

LIFE CYCLE MANAGEMENT OF A TECHNOLOGICAL COMPLEX FOR SEPARATING MULTICOMPONENT MIXTURES UNDER CONDITIONS OF UNCERTAINTY OF PARAMETERS

Yusuf Shodievich Avazov

Follow this and additional works at: <https://ijctcm.researchcommons.org/journal>



Part of the [Controls and Control Theory Commons](#), [Industrial Technology Commons](#), and the [Process Control and Systems Commons](#)



ISSN 1815-4840, E-ISSN 2181-1105

Himičeskaâ tehnologiâ. Kontrol' i upravlenie

CHEMICAL TECHNOLOGY. CONTROL AND MANAGEMENT

2023, №6 (114) pp.79-83.

International scientific and technical journal

journal homepage: <https://ijctcm.researchcommons.org/journal/>



Article history: Received 15 December 2023; Received in revised form 26 December 2023; Accepted 30 December 2023; Available online 08 January 2024

Since 2005

LIFE CYCLE MANAGEMENT OF A TECHNOLOGICAL COMPLEX FOR SEPARATING MULTICOMPONENT MIXTURES UNDER CONDITIONS OF UNCERTAINTY OF PARAMETERS

Avazov Yusuf Shodievich

¹Tashkent State Technical University.

Address: 2 Universitetskaya st., 100095, Tashkent city, Republic of Uzbekistan.

E-mail: yusufbek_avazov@mail.ru, Phone: +998946126708.

Abstract. The issue of control the lifecycle of technological complexes of multicomponent mixtures is considered, taking into account the uncertainty of parameters. Among uncertainties such as parameter uncertainty, model uncertainty, choice uncertainty under variability, spatial variability uncertainty, temporal variability uncertainty, inter-site variability uncertainty, more attention is paid to input parameter uncertainty and action uncertainty. The rectification technology is schematically presented, the influence of parameter uncertainty on the technological functions of the rectification complex. The scheme analyzes the control and assessment of "uncertainty" to repeat the lifecycle of the rectification complex and make changes to the components of the rectification complex technology. It is emphasized that the lifecycle is repeated until the uncertainty of the parameter becomes manageable. It is argued that when uncertainties become real uncertainty, that is, when they become impossible to control, it is necessary to make changes to any components of a complex technology. When the technological component changes, the control starts working again based on a new paradigm of internal and external circuits. The possibility of using the Monte Carlo method for the analysis and estimation of the uncertainty of input parameters is presented. In the analysis of the uncertainties of the input parameters, the simplification of the selection process and the probability density functions were used. Deviations from the normal distribution were represented by a matrix transformation. The technological function of the rectification complex is presented in an expanded form, the uncertainty of parameters and control actions are highlighted separately. The influence of the uncertainty of actions and the uncertainty of input parameters on the functions performed by the technological complex, the functions of planning and coordination is analyzed. It is argued that the impact of parameter uncertainty on these functions has a direct impact on the state of the complex in its lifecycle.

Keywords: rectification, uncertainties, function, rectification complex, lifecycle, control, mixtures, input parameters.

Annotatsiya. Ko'p komponentli aralashmalarning texnologik majmualari hayotiy siklini boshqarish masalasi parametrlar noaniqligini e'tiborga olgan holda ko'rib chiqilgan. Parametrlarning noaniqligi, modellarning noaniqligi, o'zgaruvchanlik sharoitida qiymatlarni tanlashdagi noaniqlik, fazoviy o'zgaruvchanlikdagi noaniqlik, vaqt o'zgaruvchanligidagi noaniqlik, obyektlar o'rtasidagi o'zgaruvchanlikning noaniqligi kabi noaniqliklar ichidan kirish parametrlari noaniqligi va harakatlar noaniqligiga ko'proq e'tibor qaratilgan. Ajratish texnologiyasi, ajratish majmuasining texnologik funksiyalariga parametrlar noaniqligini ta'siri sxematik tarzda ifodalangan. Sxemada "noaniqliklarni" nazorat qilish va baholashni ajratish majmuasi hayotiy siklini takrorlash va ajratish majmuasi texnologiyasi komponentlariga o'zgartirish kiritish imkoniyatlari tahlil qilingan. Hayotiy siklini takrorlanishi toki parametrlar noaniqligi nazorat qilinadigan noaniqlik bo'lib qolguncha takrorlanishi ta'kidlangan. Noaniqliklar haqiqiy noaniqlikka aylangach, ya'ni ularni nazorat qilishni imkoni yo'qolgach, majmua texnologiyasining ayrim komponentlariga o'zgartirish kiritish zarurligi yuzaga kelishi bayon qilingan. Texnologiya komponenti o'zgartirilgach, boshqarish qaytadan ichki va tashqi konturlar uchun yangi paradigma asosida ishlay boshlaydi. Kirish parametrlarining noaniqligini tahlil qilish va baholash uchun Monte-Karlo usulining qo'llanilish imkoniyati keltirilgan. Kirish parametrlari noaniqliklarini tahlil qilishda tanlash amalini soddalashtirishdan hamda ehtimoliy zichlik funksiyalaridan foydalanilgan. Normal taqsimlanishdan og'ishlar esa matritsali o'zgartirish orqali ifodalangan. Ajratish majmuasining texnologik funksiyasi kengaytirilgan tarzda ifodalangan va unda parametrlar noaniqligi va boshqarish ta'sirlari alohida ajratib ko'rsatilgan. Harakatlar noaniqligi va kirish parametrlari noaniqligini texnologik majmua bajaradigan funksiyalarga, rejalashtirish va muvofiqlashtirish funksiyalariga ta'siri tahlil qilingan. Parametrlarning noaniqliklarini keltirilgan funksiyalarga ta'siri majmuaning hayotiy siklidagi holatiga bevosita ta'sir ko'rsatishi bayon qilingan.

Tayanch so'zlar: ajratish, noaniqliklar, funktsiya, ajratish majmuasi, hayotiy sikl, boshqarish, aralashmalar, kirish parametrlari.

Аннотация. Рассмотрен вопрос управления жизненным циклом технологических комплексов многокомпонентных смесей с учетом неопределенности параметров. Среди таких неопределенностей, как неопределенность параметров, неопределенность моделей, неопределенность выбора значений в условиях изменчивости, неопределенность пространственной изменчивости, неопределенность временной изменчивости, неопределенность изменчивости между объектами, большее внимание уделяется неопределенности входных параметров и неопределенности действий. Схематично представлена технология разделения, влияние неопределенности параметров на технологические функции разделительного комплекса. В схеме анализируются контроль и оценка «неопределенности» для повторения жизненного цикла разделительного комплекса и внесения изменений в составные части технологии разделительного комплекса. Подчеркивается, что жизненный цикл повторяется до тех пор, пока неопределенность параметра не станет управляемой. Утверждается, что когда неопределенности становятся реальной неопределенностью, то есть когда ими становится невозможно управлять, необходимо вносить изменения в некоторые компоненты сложной технологии. При изменении технологической составляющей управление снова начинает работать на основе новой парадигмы внутренних и внешних цепей. Представлена возможность использования метода Монте-Карло для анализа и оценки неопределенности входных параметров. При анализе неопределенностей входных параметров использовались упрощение процесса выбора и функции плотности вероятности. Отклонения от нормального распределения представляли матричным преобразованием. В расширенном виде представлена технологическая функция разделительного комплекса, отдельно выделены неопределенность параметров и управляющие воздействия. Анализируется влияние неопределенности действий и неопределенности входных параметров на функции, выполняемые технологическим комплексом, функции планирования и координации. Утверждается, что влияние неопределенности параметров на указанные функции оказывает непосредственное влияние на состояние комплекса в его жизненном цикле.

Ключевые слова: разделение, неопределенности, функция, разделительный комплекс, жизненный цикл, управление, смеси, входные параметры.

Введение.

Управление жизненным циклом сложных технологических процессов и реализующих их комплексов технологических устройств остается одной из наиболее актуальных проблем на сегодняшний день. Технологические параметры и их неопределенности важны при решении задач управления. Учет неопределенностей позволяет оценить точность управления. Неопределенности могут быть связаны с другими показателями, как с параметрами, так и с моделями одновременно. Применительно к рассматриваемому вопросу можно разделить неопределенности на следующие виды: неопределенность параметров, неопределенность моделей, неопределенность выбора значений в условиях изменчивости, неопределенность пространственной изменчивости, неопределенность временной изменчивости, неопределенность изменчивости между объектами [1]. Влияние этих неопределенностей на оценку жизненного цикла технологических процессов можно уменьшить с помощью специальных подходов. Необходимо учитывать наличие неопределенностей при управлении жизненным циклом сложных технологических процессов и устройств и при отражении результатов их сравнительной оценки. При этом используются методы статистики неопределенности [2]. В работе [3] предложены устойчивые алгоритмы адаптивного управления и адаптации неопределенных динамических объектов на основе эталонных моделей. Показано, что работа адаптивной системы управления заключается в организации управления текущим состоянием с состоянием эталонных моделей. Анализируются возможности предложенных алгоритмов управления неопределенными динамическими объектами. В статье [4] исследуется разработка робастных алгоритмов стабилизации линейных неопределенных динамических объектов с использованием итерационных алгоритмов. Несмотря на то, что в цитируемых работах достигнуты значительные научные достижения, ни в одной из них не рассматривались вопросы управления жизненным циклом с учетом неопределенностей параметров. Все это показывает актуальность исследования вопросов управления жизненным циклом сложных объектов и комплексов с учетом неопределенности параметров.

Неопределенности параметров в управлении жизненным циклом разделительных комплексов

При управлении жизненным циклом технологических комплексов разделения многокомпонентных смесей на работу разделительного комплекса одновременно воздействуют неопределенности и управляющие сигналы. Это сложный процесс управления сам по себе. Неопределенности, в свою очередь, влияют на поведение разделительного комплекса. Поэтому при рассмотрении управленческого воздействия на жизненный цикл разделительного комплекса необходимо особое внимание уделить технологическим функциям комплекса (рис. 1).

При выполнении технологических функций комплекса учитываются параметры, необходимые для реализации технологии, параметры состояния комплекса, конструктивно-технологические параметры устройств в составе комплекса и неопределенности в них. Все перечисленные параметры важны для всех стадий жизненного цикла комплекса. Функции процесса, разработанные с учетом неопределенностей параметров, можно использовать много раз, пока они не станут нестабильными. Если неопределенности параметров можно «отслеживать и оценивать», жизненный цикл разделительного комплекса гарантированно будет успешным и прибыльным. Реализация технологических функций комплекса таким образом рассматривается как внутренний контур управления жизненным циклом, и события в нем происходят с измеримыми неопределенностями. В результате контроля и оценки неопределенностей параметров принятие их за реальные неопределенности для данного комплекса, то есть неизмеряемые неопределенности, требует внесения изменений в компоненты технологии, реализуемые в комплексе. Как только изменение внесено, разделительный комплекс реализует правила своей новой технологии во «внутреннем контуре» в соответствии с новой парадигмой.



Рис. 1. Влияние неопределенности на технологию, технологические функции и жизненный цикл разделительного комплекса.

Слабо сформированная функция контроля параметров технологии разделительного комплекса, это затрудняет выполнение над ними операций. Единственной причиной этого является сложность эвристического представления содержания таких параметров. При этом в комплексе разделения могут быть хорошо представлены функция действий, функция ресурсов, функция планирования и координации, функция управления. При выполнении сложных технологических функций выходные сигналы одних из них принимаются как входные сигналы для других (рис. 2).

Подчеркнем неопределенность действий и неопределенность входных параметров при выполнении технологических функций комплекса разделения многокомпонентных смесей. Неопределенность действий выражается ситуацией, возникающей при реализации стадии жизненного цикла. В этом случае ситуация может быть несколько непредсказуемой априори, но апостериорно наблюдаемой.

Влияние неопределенности входных параметров на управление жизненным циклом комплекса можно охарактеризовать методом Монте-Карло [5]. В этом методе возможна стохастическая оценка выходных показателей при управлении сложными технологическими процессами и жизненным циклом разделения многокомпонентных смесей в разделительных комплексах. Данные формируются по каждому из входных параметров на основе значений технологических параметров устройств комплекса и значений параметров, обеспечивающих эффективную работу процесса разделения в соответствии с функциями, выполняемыми

технологическим комплексом. Основные этапы метода Монте-Карло заключаются в выборе значения функции плотности вероятности для каждого входного параметра X_i и учете его отклонений от нормы. В этом случае отклонение от равномерного распределения меняется на случайное отклонение от распределения. Затем рассчитываются выходные значения построенной модели процесса разделения. Выходные значения z модели выражаются следующим уравнением:

$$z = \sum W_i X_i \tag{1}$$

где W_i – коэффициент чувствительности; X_i – входные параметры; z – выходные значения.

Входные параметры X , коэффициенты чувствительности W и выходные значения z описываются следующими выражениями соответственно:

$$X = \begin{bmatrix} x_1(1) & \dots & x_n(1) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_1(N) & \dots & x_n(N) \end{bmatrix} \tag{2}$$

$$W = [w_1 \dots w_n] \tag{3}$$

$$z = (w^T \cdot X^T)^T, \text{ или } \begin{pmatrix} w^T \cdot \overline{x(1)} \\ \dots \\ w^T \cdot \overline{x(N)} \end{pmatrix} \tag{4}$$

где N – количество итераций.

Моделирование неопределенности входных параметров на основе стохастического подхода является улучшенным случаем варианта, рассмотренного Б. Морисом и др. [6]. Для упрощения использования метода при анализе неопределенности входных параметров он применялся для упрощения их выбора и оценки функций плотности вероятности. Оценку проводили с помощью попарного сравнения [7] и матричного преобразования. Задача разработки моделей управления стохастическими процессами разделения многокомпонентных смесей на основе нечеткой логики исследовалась в статье [8], но не учитывались неопределенности параметров.

На рисунке 1 показаны технологические функции комплекса разделения смеси, которые можно подробно описать на рисунке 2 для ясного представления о том, из чего он состоит и какие функции в нем выполняются.



Рис. 2. Технологические функции разделительного комплекса.

Выделим два основных фактора, влияющих на технологические функции комплекса разделения многокомпонентных смесей, это: неопределенность и управление. Неопределенность состоит из неопределенности действий и неопределенности входных параметров. Обе неопределенности являются независимыми неопределенностями. По этой причине возможно использование методов их устранения независимо друг от друга. А управление состоит из контроля технологических параметров и параметров управляющего воздействия. Управленческое воздействие непосредственно возлагается на функции планирования и координации технологического процесса разделения и работы комплекса.

Задачей блока планирования и координации является контроль параметров сепарационного устройства и режимных параметров, важных при организации процесса сепарации, и передача результатов в технологическую функцию комплекса. В течение жизненного цикла данного блочного распределительного комплекса он принимает решения с учетом функций, отражающих состояние комплекса, а именно технологической функции, ресурсной функции, функции координации и информационных моделей, а также конкретных характеристик неопределенностей.

Заключение. Учет неопределенности параметров при управлении жизненным циклом многокомпонентных разделительных комплексов дает основу для постановки и решения задач управления и оптимизации. Среди неопределенностей внимание уделяется неопределенности параметров, а их контроль и оценка служат для повышения точности технологического функционирования разделительного комплекса. Использование метода Монте-Карло при оценке неопределенности входных параметров позволяет упростить процедуру выбора большого количества значений параметров при анализе неопределенности входных параметров. Если разделение неопределенностей и управленческих эффектов, влияющих на технологическую функцию комплекса, позволяет провести анализ основных эффектов на технологическую функцию, то функции планирования и координации оказывают свое влияние на повышение качества управления жизненным циклом комплекса. В целом учет неопределенностей в управлении жизненным циклом технологических процессов и комплексов многокомпонентного разделения служит повышению качества управления и повышению эффективности разделения смесей.

References

1. Mark, A.J. Huijbregts (1998). Application of Uncertainty and Variability in LCA. Part I: A General Framework for the Analysis of Uncertainty and Variability in Life Cycle Assessment. *Int. J. LCA*. 3(5). 273-280.
2. Angelica Mendoza Beltran, Valentina Prado, David Font Vivanco, Patrik J.G. Henriksson, Jeroen B. Guinée, Reinout Heijungs. (2018). Quantified Uncertainties in Comparative Life Cycle Assessment: What Can Be Concluded? *Environ. Sci. Technol.*, 52, 2152-2161. DOI: 10.1021/acs.est.7b06365.
3. Yusupbekov, N., Igamberdiev, H., Mamirov, U. (2021). Stable algorithms for adaptive control and adaptation of uncertain dynamic objects based on reference models. *CEUR Workshop Proceedings*, 2965. 296-302.
4. Yusupbekov, N., Igamberdiev, H., Mamirov, U. (2022). Algorithms for Robust Stabilization of a Linear Uncertain Dynamic Object Based on an Iterative Algorithm. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 307. 225-232. doi 10.1007/978-3-030-85626-7_28.
5. Chun-Youl Baek, Kiyotaka Tahara, Kyu-Hyun Park. (2018). Parameter Uncertainty Analysis of the Life Cycle Inventory Database: Application to Greenhouse Gas Emissions from Brown Rice Production in IDEA. *Sustainability*, 10, 922. doi:10.3390/su10040922.
6. Maurice, B., Frischknecht, R., Coelho-Schwartz, V., Hungerbühler, K. (2000). Uncertainty analysis in life cycle inventory. Application to the production of electricity with French coal power plants. *J. Clean. Prod.*, 8. 95-108.
7. Baek, C.Y., Park, K.H., Tahara, K., Chun, Y.Y. (2017). Data Quality Assessment of the Uncertainty Analysis Applied to the Greenhouse Gas Emissions of a Dairy Cow System. *Sustainability*. 9. 1676.
8. Avazov, Yu.Sh. (2021). Governance Model the Stochastic Process of Rectification of Multicomponent Mixtures Based on Fuzzy Logic. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 1323, 364-376. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68004-6_48.