

Существует, по меньшей мере, несколько десятков различных определений понятия «система», используемых в зависимости от контекста, области знаний и целей исследования. Например, систему можно представить как набор взаимосвязанных и взаимозависимых частей, составленных в таком порядке, который позволяет воспроизвести целое. Под системой также понимают объект, целостность которого обеспечивается совокупностью связей и отношений между группами элементов, объединенных развернутыми в пространстве и во времени структурами. В технике система – это техническое устройство, представляющее собой совокупность взаимосвязанных сооружений, машин, механизмов, служащих единой цели [1-6]. По типу организационной структуры и функционирования различают:

- технические системы – это совокупность взаимосвязанных физических элементов;
- эргатические системы – схема производства, одним из элементов которых является человек или группа людей;
- технологические системы – совокупность функционально взаимосвязанных средств технологического оснащения, предметов производства и исполнителей для выполнения в регламентированных условиях производства заданных технологических процессов или операций;
- экономические системы – совокупность всех экономических процессов, совершающихся в обществе на основе сложившихся в нем отношений собственности и хозяйственного механизма.
- социальные системы – совокупность социальных явлений и процессов, которые находятся в отношениях и связи между собой и образуют некоторый социальный объект.

Современные технологии химических производств постоянно обновляются и изменяются по мере развития техники и поэтому для химических производств одной из приоритетных задач в настоящее время является обеспечение надежной работы технологических систем, что в свою очередь позволит предотвратить техногенные катастрофы и повысить конкурентоспособность продукции на рынке. В этой связи анализ технологических систем, изучение их структуры и создание методологии управления, позволит разработать комплексное решение оценки их надежности и, при необходимости, проводить своевременные корректирующие мероприятия. Технологические системы предприятий состоят из технологических систем его производственных подразделений, которые в свою очередь состоят из технологических систем процессов и операций, функционирующих в рамках данного подразделения. Технологические системы процессов включают в себя в качестве подсистем совокупность технологических систем операций, относящихся к одному методу (обработки, формообразования, сборки или контроля) или к одному наименованию изготавливаемой продукции. При наличии автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) ее технические средства входят в состав технологической системы этого процесса. Технологические системы операций обеспечивают выполнение одной заданной технологической операции [4-6]. Технологические системы

химических производств традиционно называют химико-технологическими системами (ХТС). Различают следующие виды технологических систем (рис.1). Рис. 1 - Виды технологических систем Наибольшее распространение в многоассортиментных производствах нашли системы, содержащие аппараты только периодического действия или оборудование периодического и полунепрерывного действия. Работоспособное состояние технологической системы - состояние технологической системы, при котором значения параметров и (или) показателей качества изготавливаемой продукции, производительности, материальных и стоимостных затрат на изготовление продукции соответствуют требованиям, установленным в нормативно-технической и (или) конструкторской и технологической документации. К параметрам производительности относятся: номинальная и цикловая производительность, штучное время и т.д. К параметрам материальных и стоимостных затрат относятся: расход сырья, материалов, энергии, инструментов, стоимость технического обслуживания и ремонта и т.д.[3]. Надежность химико-технологического производства зависит от надежности протекания вышеперечисленных процессов. Надежность реализации любого процесса зависит в свою очередь от надежности работы оборудования, в котором он осуществляется, а также от надежности управления данным процессом. Надежность работы каждой единицы оборудования, в свою очередь, зависит от надежности его эксплуатации, от качества или надежности его изготовления на машиностроительных заводах, а также от качества или надежности проектирования техники для реализации конкретного процесса[4-6]. Система обеспечения надежности изделий — это комплекс организационно-технических и экономических мероприятий, методов и средств, направленных на оптимизацию уровня надежности технических систем. Сложность проблемы надежности приводит к необходимости использования системного подхода к решению и построению системы обеспечения надежности изделий. Термин «надежность» (dependability) был введен в 1980г. Жан-Клодом Лапри для того, чтобы разгрузить ранее широко используемый, и поэтому явно перегруженный в смысловом содержании, термин «reliability». Предполагалось, что термин «dependability» будет использоваться в более широком диапазоне, например, в безопасности информационных технологий, а термин «reliability» - безотказность - будет относиться, в основном, к описанию отказов в системах и элементах. В стандарте ГОСТ Р ИСО 9000-2008 термин «надежность» (dependability) приводится как собирательный термин, применяемый для описания свойства готовности и влияющих на него свойств безотказности, ремонтпригодности и обеспеченности технического обслуживания и ремонта. Термин «надежность» (dependability) применяется только для общего неколичественного описания свойства. Надежность есть часть более общего понятия - качества (quality), определяемое в стандарте как степень соответствия совокупности присущих

Р 51901.5 Примечание Качественный анализ Количественный анализ 1. Исследование опасности и работоспособности (HAZOP) Идентификация Фундаментальной опасности Анализ причин и последствий отклонений Не применим 2. Анализ видов и последствий отказов (FMEA) Идентификация главных источников и анализ частот Анализ воздействия отказов Вычисление интенсивностей отказов (и критичности) системы Для систем, у которых преобладают единичные отказы 3. Анализ дерева неисправностей (FTA) Идентификация опасности и анализ частот Анализ комбинации неисправностей Вычисление показателей безотказности и комплексных показателей надежности Используется графическое изображение 4. Анализ дерева событий (ETA) Идентификация опасности и анализ частот Анализ последовательности отказов Вычисление интенсивностей отказов 5. Анализ структурной схемы надежности (RBD) Совокупность приемов анализа частот Анализ путей работоспособности Вычисление показателей безотказности и комплексных показателей надежности Для систем, у которых можно выделить независимые блоки 6. Марковские модели (Markov) - Анализ последовательности отказов - - 7. Статистические методы надежности (Monte-Carlo) Совокупность приемов анализа частот Анализ воздействия неисправностей Вычисление показателей безотказности с неопределенностью 8. Анализ влияния человеческого фактора (HRA) Совокупность приемов анализа частот в области воздействия людей Анализ воздействия человека на работу системы Вычисление вероятностей ошибок человека 9. Обзор данных по эксплуатации (FRACAS) FRACAS – Failure Reporting, Analysis and Corrective Actions Systems (система сбора данных об отказах и проведения корректирующих действий) Применив все вышеизложенное для цеха по производству моноэтиленгликоля была получена следующая схема взаимодействия дерева целей и дерева систем рис.2. Рис. 2 - Схема взаимодействия дерева целей и дерева систем Весовые коэффициенты вклада каждого элемента оценивали экспертным методом, проверку проводили с помощью функционально-системной матрицы. Характеристикой надежности следует называть количественное значение критерия надежности конкретного устройства. Выбор количественных характеристик надежности зависит от вида объекта [43]. Расчет интенсивности отказа и средней наработки на отказ основного технологического узла производства моноэтиленгликоля (ректификационной колонны) рассчитывали по следующей схеме: Интенсивность отказа рассчитывали по формуле: $\lambda(t) = \lambda_0(t) k_1 * k_2 * k_3 * k_4 * \alpha_i$, где $\lambda(t)$ – интенсивность отказа одного прибора; $\lambda_0(t)$ – интенсивность отказа; k_1 – коэффициент, зависящий от вибрации; k_2 – коэффициент, зависящий от ударной нагрузки; k_3 – коэффициент, зависящий от температуры и влажности; k_4 – коэффициент, зависящий от давления; α_i – коэффициент, зависящий от загрузки оборудования. Общая интенсивность отказа схемы управления составила $45,36 \times 10^{-6}$ часов, то есть данная система является надежной, так как наработка

на отказ Т0 составляет 2,5 года. Таким образом, на основании проведенного анализа, был предложен алгоритм оценки и расчетов надежности технологической системы производства моноэтиленгликоля для предприятия химической промышленности. Разработаны элементы системы менеджмента качества для нормативно-методического обеспечения управления качеством процесса в виде «Дерева отказов» и технологической инструкции «Оценка характеристик надежности технологической системы производства моноэтиленгликоля». Также разработан элемент процедуры СМК - комплексная система управления и обеспечения надежности на химическом предприятии.