надежности системы, такие как разработка и внедрение специализированного программного обеспечения, мониторинг и предотвращение отказов, создание резервных копий данных и оборудования, использование дублирующих систем и компонентов для обеспечения бесперебойной работы системы в случае отказа основных элементов, подготовка и обучение персонала, работающего с автоматизированной системой управления. Данный обзор является актуальным и полезным для специалистов нефтяной отрасли, а также для всех, кто интересуется вопросами обеспечения безопасности и эффективности производства продуктов с помощью изомеризации.

Ключевые слова: Автоматизация, изомеризация, повышение надежности, обучение персонала, разработка ПО, модернизация.

**Review of methods improving the reliability of automated isomerization
plant control systems**

Mozgovoy V., Astapov V.N.

Technical University Samara, Russia (244 Molodogvardeyskaya str., Samara,
443100), e-mail: vladislav-119@mail.ru, asta-2009@mail.ru

Annotation

This analytical review is devoted to the consideration of methods for improving the reliability of automated control systems of an isomerization plant. The article discusses modern measures and ways to improve the reliability of the system during operation, describes the main measures and technologies that allow achieving high reliability of the system, such as the development and implementation of specialized software, monitoring and prevention of failures, creation of backup copies of data and equipment, the use of redundant systems and components to ensure uninterrupted operation of the system in case of failure basic elements, training and education of personnel working with an automated control system. This review is relevant and useful for specialists in the oil industry, as well as for anyone interested in ensuring the safety and efficiency of product production using isomerization.

Keywords: Automation, isomerization, reliability improvement, personnel training, software development, modernization.

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире автоматизированные системы управления играют важную роль в различных отраслях промышленности, включая нефтегазовую промышленность. Одним из ключевых процессов в данной отрасли является процесс изомеризации, который используется для преобразования углеводородных смесей с целью повышения их октанового числа. В условиях такой сложной технологической цепочки повышение надежности автоматизированных систем управления установок изомеризации становится критически важным. Для этого применяются современные методы и технологии, которые направлены на минимизацию рисков возникновения отказов и сбоев в работе системы, а также на обеспечение бесперебойной и эффективной работы процесса изомеризации.

В данной статье будут рассмотрены современные способы повышения надежности автоматизированных систем управления установок изомеризации, которые помогают обеспечить стабильную и безопасную работу данного технологического процесса. Установки изомеризации имеют большое значение в химической и нефтеперерабатывающей промышленности, а также в производстве топлива и химических веществ. В частности, изомеризация используется для улучшения качества и свойств топлива, такого как бензин, используется в производстве различных химических веществ, например, пластмассы и полимеров. Кроме того, развитие методов изомеризации способствует разработке новых катализаторов, процессов и технологий, что может привести к повышению производительности и снижению затрат в различных отраслях экономики. Это в свою очередь может способствовать росту экономики и обеспечению высоких технологических стандартов в производстве.

1. Описание технологической схемы установки изомеризации

Основным блоком данной технологической установки является реакторный блок. Важнейшими параметрами, влияющими на ход процесса и, в конечном итоге, на качество получаемой продукции, являются температура и давление.

Процесс изомеризации осуществляется при температурах: в первом реакторе - 250-310 °С, во втором реакторе – 130-200°С; давлениях: в первом реакторе – 29-33 кгс/см², во втором реакторе – 28-30 кгс/см².

Повышение температуры сверх указанных пределов ведет к:

- ухудшению селективности процесса, способствуя протеканию реакций газообразования;
- снижению продолжительности межрегенерационного периода катализаторов.

Необходимый уровень давления нужен для обеспечения стабильности катализатора и продолжительности межрегенерационного периода. Повышение давления ведет к снижению степени изомеризации парафиновых углеводородов. Снижение давления ниже указанных величин ведет к быстрой деактивации катализатора.

Немаловажным параметром является расход сырья (60 – 80 м³/ч), поскольку именно он определяет производительности всей установки в целом. Изменение расхода сырья может вызвать аварию.

2. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СПОСОБОВ И МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ

2.1. Резервирование системы

Метод резервирования основан на очевидной идее замены вышедшего из строя элемента исправным, находящимся в резерве. Однако реализация этой идеи часто становится довольно сложной, если необходимо обеспечить минимальное время перехода в резерв и минимальную стоимость оборудования при заданной вероятности безотказной работы в течение определенного времени (наработки)[5].

Чтобы заменить вышедший из строя элемент, достаточно иметь на складе резервный (запасной) элемент. Однако продолжительность ручной замены составляет единицы часов, что неприемлемо долго для многих систем автоматизации. Использование контроллеров и модулей ввода-вывода со съемными клеммными разъемами и с возможностью "горячей" замены позволяет сократить время вынужденного простоя при условии наличия усовершенствованной системы диагностики неисправностей. Для обеспечения "горячей" замены необходимо обеспечить следующее:

- защита от статического электричества, которое может возникнуть на теле оператора, выполняющего замену устройства;
- необходимая последовательность питающих напряжений и внешних сигналов (для этого, например, используются разъемы с контактами разной длины и секвенсоры внутри устройства);
- защита системы от скачков тока, вызванных зарядкой емкостей подключенного устройства, например, с помощью токоограничивающих резисторов или отдельного источника питания;
- защита устройства от перенапряжения, короткого замыкания, обратной полярности, перенапряжения, неправильного подключения.

Кроме того, для обеспечения "горячей" замены программируемые устройства должны быть предварительно запрограммированы, в сетевые устройства должен быть записан

правильный адрес и предусмотрена подсистема автоматической регистрации нового и исключения старого устройства из сети, а также "безударный" режим смены контроллера или ввода-вывода [1,9].

Если резервный элемент является частью системы (а не, скажем, на складе), то это относится к резервным системам с ручной заменой вышедшего из строя элемента.

2.2. Использование диагностики и прогнозирования

Статистические методы прогнозирования

В методологическом плане основным инструментом любого прогноза является схема экстраполяции. Суть экстраполяции заключается в изучении устойчивых тенденций развития объекта прогнозирования в прошлом и переносе их в будущее. Основой методов экстраполяционного прогнозирования является изучение эмпирических рядов. Эмпирический ряд - это набор наблюдений, полученных последовательно с течением времени.

В статистическом прогнозировании широко используется метод математической экстраполяции, который в математическом смысле означает распространение закона изменения функции из области ее наблюдения на область, лежащую за пределами сегмента наблюдения. Функция представляет собой простую математико-статистическую модель, отражающую зависимость объекта прогнозирования (статистического показателя) от влияющих на него факторов. В качестве факторов могут выступать различные показатели, а также время (номер периода) (в дальнейшем мы будем опираться на эту базу при описании поведения конкретных информационных систем – ред.). Зависимости могут быть однофакторными $\{y = f(x)\}$ и многофакторными $\{y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)\}$ [4].

В этой статье внимание будет уделено функциям с однофакторной зависимостью из-за вводного характера материала и, что более важно, из-за однофакторной природы многих моделей прогнозирования поведения АС (зависимость любого параметра от времени).

Основным этапом экстраполяции тренда (зависимости функции от времени) является выбор оптимального типа функции, описывающей эмпирический ряд. Распространенным методом экстраполяции тренда является метод сопоставления функций. Для этого проводится предварительная обработка и преобразование исходных данных, чтобы облегчить выбор типа зависимости путем сглаживания и выравнивания временных рядов с помощью цифровых фильтров. Основные статистические методы перечислены ниже:

- 1) Метод скользящего среднего
- 2) Метод медианной обработки
- 3) Метод наименьших квадратов

Общий метод для нелинейной модели

Общий метод для всех моделей

Методология автоматизированного прогнозирования в АС

Автоматизация прогнозирования сводится к алгоритмизации конкретной задачи. Рассмотрим общий алгоритм прогнозирования.

Первым шагом является сбор данных для дальнейшего анализа, и в процессе сбора данных необходимо рассчитать оптимальный размер окна. Окно представляет собой выбранный сегмент в ряду значений. Это необходимо для промежуточных расчетов (чтобы выявить какие-либо тенденции в значениях наблюдаемого параметра и локализовать входные данные для последующего анализа). В классическом случае выбор размера окна подбирается "на глаз", но в рамках данной методики предлагается автоматизировать этот выбор. Сравнение расхождения между обработанным рядом и рядом исходных значений позволяет выбрать оптимальный размер окна анализируемого ряда. Далее, на основе методов фильтрации скользящего среднего и медианы, проводится анализ рядов внутри окна, и если есть отклонения по интервалам допустимых значений (что также определяется заранее на этапе определения окна), то применяется метод наименьших квадратов (МНК), выбранный в качестве основного метода обработки. В любом другом случае математическая модель строится на основе методов скользящего среднего и медианы [6].

Не менее важным шагом в процессе прогнозирования сложных рядов является также выбор математической и статистической модели для оценки коэффициентов OLS, которая может быть выбрана аналитически на основе геометрической интерпретации или на основе серии вычислений с последующим анализом расхождений между значениями исходных предсказанные и обработанные ряды.

После получения прогноза его анализ и модификация осуществляются в режиме "реального времени", поскольку с истечением времени эмпирический ряд расширяется. Корректировка прогноза и плана осуществляется на основе уже проверенных данных, поступающих в систему. В будущем предполагается, что в подсистеме настройки появятся отрицательные и положительные связи.

Описанный выше алгоритм прогнозирования может стать основой для построения систем прогнозирования поведения других автоматизированных систем управления или информационных систем. Все упомянутые в этом материале методы получения прогноза представляют собой математический аппарат, который может быть перенесен в АС [3].

2.3. Принципы обеспечения программной надёжности АСУ

Построение надежных автоматизированных систем управления включает в себя комплекс мер, направленных на защиту от случайных или преднамеренных воздействий, которые могут привести к нарушению запрограммированного процесса управления.

Комплекс мер состоит из:

- правовых норм;
- морально-этических стандартов;
- административных и организационных мер;
- программного и аппаратного обеспечения.

1. Правовые нормы основаны на законах, указах и подзаконных актах, регулирующих правила обращения с информацией и определяющих меру ответственности за их нарушение.

2. Морально-этические нормы характеризуют нормы поведения обслуживающего персонала, которые традиционно сложились в данном обществе.

3. Административные и организационные меры связаны с подбором и обучением обслуживающего персонала, контролем доступа, организацией хранения, учета и использования документации (информации), организацией кадрового контроля, физическим ограничением передвижения персонала в пределах данного предприятия (кодовые замки, запирающие устройства и т.д.).

4. Программное и аппаратное обеспечение (PTS) связано с

- шифрование информации;
- идентификация (распознавание и аутентификация) пользователей автоматизированной системы управления;
- контроль целостности информации;
- регистрация и анализ событий в автоматизированной системе управления.

Первые операционные системы персональных компьютеров (MS-DOS, Windows версий до 3.1 включительно) не имели собственных программно-технических средств защиты. Операционные системы Windows NT и Windows 2000 уже имеют программную и аппаратную защиту [2].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье рассмотрены современные методы повышения надежности автоматизированных систем управления установок изомеризации, которые обеспечивают стабильную и безопасную работу данного технологического процесса.

В статье особое внимание уделено функциям с однофакторной зависимостью из-за вводного характера материала и, что более важно, из-за однофакторной природы многих моделей прогнозирования поведения АС (зависимость любого параметра от времени).

Показано, что основным этапом экстраполяции тренда (зависимости функции от времени) является выбор оптимального типа функции, описывающей эмпирический ряд. Распространенным методом экстраполяции тренда является метод сопоставления функций. Для этого проводится предварительная обработка и преобразование исходных данных, чтобы облегчить выбор типа зависимости путем сглаживания и выравнивания временных рядов с помощью цифровых фильтров

Разработка и внедрение современных технологий, использование надежных компонентов и систем мониторинга позволяют снизить риск отказов и аварий, повысить продуктивность и качество продукции. Внедрение современных технических решений и постоянное обновление системы позволит обеспечить непрерывную работу установки и минимизировать потенциальные риски. Таким образом, повышение надежности автоматизированных систем управления установки изомеризации является важной задачей для обеспечения стабильной и безопасной работы производственных процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александровская Л.Н., Афанасьев А.П., Лисов А.А. Современные методы обеспечения безотказности сложных технических систем. — М. : Логос, 2001. — 206 с.
2. Беломытцев В. Замена элементов управляющей вычислительной системы без отключения питания // Современные технологии автоматизации. 2000. № 2. С. 72-77.
3. Денисенко В.В. Выбор аппаратных средств автоматизации опасных промышленных объектов // Современные технологии автоматизации. 2005. № 4. С. 86-94.
4. Денисенко В. ПИД-регуляторы: вопросы реализации // Современные технологии автоматизации. 2007. № 4. С. 86-97.
5. ГОСТ 27.002-89. Надёжность в технике. Основные понятия. Термины и определения.
6. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения.
7. Липаев В.В. Надёжность программных средств. — М. : Синтег, 1998. — 232 с.

8. МЭК 61508-5 (1998). Функциональная безопасность электрических/электронных/программируемых электронных систем, связанных с безопасностью. Часть 5. Примеры методов для определения уровней целостности защиты.
9. МЭК 61508-3 (1998). Системы электрические/электронные/программируемые электронные, связанные с функциональной безопасностью. Часть 3. Требования к программному обеспечению.
10. Черкесов Г.Н. Надёжность аппаратно-программных комплексов. — СПб. : Питер, 2004. — 480 с.
11. Смит Д.Д., Симпсон К.Д. Функциональная безопасность. — М. : Издательский дом «Технологии», 2004. — 208 с.