



©Saidova A.X., Kadirov Y.B.

MODELNING MONANDLILIGI ASOSIDA METANOLNI REKTIFIKATSIYALASH JARAYONINI OPTIMALLASHTIRISH

Saidova Aziza Xurshidovna - Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti "Avtomatlashtirish va boshqaruv" kafedrasida talabasi, **Kadirov Yorqin Bahodirovich** - Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti "Avtomatlashtirish va boshqaruv" kafedrasida mudiri

Annotatsiya. Ushbu maqolada metanol ishlab chiqarishda rektifikatsiya kolonnasining asosiy parametrlarini optimallashtirish ko'rsatilgan. Rektifikatsiya jarayonining matematik modeli komponentlarning kontsentratsiyasiga asoslangan holda yaratiladi. Rektifikatsiya kolonnasida metanol bilan uning optimal konstruksiyasi va parametrlarini

aniqlash uchun hisoblash ishlari amalga oshirildi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, kolonnadagi dimetil efir miqdori va oxirgi tarelkadagi metanol miqdori kolonnaning pastki qismiga yetkazib beriladigan energiya miqdoriga bog'liq bo'ladi. Metanolni rektifikatsiyalash jarayoni ustida tajribalar o'tkazilib, natijalar javdallashtirildi.

Kalit so'zlar: rektifikatsiya jarayonini optimallashtirish, matematik model, rektifikatsiya kolonnasi, optimal parametrlar, kolonna tarelkalari.

Аннотация. В этой статье описывается оптимизация ключевых параметров ректификационной колонны при производстве метанола. Математическая модель процесса ректификации создается на основе концентрации компонентов. В ректификационной колонне была проведена вычислительная работа с метанолом для определения его оптимальной конструкции и параметров. Исследования показывают, что количество диметилового эфира в колонне и количество метанола в последней тарелке будут зависеть от количества энергии, подаваемой в нижнюю часть колонны. Эксперименты проводились в процессе ректификационной колонны метанола, и результаты были занесены в таблицы.

Ключевые слова: оптимизация процесса ректификации, математическая модель, ректификационная колонна, оптимальные параметры, тарелки колонны.

Abstract. This article describes the key parameters of the optimization of the rectification column in producing methanol. A mathematical model of the rectification process is formed based on the concentration of components. Calculations with methanol were carried out in the rectification column to determine its optimal construction and parameters. Studies show that the amount of dimethyl ether in the column and the amount of methanol in the last plate will depend on the amount of energy supplied to the lower part of the column. The experiments were carried out

during process of the rectification column of methanol, and the results were written on the tables.

Key words: optimization of the rectification process, mathematical model, rectification column, optimal parameters, column plates.

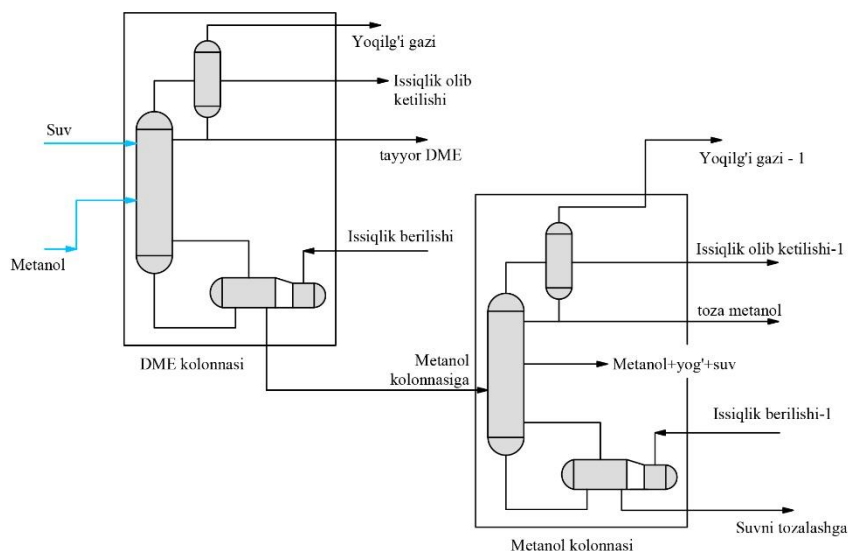
Kirish.

Eng oddiy holatda, optimallashtirish muammosi bu funksiyaning qiymatini hisoblash va ruxsat etilgan to'plam ichidan muntazam ravishda kirish qiymatlarini tanlash orqali haqiqiy funtsiyani maksimalashtirish yoki minimalashtirishdan iborat bo'ladi. Biz optimallashtirish atamasini rektifikatsiya jarayonida ham qo'llaymiz. Bizning holatimizda optimallashtirish bu jarayon yoki manbadan eng yaxshi yoki samarali foydalanishni bildiradi [1,2].

Rektifikatsiya - bu bir-biri bilan chambarchas bog'liq bo'lgan massa uzatish va termal hodisalar bilan xarakterlanadigan murakkab jarayon. Rektifikatsiya jarayonini optimallashtirishda ajralib chiqadigan mahsulotning soflik darajasini oshirish maqsad qilib qo'yilgan va bu rektifikatsiya kolonnasi bo'ylab komponentlarning kontsentratsiyasining taqsimlanishiga bog'liq bo'ladi. Uning ikki xil ishlash rejimi mavjud bo'lib, bular statik va dinamik [3,4].

Optimallashtirilgan sanoat metanol ishlab chiqarish zavodi rektifikatsiya kolonnasining miqdori 2250 kg/h bo'lgan ta'minlash bilan ishlaydi. Bu holda, dimetil efir fraksiyasi miqdori 60,26 kg/h ni tashkil qiladi. Oxirgi rektifikatsiya kolonnasida kolonnaning pastki qismidan metanol 647 kg /h miqdorda olinadi, suv moyi fraksiyasi 7-tarelkadan 36,8 kg/h miqdorda olinadi va kolonnaning yuqori qismidan oz miqdordagi 0.0015 mol fraksiyali dimetil efir olinadi [5,6].

Birinchi kolonna pastki qismining bosimi 0,1998 MPa, yuqori qism bosimi esa 0,1752 MPa; birinchi kolonnaning pastki qismining harorati 83,8 °C, yuqori qism harorati esa 65,8 °C. Ikkinchi kolonna pastki qismining bosimi 0,2698 MPa, yuqori qismining bosimi esa 0,1152 MPa. Ikkinchi kolonnaning pastki qismidagi harorat 103,3 °C, yuqori qismidagi harorati esa 67,34 °C [7,8].



Methanol olishning prinsipial sxemasi

Natijalar.

Rektifikatsiya kolonnasining statik ishlash rejimida ishlab chiqilgan matematik modelga asoslangan holda metanol ishlab chiqarish miqdori hisoblab chiqilgan va o'lchashlar natijasida olingan tajriba ma'lumotlari orqali ishlab chiqilgan modelning monandligi tekshirib chiqildi. Modeldagi tarelkalar samaradorlik qiymati Murfreyning samaradorlik nuqtai nazaridan kelib chiqqan holda o'zgartirishlar orqali tuzatildi. O'lchashlar 24 soat davomida har 2 soatda amalga oshirildi [9-13].

Dastlabki va oxirgi metanol tozalash kolonnalarining yuqori, pastki va ta'minlovchi plastinkasining harorati yozib olindi. Metanol tozalashning yakuniy bosqichida kolonnadagi plastinkalarning yon tomoni "metanol + moy + suv" fraksiyasidan iborat bo'ladi. Dimetil efir konsentratsiyasi oldindan rektifikatsiya kolonnasida o'lchandi. Tajribalar operatsiyaning statsionar rejimida o'tkazildi.

Sinov natijalari quyidagilarni ko'rsatadi.

Parametr	Tajriba asosida olingan qiymatlar	Hisoblab chiqilgan qiymatlar	Burilish kvadrati
60-tarelkadagi harorat	66	65,80	0,141421356
24-ta'minlovchi tarelkadagi harorat	82,5	81,75	0,530330086
Kub harorati	84,3	85,08	0,551543289
Kondensatordagi dimetil efir konsentratsiyasi	0,390	0,4052	0,010748023
Kondensatordagi methanol konsentratsiyasi	0,56	0,5724	0,008768124
24-ta'minlovchi tarelkadagi dimetil efir konsentratsiyasi	0,28	0,2912	0,007919596
24- ta'minlovchi tarelkadagi methanol konsentratsiyasi	0,68	0,6762	0,002687006
Kubdagi dimetil efir konsentratsiyasi	0,0089	0,0102	0,000919239
Kubdagi metanol konsentratsiyasi	0,66	0,6745	0,010253048

Parametr	Tajriba asosida olingan qiymatlar	Hisoblab chiqilgan qiymatlar	Burilish kvadrati
60-tarelkadagi harorat	68,2	67,34	0,608111832
24- ta'minlovchi tarelkadagi harorat	89	88,57	1,011162697
Kub harorati	110	109,8	0,141421356
60- tarelkadagi metanol	0,9955	0,9953	0,000141421



konsentratsiyasi			
60-plastinkadagi dimetil efir konsentratsiyasi	0,002	0,0015	0,000353553
24- ta'minlovchi tarelkadagi metanol konsentratsiyasi	0,77	0,7674	0,001838478
24- ta'minlovchi tarelkadagi dimetil efir konsentratsiyasi	0	0,0006	0,000424264
Kubdagi metanol konsentratsiyasi	0,16	0,1571	0,0019162594
Kubdagi dimetil efir konsentratsiyasi	0	0	0

Ishlab chiqilgan modelga ko'ra, rektifikatsiya kolonnalarining optimal konstruktiv va texnologik parametrlarini aniqlash maqsadida rektifikatsiya kolonnalarining hisob-kitoblari amalga oshirildi. Parametrlarning optimal qiymatlari jarayon yakunida erishilishi

maqsad qilib qo'yilgan mahsulot birligiga sarflanadigan energiya sarfini minimallashtirish mezoniga asoslangan holda aniqlangan modelga muvofiq bir qator hisob-kitoblarni amalga oshirish orqali aniqlandi.

Massaviy fraksiya komponentlarining nomi	Massaviy fraksiyalar komponentlarining miqdori
metanol	0,7740
suv	0,14
Dimetil efiri	0,04
atsetaldegid	0,0020
Metil-atsetat	0,0020
Metil-etil-keton	0,0020
etanol	0,0160
1-Butanol	0,0060
1-Propanol	0,0060
2-Butanol	0,0060
2-Pentanol	0,0060

Ushbu jadvalda dastlabki aralashmaning tarkibiy qismlari ko'rsatib o'tilgan.

Texnologik qoidalarga ko'ra, sof metanoldagi suvning massaviy fraksiyasi 6% dan 25% gacha oraliqda bo'ladi. Qaynashi qiyin bo'lgan komponentlarni to'liq ajratib olish uchun sof metanol miqdori 12% dan 25% gacha oshiriladi.

Amalga oshirilgan tajribalar shuni ko'rsatdiki, suv miqdorini ko'paytirish yakuniy mahsulot sifatiga deyarli ta'sir qilmaydi. Shuning uchun kirish oqimida suv konsentratsiyasini 0,14 mol fraksiyasida saqlab turish tavsiya etiladi.

1-Kolonna					
	Kubga berilgan issiqlik miqdori		Kondensatordagi dimetil efir miqdori	Kubdagi dimetil efir	Kubdagi metanol
Suv	kJ/h	kWh	Mol fraksiyasi	Mol fraksiyasi	Mol fraksiyasi
0,12	1,95E+04	5,413611111	0,4139	0,0105	0,7683
0,14	1,02E+05	28,37805556	0,4845	0,0091	0,7395
0,16	1,62E+05	44,88888889	0,5516	0,0079	0,7114
0,184	2,12E+05	58,90833333	0,6267	0,0066	0,6787
0,2	2,37E+05	65,925	0,6733	0,0059	0,6573
0,22	2,62E+05	72,86111111	0,7276	0,005	0,6313
0,24	2,82E+05	78,275	0,7772	0,0043	0,6059
0,25	2,90E+05	80,53611111	0,8003	0,004	0,5934

Ushbu jadval 1-kolonnadagi kondensatordagi dimetil efir konsentratsiyasining va kirish oqimidagi suv konsentratsiyasining bog'liqligini ko'rsatadi.



Ushbu jadval 2-kolonnaning oxirgi plastinkasidagi metanol konsentratsiyasi va birinchi kolonnaning kirish oqimidagi suvning bog'liqligini ifodalaydi.

Kubdagi metanol	Kubga berilgan issiqlik miqdori		60-tarelkadagi metanol	Kubdagi metanol
Mol fraksiyalarda	kJ/h	kWh	Mol fraksiyalarda	Mol fraksiyalarda
0,7683	8,10E+06	2250,916667	0,9968	0,3817
0,7395	8,11E+06	2254,083333	0,9970	0,3146
0,7114	8,12E+06	2254,666667	0,9972	0,2524
0,6787	8,12E+06	2255,722222	0,9974	0,1839
0,6573	8,13E+06	2257,083333	0,9975	0,1417
0,6313	8,12E+06	2256,833333	0,9976	0,0923
0,6059	8,13E+06	2257	0,9977	0,0472
0,5934	8,13E+06	2258,305556	0,9977	0,0273

Ajratib olingan distilat miqdori kolonnaning yuqori va pastki qismlaridagi dimetil efiri konsentratsiyasining o'zgarishiga asoslangan holda hisoblandi. Hisoblash natijalari quyida keltirilgan.

Kubga berilgan issiqlik miqdori		Kubga berilgan issiqlik miqdori	Kondensatordagi dimetil efiri	Kubdagi dimetil efir	Kubdagi metanol
kJ/h	kWh	kg/h	Mol fraksiyalarda	Mol fraksiyalarda	Mol fraksiyalarda
1,42E+05	39,311	60,26	0,4052	0,0102	0,6745
1,42E+05	39,488	60,5	0,4053	0,0101	0,6745
1,43E+05	39,858	61	0,4054	0,0101	0,6745
1,43E+05	39,858	61,5	0,4054	0,0101	0,6745
1,46E+05	40,613	62	0,4057	0,0099	0,6745
1,49E+05	41,361	63	0,4059	0,0098	0,6746
1,52E+05	42,111	64	0,4061	0,0096	0,6746

Ushbu jadvalda kondensatordagi dimetil efir konsentratsiyasi va 1-kolonnadagi ajratib olingan distillat miqdorining bog'liqligi ko'rsatilgan.

Amalga oshirilgan hisob-kitoblar shuni ko'rsatadiki, 64 kg/h distillat ajratib chiqarish orqali dimetil efir konsentratsiyasi o'zining maksimal qiymatiga erishadi. Kolonnaning distillat ajratish qobiliyatini oshirish uchun flegma oqimi miqdori kolonnaning yuqori qismidagi dimetil efir konsentratsiyasiga bog'liq holda boshqarildi.

Kubga berilgan issiqlik miqdori		Flegma soni	Kondensatordagi dimetil efir miqdori	Kubdagi dimetil efir miqdori	Kubdagi metanol miqdori
kJ/h	kWh	-	Mol fraksiyalarda	Mol fraksiyalarda	Mol fraksiyalarda
1,42E+05	39,311	2	0,4052	0,0102	0,6745
1,81E+05	50,175	3	0,5223	0,0082	0,6768
2,12E+05	58,961	4	0,6254	0,0066	0,6786
2,38E+05	66,083	5	0,7152	0,0054	0,6801
2,59E+05	71,85	6	0,7924	0,0043	0,6814
2,75E+05	76,486	7	0,8574	0,0035	0,6824
2,88E+05	80,080	8	0,9097	0,0029	0,6831
2,93E+05	81,5	8,5	0,9307	0,0026	0,6834



Ushbu jadvalda kondensatoridagi dimetil efir konsentratsiyasi, methanol, 1-kolonnaga berilgan issiqlik miqdori va flegma qiymatining bog'liqligi ko'rsatilgan.

Kompyuter hisob-kitoblari shuni ko'rsatadiki, flegma nisbati oshganda kolonnaning distillat ajratish qobiliyati, distillatdagi dimetil efir konsentratsiyasi hamda kolonnaning pastki qismidagi metil spirit miqdori ham oshadi. Shu bilan bir vaqtda, kolonnaning kubidagi dimetil efir konsentratsiyasi sezilarli darajada kamayadi, lekin shu bilan birga, kolonnaga doimiy beriladigan isitish bug'ining sarfi ham oshadi. Flegma qiymati 5 ga teng bo'lganda, kolonna kubidagi dimetil efir

konsentratsiyasi hisoblab chiqilgan ma'lumotlarga mos keladi.

Kolonna uchun eng optimal to'yinish plastinkasini topish uchun o'tkazilgan hisob-kitoblar shuni ko'rsatdiki, kubdagi dimetil efirning konsentratsiyasi o'zining eng past qiymatiga va kondensatorida esa o'zining eng yuqori qiymatga erishguncha 21-tarelkaga issiqlik miqdori berib turilishi kerak.

Tarelka soni	Kondensatoridagi dimetil efir miqdori	Kubdagi dimetil efiri	Kubdagi metanol
	Mol fraksiyalarda	Mol fraksiyalarda	Mol fraksiyalarda
28	0,4043	0,0172	0,6761
26	0,4047	0,0102	0,6744
25	0,405	0,0102	0,6744
24	0,4052	0,0102	0,6745
23	0,4055	0,0102	0,6745
22	0,4057	0,0102	0,6745
21	0,406	0,0101	0,6745

Ushbu jadvalda kolonnaning kondensatoridagi va kolonnaning pastki qismidagi dimetil efir konsentratsiyasining taxminiy qiymatlari ko'rsatilgan.

Ma'lumki, suv qaynashi sekin bo'lgan komponentlarning bug' bosimini oshiradi, birinchi rektifikatsiya kolonnasining yuqori plastinkasiga issiq suv yetkazib beriladi, bu yuqori tarelkadagi metanol konsentratsiyasini kamaytirishga imkon beradi. Amalga oshirilgan hisob-kitoblar shuni ko'rsatadiki, kolonnaning yuqori qismidagi dimetil efir konsentratsiyasi oshib boradi.

Suv miqdorining ko'payishi bilan dimetil efirdan metanolni deyarli toliq ajratib olishga erishish mumkin. Ammo suvning sarfi juda optimal bolishi

kerak, chunki suv sarfining ko'payishi kolonnaga muntazam ravishda yetkazib beriladigan issiqlik miqdori sarfining oshishiga olib keladi.

Hisob-kitoblarga ko'ra, suv yetkazib berishning optimal miqdori 800 kg/h.ga teng. Shunga o'xshash hisob-kitoblar ikkinchi kolonna uchun ham amalga oshirildi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, distillatni ajratib olishning eng optimal miqdori 1650 kg/h. Ma'lumki, eng optimal flegma miqdori $R = 4$, chunki uning bu qiymatdan orib ketishi kirish energiyasining sezilarli darajada oshib ketishiga olib keladi va sifatda biroz o'zgarishlar sodir boladi.

Tarelka soni	metanol	Suv	Dimetil efir	Atsetaldegid
1	2	3	4	5
Kondensator	0.9820	0.0000	0.0149	0.0013
60	0.9973	0.0000	0.0014	0.0003
59	0.9987	0.0000	0.0004	0.0001
58	0.9989	0.0000	0.0003	0.0001
57	0.9990	0.0000	0.0003	0.0001
56	0.9989	0.0000	0.0003	0.0001
.....
22	0.8857	0.1002	0.0004	0.0001
21	0.8135	0.1715	0.0004	0.0001
20	0.6858	0.2997	0.0003	0.0001
19	0.6858	0.2998	0.0000	0.0000
.....



2	0.2745	0.5547	0.0000	0.0000
1	0.1657	0.7018	0.0000	0.0000
Kub	0.0509	0.9277	0.0000	0.0000

Ushbu jadval asosiy metanol kolonnasi bo'ylab tarqalgan boshlang'ich aralashma komponentlarini konsentratsiyalarining taqsimlanishini ifodalaydi.

Xulosa.

Hisoblangan optimal parametrlarga ko'ra, metanol kolonnasi bo'ylab komponentlarning taqsimlanish qiymatlari olindi.

Ushbu usulda metanol ishlab chiqarish uchun rektifikatsiya kolonnalarining optimal konstruksiyasi va texnologik parametrlari aniqlandi. Ushbu tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, konstruksiya parametrlarining qisman o'zgarishi va jarayonlarni optimal sharoitda o'tkazilishi bilan metanolni deyarli to'liq tozalash mumkin bo'ladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

[1]. L.Fuxue, Research and application of rectification column (in Chinese), J. China Petroleum and Chemical Standard and Quality. 9 (2011), 199.

[2]. Ibrahim D, Jobson M, Li J, Guilln Goslbez G. Optimization based design of crude oil distillation units using surrogate column models and a support vector machine. Chemical Engineering Research and Design. 2018; 134:212-225

[3]. Osuolale FN, Zhang J. Energy efficiency optimization for distillation column using artificial neural network models. Energy. 2016; 106:562-578

[4]. Lopez-Saucedo ES, Grossmann IE, Segovia-Hernández JG, Hernández S. Rigorous modeling, simulation and optimization of a conventional and nonconventional batch reactive distillation column: A comparative study of dynamic optimization.

[5]. Mukhitdinov D.P., Kadirov Y.B. Modeling and optimization of the process of rectification of a binary mixture "methanol-water" in the ASPEN PLUS software environment // International scientific and technical journal "Chemical

technology. Control and management ". – Tashkent, 2016. –No. 2 –С.40 ÷ 47.

[6]. Sree Latha Chopparapu VI, George IT, Bhat VS. Design and simulation of kalman filter for the estimation of tray temperatures in a binary distillation column. International Journal of Pure and Applied Mathematics. 2017;114(9): 11-18

[7]. Safdarnejad M, Gallacher JR, Hedengren JD. Dynamic parameter estimation and optimization for batch distillation. Computers and Chemical Engineering. 2016; 86:18-32

[8]. Разработка дистанционного управления токарно-винторезного станка Ё.Кадиров, А.Самадов – ТЕСНика, 2020.

[9]. Вычисление скоростей потока жидкости и перепада давления ЁБ Кадиров, ДП Мухитдинов – Современные материалы, техника и технологии, 2020.

[10]. Линеаризация классической модели динамических режимов ректификации – ДЮ Абдуназарова, ЁБ Кадиров, ДП Мухитдинов – Современные материалы, техника и технологии, 2017.

[11]. Определение параметров моделей зависимости температуры от давления пара при математическом моделировании и алгоритмизации расчета парожидкостного равновесия многокомпонентных смесей – Ю.С.Авазов, Ю.Б.Кадиров, Д.П.Мухитдинов параметры, 2008.

[12]. Kadirov, Y; Samadov, A; Rahimova, M. Monitoring of dynamic characteristics of the control system in greenhouses, Eurasian Union Scientists, 7-9, 2021

[13]. Самадов А.Р. Моделирование процесса функционирования микроклимата теплицы на основе нечеткой логики в условиях неопределенностей / Евразийский Союз Ученых/ № 4 (97)/2022 Том 1, 12-18с