

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14778957>

## Ц-25 MODELIDAGI KOMPRESSOR MASHINASINI EKSPERIMENTAL REJALASHTIRISH VA MATEMATIK ISHLOV BERISH

**Sattarkulov Lazizbek Abror o'g'li**  
Toshkent davlat transport universiteti  
1-bosqich magistranti  
[lazizbeksattarkulov@gmail.com](mailto:lazizbeksattarkulov@gmail.com)

**Mamayev Sherali Ibragimovich**  
Toshkent davlat transport universiteti  
Texnika fanlari nomzodi, dotsent  
[tytmamayevshi@yandex.com](mailto:tytmamayevshi@yandex.com)

**Egamberdiyev Elmurod Abduqodirovich**  
Toshkent davlat texnika universiteti  
Texnika fanlari doktori, professor  
[el.1909@mail.com](mailto:el.1909@mail.com)

### ANNOTATSIYA

*Ushbu ilmiy maqolada, Ц-25 modelidagi kompressor mashinasining eksperimental rejalashtirish va matematik ishlov berish usullari ko'rib chiqilgan. Maqolada, kompressor ishining samaradorligini optimallashtirish uchun kiruvchi omillar sifatida parraklar soni, parrak valining aylanish tezligi va mahsulot zichligi tahlil qilinadi. Chiquvchi omillar sifatida esa, kompressordan chiqayotgan mahsulot tezligi va bosimi o'rganiladi. Ushbu omillar o'rtasidagi bog'lanishlar matematik model yordamida aniq ko'rsatkichlar bilan tasvirlanadi va maqbul nuqtalar tanlab olinadi. Tadqiqotning asosiy maqsadi, Ц-25 modelidagi kompressor mashinasining ishlash samaradorligini oshirish va uning ishlash sharoitlariga mos ravishda optimal parametrlarni tanlashdir.*

**Kalit so'zlar:** *Ц-25 kompressor, eksperimental rejalashtirish, matematik ishlov berish, parraklar soni, parrak valining aylanish tezligi, mahsulot zichligi, samaradorlik, mahsulot tezligi, chiqish bosimi, optimallashtirish, parametrlar tahlili.*

### АННОТАЦИЯ

*В научной статье рассматриваются методы экспериментального планирования и математической обработки компрессорной машины модели Ц-*

25. В статье анализируется количество лопаток, скорость вращения вала лопаток и плотность продукта как факторы оптимизации эффективности компрессора. В качестве выходных факторов изучаются скорость и давление продукта на выходе из компрессора. Взаимосвязи между этими факторами описываются конкретными показателями с использованием математической модели и выбираются оптимальные точки. Основной целью исследований является повышение эффективности работы компрессорной машины модели Ц-25 и выбор оптимальных параметров в соответствии с условиями ее эксплуатации.

**Ключевые слова:** компрессор Ц-25, экспериментальное проектирование, математическая обработка, количество лопаток, скорость вращения вала лопаток, плотность продукта, КПД, скорость продукта, давление на выходе, оптимизация, анализ параметров.

### ABSTRACT

*This scientific article examines the methods of experimental planning and mathematical processing of the compressor machine of the Ц-25 model. In the article, the number of blades, the speed of rotation of the blade shaft and the density of the product are analyzed as input factors to optimize the efficiency of the compressor. As output factors, the speed and pressure of the product leaving the compressor are studied. The relationships between these factors are described with specific indicators using a mathematical model and optimal points are selected. The main goal of the study is to increase the efficiency of the compressor machine of the Ц-25 model and select the optimal parameters in accordance with its operating conditions.*

**Keywords:** Ц-25 compressor, experimental planning, mathematical processing, number of blades, speed of rotation of the blade shaft, density of the product, efficiency, product speed, outlet pressure, optimization, parameter analysis.

Energiya sanoatida gazni siqish va uzatish jarayonlari yuqori samaradorlikni talab qiladi. Bu jarayonlarni amalga oshirishda markazdan qochma kompressorlar, xususan, Ц-25 modeli muhim o‘rin tutadi. O‘zbekistonning energetika tizimida, jumladan, “O‘ztransgaz” tarkibidagi inshootlarda, Ц-25 turidagi kompressorlar gazni transportirovka qilish va qayta ishlash jarayonlarining asosiy uskunalaridan biri hisoblanadi.

Ц-25 kompressorining yuqori samaradorligi va ishonchliligini ta‘minlash uchun uning parraklar harakatini matematik modellashtirish muhim ahamiyatga ega. Parraklarning harakati aerodinamik, termodinamik, va mexanik parametrlarning o‘zaro ta‘siriga bog‘liq bo‘lib, bu jarayonni chuqur o‘rganish gaz oqimining yo‘qotishlarini

kamaytirish, energiya samaradorligini oshirish, va tizimning umumiy barqarorligini ta'minlashga yordam beradi.

Mazkur maqolaning maqsadi IJ-25 markazdan qochma kompressorining parraklar harakatini matematik modellashtirish orqali uning ishlash samaradorligini oshirish va texnik xususiyatlarini optimallashtirishdir. Maqolada quyidagi masalalar yoritiladi:

- IJ-25 kompressorining konstruktiv xususiyatlarini o'rganish.
- Parraklar harakatiga ta'sir qiluvchi asosiy aerodinamik va gidrodinamik parametrlarni aniqlash.
- Matematik modellar yordamida parraklar harakatini tahlil qilish va optimallashtirish usullarini ishlab chiqish.

Gaz uzatish tizimlarining samaradorligini oshirish bugungi kunda energetika sohasida muhim masalalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, tabiiy gazni magistral quvurlar orqali transport qilish jarayonida ishlatiladigan markazdan qochma kompressorlarning sifat va samaradorligini oshirish muhim ahamiyat kasb etadi. IJ-25 markazdan qochma kompressori "O'ztransgaz" korxonalarida gaz oqimini siqish va uzatish maqsadida keng qo'llaniladigan uskunalardan biri hisoblanadi.

IJ-25 kompressorining samaradorligini ta'minlashda uning konstruktiv xususiyatlari, xususan, parraklarining harakati hal qiluvchi rol o'ynaydi. Parraklarning aylanishidagi aerodinamik, termodinamik va mexanik jarayonlarni tahlil qilish orqali energiya sarfini kamaytirish, ish samaradorligini oshirish va texnik barqarorlikni ta'minlash mumkin. Ushbu jihatlar IJ-25 kompressorlari kabi yuqori texnologik uskunalarni loyihalash va optimallashtirishda dolzarb hisoblanadi.

Ushbu maqolaning vazifasi IJ-25 markazdan qochma kompressorining parraklar harakatini matematik modellashtirish orqali uning ishlash samaradorligini oshirish va konstruktiv parametrlarini optimallashtirishdir. Maqolaning asosiy vazifalari quyidagilardan iborat:

- IJ-25 kompressorining texnik va konstruktiv xususiyatlarini o'rganish.
- Parraklarning aerodinamik harakatini matematik tahlil qilish.
- Modellashtirish orqali gaz oqimining optimal sharoitlarini aniqlash.

Ushbu maqola O'zbekistonning gaz uzatish tizimida energiya samaradorligini oshirish va operatsion jarayonlarni optimallashtirishga xizmat qiladi. Bu, ayniqsa, tabiiy gazning iste'molchilarga uzluksiz yetkazib berilishini ta'minlashda katta ahamiyatga ega.

Mazkur maqolada IJ-25 markazdan qochma kompressorining texnik va matematik modellari orqali quyidagi masalalar o'rganiladi:

Parraklar soni va aylanish tezligi: Kompressor samaradorligiga ta'sir etuvchi muhim parametrlar bo'lib, ularni aniqlash orqali energiya sarfini kamaytirish va oqim

barqarorligini oshirish mumkin. Maqola davomida har xil aylanish tezligi va parraklar sonining gaz oqimiga qanday ta'sir ko'rsatishi modellashtiriladi.

Gaz zichligi: Kompresor orqali uzatiladigan gaz - masalan, metan, propan yoki havo - zichligi, bosimi va harorati kabi xususiyatlar matematik tahlil va modellashtirish orqali o'rganiladi. Ushbu parametrlar gazni siqish jarayonining samaradorligini ta'minlashda hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Maqolaning asosiy maqsadi I-25 kompressorining ishlash parametrlarini optimallashtirish va gaz oqimining energetik samaradorligini oshirishdan iborat. Bu maqsadga erishish uchun qurilma konstruktiv xususiyatlari, gazning fizik-parametrik xususiyatlari va turli modellashtirish usullari chuqur tahlil qilinadi.

Ushbu maqola nafaqat ilmiy ahamiyatga, balki amaliy foydalanish uchun ham katta foyda keltiradi. Uning natijalari orqali gaz transport tizimida ishlatiladigan kompressorlarning energiya samaradorligini oshirish va texnologik jarayonlarni optimallashtirishga erishish mumkin.

I-25 markazdan qochma turbo kompressor sanoat tarmoqlarida gaz oqimini siqish va uzatish uchun ishlatiladi. Ushbu qurilmaning samaradorligi ko'p jihatdan rotor parraklarining soni va ularning dizayniga bog'liq. I-25 kompressorida parraklar soni  $\min=10$  ta va  $\max=30$  ta bo'lib, bu gaz oqimi, bosim va samaradorlik ko'rsatkichlariga bevosita ta'sir qiladi. Mazkur maqolada I-25 kompressorining parraklar soniga oid xususiyatlar, ularning ishlashga ta'siri va samaradorlikni oshirish usullari faktlarga asoslangan holda muhokama qilinadi.

Parraklar sonining texnik ahamiyati. Markazdan qochma kompressorlarning rotoriga o'rnatilgan parraklar gazning kinetik energiyasini statik bosimga aylantirishda muhim rol o'ynaydi. I-25 kompressoridagi parraklar soni (1-rasm):

- Kamida 10 ta: Past tezlik va minimal bosim.
- Ko'pi bilan 30 ta: Yuqori tezlik va maksimal bosim.



a

b

**1-rasm. Parraklar tuzilishi: a-an'anaviy; b-murakkab**

Parraklar soni ko'payishi bilan gaz oqimini yanada barqarorlashtirish, bosimni oshirish va ishlash samaradorligini yaxshilash mumkin. Biroq, parraklar sonining oshishi rotor og'irligi va energiya sarfini ham ko'paytiradi [2].

10–15 parrak: Bosim past bo'lib, gaz oqimi sekin. Samaradorlik sezilarli darajada oshmaydi.

20–25 parrak: Optimal ishlash ko'rsatkichlariga erishiladi. Bu oralig'da kompressor samaradorligi maksimal darajaga yaqinlashadi.

30 parrak: Maksimal bosim va samaradorlik. Biroq, rotor og'irligi va ishqalanish kuchlari oshadi, bu esa energiya sarfini ko'paytiradi.

Parraklar sonining samaradorlikka ta'siri. Parraklar soni va samaradorlik o'rtasidagi bog'liqlikni quyidagi jadval orqali tahlil qilamiz (1-jadvalga qarang):

**1-jadval.**

**Parraklar soni va samaradorlik ko'rsatkichlari**

Parraklar soni	Gaz oqimi (m <sup>3</sup> /soat)	Bosim (bar)	Samaradorlik (%)
10	3500	15	75
15	4500	18	80
20	5500	22	85
25	6500	24	88
30	7000	25	90

Parraklar geometriyasining ahamiyati. Faqat parraklar soni emas, balki ularning dizayni va joylashuvi ham kompressorning ishlashiga katta ta'sir ko'rsatadi [3]. Parraklarning asosiy parametrlari quyidagilar:

Burchagi: Gaz oqimini boshqaradi. Katta burchak ko'proq bosim yaratadi, kichik burchak esa oqim tezligini oshiradi.

Uzunligi: Rotor diametriga moslashtiriladi.

Egri shakli: Gazni samarali siqish va yo'naltirishga yordam beradi.

**2-jadval.**

**Parraklar geometriyasining samaradorlikka ta'siri**

Parrak burchagi (°)	Gaz oqimi (m <sup>3</sup> /soat)	Bosim (bar)	Samaradorlik (%)
20	4000	16	78
30	5000	20	85
40	6000	23	88
50	7000	25	90

Parraklar sonini oshirishning ijobiy va salbiy tomonlari. Ijobiy tomonlari: gaz oqimi va bosim oshadi; samaradorlik yuqori darajada saqlanadi; gazning siqilishi va uzatilishi barqaror bo'ladi. Salbiy tomonlari: rotor og'irligi ortadi, bu esa dvigatelga yuklamani oshiradi; ishqalanish va issiqlik ajralishi ko'payadi; texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash ishlari qiyinlashadi [4].

II-25 kompressorining parraklar soni qurilmaning ishlash sifatini belgilovchi muhim parametrdir. Optimal ravishda 20–25 parrakli variantlardan foydalanish gaz oqimini samarali ta'minlash va energiya sarfini maqbul darajada ushlab turish imkonini beradi. Shu bilan birga, parraklarning geometriyasi va rotor balansiga e'tibor qaratish ham zarur. To'g'ri parrak dizayni II-25 kompressorining uzoq muddatli va samarali ishlashini ta'minlaydi.

II-25 markazdan qochma turbo kompressor asosan gazlarni siqish va ularning bosimini oshirish uchun qo'llaniladi. Ushbu qurilma yuqori samaradorlikka ega bo'lib, turli sanoat tarmoqlarida, jumladan energetika, kimyo va gaz sanoatida keng foydalaniladi. II-25 kompressor aylanish soni  $\min=3000 \text{ min}^{-1}$  va  $\max=15000 \text{ min}^{-1}$  oralig'ida ishlashi mumkin. Ushbu maqolada II-25 kompressorining aylanish soni bilan bog'liq muhim jihatlar, ishlash mexanizmlari, samaradorlikka ta'sir qiluvchi omillar va texnik ko'rsatkichlar muhokama qilinadi.

II-25 kompressorining asosiy texnik xususiyatlari. Quyida II-25 kompressorining texnik xususiyatlari keltirilgan (1-jadvalga qarang):

### 3-jadval.

#### II-25 kompressorining texnik ko'rsatkichlari

Parametrlar	Qiymat	Izoh
Ishlash diapazoni	3000-150000 $\text{min}^{-1}$	Minimal va maksimal tezlik
Maksimal bosim	25 bar	Gazni siqish darajasi
Samaradorlik koeffisienti	0,85-0,90	Yuklamaga bog'liq holda o'zgaradi
Ishlash harorati	-20°C dan +200°C gacha	Tashqi muhit va gaz turlariga bo'liq
Gaz turidagi o'zgarishlar	Havo, azot, karbonat angidrid	Ko'p funksiyali ishlash

Ishlash prinsipi. II-25 kompressor gazning kinetik energiyasini bosimga aylantirish uchun markazdan qochma kuch printsiptan foydalanadi [8]. Qurilma quyidagi asosiy qismlardan iborat:

- Rotor: Harakatlanuvchi qism bo'lib, gazni aylanma harakatga keltiradi.
- Diffuzor: Gazni siqib, bosimini oshiradi.
- Korpus: Tashqi muhitga qarshi himoya qiladi va gaz oqimini boshqaradi.

Qurilmaning ishlash jarayoni:

1. Gaz kompressoriga kiradi.
2. Rotor yordamida gaz markazdan qochma kuch ta'sirida diffuzorga yuboriladi.
3. Diffuzorda gazning kinetik energiyasi statik bosimga aylantiriladi va siqilgan gaz chiqish joyiga yetkaziladi.

Aylanish tezligining samaradorlikka ta'siri. I-25 kompressorining samaradorligi aylanish tezligiga bog'liq. Quyida turli tezliklardagi samaradorlik ko'rsatkichlari keltirilgan (2-jadvalga qarang):

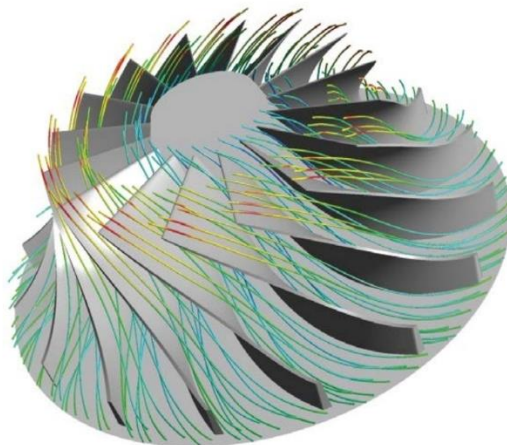
**4-jadval.**

**I-25 kompressorining samaradorlik ko'rsatkichlari**

Aylanish soni ( $\text{min}^{-1}$ ) 1)	Bosim (bar)	Samaradorlik (%)	Gaz oqimi ( $\text{m}^3/\text{soat}$ )
3000	10	70	1500
6000	15	80	3000
9000	20	85	4500
12000	23	88	5500
15000	25	90	7000

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, I-25 kompressori yuqori aylanish tezligida ( $12000\text{--}15000 \text{ min}^{-1}$ ) maksimal samaradorlikka erishadi. Biroq, yuqori aylanish tezligi rotor va boshqa qismlarning tezroq eskirishiga olib keladi [7].

Aylanish tezligi va muvozanatni saqlash. I-25 kompressorining optimal ishlashi uchun balansni saqlash muhim ahamiyatga ega. Aylanish tezligi juda past bo'lsa, gaz oqimi sekinlashadi va samaradorlik pasayadi. Aylanish tezligi juda yuqori bo'lsa, qurilma qizib ketishi va texnik nosozlik yuzaga kelishi mumkin. Shuning uchun, I-25 kompressori odatda  $6000\text{--}12000 \text{ min}^{-1}$  diapazonda ishlatiladi (2-rasm).



**2-rasm. Parraklar aerodinamikasi**

Qo‘llanilish sohalari. II-25 markazdan qochma turbo kompressorlari quyidagi sohalarda qo‘llaniladi [5]:

1. Energetika: Elektr stansiyalarida gaz aylanishini ta‘minlash.
2. Kimyo sanoati: Ammiak va boshqa kimyoviy moddalarning ishlab chiqarishida gazlarni siqish.
3. Neft-gaz sanoati: Transport va saqlash uchun gaz bosimini oshirish.

II-25 kompressori yuqori samaradorlik va barqaror ishlash imkonini beruvchi texnik vosita hisoblanadi. Uning aylanish tezligi 3000 dan 15000  $\text{min}^{-1}$  oralig‘ida o‘zgarishi qurilmaning keng funkcionalligini ta‘minlaydi. Optimal tezlik va texnik xizmat ko‘rsatish qoidalariga rioya qilish II-25 kompressorining uzoq muddatli ishlashini kafolatlaydi.

II-25 markazdan qochma turbo kompressorlari turli gazlarning bosimini oshirish va ularni transport qilish uchun ishlatiladi. Metan va kislorod gazlarining zichligi va ularning kompressordagi bosim ko‘rsatkichlari qurilmaning ishlash samaradorligiga katta ta‘sir ko‘rsatadi. Ushbu maqolada metan ( $\text{CH}_4$ ) va kislorod ( $\text{O}_2$ ) gazlarining fizik-kimyoviy xususiyatlari, ularning II-25 kompressoridan o‘tayotgandagi zichlik va bosimga ta‘siri tahlil qilinadi [1].

Metan va kislorod gazlarining fizik-kimyoviy xususiyatlari. Quyidagi jadvalda metan va kislorod gazlarining zichlik, molekulyar massa va boshqa xususiyatlari solishtirilgan:

#### 5-jadval.

#### Metan va kislorod gazlarining fizik-kimyoviy xususiyatlari

Xususiyat	Metan ( $\text{CH}_4$ )	Kislorod ( $\text{O}_2$ )
Molyekulyar massa	16 g/mol	32 g/mol
Normal sharoitdagi zichlik (p)	0,657 $\text{kg/m}^3$	1,429 $\text{kg/m}^3$
Yonuvchanlik	Juda yuqori	Yonmaydi
Ishlash harorati	-50°C dan +200°C gacha	-183°C dan +200°C gacha
Bosim oralig‘i	1 bar dan 25 bar gacha	1 bar dan 25 bar gacha

Metan gazining zichligi kislorodga qaraganda taxminan 2,2 barobar kamroq. Shu sababli, metan gazining kompressordagi oqimi tezroq bo‘ladi.

Kislorod gazining zichligi yuqori bo‘lgani uchun uni siqish uchun ko‘proq energiya talab qilinadi.



Zichlik va bosim o'rtasidagi bog'liqlik. Gazlar zichligi va bosimi o'rtasida bevosita bog'liqlik mavjud. Ideal gaz qonuniga ko'ra:

$$P = pR \frac{T}{M} \quad (1)$$

Bu yerda:

$P$  — gaz bosimi (Pa)

$p$  — gaz zichligi ( $\text{kg/m}^3$ )

$R$  — gaz konstantasi ( $8.314 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$ )

$T$  — gaz harorati (K)

$M$  — gazning molyar massasi (g/mol)

Zichlikni oshirishning ta'siri. Metan: Kam zichlik tufayli kompressor kamroq energiya sarflaydi, ammo yuqori oqim tezligida ishlash talab qilinadi. Kislorod: Yuqori zichlik bosimning tezroq oshishiga yordam beradi, lekin dvigatelga yuklama ko'payadi.

И-25 kompressorida zichlik va bosimning ta'siri. Quyida zichlik va bosimning И-25 kompressoriga ta'sirini ko'rsatadigan jadval keltirilgan (2-jadval):

**6-jadval.**

### Zichlik va bosimning kompressor samaradorligiga ta'siri

Gaz turi	Bosim (bar)	Zichlik ( $\text{kg/m}^3$ )	Gaz oqimi ( $\text{m}^3/\text{soat}$ )	Samaradorligi (%)
Metan ( $\text{CH}_4$ )	5	0,9	7000	88
Metan ( $\text{CH}_4$ )	10	1,2	6500	90
Kislorod ( $\text{O}_2$ )	5	2,0	6000	85
Kislorod ( $\text{O}_2$ )	10	2,8	5000	88

Metan: Bosim oshishi bilan zichlik oshadi, lekin gaz oqimi past bosimga nisbatan kamroq kamayadi. Bu energiya tejamkorligini saqlab qoladi.

Kislorod: Yuqori zichlik oqim tezligini pasaytiradi va samaradorlikni oshiradi, lekin energiya sarfi ko'proq bo'ladi.

Haroratning rolini hisobga olish. И-25 kompressorida harorat gazning zichligiga va bosimiga ta'sir qiladi. Harorat oshishi zichlikni pasaytiradi, bu esa quyidagi natijalarga olib keladi:

Metan: Harorat oshishi natijasida gazning siqilish darajasi kamayadi, lekin oqim tezligi oshadi.

Kislorod: Harorat oshishi energiya sarfini kamaytiradi, lekin siqilish samaradorligini biroz pasaytiradi.

## 7-jadval.

## Haroratning zichlik va bosimga ta'siri (T=300 K va T=400 K)

Gaz turi	Harorat (K)	Zichlik (kg/m <sup>3</sup> )	Bosim (bar)
Metan (CH <sub>4</sub> )	300	1,2	10
Metan (CH <sub>4</sub> )	400	0,9	8
Kislorod (O <sub>2</sub> )	300	2,8	10
Kislorod (O <sub>2</sub> )	400	2,0	8

Kompressor samaradorligini oshirish usullari:

1. Gaz aralashmalarini optimallashtirish: Gazlarning zichligi va bosimini optimallashtirish orqali energiya samaradorligini oshirish mumkin.
2. Parraklar dizayni: Parraklarni zich gazlar uchun maxsus moslashtirish ishlash barqarorligini oshiradi.
3. Sovutish tizimi: Haroratni pasaytirish gaz zichligini oshiradi, bu esa siqilish jarayonini tezlashtiradi.

Metan va kislorod gazlarining zichligi va bosimi IJ-25 kompressorining ishlash samaradorligiga katta ta'sir ko'rsatadi. Metan zichligi kam bo'lgani uchun yuqori oqim tezligi talab qilinadi, kislorod zichligi yuqori bo'lgani uchun esa energiya sarfi ortadi. Optimal zichlik, bosim va haroratni saqlash IJ-25 kompressorining uzoq muddatli va samarali ishlashini ta'minlaydi.

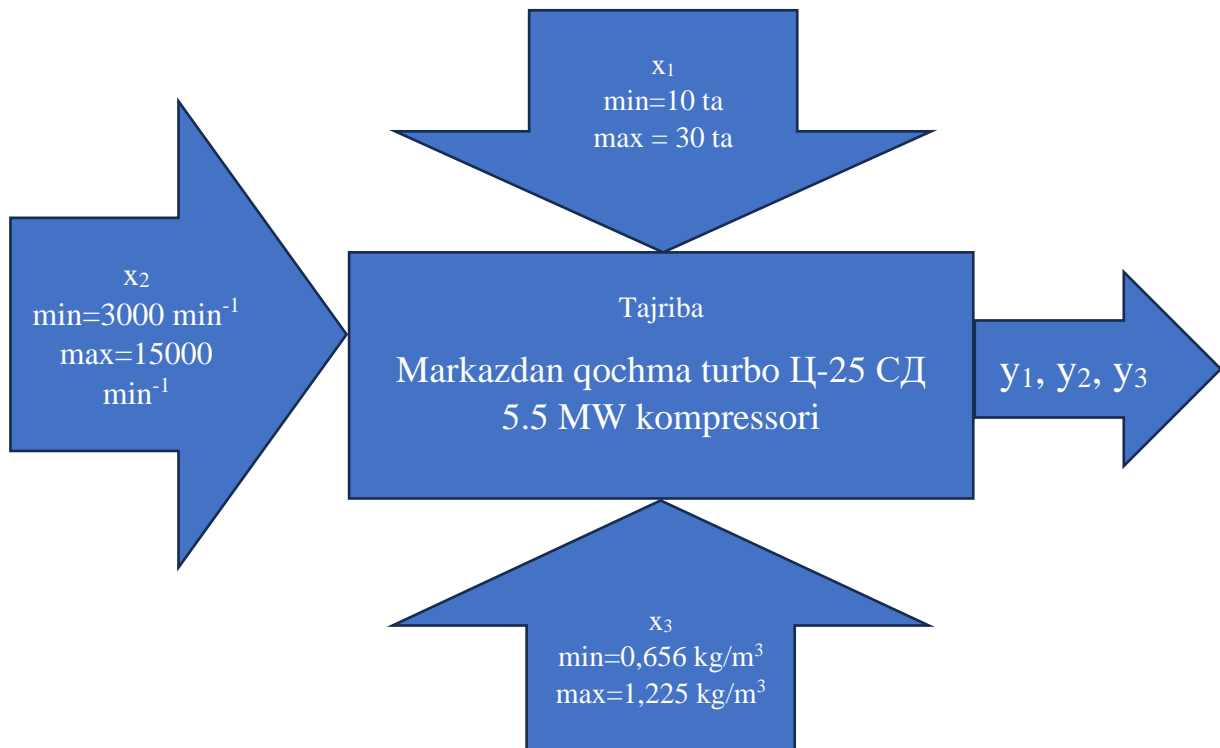
Texnologik jarayonlarni modellashtirish fani oliy o'quv yurtlar talabalarini hozirga zamon talablariga javob bera oladigan yuqori malakali, zamonaviy kompyuter texnologiyasini chuqur tadbiiq qila oladigan mutaxassislar yetishtirishda katta ahamiyatga egadir. Bu fandan chuqurroq bilimga ega bo'lish, talabalarni oliy o'quv yurtida o'qitiladigan barcha umummatematika, umumta'lim va kasbiy fanlarni bilishni taqoza etadi.

To'qimachilik, paxtachilik va yengil sanoat texnologik jarabalarini murakkab jarayonlar bo'lib, ular bir-biri bilan bog'langan ko'p faktorlarning o'zgarishlariga bog'liqdir. Shuning uchun bu jarayonlarni ilmiy tadqiqot qilish matematik modellar asosida amalga oshiriladi.

Umumiy holda matematik modellarni quyidagi ko‘rinishda ifodalash mumkin:

$$Y = F(X)$$

bu yerda:



### 1-sxema. Tajribaning dastlabki ma‘lumotlari (batafsil 8-jadvalda)

$Y$  ( $y_1, y_2, \dots, y_k$ ) - chiquvchi faktorlar bo‘lib, jarayonning o‘rganilayotgan xususiyatlarini,

$X$  ( $x_1, x_2, \dots, x_k$ ) - kiruvchi faktorlar bo‘lib, jarayonga ta‘sir etuvchi parametrlarni,

$F$  - operator (funksiya) bo‘lib chiquvchi faktorni kiruvchi faktorlarga nisbatan bog‘lanishini ifodalaydi.

Ma‘lumki matematik modellar nazariy, eksperimental va nazariy-eksperimental usullar yordamida qurilishi mumkin. Nazariy usullar fizika, mexanika qonuniyatlarga asoslansa, eksperimental usul esa tajriba natijalarini bevosita qayta ishlash natijasida amalga oshiriladi.

Biz quyidagi qo‘p faktorli regression modellar qurishning eksperimental usulini (to‘la faktorli eksperiment) va bu usulning EXM uchun Beysik algoritmik tilida tuzilgan programmasini ko‘rib chiqamiz (8-jadval).

## 8-jadval.

## Dastlabki ma'lumotlar jadvashtirilishi

Markazdan qochma Ц-25 ЦД 5,5 MW kompressor	X	Min	Max	Birligi
Parraklar soni	$x_1$	10	30	ta
Parrak valining aylanish soni	$x_2$	3000	15000	$\text{min}^{-1}$
Mahsulot zichligi	$x_3$	0,656	1,225	$\text{kg/m}^3$
Samaradorlik	$y_1$	-	-	$\eta$
Tajribadan chiqayotgan mahsulot tezligi	$y_2$	-	-	m/s
Tajribadan chiqayotgan mahsulot bosimi	$y_3$	-	-	Pa

Ushbu jadvalda keltirilgan  $y_1$ ,  $y_2$ ,  $y_3$  natijalarni hisoblash uchun quyidagi formulalardan foydalanamiz:

Tajribadan chiqayotgan mahsulot tezligi aylanishlar soni va radiusi orqali topiladi:

$$v = 2\pi R \cdot \frac{b}{60} \quad (2)$$

bu yerda:

R- parraklar radiusi (0,2 m);

b- aylanishlar soni (rpm);

60-aylanishlarni sonyani minutga aylantirish uchun koeffitsient.

Kompressorda bosim bosim oshishi quyidagi formula orqali topiladi:

$$\Delta P_{\text{ideal}} = c \cdot v^2 \quad (3)$$

bu yerda:

c- gaz zichligi ( $\text{kg/m}^3$ );

v- gaz tezligi (m/s).

Samaradorlik parraklar soniga qarab quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\eta = 0,75 + 0,01 \cdot \frac{a-10}{20} \quad (4)$$

bu yerda:

0,75- bazaviy samaradorlik;

0,01- har bir qo'shimcha parrak uchun samaradorlik oshishi koeffitsienti;

a- Parraklar soni.

Misol tariqasidi kompressor parraklar soni, valning aylanishlar soni va mahsulot zichliklarini kompressordan chiqayotgan mahsulot tezligi, bosimi va samaradorligiga ta'sirini o'rganish uchun kerak bo'lgan matematik modellarni qurishni ko'rib chiqamiz. Kiruvchi faktorlar sifatida tariqasidi kompressor parraklar soni, valning

aylanishlar soni va mahsulot zichliklari olingan. Tajriba o'tkazish shartlari quyidagi jadvalda ko'ltirilgan (9-jadval):

9-jadval

## Tajribaning rejalashtirish sharti

№	Faktorlar nomi belgisi	Kod-lash-tirilgan belgisi	Faktorlarning haqiqiy qiymatlari			O'zgarishlar oralig'i
			-1	0	+1	
1.	Parraklar soni	$x_1$	10	20	30	10
2.	Parrak valining aylanish soni	$x_2$	3000	9000	15000	6000
3.	Mahsulot zichligi	$x_3$	0,656	0,9405	1,225	0,2845

Chiquvchi parametrlar kompressordan chiqayotgan mahsulot tezligi, bosimi va samaradorligiga ta'sirini tajriba asosida o'rganamiz. Buning uchun rejalashtirish matritsasi asosida har bir sharoitda 3 marotaba takroran tajribalar o'tkazamiz. Bu holda tajribalar soni  $N = 2^3 = 8$ , takrorlanishlar soni  $m=3$  ni hisobga olsak umumiy tajribalar soni  $N*m=24$  bo'ladi. Chiquvchi parametrning tajribaviy natijalari va dispersinlari 10-jadvalda keltirilgan. Rejalashtirish matritsasi, tajriba va hisobiy natijalar.

10-jadval

**$y_1$  kompressor samaradorligi uchun rejalashtirish matritsasi va tajriba natijalari (a)**

u	Faktorlar			$\tilde{y}_{uv}$			$\tilde{y}_u$	$S^2_u \{y\}$
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$y_{u1}$	$y_{u2}$	$y_{u3}$		
1.	-	-	-	0,75	0,74	0,745	0,745	0,000025
2.	+	-	-	0,86	0,9	0,84	0,86666667	0,000933
3.	-	+	-	0,74	0,77	0,76	0,75666667	0,000233
4.	+	+	-	0,765	0,799	0,754	0,77266667	0,00055
5.	-	-	+	0,75	0,81	0,74	0,76666667	0,001433
6.	+	-	+	0,76	0,77	0,781	0,77033333	0,00011
7.	-	+	+	0,77	0,749	0,761	0,76	0,000111
8.	+	+	+	0,785	0,75	0,79	0,775	0,000475

**$y_2$  kompressordan chiqayotgan mahsulot tezligi uchun rejalashtirish matritsasi va tajriba natijalari (b)**

u	Faktorlar			$\tilde{y}_{uv}$			$\tilde{y}_u$	$S^2_u \{y\}$
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$y_{u1}$	$y_{u2}$	$y_{u3}$		
1.	-	-	-	280,626	291,851	250,66	274,379	453,4434
2.	+	-	-	309,54	313,17	315,5	312,736667	9,021233
3.	-	+	-	316,54	309,46	319,54	315,18	26,7888
4.	+	+	-	318,5	310,6	308,6	312,566667	27,40333
5.	-	-	+	315,6	319,8	314,5	316,633333	7,823333
6.	+	-	+	316,1	315,56	317,25	316,303333	0,745033
7.	-	+	+	305,62	300,54	312,69	306,283333	37,23563
8.	+	+	+	299,65	314,16	320,52	311,443333	114,4244

**$y_3$  kompressordan chiqayotgan mahsulot bosimi uchun rejalashtirish matritsasi va tajriba natijalari (c)**

u	Faktorlar			$\tilde{y}_{uv}$			$\tilde{y}_u$	$S^2_u \{y\}$
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$y_{u1}$	$y_{u2}$	$y_{u3}$		
1.	-	-	-	1,256	1,4562	1,05	1,254067	0,041252
2.	+	-	-	1,3851	1,6	1,562	1,5157	0,013153
3.	-	+	-	1,375	1,51	1,615	1,5	0,014475
4.	+	+	-	0,99	1,6548	1,2245	1,289767	0,113685
5.	-	-	+	1,646	1,747	1,265	1,552667	0,064614
6.	+	-	+	1,651	1,999	1,46	1,703333	0,074684
7.	-	+	+	1,446	1,876	1,054	1,458667	0,169041
8.	+	+	+	2,95	3,056	2,64	2,882	0,046732

Tajriba natijalarini qayta ishlash yuqorida keltirilgan bosqichlar asosida amalga oshiriladi. Har bir  $y_1, y_2, y_3$  lar qo'yildi. Keltirilgan tartib asosida hisob ishlarini amalga oshiriladi.

1. Ajralib turgan qiymatlarni statistik usulda chiqarib tashlash 14-jadvaldagi xar bir satr uchun qullanilada. Buning uchun har bir satr uchun o'rta qiymat va

dispersiyalar hisoblanada. Bu qiymatlar 10-jadvalda keltirilgan. Masalan, birinchi tajriba uchun:

$$\bar{y}_1 = \frac{0,75 + 0,74 + 0,745}{3} = 0,745$$

$$s_1^2 = \frac{(0,75 - 0,745)^2 + (0,74 - 0,745)^2 + (0,745 - 0,745)^2}{3} = 0,000025$$

so'ng formulalar yordamida kriteriyaning chegaraviy qiymatlari hisoblanadi:

$$V_{F_{\max}} = 1,2247; \quad V_{R_{\min}} = 1,2247$$

Ko'rinib turibdiki, bu qiymatlar maxsus jadvaldan olingan U qiymatdan kichik. Shuning uchun yuqoridagi eng katta va eng kichik qiymatlar keyingi statistik qayta ishlashdan chiqarib tashlanmaydi.

Ko'rilayotgan misolda har bir tajriba uchun ajralib turgan qiymatlar yo'q.

2. Dispersiyalarning bir jinsliliğini tekshirish uchun (10) formula yordamida hisobiy qiymat hisoblanadi:

$$G_R = \frac{S_{\max}^2\{y_j\}}{\sum_{i=1}^N s_u^2\{y\}} = \frac{0,000025}{0,052631} = 0,00645761$$

Kochren kriteriyasining jadvaliy qiymati:

$$G_T(P_D = 0,95; +(S_U^2) = 2,8) = 0,516.$$

Demak,  $G_R < G_T$  bulgani uchun dispersiyalar bir jinsli.

3. Koeffitsiyentlarni hisoblash uchun 5-qiymatlardan foydalanamiz. Ushbu formula samaradorlikni aniqlash uchun:

11-jadval.

### Koeffitsiyentlarni hisoblash

Ch. p.	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>12</sub>	b <sub>13</sub>	b <sub>23</sub>	b <sub>123</sub>
y <sub>1</sub>	0,776	0,019	-0,010	-0,008	-0,011	-0,010	0,010	0,014
y <sub>2</sub>	308,1	5,071	3,177	4,475	-4,435	-3,864	-6,980	5,807
y <sub>3</sub>	1,644	0,203	0,138	0,554	0,100	0,190	0,133	0,218

U holda quyidagi ko'p faktorli regressiya modelini olamiz:

12-jadval:

### Ko'p faktorli regressiya modeli

Ch. p.	Ko'p faktorli regressiya modelini
y <sub>1</sub>	$Y_1 = 0,77 + 0,019x_1 - 0,010x_2 - 0,008x_3 - 0,011x_1x_2 - 0,014x_1x_3 + 0,010x_2x_3 + 0,14x_1x_2x_3$
y <sub>2</sub>	$Y_2 = 308,1 + 5,07x_1 + 3,17x_2 + 4,47x_3 - 4,43x_1x_2 - 3,86x_1x_3 - 6,98x_2x_3 + 5,80x_1x_2x_3$
y <sub>3</sub>	$Y_3 = 1,64 + 0,13x_1 + 0,13x_2 + 0,25x_3 + 0,10x_1x_2 + 0,19x_1x_3 + 0,13x_2x_3 + 0,21x_1x_2x_3$

Lekin bu modelning oxirgi ko‘rinishi emas.

4. Modelning oxirgi ko‘rinishini olish uchun koeffitsiyentlarni ahamiyatligini tekshiramiz. Buning uchun Styudent kriteriyasining formulalaridan foydalanamiz.

$$s^2\{\bar{y}\} = \frac{1}{Nin} \sum_{u=1}^N s_u^2(y) = \frac{0,0006}{8 \cdot 3} = 0,000025;$$

$$s^2\{b_i\} = \frac{1}{N} s^2(\bar{y}) = \frac{0,03}{8} = 0,005;$$

$$s\{b_i\} = 0,0058137.$$

Bular yordamida kriteriyaning hisobiy qiymatlarini hisoblaymiz (samaradorlik, kompressordan chiqayotgan mahsulot tezligi va bosimi uchun):

$$t_R(b_1) = \frac{|ib_1|}{s\{b_1\}} = \frac{0,2529972827}{0,0058137} = 4,351743$$

13-jadval.

Kriteriyaning hisobiy qiymatlarini

Ch.p.	tr(b1)	tr(b2)	tr(b3)	tr(b12)	tr(b13)	tr(b23)	tr(b123)
y1	4.35	-2.34	-1.92	-2.62	-3.31	2.23	3.25
y2	2.70	1.69	2.38	-2.36	-2.05	-3.71	3.09
y3	3.83	2.60	4.81	1.89	3.59	2.51	4.12

Styudent kriteriyasining jadvaliy qiymati:

$$t_T i P_D, : \{S_{ij}^2\} = N(m-1) = t_T P_D = 0,95; t = 8 \cdot (3-1) = 16j = 2,12$$

Demak 13-jadvaldagi koeffitsiyentlarning hisobiy qiymatlari jadvali qiymatdan katta, shuning uchun bu koeffitsiyentlar ahamiyatli, qolgan koeffitsiyentlar esa ahamiyatsizdir. Natijada quyidagi regressiya modelini xosil qilamiz:

$$Y_r = 0,77 + 0,019x_1 - 0,010 - 0,011x_1x_2 - 0,014x_1x_3 + 0,010x_2x_3 + 0,14x_1x_2x_3 \quad (5.1)$$

$$Y_r = 308,1 + 5,07x_1 + 4,47x_3 - 4,43x_1x_2 - 6,98x_2x_3 + 5,80x_1x_2x_3 \quad (5.2)$$

$$Y_r = 1,64 + 0,13x_1 + 0,13x_2 + 0,25x_3 + 0,19x_1x_3 + 0,13x_2x_3 + 0,21x_1x_2x_3 \quad (5.3)$$

Faktorlarning haqiqiy qiymatidan kodlashtirilgan qiymatiga quyidagi munosabatlar orqali:

$$x_1 = \frac{x_B - 275}{45 - 75}$$

$$x_2 = \frac{\pi p - 11,9}{4,5}$$

$$x_3 = \frac{\pi_H - 7}{3}$$

chiquvchi faktorning hisobiy qiymatlari model orqali hisoblanadi.



5. Olingan modelning adekvatligini tekshirish uchun Fisher krite- riyasining formulalaridan foydalanamiz.

Buning uchun chiquvchi faktorning tajribaviy va hisobiy qiymatlarini taqqoslaymiz:

14- jadval.

**Chiquvchi faktorning tajribaviy va hisobiy qiymatlarini taqqoslash**

Y	$V_{R \max}$	$V_{R \text{ mix}}$	Gr		Tr
Samaradorlik	1,224745	-1,22474	0,006457167	T(b1)	4,351743
	1,336306	-1,06904		T(b2)	-2,34753
	1,069045	-0,53452		T(b3)	<b>-1,92071</b>
	1,374797	<b>-5,88204</b>		T(b12)	-2,62589
	1,401826	-0,86266		T(b13)	-3,31252
	1,243715	-1,20485		T(b23)	2,236183
	1,162476	-1,27872		T(123)	3,256848
	0,842927	-1,40488			
Chiqayotgan tezlik	-1,36421	0,359299	0,669897041	T(b1)	2,701186
	0,176699	1,126798		T(b2)	<b>1,692372</b>
	1,031705	<b>8,301202</b>		T(b3)	2,383407
	1,38817	-0,46012		T(b12)	-2,3621
	-0,45247	1,386603		T(b13)	<b>-2,05808</b>
	1,343244	-1,05473		T(b23)	-3,71755
	-0,13314	-1,15274		T(123)	3,093084
	1,039232	-1,35028			
Chiqayotgan bosim	-1,23053	1,230532	0,076729	T(b1)	3,839514
	0,900236	-0,49444		T(b2)	2,609439
	1,170669	-1,17067		T(b3)	4,812108
	1,325951	0,237075		T(b12)	<b>1,891647</b>
	0,936329	1,386024		T(b13)	3,59668
	1,325053	1,090517		T(b23)	2,514951
	1,243175	1,205443		T(123)	4,12093
	-1,37105	1,371052			

Demak, modeldagi ahamiyatli koeffitsiyentlar soni  $N_h = 4$  hisobga olsak:

$$S^2_{\text{над}} \{y\} = \frac{0,001945}{8 - 4} = 0,0004862.$$

2 ( 5 ) = 0,0002708 sonidan katta bo‘lganligi uchun Bu son teriyaning hisobiy qiymati ushbu formula orqali hisoblanadi:

$$P_R = \frac{0,0004862}{0,0002708} = 1,795$$

5-formulaga asosan 14-jadvalda ko‘rsatilgan paramapetr koeffitsiyentlaridan foydalangan holda yakuniy quyidagi formulalar ya’ni parametrlarni ishlab chiqamiz:

Yuqoridagi to‘la faktorli eksperiment usuli yordamida bajarilgan ko‘p faktorli modellar qurish algoritimini (bosqichlarini) zamonaviy kompyuterlar orqali amalga oshirish maqsadga muvofiqdir. Buning uchun Excel algoritmik tilida tuzilgan amaliy programmalaridan foydalanamiz.

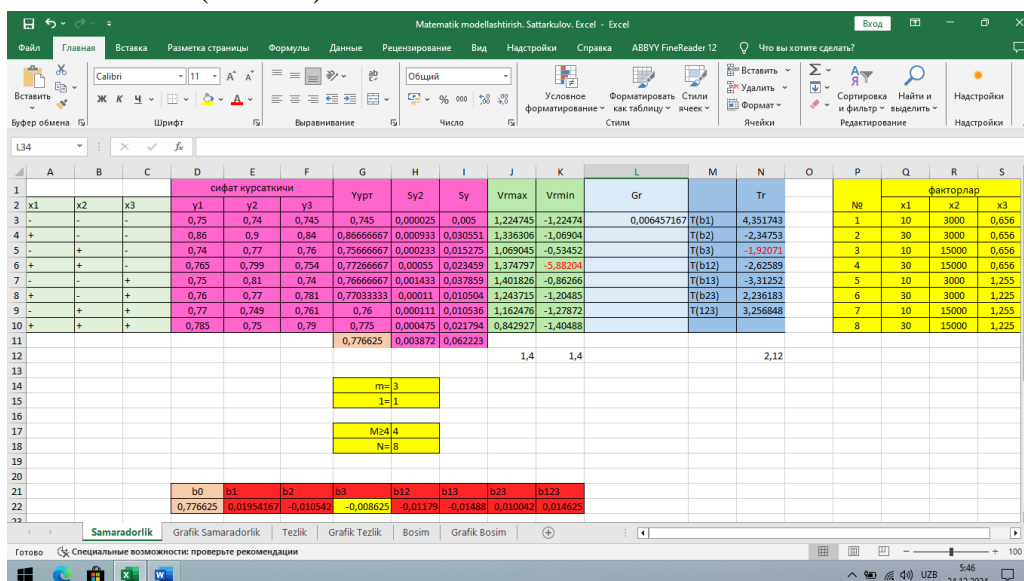
15-jadval.

**Qiymatlar dasturda ko‘rinishi**

O‘zgaruvchining nomi	Belgisi	Dasturdagi belgisi	Qiymati
Tajribalar soni	N	N	8
Faktorlar soni	M	M	3
Qaytarilishlar soni	m	m	3
Korchen kriteriyasining jadvaliy qiymati	$G_T$	GKP	0.516
Styudent kriteriyasining jadvaliy qiymati	$t_T$	TKP	2.12
Fisher kriteriyasining jadvaliy qiymati	$F_T$	FKP	5.85

Undan tashqari programmaning tajribaviy qiymatlar satrma-satr yoziladi.

Qurilayotgan misol uchun kompyuter natijalari berilgan bo‘lib, unda qurilgan model haqida barcha ma’lumotlar keltirilgan. Bulardan ko‘rinib turibdiki, hisobiy ishlar bilan kompyuter natijalari ustma-ust tushadi. Bu esa programmalarining to‘g‘ri ekanligini ko‘rsatadi (3-rasm).



a)  $x_1, x_2$  va  $x_3$  larni  $y_1$  ga ta’siri

Matematik modellashirish, Sattarkulov, Excel - Excel

Y<sub>1</sub>=b0+b1\*x1+b2\*x2+b3\*x3+b12\*x1\*x2+b13\*x1\*x3+b123\*x1\*x2\*x3

сифат курсаткичи	Уурт	Sy2	Sy	Vrmax	Vrmin	Gr	Tr
y1	y2	y3					
280,626	291,851	250,66	274,379	453,4434	21,29421	-1,36421	0,359299
309,54	313,17	315,5	312,736667	9,021233	3,003537	0,176599	1,126798
316,54	309,46	319,54	315,19	26,7888	5,12579	1,031705	8,301202
318,5	310,6	308,6	312,566667	27,40333	5,234819	1,38817	-0,46012
315,6	319,8	314,5	316,633333	7,823333	2,797022	-0,45247	1,386603
316,1	315,56	317,25	316,303333	0,745033	0,863153	1,343244	-1,05473
305,62	300,54	312,69	306,283333	37,23563	6,102101	-0,13314	-1,15274
299,65	314,16	320,52	311,443333	114,4244	10,69694	1,039232	-1,35028
			308,190708	676,8852	26,01702		
						1,4	1,4
							2,12
			m=3				
			l=1				
			M=4				
			N=8				
b0	b1	b2	b3	b12	b13	b23	b123
308,19071	5,07179167	3,177625	-4,475125	-4,43518	-3,86429	-6,98013	5,807625

факторлар

№	x1	x2	x3
1	10	3000	0,656
2	30	3000	0,656
3	10	15000	0,656
4	30	15000	0,656
5	10	3000	1,225
6	30	3000	1,225
7	10	15000	1,225
8	30	15000	1,225

b) x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub> va x<sub>3</sub> larni y<sub>2</sub> ga ta'siri

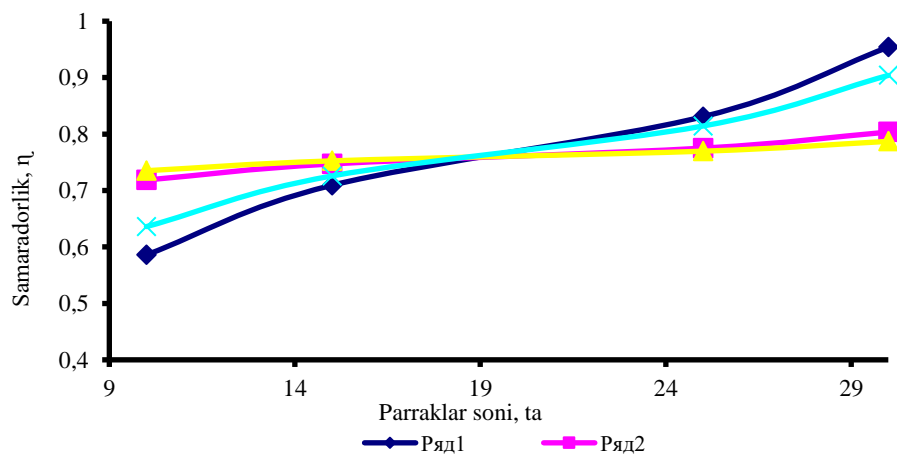
Matematik modellashirish, Sattarkulov, Excel - Excel

G29

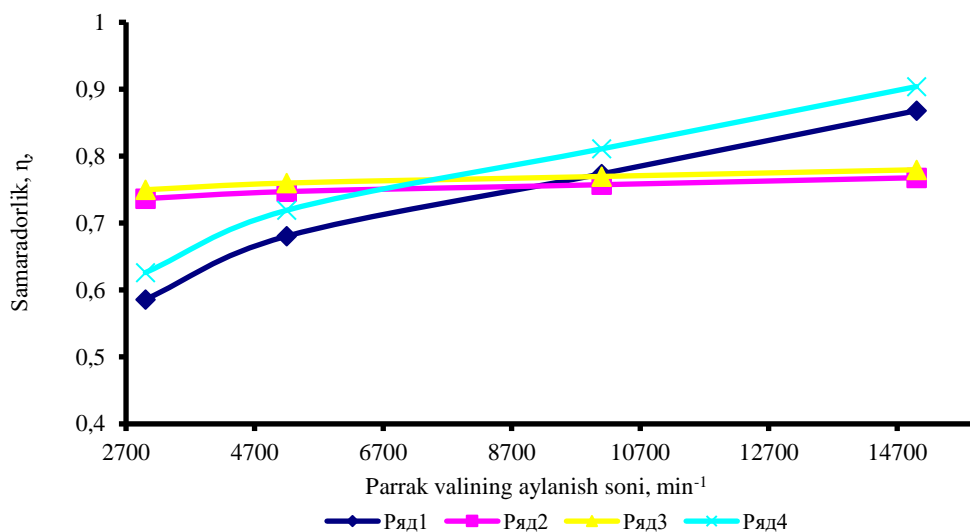
сифат курсаткичи	Уурт	Sy2	Sy	Vrmax	Vrmin	Gr	Tr
y1	y2	y3					
1,256	1,4562	1,05	1,254067	0,041252	0,203107	-1,23053	1,230532
1,3851	1,6	1,562	1,5157	0,013153	0,114688	0,900236	-0,49444
1,375	1,51	1,615	1,5	0,014475	0,120312	1,170669	-1,17067
0,99	1,6548	1,2245	1,289767	0,113885	0,337171	1,325951	0,237075
1,646	1,747	1,265	1,552667	0,064614	0,254193	0,936329	1,386024
1,651	1,999	1,46	1,703333	0,074684	0,273284	1,325053	1,090517
1,446	1,876	1,054	1,458667	0,169041	0,411146	1,243175	1,205443
2,95	3,056	2,64	2,882	0,046732	0,216176	-1,37105	1,371052
			1,644525	0,537637	0,733238		
						1,4	1,4
							2,12
			m=3				
			l=1				
			M=4				
			N=8				
b0	b1	b2	b3	b12	b13	b23	b123
1,644525	0,203175	0,138083	0,254642	0,1001	0,190325	0,133083	0,218067

c) x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub> va x<sub>3</sub> larni y<sub>3</sub> ga ta'siri

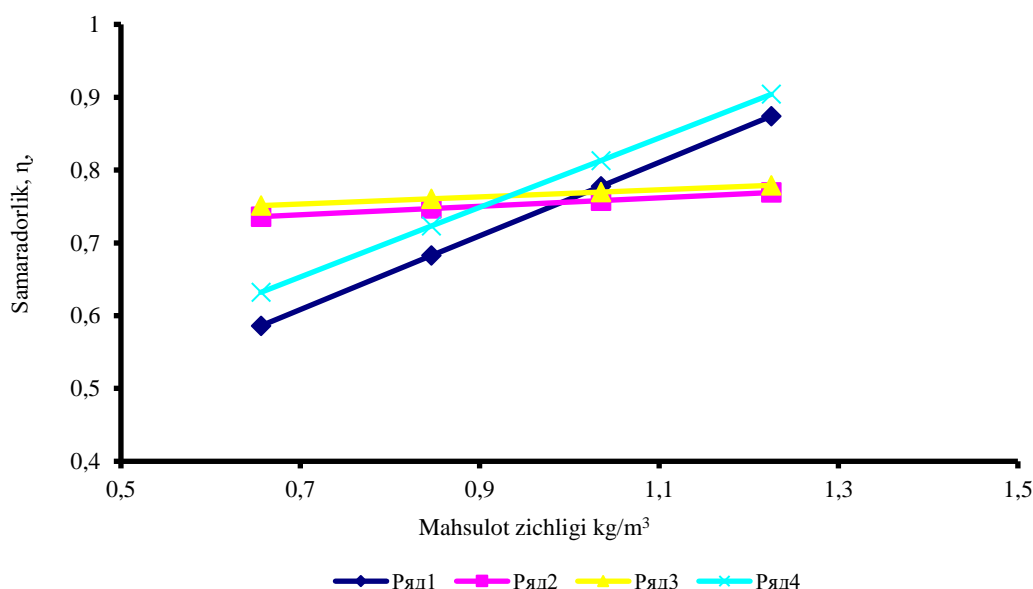
3-rasm. Hisob ishlari EXM dasturida ko'rinishi



a) Samaradorlikning parraklar soniga bog'liqlik grafigi



### b) Samaradorlikning parrak valining aylanish soniga bog‘liqlik grafigi



### c) Samaradorlikning mahsulot zichligiga bog‘liqlik grafigi

#### 4-rasm. Samaradorlikning kiruvchi omillarga ta’siri

4-rasm grafiklar uch xil parametrning samaradorlikka qanday ta’sir qilishini aks ettirgan. Quyida har bir grafik tahlili va ularning xulosasi beriladi:

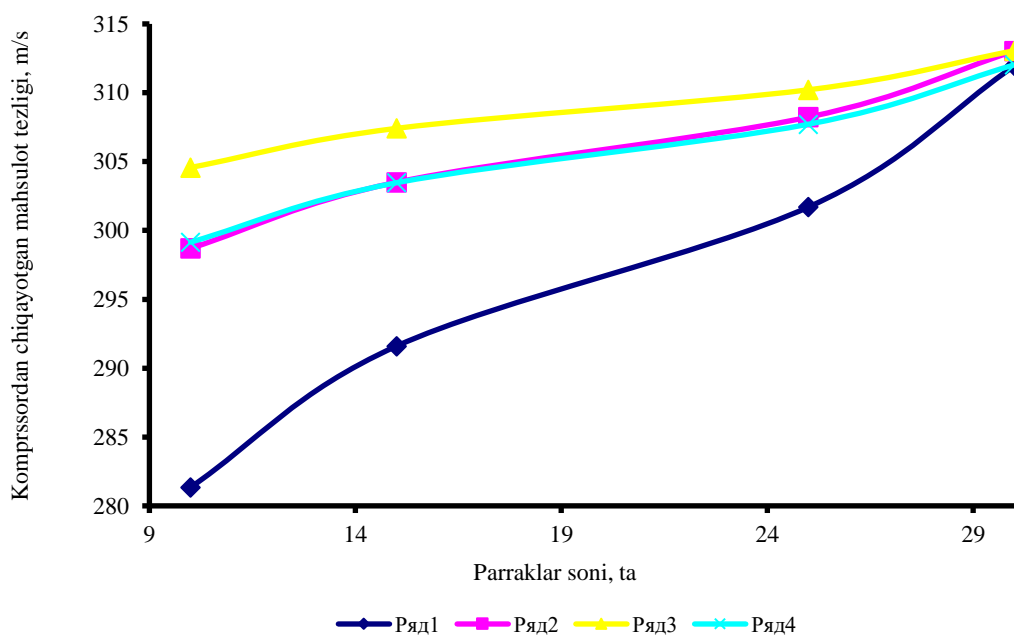
a) Samaradorlikning parrakkar soniga bog‘liqlik grafigi: Parraklar soni oshgani sari samaradorlik ( $\eta$ ) oshmoqda. Bu o’sish 1-holat (0,59  $\eta$  dan 0,91  $\eta$  gacha) va 2-holat (0,62  $\eta$  dan 0,89  $\eta$  gacha) uchun kuzatiladi. Grafikdan ko‘rish mumkinki, 9 tadan 29 tagacha bo‘lgan diapazon davomida samaradorlik yaqqol o’sadi, ayniqsa, parraklar soni yuqori qiymatlarga yetganda. Parraklar soni ko‘payishi samaradorlikni oshirish

uchun muhim omil bo'lib, aerodinamik harakatlarni yanada samarali amalga oshirishga yordam beradi.

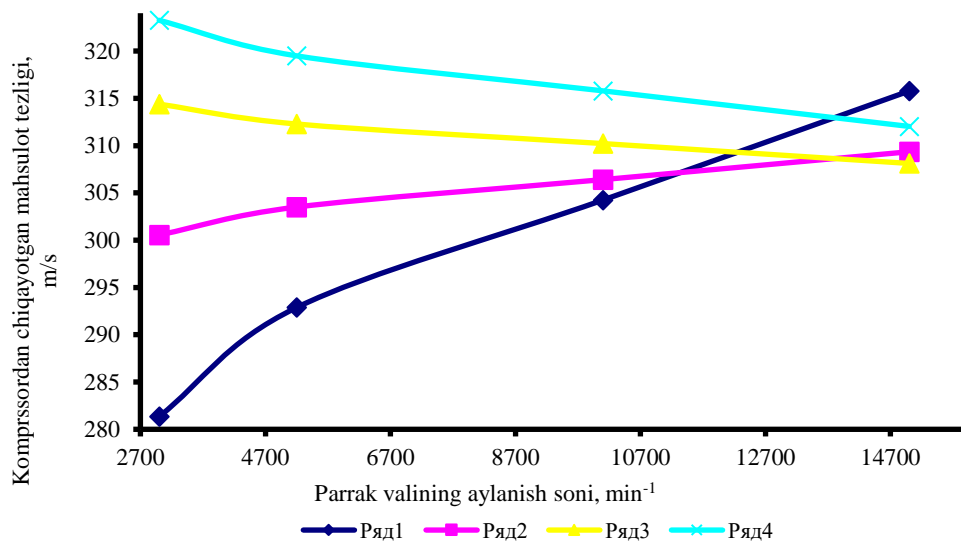
b) Samaradorlikning parrak valining aylanish soniga bog'liqlik grafigi: Parrak valining aylanish soni oshgan sari samaradorlik ham oshmoqda. Bunda past aylanish sonidan yuqori aylanish soniga o'tishda samaradorlikning o'sishi sekinroq, ammo barqaror bo'ladi. 2-qatorning qiymatlari yuqoriroq ekanligi kuzatiladi. Parrak valining aylanish soni ko'payishi samaradorlikka ijobiy ta'sir qiladi, bu esa energetik tizimlarning samarali ishlashi uchun muhimdir.

c) Samaradorlikning mahsulot zichligiga bog'liqlik grafigi: Mahsulot zichligi ortgani sari samaradorlik oshadi.  $0,5 \text{ kg/m}^3$  dan  $1,5 \text{ kg/m}^3$  gacha zichlikda samaradorlikning ancha barqaror o'sishi kuzatiladi. Har ikkala 1-qator va 2-qator uchun bu o'sish xuddi shunday. Mahsulot zichligi oshgani sari energiya oqimi samaradorligini oshiradi, bu esa texnologik jarayonlarda mahsulot xususiyatlarini hisobga olish kerakligini ko'rsatadi.

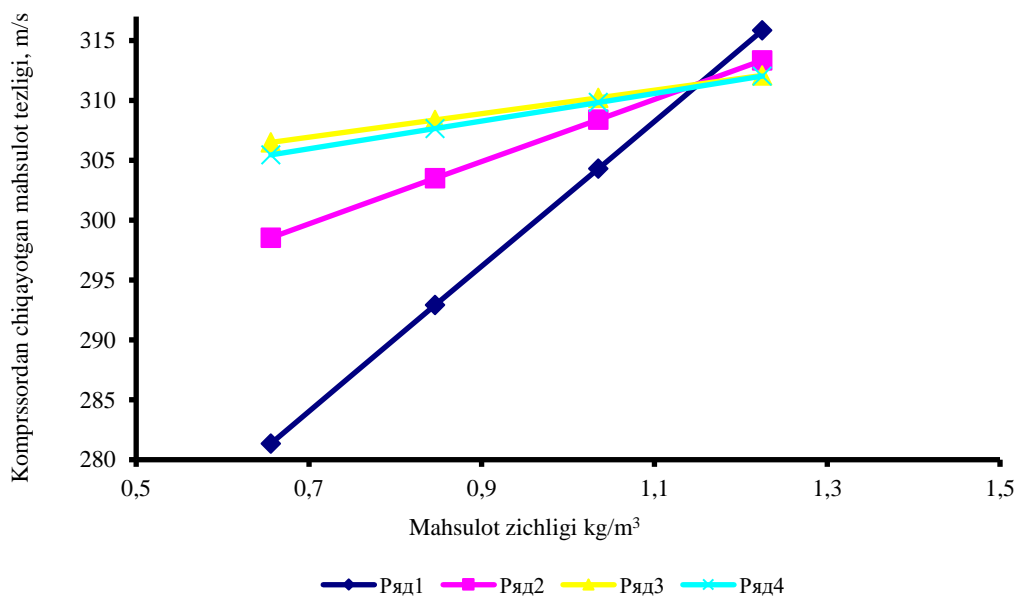
Umumiy xulosa: Grafiklardan ko'rinib turibdiki, samaradorlik ( $\eta$ ) parraklar soni, parrak valining aylanish soni va mahsulot zichligiga bog'liq holda oshib boradi. Barcha ko'rsatkichlar samaradorlikka ijobiy ta'sir ko'rsatadi, lekin yuqori samaradorlikka erishish uchun har bir parametrning optimal qiymatlarini aniqlash lozim. Bu esa tizimning barqaror va samarali ishlashini ta'minlaydi.



#### a) Mahsulot tezligining parraklar soniga bog'liqligi grafigi



b) Mahsulot tezligining parrak valining aylanishlar soniga bog‘liqligi grafigi



c) Mahsulot tezligining mahsulot zichligiga bog‘liqligi grafigi

### 5-rasm. KompRESSORDAN CHIQUYOTGAN MAHSULOT TEZLIGINING KIRUVCHI OMILLARGA TA’SIRI

5-rasm grafiklar uch xil parametrlarning kompressordan chiqayotgan mahsulot tezligiga qanday ta’sir qilishini aks ettirgan. Quyida har bir grafik tahlili va ularning xulosasi beriladi:

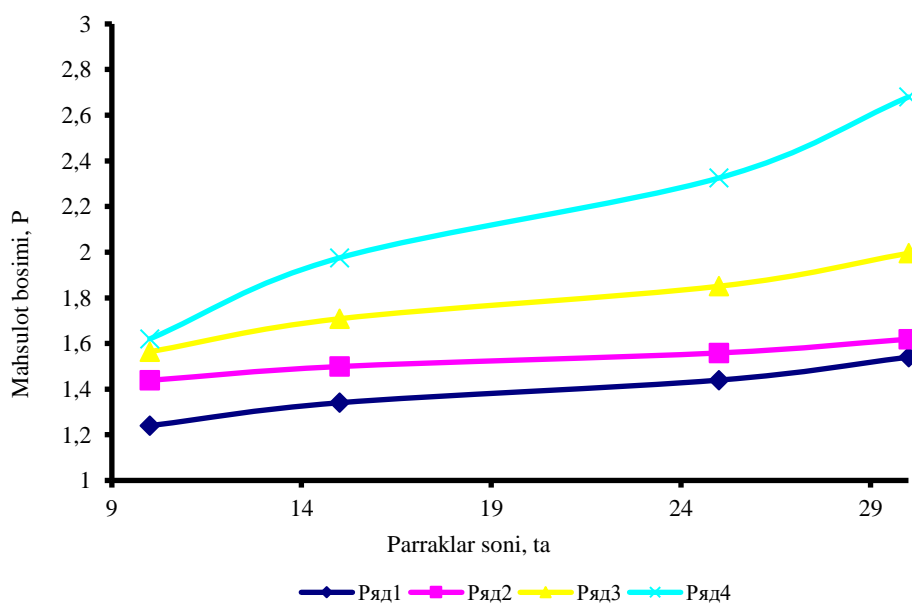
a) Mahsulot tezligining parraklar soniga bog‘liqlik grafigi: Parraklar soni oshgani sari kompressordan chiqayotgan mahsulot tezligi sezilarli darajada oshadi. 1-holat (281 m/s dan 306 m/s gacha) va 2-holat (299 m/s dan 309 m/s gacha) qiymatlari

orasida sezilarli farqlar mavjud, ammo har ikkisi ham parraklar soni oshishi bilan mahsulot tezligining o‘shishini ko‘rsatadi. Ayniqsa, yuqori qiymatlar (24-29 ta parrak) bilan maksimal tezlikka erishilgan. Parraklar sonining oshishi oqim tezligini oshiradi, bu esa samarali havo yoki gaz harakatini ta‘minlaydi.

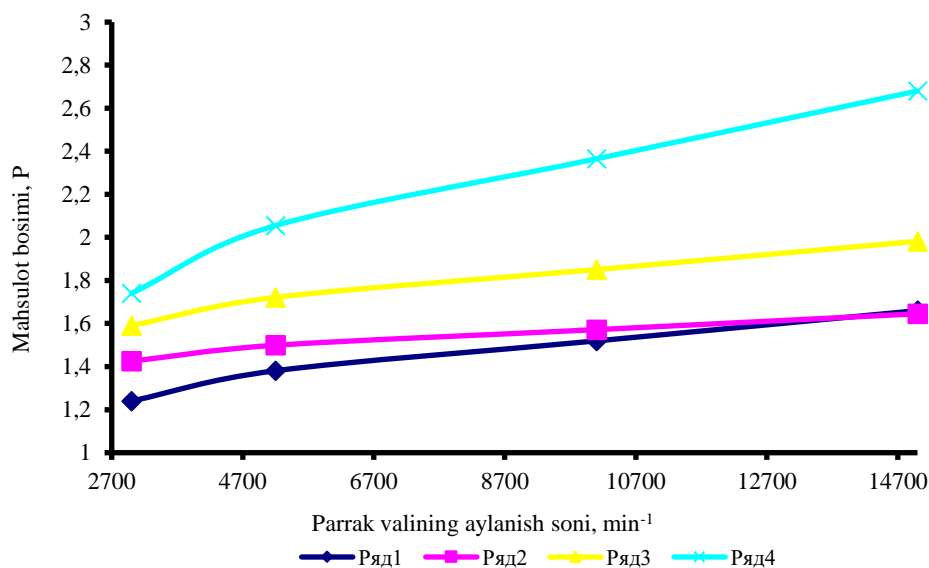
b) Mahsulot tezligining parrak valining aylanishlar soniga bog‘liqlik grafigi: Parrak valining aylanish soni oshishi mahsulot tezligining barqaror o‘shishini ta‘minlaydi. Past aylanishlarda o‘shish nisbatan sekinroq bo‘lsa-da, yuqori aylanishlarda mahsulot tezligi yaqqol oshadi. 2-holat (300 m/s dan 306 m/s gacha) 1-holatga (280 m/s dan 315 m/s gacha) nisbatan yuqoriroq qiymatlarni ko‘rsatadi. Parrak valining aylanish soni oshishi mahsulot tezligini oshirish uchun muhim bo‘lib, yuqori aylanish sonlari yuqori natijalar beradi.

c) Mahsulot tezligining mahsulot zichligiga bog‘liqlik grafigi: Mahsulot zichligi oshgani sari kompressordan chiqayotgan mahsulot tezligi sezilarli darajada oshmoqda. 1-holat (280 m/s dan 315 m/s gacha) va 2-holat (296 m/s dan 310 m/s gacha) qiymatlari ham o‘shish tendensiyasini namoyish qiladi. Ayniqsa, 1,1-1,3 kg/m<sup>3</sup> zichlik oralig‘ida tezlikning yuqori qiymatlari kuzatiladi. Mahsulot zichligi oshishi oqim tezligini oshiradi, bu esa gaz yoki suyuqlik harakati uchun optimal zichlikni tanlash zarurligini ko‘rsatadi.

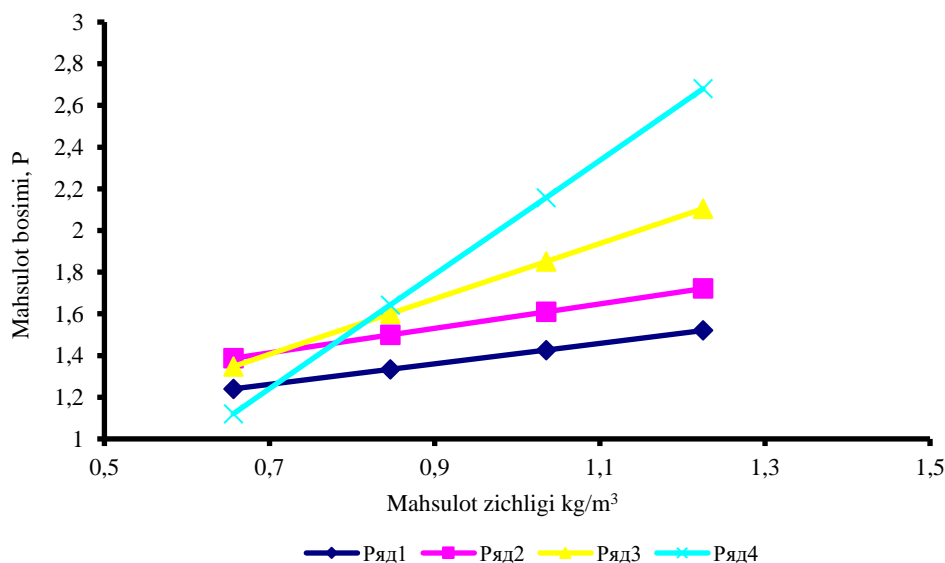
Umumiy xulosa: Grafiklardan ko‘rinib turibdiki, mahsulot tezligiga uchta asosiy parametr - parraklar soni, parrak valining aylanish soni va mahsulot zichligi ta‘sir qiladi. Ushbu parametrlarning oshishi oqim tezligining oshishiga olib keladi. Optimal parametrlarni tanlash orqali kompressor tizimining samaradorligini oshirish mumkin. Shu bilan birga, bu natijalar energiya samaradorligini oshirish uchun muhim texnologik qarorlarni qabul qilishda yordam beradi.



a) Mahsulot bosimining parraklar soniga bog‘liqligi



### b) Mahsulot bosimining parrak valining aylanish soniga bog‘liqligi



### c) Mahsulot bosimining mahsulot zichligiga bog‘liqligi

## 6-rasm. Kompresordan chiqayotgan mahsulot bosimining kiruvchi omillarga ta’siri

6-rasm grafiklar uch xil parametrlarning kompresordan chiqayotgan mahsulot bosimiga qanday ta’sir qilishini aks ettirgan. Quyida har bir grafik tahlili va ularning xulosasi beriladi:

a) Mahsulot bosimining parraklar soniga bog‘liqlik grafigi: Parraklar soni oshgani sari mahsulot bosimi (P) ham oshmoqda. 1-holat (1,2 P dan 1,4 P gacha), 2-holat (1,4 P dan 1,5 P gacha), va boshqa chiziqlar orasida sezilarli farq mavjud. Ayniqsa, 2-qator maksimal qiymatlarni ko‘rsatmoqda. Parraklar soni 9 dan 29 taga



oshishi bosimning sezilarli darajada ortishiga olib kelgan. Parraklar sonining ortishi mahsulot bosimini oshirish uchun muhim omildir. Bu bosim ortishi gaz yoki suyuqlikning kompressiyada samaradorligini oshiradi.

b) Mahsulot bosimining parrak valining aylanish soniga bog‘liqlik grafigi: Parrak valining aylanish soni oshishi bilan mahsulot bosimi ham oshadi.  $2700 \text{ min}^{-1}$  dan  $14700 \text{ min}^{-1}$  gacha bo‘lgan aylanish sonlari oralig‘ida bosimning barqaror o‘shishi kuzatilmoqda. 2-holatning (1,2 P dan 1,4 P gacha) qiymatlari 2-holatga (1,4 P dan 1,5 P gacha) qaraganda ancha yuqori. Parrak valining aylanish sonini oshirish mahsulot bosimini oshirishda samarali usuldir. Aylanma harakatning kuchayishi energiya uzatilishini yaxshilaydi.

c) Mahsulot bosimining mahsulot zichligiga bog‘liqlik grafigi: Mahsulot zichligi oshgani sari mahsulot bosimi ham sezilarli darajada oshmoqda.  $0.5 \text{ kg/m}^3$  dan  $1.5 \text{ kg/m}^3$  oralig‘ida bosimning muntazam o‘shishi kuzatiladi. 4-holatda (1,1 P dan 2,7 P gacha) eng yuqori bosim qiymatlarini ko‘rsatmoqda. Mahsulot zichligi oshgani sari bosimning oshishi kuzatiladi, bu esa zichlikning optimal darajasini tanlash zarurligini ko‘rsatadi.

Umumiy xulosa: Ushbu grafiklardan kelib chiqib, mahsulot bosimiga uchta asosiy parametr: parraklar soni, parrak valining aylanish soni va mahsulot zichligi sezilarli ta’sir ko‘rsatadi.

Xulosa o‘rnida shuni aytish mumkin-ki, yuqoridagi kiruvchi ( $x_1, x_2, x_3$ ) va chiquvchi ( $y_1, y_2, y_3$ ) parametrlar xususan, samaradorlik, mahsulot tezligi va mahsulot bosimi uchta asosiy parametr (parraklar soni, parrak valining aylanish soni va mahsulot zichligi) bilan bog‘liq ekanligi aniqlandi.

Parraklar soni: Parraklar sonining oshishi samaradorlikni, mahsulot tezligini va bosimni barqaror oshiradi. Maksimal qiymatlar yuqori parraklar sonida kuzatiladi (24-29 ta).

Parrak valining aylanish soni: Aylanish soni oshishi bilan barcha ko‘rsatkichlar - samaradorlik, mahsulot tezligi va bosim muntazam ravishda oshadi.

Mahsulot zichligi: Mahsulot zichligi oshishi oqibatida samaradorlik, tezlik va bosim sezilarli darajada ortadi, ayniqsa yuqori zichlik qiymatlarida ( $1,1-1,5 \text{ kg/m}^3$ ).

Grafiklardan aniqlash mumkinki, har bir parametrning maksimal qiymatlarida samaradorlik eng yuqori darajada bo‘ladi. Ammo energiya sarfi, tizimning barqarorligi va boshqa texnik omillarni hisobga olib, optimal (maqbul) qiymatlar aniqlanishi lozim.

## 16-jadval.

## Grafiklar bo'yicha maqbul nuqtalar

Grafik nomi	Parametrlar (x)	Eng maqbul qiymat (x)	Natija (y)
$y_1$ ni $x_1$ ga bog'liqligi	Parraklar soni (ta)	29	$\eta \approx 0,88$
$y_1$ ni $x_2$ ga bog'liqligi	Val aylanish soni ( $\text{min}^{-1}$ )	14700	$\eta \approx 0,91$
$y_1$ ni $x_3$ ga bog'liqligi	Mahsulot zichligi ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	1,3	$\eta \approx 0,92$
$y_2$ ni $x_1$ ga bog'liqligi	Parraklar soni (ta)	29	$v \approx 315 \text{ m/s}$
$y_2$ ni $x_2$ ga bog'liqligi	Val aylanish soni ( $\text{min}^{-1}$ )	14700	$v \approx 320 \text{ m/s}$
$y_2$ ni $x_3$ ga bog'liqligi	Mahsulot zichligi ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	1,3	$v \approx 312 \text{ m/s}$
$y_3$ ni $x_1$ ga bog'liqligi	Parraklar soni (ta)	29	$P \approx 2,8$
$y_3$ ni $x_2$ ga bog'liqligi	Val aylanish soni ( $\text{min}^{-1}$ )	14700	$P \approx 3$
$y_3$ ni $x_3$ ga bog'liqligi	Mahsulot zichligi ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	1,3	$P \approx 2,9$

## Foydalanilgan adabiyotlar

1. Akbarov T., Raximov D., "Gaz dinamikasi va termodinamika asoslari", "O'zbekiston fanlar akademiyasi" nashriyoti, 112-146-betlar;
2. S.L. Dixon va Cesare Hall, "Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery", "Butterworth-Heinemann" nashriyoti, 2013-yil;
3. Royce N. Brown, "Compressors: Selection and Sizing", "Gulf Professional Publishing" nashriyoti, 2005-yil;
4. Roland A. Howes va Thomas R. Reynolds, "Centrifugal and Axial Flow Compressors", "Elsevier" nashriyoti, 1991-yil;
5. Ronald H. Aungier, "Centrifugal Compressors: A Strategy for Aerodynamic Design and Analysis", "ASME Press" nashriyoti, 2000-yil;
6. D.G. Shepherd, "Principles of Turbo-Machinery", "Macmillan" nashriyoti 1956-yil.
7. [www.erus.uz](http://www.erus.uz);
8. [www.zendego.org](http://www.zendego.org).