



УДК 66.011

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТАНОВКИ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОПИЛЕНГЛИКОЛЯ КАК ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

STUDY OF PROPYLENE GLYCOL PRODUCTION PLANT AS AN AUTOMATION OBJECT

Меликов Эльчин Адиль оглы

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры Электроники и Автоматики,
Азербайджанский Государственный Университет
Нефти и Промышленности
elchin03@mail.ru

Магеррамова Тамелла Мустафа кызы

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры Электроники и Автоматики,
Азербайджанский Государственный Университет
Нефти и Промышленности
tamellatm@gmail.com

Ахмедова Севиль Шахназар кызы

лаборант кафедры Электроники и Автоматики,
Азербайджанский Государственный Университет
Нефти и Промышленности
adnsu_ism_61@mail.ru

Аннотация. Данная статья посвящена исследованию сложной химико-технологической системы – установки получения пропиленгликоля – как объекта автоматизации и управления. Проведенные исследования на установке получения пропиленгликоля показывают, что при рассмотрении исследуемой системы как детерминированной, упускаются из виду важные особенности рассматриваемой химико-технологической системы. В аналогичных системах имеется ряд технологических процессов, в которых в процессе управления ими основные факторы, определяющие состояние этих систем, задаются нечетко.

Ключевые слова: объект автоматизации, химико-технологическая система, товарный пропиленгликоль, технологический процесс.

Melikov Elchin Adil

Ph. D., Associate Professor of Department
of Automation Technological Processes,
Azerbaijan State Oil and Industry University
elchin03@mail.ru

Maharramova Tamella Mustafa

Ph. D., Associate Professor of Department
of Automation Technological Processes,
Azerbaijan State Oil and Industry University
tamellatm@gmail.com

Ahmadova Sevil Shahnazar

Laboratory assistant of Department
of Automation Technological Processes,
Azerbaijan State Oil and Industry University
adnsu_ism_61@mail.ru

Annotation. This article is devoted to the study of a complex chemical-technological system – a propylene glycol production unit – as an automation and control object. The studies carried out at the propylene glycol production unit show that when considering the system under study as deterministic, important features of the considered chemical-technological system are overlooked. In similar systems, there are a number of technological processes in which, in the process of controlling them, the main factors that determine the state of these systems are not clearly specified.

Keywords: automation object, chemical-technological system, commercial propylene glycol, technological process.

Исследование установки получения пропиленгликоля как объекта автоматизации

Одним из главных моментов современной теории и практики разработки и создания автоматизированной системы управления, является изучение и представление управляемых технологических процессов. Особую важность и ценность данное обстоятельство приобретает при исследовании состояния различных сложных технологических систем [1–6].

Современные непрерывные химико-технологические системы являются весьма сложными как объекты автоматизации. Сложность аналогичных объектов предопределяется разнообразием и множественностью связей между переменными состояниями установки, наличием большого числа контролируемых и неконтролируемых параметров, напряженностью технологических режимов, непрерывностью технологических операций, а также особенностями функционирования данных объектов.

Состояние рассматриваемых сложных химико-технологических систем определяется минимальным количеством информации, требуемым для описания поведения системы в любой момент времени. В связи с этим, можно сформулировать единый и окончательный принцип изучения и представления производством получения пропиленгликоля как объекта исследования и автоматизации.

Известно, что одним из эффективных принципов представления состояния изучаемых сложных технологических систем является метод пространства состояний. В связи с этим, указанный здесь метод применен для изучения и представления процесса получения пропиленгликоля. Как известно,



сложные химико-технологические системы, в том числе и технологический процесс получения товарного пропиленгликоля, включающий в себя сложные агрегаты с различными технологическими связями и работающие в многообразных режимах, являются сложными системами (рис. 1).

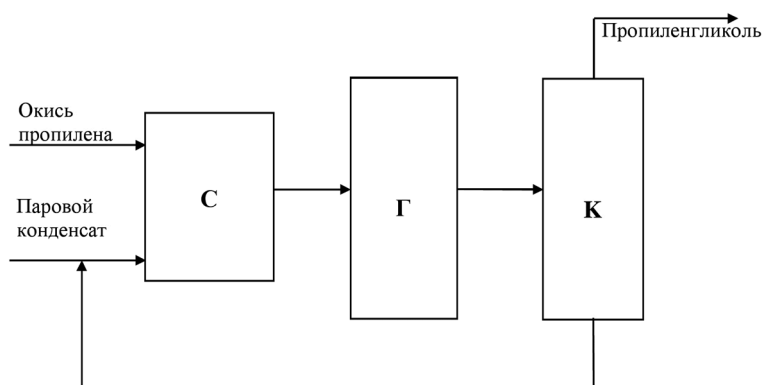


Рисунок 1 – Упрощенная схема технологической установки производства товарного пропиленгликоля: С – смеситель, Г – гидратор, К – ректификационная колонна

Проведенные исследования на установке получения пропиленгликоля показывают, что в зависимости от объема априорной информации, она может быть рассмотрена как детерминированная и неполностью определенная система.

Если система будет рассмотрена как детерминированная, тогда, зная ее состояние в некоторый момент времени t_0 и значения ее входных переменных в интервале $[t_0, t_k]$, то можно точно определить ее элементы в момент времени t_k .

Новое состояние рассматриваемых систем $x(t_k)$, зависящее от величины t , $x(t_0)$ и вектора управления u на этом же интервале, можно представить в следующей форме:

$$x(t_k) = f(t_k, t_0, x(t_0), u), \tag{1}$$

где $x(t_k)$ – состояние (количество и плотность пропиленгликоля), u – вектор управления (температура, давление и соотношение H_2O к оксипропилену в реакторе и т. д.) в реакторе, f – переходная функция.

Если значения аргументов последнего выражения принадлежат соответственно множествам T, X, U , тогда, используя обозначения теории множеств, последнее выражение можно записать в нижеприведенном виде:

$$f: T \times X \times U \rightarrow X. \tag{2}$$

Как видно из последнего выражения, оно характеризуется двумя множествами – областью определения и областью значений функций.

В детерминированных химико-технологических системах принимается допущение, что вся необходимая информация о состоянии рассматриваемой системы – точная, так как не возникает серьезных трудностей при определении ее нового состояния. Такое упрощение при исследовании и моделировании сложных технологических систем позволяет обойти серьезные трудности на этапе моделирования и решения задачи оптимального управления этими системами.

Итак, в дальнейшем, под детерминированным состоянием рассматриваемой установки, будем подразумевать состояние, в котором в любой момент времени k можно однозначно определить ее новое состояние. Это условие имеет вид:

$$x(k + 1) = f(x(k), u(k)), \tag{3}$$

где $f: X \times U \rightarrow X : (x, u) \rightarrow d(x, u), x \in X, u \in U. \tag{4}$

Как известно, в промышленных условиях все технологические системы, в том числе и производство получения товарного пропиленгликоля функционируют при наличии широкого спектра случайных возмущающих факторов. Кроме того, для таких сложных технологических систем характерен ряд и других особенностей. К ним, например, относятся: изменение технологических параметров исследуемых систем в широких пределах, ошибки измерений режимных параметров, неконтролируемые изменения параметров и характеристик состояния технологического процесса и т.д.

Следует отметить, что в химической и нефтехимической промышленности имеется ряд технологических процессов, в которых в процессе управления ими основные факторы, определяющие состояние этих систем, задаются нечеткими понятиями. Например, к их числу относятся нечеткие опре-



деления критериев управления, отсутствие достаточного объема априорной информации для моделирования интересующих нас состояний технологического процесса, трудоемкость их оценки и нечеткое задание области изменения управляющих и входных множеств. В связи с этим, при моделировании сложных технологических систем из-за сложности и невозможности учета неформализуемых или трудноформализуемых факторов и необходимости принятия решения для управления технологическими процессами в химико-технологической системе в условиях неполной информации о состоянии объектов, результаты решения задачи оптимизации нередко получаются неадекватными текущим состояниям рассматриваемых технологических систем.

Одно из направлений преодоления аналогичных указанных трудностей в проблеме повышения эффективности процессов химической и нефтехимической технологий состоит в исследовании качественной информации для целей моделирования, оптимизации и синтеза систем управления сложными технологическими процессами. Поэтому, нередко текущее состояние технологического процесса, которое легко выражается через перечисленные выше трудноизмеряемые параметры, оценивается частично через количественные показатели, и с помощью качественной информации, сбор которой осуществляется при непосредственном наблюдении за поведением рассматриваемого технологического процесса, при опросе специалистов, а также из литературных научных источников, в которых отражен существующий накопленный опыт по управлению соответствующим технологическим процессом.

В настоящее время, перспективный способ формализации качественной информации представляет собой подход нечетких множеств, предложенный ученым Лютфи Заде, который основывается на обобщении понятия характеристической функции обычного множества.

В соответствии с данной теорией, если X – множество состояний, то его нечеткое подмножество есть функция следующего вида (характеристическая функция):

$$\mu: X \rightarrow [0,1]. \quad (5)$$

Эта форма записи означает, что элементы множества в разной степени принадлежат нечеткому множеству.

Следует отметить, что существующие традиционные методы анализа систем и их моделирование недостаточно пригодны для анализа большинства сложных технологических систем именно потому, что они не в состоянии формализовать математически нечеткость человеческого мышления. Преимущество применения понятия нечеткого множества для представления состояний и разработки алгоритмов управления сложными химико-технологическими системами на их базе заключается в его простоте, общности, наглядности, возможности использования качественной информации при переходе от смысловой к математической постановке задач, и формализации более «гибких» связей между технологическими параметрами, что в большей степени соответствует природе изучаемых явлений и описанию взаимосвязей на формальном естественном языке. Кроме того, рассматриваемый подход позволяет сформировать стратегии управления различными технологическими процессами формализацией действий, значений и наблюдений оператора-технолога при нечеткой исходной информации и в нечетко определенных ситуациях. И важно отметить, что нечеткая система не сложнее детерминированной, но первый подход к представлению, в конечном итоге, дает намного больше.

Таким образом, с целью всестороннего исследования и анализа производства получения товарного пропиленгликоля при разработке полной математической модели рассматриваемого технологического процесса, для получения наиболее адекватного и эффективного результата, целесообразно использование как детерминированного, так и нечеткого подходов.

Список литературы:

1. Модели и алгоритмы многоуровневой системы управления установками первичной переработки нефти / И.П. Эфендиев [и др.] // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. – М., 2012. – № 1. – С. 83–91.
2. Nonstationary multistage process control in the petrochemical industry / I.A. Guseinov [et al.] // Journal of Computer and Systems Sciences International, Pleiades Publishing, Ltd. – Vol. 53. – No. 4. – P. 556–564.
3. Меликов Э.А. Задача оптимального управления технологическими процессами первичной переработки нефти // Материалы Международной научно-практической конференции «НЕФТЕГАЗО-ПЕРЕРАБОТКА – 2011». – С. 261–262.
4. Melikov E.A., Xanbutaeva N.A. Algorithm optimization static regimes installation of primary oil refining // National Science Review / Chinese Academy of Sciences, Oxford University Press. – 2017. – Issue 4(2). – Vol. 4. – P. 1459–1466.
5. Melikov E.A., Maharramova T.M. Energy saving system in vacuum unit // Ekoenergetics. – 2022. – № 3. – P. 8–12.
6. Safarova A.A., Melikov E.A., Magerramova T.M. Control of a tube furnace in conditions of risk and increased explosion hazard // Reliability: Theory & Applications. – № 4(70). – Vol. 17. – P. 516–521. DOI: <https://doi.org/10.24412/1932-2321-2022-470-516-521>

**List of references:**

1. Models and algorithms of multilevel control system of primary oil refining units / I.R. Efendiev [et al.] // Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Theory and Control Systems. – M., 2012. – № 1. – P. 83–91.
2. Nonstationary multistage process control in the petrochemical industry / I.A. Guseinov [et al.] // Journal of Computer and Systems Sciences International, Pleiades Publishing, Ltd. – Vol. 53. – No. 4. – P. 556–564.
3. Melikov E.A. The problem of optimal control of technological processes of primary oil refining // Proceedings of the International Scientific-Practical Conference «Oil and Gas-Processing – 2011». – P. 261–262.
4. Melikov E.A., Xanbutaeva N.A. Algorithm optimization static regimes installation of primary oil refining // National Science Review / Chinese Academy of Sciences, Oxford University Press. – 2017. – Issue 4(2). – Vol. 4. – P. 1459–1466.
5. Melikov E.A., Maharramova T.M. Energy saving system in vacuum unit // Ekoenergetics. – 2022. – № 3. – P. 8–12.
6. Safarova A.A., Melikov E.A., Magerramova T.M. Control of a tube furnace in conditions of risk and increased explosion hazard // Reliability: Theory & Applications. – № 4(70). – Vol. 17. – P. 516–521. DOI: <https://doi.org/10.24412/1932-2321-2022-470-516-521>