

## ТЕХНІЧНІ НАУКИ

УДК 681.5.015

## ALGORITHM OF OPTIMAL SOLUTION SEARCH FOR THE CONTROL WITH MODEL SYSTEM OF METHANOL SYNTHESIS COLUMN

Abdulhamid D., Loria M. G., Barvina N. A., Tselishev A. B., Ivanov V. G.

## АЛГОРИТМ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО РЕШЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ С МОДЕЛЬЮ КОЛОННОЙ СИНТЕЗА МЕТАНОЛА

Абдалхамид Д., Лория М. Г., Барвина Н. А., Целищев А. Б., Елисеев П. И., Иванов В. Г.

*The proposed control system is described and static and dynamic models of the column are obtained in the works. To realize the proposed system it is necessary to develop and implement a search algorithm of optimal synthesis - gas costs on main maintenance and "cold" by-passes of the methanol synthesis column. Unlike the control method of methanol synthesis column at the real production, where control is carried out manually with the use of maintenance schedule recommendations, the proposed control system with model and algorithm of its functioning will allow conducting technological process of methanol synthesis in the conditions close to the optimum.*

**Key words:** Methanol production, control system, control system, methanol synthesis column, methanol concentration.

**Introduction.** Methanol production is one of the main organic synthesis productions. Methanol is the raw material for a number of productions, such as acetic acid, urea - formaldehyde resins, methyltertbutyl ether productions, etc. Besides, methanol itself is widely used as fuel and solvent. Considering all mentioned above, the methanol cost is certain to be determinant in the prime cost of a number of organic synthesis productions, therefore the decrease of methanol prime cost is an important and urgent problem. To solve this problem due to the introduction of control with model system of methanol synthesis column is offered in this work.

The proposed control system is described and static and dynamic models of the column are obtained in the works [1-4]. To realize the proposed system it is necessary to develop and implement a search algorithm of optimal synthesis - gas costs on main maintenance and "cold" by-passes of the methanol synthesis column.

The work purpose is the development of search algorithm of synthesis-gas optimum expenses on physical channels of the methanol synthesis column for obtaining the maximum possible methanol concentration in a wide range of loads and other disturbances affecting the column.

In the work [3] the methanol concentration at the synthesis methanol column outlet is shown to be a function from synthesis - gas expenses on physical channels of synthesis column ( $F_{x\delta 1} - F_{x\delta 3}$  and  $F_o$  - are the synthesis - gas expenses on the "cold" by-passes and on the main passage), circulation gas flow rate  $F_{u.r}$  (load on a column), its temperature  $T_{u.r}$ , temperature of the synthesis- gas, being supplied on the main passage channel at the inlet of a column  $T_0$ , pressure in a column and methanol concentration in a gas at the column inlet:

$$Q_3 = f(F_{x\delta 1}, F_{x\delta 2}, F_{x\delta 3}, F_0, F_{u.r}, T_{u.r}, T_0, Q_0, P) \quad (1)$$

In view of complexity and bulkiness of this equation in this article we will use its general form. To find a maximum methanol concentration at the reactor outlet for the fixed value of the load  $F_{u.r}$  it is expedient to apply multi parametric optimization. Up-to-date computer equipment being used for production management allows receiving the decision in reasonable time. Nevertheless, it is hardly possible to get the desirable problem solution in this statement. Mainly it is related to the existence of strong uncontrollable disturbances on the object. These include change of a catalyst activity, hydrodynamic modes in a column, etc. Therefore, multi parametric optimizing model problem solving can be considered no more than a quick step in a close neighborhood of the extreme. For this purpose it is necessary to construct the function (1) section for the

fixed values of expenses  $F_{x63}$  with a certain step. The graphic solution of this equation for randomly chosen section is given in fig. 1.

Optimum values of synthesis-gas expenses through the "cold" by-passes physical channels are the result of an optimizing task solution in the algorithm of work of a control with model system of methanol synthesis column in methanol production for predetermined load on the unit ( $F_{ил.г} = const$ ). The obtained values of expenses are realized through the operation of actuators and final-control valves installed in the lines of "cold" by-passes supply.

Thus, for the fixed values of the expense  $F_{x63}$  with a certain step we receive values of concentration functions maxima. Graphically, this function will have such view.

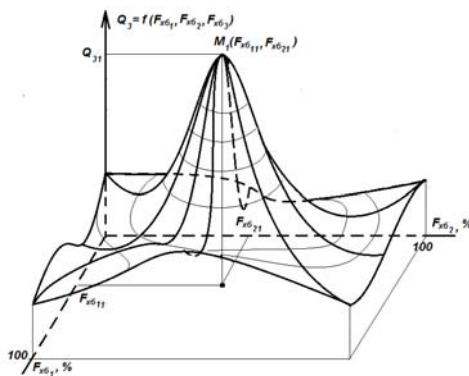


Fig. 1. Graphical solution of equation (1)

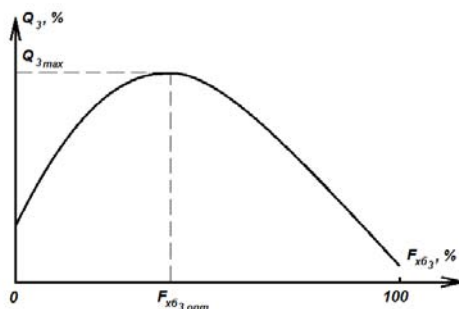


Fig. 2. The optimization problem solving

Thus, in the control system work the fast appearance of control object at a mode close to optimal is realized. As the model accuracy isn't identical in all points of the process, the coordinates of real extreme of concentration (experimental value) may differ from the theoretical value calculated on a model. For more exact transition of object to an optimum mode at the following stage of the system work it is offered to use Hooke-Jeeves search algorithm [5].

Information obtained while the transition of control object to the area close to optimal is used as a basic point of search algorithm. Besides, the data obtained on determined model are used when determining the search direction upon the pattern and step size. This allows reducing significantly the number of trial steps while algorithm realization, time of search

and to increase probability of finding the nearest vicinity of the actual optimum.

Practical realization of rather difficult algorithms has become possible thanks to wide application of the computer equipment having high computing power. Due to the fact that nowadays the speed and volume of computing procedures is not critical restriction of system work, there is an opportunity to optimize system structure, to increase the interface friendliness, as well as quality and reliability of system in general.

Unlike the control method of methanol synthesis column at the real production, where control is carried out manually with the use of maintenance schedule recommendations, the proposed control system with model and algorithm of its functioning will allow conducting technological process of methanol synthesis in the conditions close to the optimum. Considering a large tonnage and continuity of methanol production (annual output of methanol at PJSC "Severodonetsk Association "AZOT" is 100 thousand tons), economic feasibility of the proposed system is beyond any doubt.

### Conclusion

The algorithm of work of methanol synthesis column control with model system is offered in this article. The algorithm consists of two stages: the first is the approximate decision search and control object transfer to the area close to optimum; the second is the fine-tuning of optimum values with use of search algorithm.

### Literature

1. D. Abdalhamid. System of the extreme control of multi shelves with model reactor. / D. Abdalhamid, M.G. Loriya, A.B. Tselishev, P.Y. Yeliseyev// Visnyk EUNU. - №15 (186). - P. 2. - 2012. - P. 152-156
2. D. Abdalhamid. Adaptation of the mathematical model of methanol synthesis reactor/ D. Abdalhamid, M.G. Loriya, A.B. Tselishev, P.Y. Yeliseyev, Zaharov I.I.// East European journal of advanced technologies. - № 6/3 (66). - 2013. - P. 4-7.
3. D. Abdalhamid. The dynamic model of gas reactor. / D. Abdalhamid, M.G. Loriya, A.B. Tselishev, P.Y. Yeliseyev// MCETP. - №4. - 2013. - P.31-35.
4. D. Abdalhamid. The development of combined model for optimization problems. / D. Abdalhamid, M.G. Loriya, A.B. Tselishev, P.Y. Yeliseyev// Science and Technology. - №3. - 2014. - C. 23-28.
5. Bandy B. Optimization techniques. Introductory course / B. Bandy. Transl. from English. - M.: Radio and communications, 1988. - 128 p.

### References

1. Abdalhamid D. Sistema ekstremalnogo upravleniya mnogopolochnym reaktorom s modely. / D. Abdalhamid, M. G. Loriya, A. B. Tselishev, P. I. Eliseev, // Visnik SNU, № 15 (186), Part 2. - (2012). - 152-156 s.
2. Abdalhamid D. Adaptatsiya matematichnoi modeli reaktora sintezu metanolu. Eastern-European Journal of enterprise technologies / D. Abdalhamid, M. G. Loriya, A. B. Tselishev, P. I. Eliseev, I. I. Zaharov // Vostochno-Evropetskii gurnal peredovih tehnologii. - T. 6, № 3 (66). - 2013. - S. 4-7.
3. Abdalhamid D. Razrabotka kombinirovannoi modeli dlya zadach optimizacii / D. Abdalhamid, M.G. Loriya,

- A.V.Tselishev, P.I. Eliseev // nauka I tehnika. – №3. – 2014. – S. 23 – 28.
4. Tselishchev O. B. (2011), Matematychni modelyuvannya tekhnologichnykh obektiv [Mathematical modeling of technological objects], Luhansk. Vyd-vo Skhidnoukr. nats. uh-tu im. V. Dalia, 421 p.
  5. Bandi B, (1988). Metody optimizatsion. Propaedeutics: Trudged. with angl. of M.: of Radio and connection, 128p.

**Абдалхамід Д., Лорія М. Г., Барвіна Н. А., Целищев А. Б., Елисеєв П. И., Иванов В. Г. Алгоритм поиска оптимального решения для системы управления с моделью колонной синтеза метанола.**

*В данной статье обсуждается алгоритм работы системы управления с моделью колонны синтеза метанола в производстве метанола. Алгоритм состоит из двух этапов: первый – поиск приближенного решения и перевод объекта управления в область близкую к оптимальной; второй – тонкое подстраивание оптимальных значений с использованием поискового алгоритма.*

*Основной целью работы является использования производственного резерва колонны синтеза метанола путем разработки алгоритма поиска оптимальных затрат синтез – газа по физическим каналам колонны синтеза метанола для получения максимально возможной концентрации метанола в широком диапазоне нагрузок и других збурювань, что действуют на колонне. В отличие от образа управления колонной синтеза метанола на реальном производстве, где управление проводится вручную с использованием рекомендаций технологического регламента, предложенная система управления с моделью и алгоритм ее функционирования позволят вести технологический процесс синтеза метанола в условиях, близких к оптимальным.*

**Ключевые слова:** математическая модель, колонна синтеза метанола, оптимальные параметры процесса.

**Абдалхамід Д., Лорія М. Г., Барвіна Н. О., Целищев О. Б., Єлісеєв П. Й., Иванов В. Г. Алгоритм поиска оптимального решения для системы управления з моделлю колоною синтезу метанола.**

*У даній статті обговорюється алгоритм роботи системи керування з моделлю колонні синтезу метанола у виробництві метанола. Алгоритм складається із двох*

*етапів: перший – пошук наближеного розв'язку й переклад об'єкта керування в область близьку до оптимальної; другий – тонке підстроювання оптимальних значень із використанням пошукового алгоритму.*

*Основною метою роботи є використання виробничого резерву колонні синтезу метанола шляхом розробки алгоритму пошуку оптимальних витрат синтез – газу по фізичних каналах колонні синтезу метанола для одержання максимально можливої концентрації метанола в широкому діапазоні навантажень і інших збурювань, що діють на колонну. На відміну від способу керування колоною синтезу метанола на реальному виробництві, де керування проводиться вручну з використанням рекомендацій технологічного регламенту, запропонована система керування з моделлю й алгоритм її функціонування дозволять вести технологічний процес синтезу метанола в умовах, близьких до оптимальних.*

**Ключові слова:** математична модель, колонна синтезу метанола, оптимальні параметри процесу.

**Абдалхамід Джабран** - аспірант, кафедра електронних апаратів, Технологічний інститут Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк). [atp01@ukr.net](mailto:atp01@ukr.net)

**Лорія Марина Геннадіївна** - к. т. н., доцент, доцент кафедри електронних апаратів, Технологічний інститут Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк). [atp02@ukr.net](mailto:atp02@ukr.net)

**Целищев Олександр Борисович**, к.т.н., доцент, доцент кафедри комп'ютерно - інтегрованих системи управління, Технологічний інститут Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк). [atp00@ukr.net](mailto:atp00@ukr.net)

**Єлісеєв Петро Йосипович** – к.т.н., доцент, доцент кафедри обладнання хімічних виробництв Технологічний інститут Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк). [petr.eliseev@list.ru](mailto:petr.eliseev@list.ru)

**Івнов Віталій Геннадійович** – к.т.н., доцент кафедри вищої математики та комп'ютерних технологій, Інститут хімічних технологій Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Рубіжне)

**Рецензент: Суворін О. В.** - д.т.н., доцент

Стаття подана 08.10.2014