

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних наук

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри КН
Довбиш А.С.

" ____ " _____ 2020 р

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

за напрямом підготовки 6.050201 «Системна інженерія»

на тему:

“ Автоматизація опозитного компресора середньої потужності ”
(Дипломний проект)

Керівник проекту:

К.т.н., доцент

Журавльов О.Ю.

Проектант:

студент групи СУдн-51П

Качура О.С.

РЕФЕРАТ

Качура Олександр Сергійович. Автоматизація опозитного компресора середньої потужності. Кваліфікаційна робота бакалавра. Сумський державний університет. Суми, 2020.

Кваліфікаційна робота бакалавра містить 45 аркушів пояснювальної записки, які включають 14 рисунків і 4 таблиці; графічну конструкторську документацію, що включає 5 креслень.

Робота присвячена аналізу старої системи керування компресорного блока імпульсного повітря 09.4900.00-01 і розробці нової системи керування, побудованої на базі мікроконтролера KM1816BE51. У роботі представлена необхідність заміни старої системи керування на нову, описується система керування з переліком її електроустаткування, розроблені алгоритми роботи блоків електроустаткування і показані у виді блок-схем, а також обґрунтовано вибір використовуваного контролера та опис його елементів, принципу дії. Упровадження розробки дозволить усунути моральний та фізичний знос, підвищить ефективність роботи устаткування.

Ключові слова: система керування, пусковий пристрій, алгоритми роботи, необхідність, ефективність, швидкодія.

РЕФЕРАТ

Качура Александр Сергеевич. Автоматизация оппозитного компресора средней мощности. Квалификационная работа бакалавра. Сумский государственный университет. Сумы, 2020.

Квалификационная работа бакалавра содержит 45 листов пояснительной записки, которые включают 14 рисунков и 4 таблицы; графическую конструкторскую документацию, включающую 5 чертежей.

Работа посвящена анализу старой системы управления компрессорного блока импульсного воздуха 09.4900.00-01 и разработке новой системы управления, построенной на базе микроконтроллера KM1816BE51. В работе представлена необходимость замены старой системы на новую, описывается система управления с перечнем ее электрооборудования, разработаны алгоритмы работы блоков электрооборудования и представлены в виде блок-схем, а также произведено обоснование выбора используемого контроллера и описание его элементов, принципа действия. Внедрение разработки позволит устранить моральный и физический износы, повысит эффективность работы оборудования.

Ключевые слова: система управления, пусковое устройство, алгоритмы работы, необходимость, эффективность, быстродействие.

SUMMERY

Kachura Alexander Sergeevich. Automation of the average compressor of the opposite compressor. Bachelor's qualification work. Sumy State University. Sumy, 2020.

The bachelor's qualification work contains 45 sheets of explanatory notes, which include 14 figures and 4 table; graphic design documentation, including 5 drawings.

The work is devoted to the analysis of the old control system of the pulsed air compressor unit 09.4900.00-01 and the development of a new control system built on the basis of the KM1816BE51 microcontroller. The paper presents the need to replace the old system with a new one, describes a control system with a list of its electrical equipment, develops algorithms for the operation of electrical equipment blocks and presents them in the form of block diagrams, as well as justifies the choice of the controller used and describes its elements, the principle of operation. Implementation of the development will eliminate moral and physical wear and tear, increase the efficiency of the equipment.

Key words: a control system, starting device, algorithms of work, necessity, efficiency, speed.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	4
ВСТУП	5
1 ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ І КОМПОНУВАННЯ ОПОЗИТНИХ КОМПРЕСОРІВ	6
1.1 Области застосування	6
1.2 Призначення і основні параметри компресорних установок	9
1.3. Особливості схем і конструкцій опозитних компресорів	11
1.4 Компонування компресора.....	15
1.5 Компонування компресора з приводом.....	20
1.6 Блок компресорів імпульсного повітря 09.4900.00-01	25
2 АСИНХРОННИЙ ДВИГУН 4A25084УЗ ЯК ПРИВІД ОПОЗИТНОГО КОМПРЕСОРА.....	29
2.1 Двигун основного виконання 4A25054УЗ.....	29
2.2 Пускові властивості електродвигунів.....	31
3 СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ.....	34
3.1 Призначення пускового пристрою.....	34
3.2 Силова частина.....	34
3.3 Плата управління.....	39
4 АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕЧНИХ І ШКІДЛИВИХ ФАКТОРІВ, ЩО ВИНИКАЮТЬ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КОМПРЕСОРНОЇ СТАНЦІЇ.....	42
ВИСНОВОК	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	45

					СУдн-51П 6.050201.06 ПЗ							
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>								
<i>Розроб.</i>	<i>Качура О.С.</i>				Автоматизація опозитного компресора середньої потужності. Пояснювальна записка			<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>		
<i>Перевір.</i>	<i>Журавльов О.Ю.</i>							3	45			
<i>Реценз.</i>								<i>СумДУ, СУдн-51П</i>				
<i>Н. Контр.</i>	<i>Журавльов О.Ю.</i>											
<i>Затверд.</i>	<i>Довдиш А.С.</i>											

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ПП - пусковий пристрій
ЕД - електродвигун
СА - система автоматизації
СУ - система управління
А - акумулятор
В - регістр розширювач акумулятора
SP - регістр-показчик стека
DPTR - регістр-показчик даних
IP - регістр пріоритетів переривань
IE - регістр маски переривань
TMOD - регістр режиму таймера / лічильника
TCON - регістр управління / статусу таймера
SCON - регістр управління приймачем
SBUF - буфер приймача
PCON - регістр управління потужністю
ALU - арифметико-логічний пристрій
RPM - резидентна пам'ять програм
RDM - резидентна пам'ять даних
CU - пристрій управління
PSEN - дозвіл програмної пам'яті
ALE - вихідний сигнал дозволу фіксації адреси
PROG- сигнал програмування
EA - блокування роботи з внутрішньою пам'яттю
VPP - напруга програмування
RST - сигнал загального скидання
VPD - вивід резервного живлення пам'яті від зовнішнього джерела
XTAL - входи підключення кварцового резонатора

					СУДН-51П 6.050201.06 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		4

ВСТУП

Розвиток хімічної, нафтохімічної, газової, нафтової та інших галузей промисловості створює передумови для все більшого розширення областей застосування стислих газів і зростання потреби народного господарства в компресорних установках різноманітного призначення великої продуктивності і все більш високого тиску. Великі поршневі компресори знайшли широке застосування у виробництві аміаку, карбаміду, етилену, поліетилену та інших хімічних продуктів при переробці нафти. Вони широко застосовуються в установках розділення повітря.

У газовій промисловості поршневі компресори працюють на газопроводах, використовуються для закачування газу в підземні сховища, в нафтовій промисловості - для стиснення попутних газів, для закачування газів в пласт з метою інтенсифікації нафтовидобутку і для інших цілей.

В даний час в області виробництва великих поршневих компресорів переважно положення зайняв прогресивний опозитний тип компресора, який унаслідок гарної динамічної врівноваженості механізму руху виконується високооборотним з багаторядним розташуванням циліндрів. Таке виконання дає істотні переваги в габаритах і масі компресорів і створює більш сприятливими умови для їх виробництва і експлуатації.

Опозитний тип компресора, який завоював область великих продуктивностей, в силу своїх переваг поступово витісняє інші типи поршневих компресорів також і в області середньої і малої продуктивності - вертикальні, кутові і почасти навіть У- і Ш-подібні, що застосовуються при найменших продуктивностях.

Створенню опозитних компресорів передували велика науково-дослідницька та дослідно-конструкторська робота, уніфікація параметрів баз і приводу й розробка технічної документації на уніфіковані бази.

Розробка уніфікованих опозитних баз дала можливість провести спеціалізацію заводів великого компресоробудування і створила передумови для подетальної спеціалізації. Це полегшило роботу промисловості з освоєння великої кількості нових опозитних машин різних параметрів за порівняно короткий термін.

					СУДН-51П 6.050201.06 ПЗ	Аркуш
						5
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ І КОМПОНУВАННЯ ОПОЗИТНИХ КОМПРЕСОРІВ І ЇХ УСТАНОВОК

1.1 Области застосування

Поршневі компресори є найбільш поширеним типом компресорних машин. Вони охоплюють широкий діапазон продуктивностей і тисків, забезпечуючи стиснення різних за властивостями газів, внаслідок чого відрізняються великою різноманітністю за своїм конструктивним виконанням.

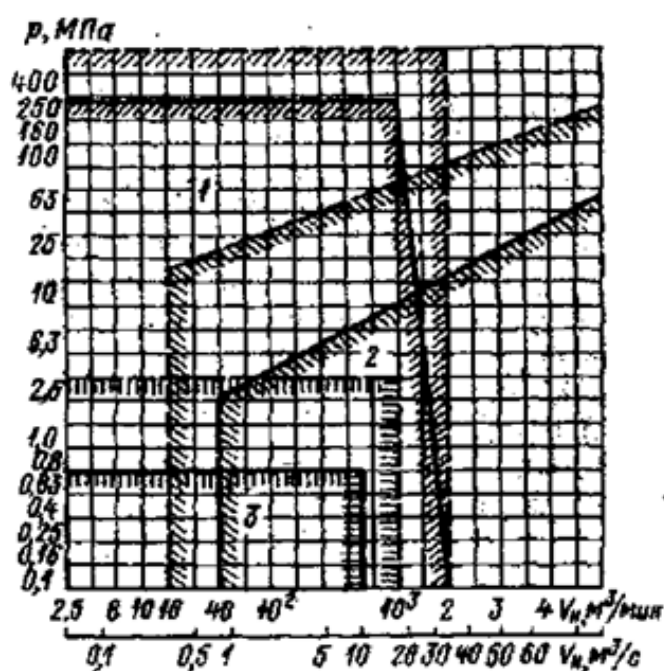


Рисунок 1.1 - Области переважного застосування компресорів різного типу (об'ємна витрата V_n вказана при 0°C і 760 мм рт.ст.): 1 - поршневі; 2 - відцентрові; 3 - гвинтові і ротаційні; — області практичного виконання; - - - області перспективного застосування

На рис. 1.1 наведені орієнтовні області застосування по тиску і продуктивності компресорів різного типу: поршневих, відцентрових, гвинтових і ротаційних. З рис. 1.1 видно, що поршневі компресори займають найбільшу область. Однак на границях цих областей є значне перекриття, що свідчить про існування різних типів компресорів одних і тих же параметрів. Це є наслідком того, що при виборі оптимального типу компресора доводиться керуватися економічними міркуваннями залежно від конкретних умов експлуатації. При цьому

зазвичай враховують такі чинники: початкові капітальні витрати (вартість компресора, двигуна, фундаменту, будівлі і т. п.); експлуатаційні фактори (вартість енергії, що витрачається, охолоджуючої води і мастила, повноту завантаження компресорів за часом, необхідність і межі регулювання, передбачувану тривалість використання машини, витрати на ремонт і запасні частини, агресивність, вологість і забрудненість газу і ін.); фактори навколишнього середовища (шум, вібрації, протікання газу в приміщення) і т. п. Внаслідок цього в суміжних областях рекомендованих полів застосування питання вибору компресора в кожному конкретному випадку повинно розглядатися окремо.

Найбільший випуск компресорів припадає на повітряні компресори загального призначення на надлишкові тиски 0,8 - 1,0 МПа (7 - 9 кгс/см²), малої та середньої продуктивності, приблизно від 0,05 до 16,7 м³ (від 3 до 100 м³/хв). Раніше ця область цілком покривалася поршневыми компресорами. В даний час в області середньої продуктивності випускають компресори різних типів. З зіставлення техніко-економічних показників цих компресорів при однаковій продуктивності можна зробити висновок, що поршневі компресори мають перевагу у витраті енергії, але мають великі розміри і металоємність і меншу надійність в порівнянні з іншими типами машин.

При великій продуктивності і низькому тиску вартість поршневих компресорів приблизно в два рази перевищує номінальну вартість відцентрових компресорів, але ця різниця швидко зменшується зі збільшенням тиску і зменшенням продуктивності. Пробіг між ремонтами відцентрових компресорів значно більше, ніж поршневих, але вартість і час ремонту також більше. Економічно доцільну нижню межу застосування відцентрових компресорів оцінюють приблизно в 1 - 1,5 м³/с (60 -90 м³/хв). Раціональні області застосування гвинтових компресорів мало досліджені, їх вважають такими, що займають проміжне положення між відцентровими і поршневыми. Практично гвинтові компресори виготовляють в діапазоні продуктивності 1,2-13 м³/с на тиску 0,2-4 МПа.

В даний час опозитний тип компресорів як найбільш прогресивний в області великої продуктивності повністю замінив старі горизонтальні машини з одностороннім розташуванням циліндрів щодо вала.

Останнім часом в широкому діапазоні продуктивності випускають і повітряні компресори загального призначення в опозитному виконанні, які раніше випускалися виключно з вертикальним, L, V і Ш-подібним розташуванням циліндрів.

Потужність приводу опозитних компресорів покриває широкий діапазон від 50 до 10 000 кВт, причому в окремих випадках поширюється і за вказані межі. За кількістю газу, що стискається, (при нормальних умовах) опозитні компресори займають область від самого малого до 100 м³/с (6000 м³/хв) У компресорах повітряних загального призначення найбільш

					СУДН-51П 6.050201.06 ПЗ	Аркуш
						7
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

широко використовується опозитне виконання при продуктивності приблизно від 0,3 м³/с (20 м³/хв) і вище. Великі опозитні компресори для різних виробництв найбільш широке застосування знайшли при кінцевому тиску стиснення до 30 МПа (300 кгс/см²). Для спеціальних цілей і, головним чином, для стиснення етилену, у виробництві поліетилену застосовуються компресори на тиск до 150-350 МПа (1500-3500 кгс/см²). Початковий тиск таких компресорів буває значно вище атмосферного, і компресори працюють як дотискуючі. При виборі типу компресора в даний час слід враховувати, що поршневі компресори, так само як і інші типи компресорів, продовжують постійно вдосконалюватися. За останній час головним чином в результаті вдосконалення клапанів значно підвищується К.К.Д. поршневих компресорів; в результаті створення моноблочних конструкцій зменшуються маса і габарити компресора і установки в цілому, знижується вартість монтажу; в результаті використання раціональних схем компресора підвищується врівноваженість, знижуються вібрації і шум; в результаті створення поршневих кілець і ущільнюючих елементів штоків, здатних працювати без змащення, виключається забруднення стисненого газу мастилом. В результаті вдосконалення конструкції, технології виготовлення і застосування нових матеріалів різко зросли показники надійності поршневих компресорів і в першу чергу коефіцієнт технічного використання.

Верхня межа використання поршневих компресорів по продуктивності обмежується економічною доцільністю використання відцентрових компресорів. В даний час велика увага приділяється створенню великих відцентрових компресорів високого тиску. Створені і успішно експлуатуються відцентрові компресори у виробництві аміаку, що стискають азотоводневу суміш до тиску приблизно 25 МПа (250 кгс/см²), в кількості в кілька разів більшому ніж в існуючих найбільших поршневих компресорах, що працюють в цій галузі. Ведуться роботи по створенню відцентрового компресора для стиснення етилену до тиску 150 - 250 МПа.

Опозитні компресори застосовуються для самих різних цілей. Створення опозитних компресорів для настільки різноманітних умов роботи ґрунтується на уніфікації параметрів конструкцій і розмірів бази і електроприводу, як основи, на якій створюються компресори різних призначень. Багаторядне виконання опозитних компресорів дає великі можливості уніфікації циліндропоршневих груп і інших вузлів компресорних установок. Все це створює передумови для переходу у виробництві великих поршневих компресорів від індивідуального виготовлення до серійного, по детальній спеціалізації виробництва, а отже, до докорінного підвищення якості машин.

					СУдн-51П 6.050201.06 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		8

1.2 Призначення і основні параметри компресорних установок

Поршневий компресор є машиною, призначеною для підвищення тиску газу від заданого початкового тиску до більш високого кінцевого тиску.

Компресорна установка крім самого компресора містить міжступенчасті і кінцеві (на всмоктуванні першого ступеня і на нагнітанні останнього ступеня) газопроводи, апаратуру - буферні ємності і акустичні гасники, охолоджувачі газу, вологомасловідділювачі та ін., А також допоміжні системи (охолодження, змащення, автоматизації, захисту, регулювання і ін.). Основними параметрами компресорів є кінцевий тиск стиснення (тиск нагнітання) і продуктивність (обсяг газу, що подається компресором в одиницю часу, приведений до початкових параметрів газу в компресорі).

Залежно від кінцевого тиску стиснення прийнято розділяти поршневі компресори на наступні типи:

- низького тиску - при кінцевому тиску до 1,0 МПа;
- середнього тиску - при кінцевому тиску понад 1,0 до 10 МПа;
- високого тиску - при кінцевому тиску понад 10 до 100 МПа;
- надвисокого тиску - при кінцевому тиску понад 100 МПа.

Залежно від продуктивності поршневі компресори прийнято розділяти на наступні типи:

- малі - до 0,1 м³/с;
- середні - понад 0,1 до 1,0 м³/с;
- великі - понад 1,0 м³/с.

Компресори з початковим тиском вище атмосферного називають дотискуючими. Їх характеризує потужність приводу, що залежить як від продуктивності, так і від кінцевого тиску.

Залежно від параметрів і роду стиснення газу (водень, кисень, етилен і ін.) компресори мають конструктивні особливості, що обумовлює різноманіття їх виконання. Особливо специфічні вимоги висуваються до компресорів, що працюють в технологічних лініях хімічних і нафтохімічних виробництв. У таких випадках крім вимог, визначених хімічними і фізичними властивостями газів, часто виникає вимога забезпечення відбору або добавки на визначеній ступені стиснення газу, причому відрізняється за складом мастила циліндрів і сальників.

Технічний рівень компресорів визначається основними показниками: питомою потужністю, питомою масою і питомою площею, що займається компресором або установкою, що відносяться до одиниці продуктивності. Важливим показником технічного рівня є також

					СУдн-51П 6.050201.06 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		9

надійність роботи компресорної установки. Всі ці показники в сильній мірі залежать від швидкохідності машин - частоти обертання валу і середньої швидкості поршня.

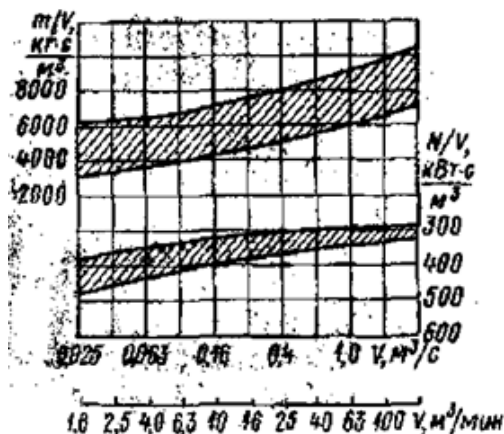


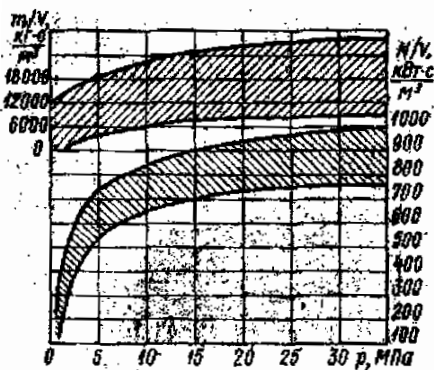
Рисунок 1.2 - Значення питомих показників потужності N/V і маси m/V в залежності від продуктивності V опозитних повітряних компресорів загального призначення на кінцевий тиск $0,9$ МПа (тиск абсолютний)

На рис. 1.2 наведені значення питомих показників потужності і маси (без приводу і апаратури) сучасних опозитних повітряних компресорів загального призначення.

На рис. 1.3 наведені значення питомих показників потужності і маси (без приводу і апаратури) сучасних опозитних газових компресорів, що працюють без відбору і добавки газу між ступеннями, з початковими параметрами, що приблизно відповідають $0,1$ МПа і 293 К.

Наведені на рис. 1.3 значення питомих показників не враховують впливу продуктивності і роду газу, які значно слабкіше впливають на питомі показники, ніж величина кінцевого тиску.

На рис. 1.4 показано поле, що відповідає значенням частоти обертання валу сучасних опозитних компресорів в залежності від максимального допустимого навантаження ряду (номінальної поршневої сили бази). Там же для порівняння наведені значення частоти обертання старих горизонтальних компресорів з одностороннім розташуванням циліндрів щодо вала. Останнім часом іноземні фірми почали виготовляти великі опозитні компресори (з номінальною поршневою силою до 16 тс) підвищеної швидкохідності.



Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

Рисунок 1.3 - Значення питомих показників потужності N/V і маси m/V в залежності від кінцевого тиску стиснення опозитних компресорів

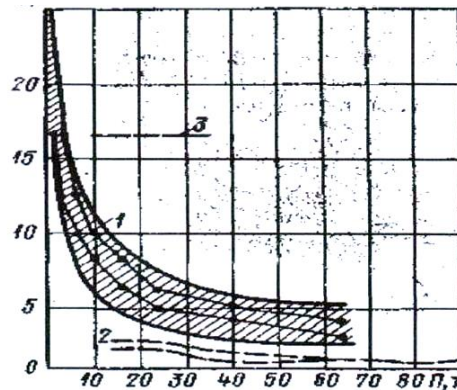


Рисунок 1.4 - Значення частоти обертання валу компресорів в залежності від номінальної поршневої сили бази: 1 - опозитні; 2 - горизонтальні з одностороннім розташуванням циліндрів щодо вала; 3 - опозитні підвищеної швидкохідності

Частота обертання валу цих машин $16,7 \text{ c}^{-1}$ (1000 об/хв), при цьому, хід поршня значно зменшений.

Важливими показниками технічного рівня компресорів є також ступінь їх автоматизації, рівень технологічності, заводської готовності та надійності роботи.

1.3 Особливості схем і конструкцій опозитних компресорів

Опозитні компресори, завдяки особливостям схем і конструкцій бази, компресора та установки в цілому, мають істотні переваги перед іншими типами поршневих компресорів. Вони мають кілька рядів, що включають шатуни, крейц-копфи, поршні і циліндри, розташовані в горизонтальній площині опозитно відносно вала (рис. 1.5, а і б).

Опозитні компресори великої продуктивності прийшли на зміну горизонтальним, поршневим компресорам з одностороннім розташуванням одного або двох рядів циліндрів щодо вала (рис. 1.5, в і г). Старі горизонтальні компресори, будучи тихохідними, зарекомендували себе досить економічними, надійними і зручними в експлуатації. Однак компресори в такому виконанні поряд з позитивними якостями мали ряд істотних недоліків, в зв'язку з чим горизонтальні компресори з одностороннім розташуванням циліндрів поступово витіснялися багаторядними опозитними компресорами, більш високооборотними, що мають менші габарити і масу. Опозитним компресорам притаманні основні позитивні якості

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

горизонтальних компресорів - зручність обслуговування і можливість зручного розміщення міжступінчастих комунікацій і апаратури.

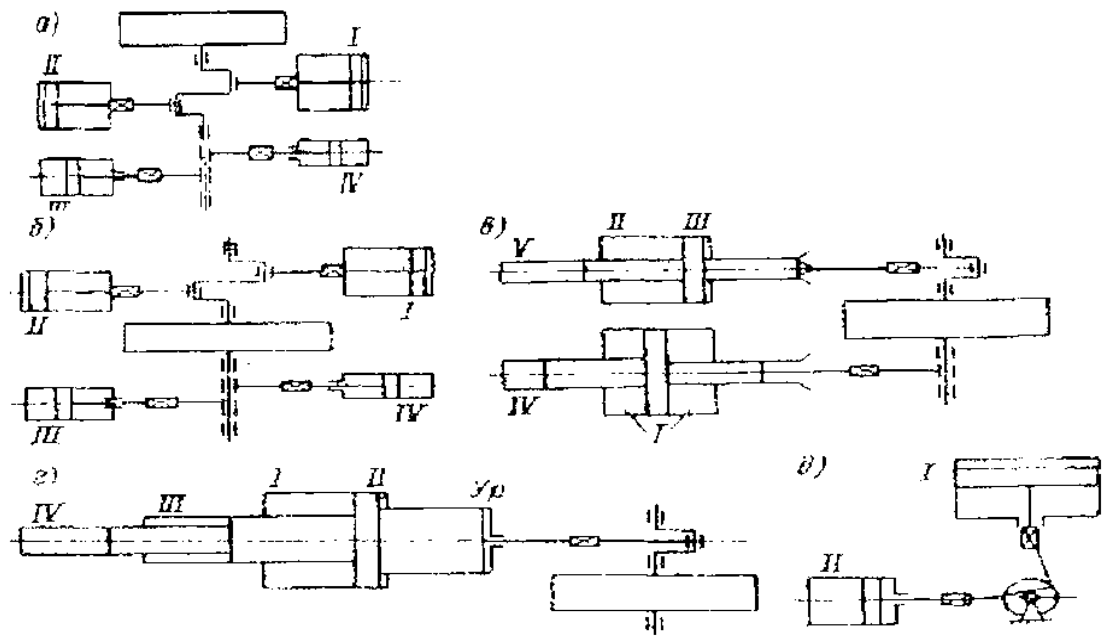


Рисунок 1.5 - Схеми компресорів різного типу: а - опозитний з електродвигуном на кінці вала; б - опозитний з електродвигуном посередині вала компресора; в - горизонтальний з одностороннім розташуванням щодо вала двох рядів циліндрів; г - то ж одного ряду циліндрів; д - кутовий (римські цифри позначають порядковий номер ступеня стиснення; Ур. - зрівняльна порожнина)

Основною перевагою опозитних компресорів є можливість виконання їх багаторядними з розташуванням у кожному рядку зазвичай тільки одного циліндра. При цьому в ступенях низького тиску, де обсяг стиснення газу великий, з'явилася можливість мати два і більше циліндрів в декількох рядах. Тому діаметри циліндрів і поршнів виявилися значно меншими, ніж в старих горизонтальних компресорах, маса рухомих частин теж менше, що дало можливість значно знизити сили інерції при їх русі. При цьому сили інерції в протилежних рядах, а частково і сили тиску газу на поршні, врівноважуються. Оскільки навантаження на механізм руху в опозитному компресорі значно менше, стало можливим збільшення частоти обертання вала в 2 - 3 рази, що, в свою чергу, дало можливість зменшити розміри циліндрів і компресорів в цілому.

Внаслідок взаємного врівноваження інерційних і частково поршневих сил, що діють в протилежних рядах компресора, корінні підшипники вала виявляються розвантаженими, сили інерції, а в деяких компоновках і моменти від цих сил не передаються на фундамент і

можлива установка компресора на відносно невеликих фундаментах. При високій частоті обертання маса ротора електродвигуна виявляється достатньою для забезпечення необхідного махового моменту без додаткового маховика.

У багаторядному опозитному компресорі забезпечується більша зручність монтажу та обслуговування циліндрових і поршневих груп в порівнянні з горизонтальними компресорами, що мають в ряду по кілька циліндрів в диференціальному блоці. Невеликі габарити і маса окремих деталей і вузлів багаторядної високооборотної машини (шатунів, крейцкопфів, поршнів, вала, станини і ін.) значно полегшують ремонт і дозволяють скоротити чисельність ремонтного персоналу, а також знизити вантажопідйомність кранового обладнання.

Багаторядне опозитне виконання великих поршневих компресорів дозволяє здійснювати стиснення значно більшої кількості газу в одній машині, ніж при старому горизонтальному виконанні, що розширює межі застосування поршневих компресорів.

Опозитний компресор має і недоліки, властиві багаторядному виконанню, а саме: велика кількість ущільнень поршнів і штоків; важчі умови роботи цих ущільнень при більш високій частоті обертання валу, що істотно при наявності циліндрів високого тиску; менший термін служби клапанних пластин і інших деталей компресора, що працюють на втому. За останні роки проведена велика робота по вдосконаленню конструкцій і методів розрахунку, а також підвищенню якості виготовлення найбільш важливих вузлів компресорів. Зіставлення економічних показників опозитних і горизонтальних компресорів з одностороннім розташуванням циліндрів показує, що значення питомої потужності швидкохідних опозитних компресорів не нижче, а показники надійності найбільш напружено працюючих вузлів, наприклад клапанів (прямоточних пластинчастих і ніпельних), стали вище, ніж були у тихохідних горизонтальних машин.

Опозитне виконання має переваги також в компресорах малої продуктивності і високого тиску, що вимагають багато ступенів стиснення, які зручно розташовувати при багаторядному виконанні.

В результаті переходу на опозитні схеми при створенні великих і середніх компресорів досягнуто значне скорочення маси і габаритів. Так, з підвищенням частоти обертання валу компресора і електродвигуна в 2 - 2,5 рази в середньому знизилася маса компресора на 30 - 60%, електродвигуна - на 60 - 70%. Удосконалення міжступінчастої апаратури і комунікацій дозволило значно скоротити масу і габарити установки.

Перспективним у виробництві опозитних компресорів малої і середньої продуктивності є моноблочне виконання і постачання їх з максимальною заводською готовністю, а великої продуктивності - в окремих блоках. Моноблочна компресорна установка повністю монтується

					СУДН-51П 6.050201.06 ПЗ	Аркуш
						13
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

на рамі і випробовується на місці виготовлення. Розбирання її може знадобитися тільки в разі габаритних обмежень на транспорті. Установка моноблочних компресорів на місці експлуатації полягає в під'єднанні джерела електроенергії, води, що охолоджує, і нагнітального (всмоктувального, якщо стискається газ) трубопроводу. Моноблочний метод поставки знижує вартість монтажу машин та підвищує їх експлуатаційну надійність, так як не вимагає застосування висококваліфікованої робочої сили на місці монтажу.

Поршневі компресори загального призначення в моноблочному виконанні поставляються іноземними фірмами не тільки малої, але і середньої продуктивності (до 100 м³/хв). Потужність приводу моноблочних компресорів в окремих випадках досягає 5000 кВт і вище, хоча найбільшого поширення набули компресори з потужністю приводу приблизно до 800 кВт. Вартість монтажу при цьому знижується приблизно на 50%.

Розвитку блокової і моноблокової поставки компресорів сприяє тенденція конструктивного поєднання функцій окремих елементів компресора і компресорної установки в єдиних блоках, наприклад циліндрів з охолоджувачами та гасителями пульсацій тиску; газопроводів з охолоджувачами та іншими міжступінчастими апаратами й елементами бази; сприяють такому блочному розміщенню використання комбінованих клапанів при співвісному їх розташуванні з циліндрами і ін.

Сприяє моноблочному виконанню також тенденція до виконання високооборотних короткоходових машин зі зменшеним відношенням ходу поршня до діаметру циліндра. При цьому вдається в циліндрах і кришках розмістити клапани з великим прохідним перетином; зменшити розміри і масу компресора; підвищити зручність обслуговування і монтувати машину на сталевій рамі з постачанням її в моноблочному виконанні. З'являється можливість збільшити частоту обертання вала без збільшення середньої швидкості поршня. При цьому знижуються габарити, маса і вартість не тільки компресора, але і електродвигуна. Все це підвищує К.К.Д. установки. Так, американські фірми «Інтерсолл-Ренд», «Суперіор» та ін. почали випускати опозитні компресори з ходом поршня, зменшеним в 2,2 - 2,7 разів проти звичайних опозитних компресорів. Це дозволило збільшити частоту обертання приблизно в 3 рази при збереженні помірно середньої швидкості поршня (приблизно 4,7 м / с).

Сучасна тенденція до об'єднання декількох компресорів в одному великому агрегаті найбільш широко може бути здійснена при багаторядному опозитному виконанні компресора. У таких універсальних машинах здійснюється стиснення декількох газів в різних циліндрах. В цьому випадку отримують економію на металі і вартості виготовлення, так як замість декількох компресорів, електродвигунів і фундаментів потрібно виконати один великий агрегат з більш високим К.К.Д. і кращими питомими показниками по витраті металу і займаній площі. Однак застосування таких багатослужбових компресорів виявляється

					СУДН-51П 6.050201.06 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		14

економічним тільки при високій надійності їх роботи. Виконання таких великих компресорних установок з повітряним охолодженням і розміщення їх поза будівлею скорочують вартість будівельних робіт в кілька разів, хоча вартість самих установок при цьому зростає приблизно на 7 - 10%. При переході до повністю відкритих установок будівельні витрати зменшуються приблизно в 10 разів.

1.4 Компонування компресора

Схеми опозитних компресорів відрізняються числом рядів циліндрів (що дорівнює числу кривошипно-шатунних механізмів), розташуванням ступенів і компонованням циліндрів. Схема компресора залежить від його призначення, продуктивності, а також від початкового і кінцевого тисків. Від схеми компресора залежать економічність і надійність експлуатації, а також маса, габарити і вартість компресора і установки в цілому.

При виборі схеми опозитного компресора прагнуть задовольнити такі вимоги:

- рівність навантаження на різні ряди, особливо протилежні, для чого маса зворотно-рухомих частин протилежних рядів повинна бути однаковою, а поршневі сили по можливості врівноважені;
- мінімальні внутрішні перетікання і зовнішні витоки газів;
- зручність розміщення міжступінчастої апаратури і розведення газопроводів мінімальної довжини з мінімумом поворотів;
- мінімальна пульсація тиску в газопроводах і вібрація газопроводів і апаратури;
- максимальна надійність роботи компресора і зручність контролю роботи і ремонту таких швидкозношуваних вузлів, як ущільнення, клапани та ін.

Деякі найбільш характерні і поширені схеми опозитних компресорів наведені на рис. 1.5 - 1.7.

Опозитні компресори компонуються на одній з уніфікованих опозитних баз шляхом різного розташування циліндрів по рядах і всередині рядів.

Опозитні бази розрізняються по максимально допустимому навантаженні на один ряд кривошипно-шатунного механізму (номінальна поршнева сила бази), по ходу поршня, числа рядів і відстані між рядами. Кожна з баз розрахована на певні частоти обертання валу. Таким чином, при виборі схеми компресора відповідно до висунутих вимог розташовують вибором бази з певним числом рядів і максимально допустимими навантаженням ряду, ходом поршня і частотою обертання валу, а також розташуванням ступенів стиснення по рядах і в рядах.

					СУдн-51П 6.050201.06 ПЗ	Аркуш
						15
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Відстань між рядами визначається діаметрами максимальних циліндрів, призначення для установки їх в суміжних рядах даної бази, і впливає на габарити і масу бази і компресора в цілому. Це відстань може бути зменшена в дотискаючих компресорах, що мають менші діаметри циліндрів. Відстань між рядами може бути зменшено в разі розташування циліндрів великого діаметра по різних сторонах вала, а також при симетричному розташуванні осей рядів на кожному з кінців вала (рис. 1.6, б, д).

При компонованні циліндрів в рядах компресорів великої і середньої продуктивності циліндри, як правило, виконують подвійної дії з одностороннім штоком і мають у своєму розпорядженні по одному в ряду. Поодинокі циліндри легше уніфікувати. З метою зменшення зносу поршня і циліндра при дуже великих діаметрах останніх і при стисканні сильно забруднених газів поршні в циліндрах підвішують на наскрізному штоку.

Якщо числа рядів бази недостатньо для розташування кожного ступеня в окремому ряду, циліндри високого тиску виконують в диференціальних блоках (рис. 1.6, з, і, к). При цьому прагнуть діаметр циліндра ступенів високого тиску мати мінімальним, щоб знизити витік газу і роботу тертя поршневих кілець. Для цього ступінь високого тиску розташовують в торці диференціального блоку, чим виключається необхідність ущільнення штока при високому тиску (рис. 1.6, і). При цьому обидві ступені виконують одинарної дії і між ними розташовують зрівняльну порожнину. Такому компонованню властиві всі зазначені недоліки циліндрів з диференціальними блоками, але основним дефектом слід вважати витік газу з двох циліндрів високого тиску в зрівняльну порожнину.

					СУДН-51П 6.050201.06 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		16

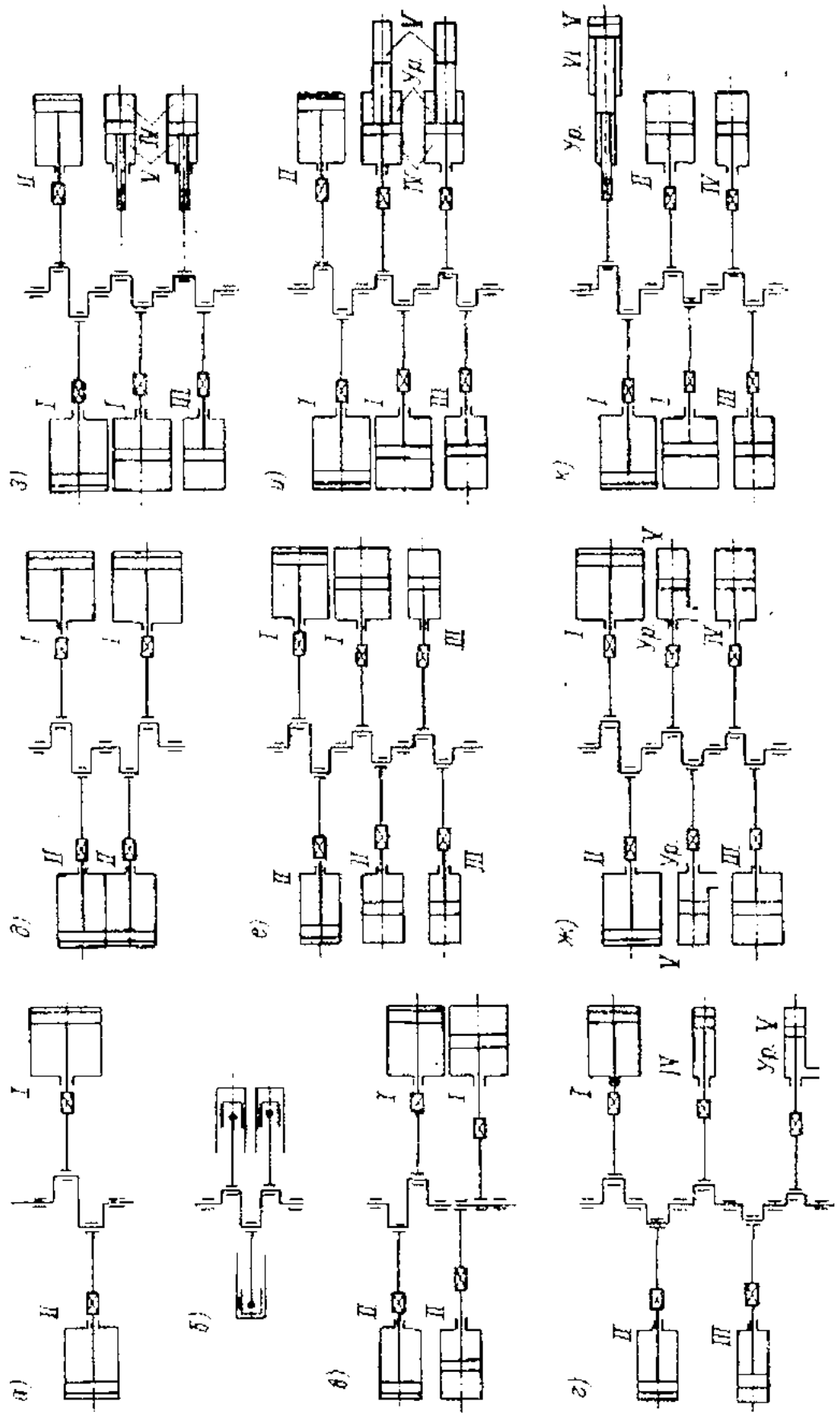


Рис.1.6 – Схеми одноступінчатих опозитних компресорів

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

СУДН-51П 6.050201.06 ПЗ

Аркуш

17

В іншому рішенні з пристроєм робочих порожнин двох ступенів високого тиску в загальному циліндрі (рис. 1.6, з) ступінь меншого тиску розташована в торці ряду, а ступінь більшого тиску - з боку штока. Діаметр циліндра визначають по ступені меншого тиску, а діаметр штока вибирають таким чином, щоб в кільцевому просторі між ним і циліндром був забезпечений робочий об'єм ступені більшого тиску. При такому виконанні ущільнення штока виявляється в несприятливих умовах на ступені більш високого тиску, а діаметр циліндра цього ступеня значно більше, ніж потрібно при компонованні по рис. 1.6, і. Але це окупається перевагами такої схеми, що полягають в тому, що виключаються витік стисненого газу в зрівняльну порожнину, так як в циліндрі укладено дві послідовно діючі ступені, то в цьому випадку відбувається перекладка кілець в канавках поршня і забезпечується надходження туди мастила. Це важливо для надійної роботи кілець в ступенях високого тиску. Крім того, зменшується число циліндрів, скорочується їх довжина і виїмка поршня може бути здійснена через кришку без демонтажу циліндрів і розбирання трубопроводів. Слід прагнути до зрівняння поршневих сил не тільки всередині ряду, але і між рядами.

З цією метою при виконанні перших ступенів у двох або декількох циліндрах в них допускають підвищене відношення тисків і цим наближають поршневі сили рядів, де розташовані однакові ступені, до поршневих сил в інших рядах компресора. При розташуванні двох ступенів в одному ряду по одній з схем рис. 1.6, з - к поршневі сили виходять більше, ніж в рядах компресора з одним циліндром подвійної дії в кожному. Тому, щоб уникнути перевантаження механізму руху в ряду, де знаходяться два ступені, в останніх знижують відношення тисків або ділять їх навпіл на два ряди (рис. 1.6, з, і).

З'єднання циліндрів в диференціальні блоки, як і взагалі послідовне розташування декількох циліндрів в одному ряду, слід розглядати лише як вимушене рішення, пов'язане з необхідністю здійснення багатоступінчастого стискування при недостатньому числі рядів. Циліндри ступенів надвисокого тиску виконують за схемами, показаним на рис. 1.7. На рис. 1.7, а показана схема циліндрів одинарної дії з поршнем, ущільнюючими кільцями, або з плунжером, ущільнюваним сальником, в компресорі з взаємно протилежним рухом поршнів в протилежних рядах. Кривошипно-шатунний механізм сприймає всю силу від тиску газу на поршень.

Іноді для розвантаження бази від поршневих сил циліндр надвисокого тиску виконують за схемою рис. 1.7 б, де в диференціальному блоці з боку штока є буферна (Буф.) порожнину високого тиску, а з боку циліндра надвисокого тиску - вирівнююча порожнину (Ур.) з атмосферним тиском. Витоки газу при такій схемі значні, крім того, тут втрачається енергія на тертя в буферному циліндрі.

					СУДН-51П 6.050201.06 ПЗ	Аркуш
						18
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

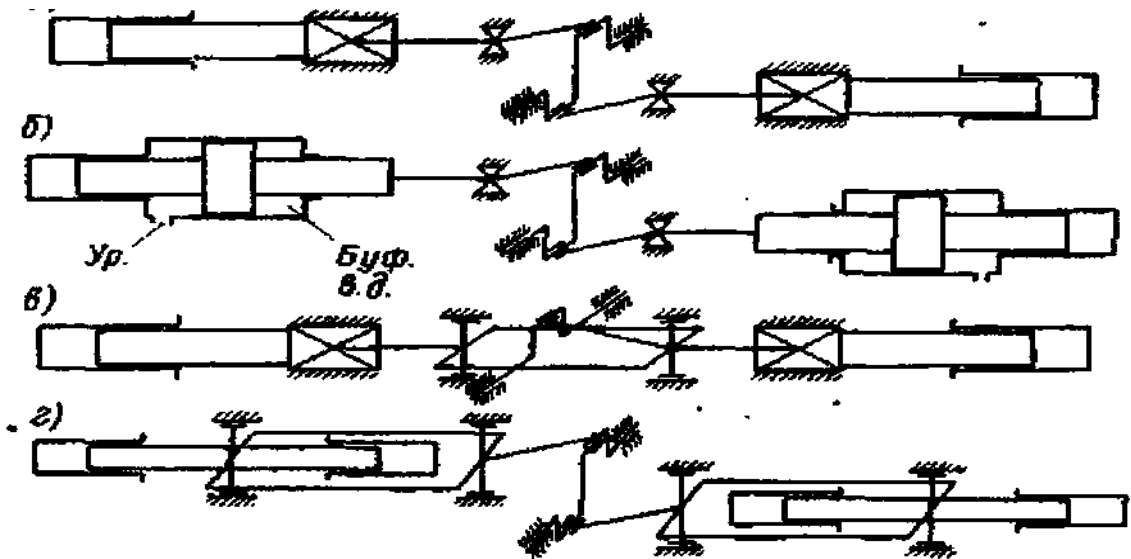


Рисунок 1.7 - Схеми опозитних компресорів надвисокого тиску: а - циліндри одинарної дії; б - диференційний блок з буферною і зрівняльною порожнинами; в - циліндри одинарної дії і обвідний крейцкопф; г - циліндри двосторонні з обвідними тягами навколо циліндра

У найбільш поширених схемах великих компресорів надвисокого тиску в одному ряду розташовують два циліндра одинарної дії, протилежних один одному (рис. 1.7, в і г). Плу́нжери обох циліндрів приводяться в дію одним шатуном і мають узгоджений рух. Протилежні циліндри знаходяться з одного боку (рис.1.7, е) або з обох сторін валу (рис. 1.7, в).

При протилежних циліндрах, розташованих по обидві сторони валу (рис. 1.7, і), один з плунжерів з'єднаний з крейцкопфом, а інший з повзуном, пов'язаним з крейцкопфом за допомогою обвідних тяг в обхід валу.

У схемах з рис. 1.7, в урівноваження поршневих сил відбувається на корпусі спеціального крейцкопфа. Сили інерції тут не врівноважені. За такою схемою виконують компресори європейські фірми «Буркхардт», «Есслінген», «Нуово Піньоне». Недоліком такого виконання є велике навантаження на кривошипно-шатунний механізм сил інерції і поршневих сил, що обумовлює великі розміри бази. Навантаження на ряд таких баз значно перевищує максимально допустиме навантаження на ряд уніфікованих баз, що застосовуються для компресорів середнього і високого тиску, а конструкція сильно відрізняється від конструкції уніфікованих баз. Тому для компресорів надвисокого тиску, що виконуються за схемою рис. 1.7, в, потрібна спеціальна посиленна база.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

У конструкціях з протилежними циліндрами по одну сторону валу (рис. 1.7, г) плунжери приєднані до загального повзуна, пов'язаного з кривошипно-шатунним механізмом за допомогою обвідних тяг в обхід циліндрів. Американські фірми «Кларк», «Інтерсолл-Ренд», «Вортінгтон» і ін. виконують компресори надвисокого тиску за схемою рис. 1.7, г на уніфікованих опозитних базах з додатковими паралелями і повзунами по обидва боки станини. У кожному ряду розташовані два протилежних циліндра одинарної дії одного ступеня. Шатуни протилежних рядів приєднані до колінного валу, зсунутими на кут 180 °. При однакових масах повернено-рухомих частин сили інерції протилежних рядів врівноважені і база від цих сил розвантажена. Сили тиску газу на кожен поршень також частково врівноважені, і весь механізм руху навантажений тільки різницею від сил, що діють на торці обох плунжерів. Фундаменти такого компресора розвантажені від сил інерції.

Етиленові компресори надвисокого тиску, стискають газ від 25 до 150 - 350 МПа, виконують двоступінчастими, причому число циліндрів першого і другого ступенів роблять однаковим або число циліндрів другого ступеня - в два рази більшим, ніж першого. В останньому випадку з'являється можливість зрівняти поршневі сили по рядах і знизити тиск нагнітання першого ступеня, що дає можливість застосувати на першому місці поршневі кільця для ущільнення поршня. Однак число циліндрів в ступенях доводиться вибирати також, виходячи ще й з технологічних вимог виробництва поліетилену.

1.5 Компонування компресора з приводом

Стаціонарні опозитні компресори, як правило, мають привід від електричного двигуна. Однак при роботі компресора на природному газі вигідним буває використати в якості приводу поршневий двигун, що працює на цьому ж газі. Компресори пересувних станцій зазвичай мають привід від двигуна внутрішнього згорання, працюючого на рідкому паливі.

Компресор з електродвигуном може бути скомпонований за двома схемами. М-подібне виконання - багаторядний компресор з електродвигуном, посадженим консольно на кінці валу (див. Рис. 1.5, а), або з опорою на виносний підшипник. За такою М-подібною схемою виконані вітчизняні опозитні компресори. Американські фірми «Кларк», «Купер-Бессемер», «Інгерсолл-Ренд» і ін. виконують за такою схемою компресори з числом рядів до 10.

На рис. 1.8 наведено десятирядний М-подібний компресор фірми «Кларк».

					СУдн-51П 6.050201.06 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		20

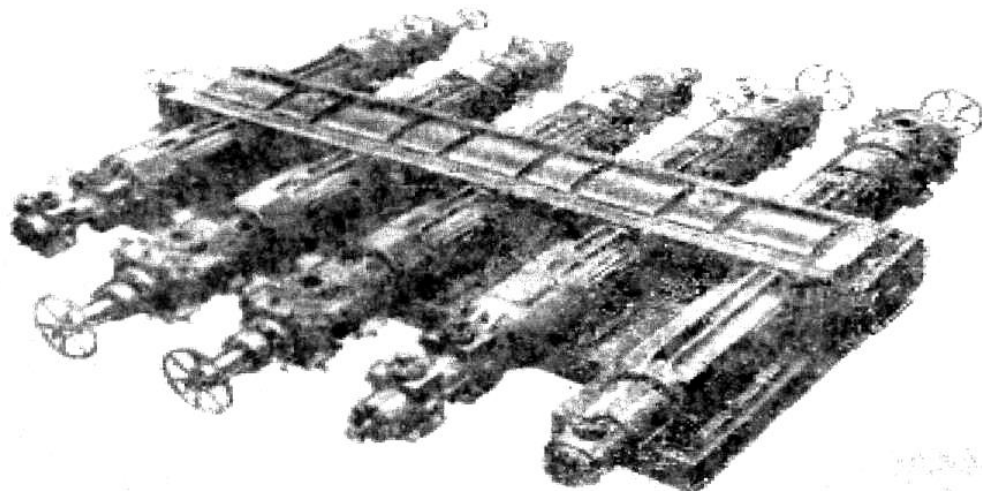


Рисунок 1.8 - Десятирядний М-подібний опозитний компресор фірми «Кларк» (США)

При такому компонованні значно спрощується монтаж компресорного агрегату, оскільки точність положення вала забезпечується виготовленням та складанням на заводі. Інше виконання компресора - Н-подібне з розташуванням двох баз компресора по обидва боки електродвигуна (див. Рис. 1.5, б). У цьому випадку спрощується виготовлення основних базових деталей: станини і колінчастого вала, так як число рядів у кожній базі зменшується. Однак монтаж компресора в цьому випадку ускладнюється в силу необхідності центрування осей двох баз і електродвигуна.

На рис. 1.9 показаний Н-подібний восьмирядний компресор фірми «Машиненбау Хальберштадт» (НДР). Останнім часом спостерігається стійка тенденція до переходу на М-подібне виконання компресорів, як більш прогресивне. Лише в разі особливо великої продуктивності все ще йдуть на Н-подібне виконання компресора.

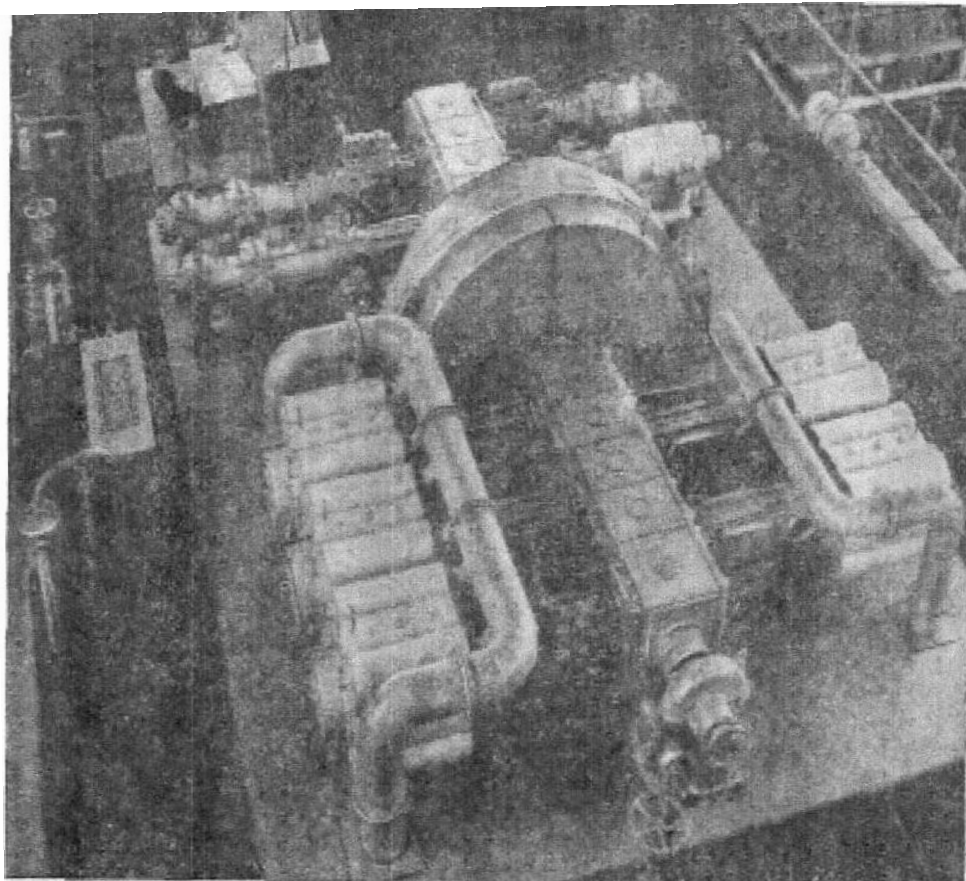


Рисунок 1.9 - Компресор фірми «Машиненбау Хальберштадт» (НДР) для стиснення азото-водневої суміші (продуктивність 1 м³/с тиск 32 МПа)

Для приводу великих і середніх опозитних компресорів застосовують зазвичай спеціальні синхронні електродвигуни з частотою обертання в межах приблизно від 4,0 до 25 с⁻¹ (250 - 1500 об/хв) з діапазоном потужності 100 - 10000 кВт. Перевага синхронних двигунів полягає в тому, що вони здатні працювати з високим коефіцієнтом потужності і навіть покращувати cosφ мережі. ККД синхронних електродвигунів досить високий, особливо при великій потужності, але знижується при неповному навантаженні.

Для приводу вітчизняних опозитних компресорів організацією ЦПКТБ КЕМ розроблена серія швидкохідних синхронних електродвигунів потужністю від 250 до 6300 кВт. Загальні технічні умови на ці двигуни викладені в ГОСТ 17505-72.

Двигуни за ступенем захисту від впливу зовнішнього середовища виконуються захищеного виконання типу СДК2 для приводу компресорів, що встановлюються в приміщеннях класу В-16, і вибухозахищені, що продуваються під надлишковим тиском, типу СДКП2 для приводу компресорів, що встановлюються в приміщеннях запилених та вибухонебезпечних всіх класів (крім В-16).

Малі та середні компресори зазвичай виконуються з консольним електродвигуном, статор якого встановлюють на спільному з компресором фундаменті, а ротор насаджують консольно на кінець колінчастого вала. Відсутність виносного підшипника у електродвигуна істотно полегшує монтаж компресорної установки і трохи зменшує її габарити і масу.

Компресори великої потужності частіше мають електродвигун з виносним підшипником для опори зовнішнього кінця вала ротора. В цьому випадку вал компресора і ротор електродвигуна жорстко з'єднані за допомогою фланців. Виконання електродвигуна з виносним підшипником покращує умови роботи вала компресора, так як вага ротора сприймається не тільки найближчим до електродвигуна підшипником станини компресора, але також і виносним підшипником електродвигуна.

У разі Н-подібного виконання багаторядних компресорів (див. Рис. 1.5, б) ротор зазвичай має окремий вал, який спирається на два самостійних підшипника. Для чотирирядних Н-подібних компресорів, коли є тільки по два коліна вала з кожного боку, ротор встановлюють на загальний вал.

У компресорах з консольним виконанням електродвигуна вага ротора діє на вал компресора. Крім того, на вал компресора може додатково діяти сила магнітного тяжіння ротора до статора, яка виникає при наявності нерівномірного по колу зазору між обмоткою статора і ротора і спрямована в бік зменшеного зазору, тобто найчастіше вниз. Деякі іноземні фірми широко користуються консольними електродвигунами. Наприклад, фірма «Кларк» все компресори, незалежно від потужності, виконує з консольними електродвигунами, при цьому для розвантаження вала від ваги ротора передбачається автоматичне регулювання зазору між статором і ротором з метою спрямування сили магнітного тяжіння вгору.

Для невеликих опозитних компресорів електродвигуни (потужністю приблизно до 500 кВт) виконують консольними фланцевими. В цьому випадку статор електродвигуна навішують на станину компресора за допомогою фланця. При цьому скорочується довжина установки і спрощується її монтаж.

Для малих і середніх опозитних компресорів застосовуються асинхронні електричні двигуни. Вони мають більш простий пуск і дозволяють плавне економічне регулювання компресора зміною частоти обертання валу. Іноземні фірми застосовують асинхронні електродвигуни великої потужності, аж до 2000 кВт. У нашій країні виконують двигуни трифазні короткозамкнені асинхронні відповідно до ГОСТ 13859 (потужністю від 0,6 до 100 кВт з частотою обертання $12,5 - 50 \text{ с}^{-1}$ (750 - 3000 об / хв) і двигуни трифазні асинхронні - відповідно до ГОСТ 9362 (потужністю від 110 до 1000 кВт з частотою

					СУДН-51П 6.050201.06 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		23

обертання $8,33-50 \text{ с}^{-1}$ (500-3000 об / хв). Привід від газових двигунів найбільш широко використовується в газомотокомпресорах.

Газомотокомпресори мають вертикальні або V-подібні циліндри двох або чотирьохтактних газових двигунів і горизонтальні компресорні циліндри, розташовані з одної або з двох сторін валу (рис. 1.10). Застосовуються вони в газовій, нафтовидобувній або нафтопереробній промисловості. У цій же області використовують опозитні компресори з автономним поршневым газовим двигуном, вал якого з валом компресора з'єднаний муфтою безпосередньо або через редуктор.

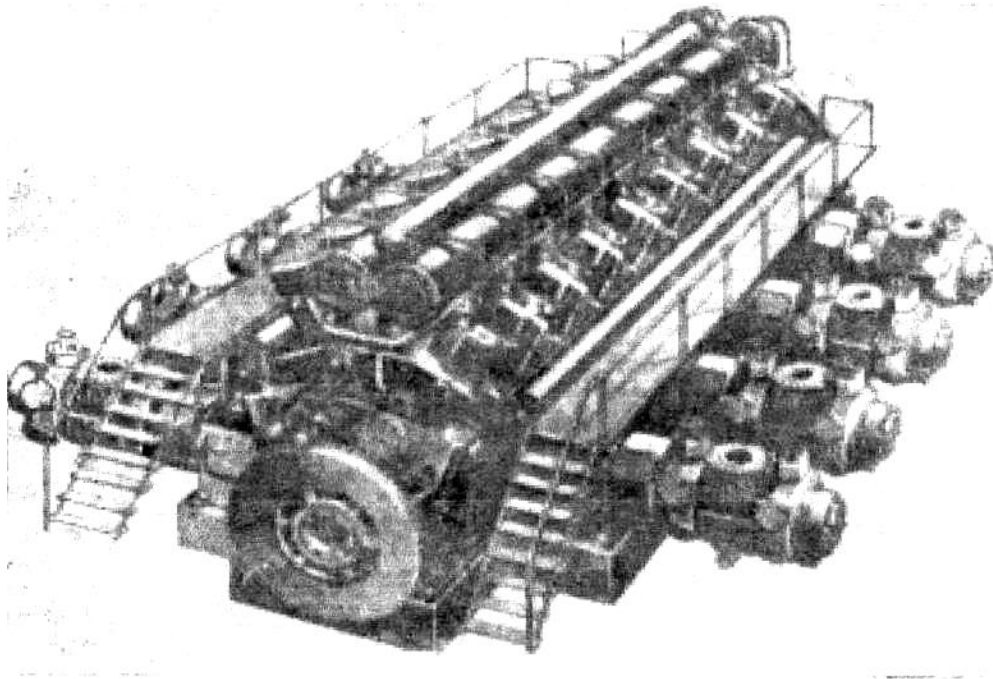


Рисунок 1.10 - Газокомпресор фірми «Кларк» з опозитним розташуванням компресорних циліндрів

Привід від поршневого газового двигуна досить економічний. Його ККД становить близько 35 - 43%. При цьому потрібно враховувати, що він працює на дешевому місцевому паливі. Для можливості експлуатації двигуна при змінних тисках всмоктування і нагнітання на повній потужності, тобто в найбільш економічному його режимі, в компресорі передбачають систему зміни продуктивності в широкому діапазоні, частіше в межах 100 - 50%. У Радянському Союзі вперше створений такий агрегат ГПА-5000 (рис. 1.11) з шестирядним одноступінчастим опозитним компресором 6М25-125 / 38-55 і серійним газовим двигуном 61 ГА потужністю 5000 к. с. в якості приводу. Агрегати ГПА-5000 експлуатуються на газопроводах далекого постачання природного газу.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

1.6 Блок компресорів імпульсного повітря 09.4900.00 - 01

1.6.1 Призначення

Блок компресорів імпульсного повітря призначений для отримання стисненого, осушеного, очищеного від механічних домішок повітря і наповнення ним повітряних систем.

Блок розрахований на нормальну роботу при наступних умовах експлуатації:

- 1) температура навколишнього повітря від 213К (-60 °С) до 313К (40 °С);
- 2) відносна вологість навколишнього повітря не більше 98% при температурі 308К (35°С);
- 3) вплив інею або роси, опадів у вигляді снігу, туману, дощу.

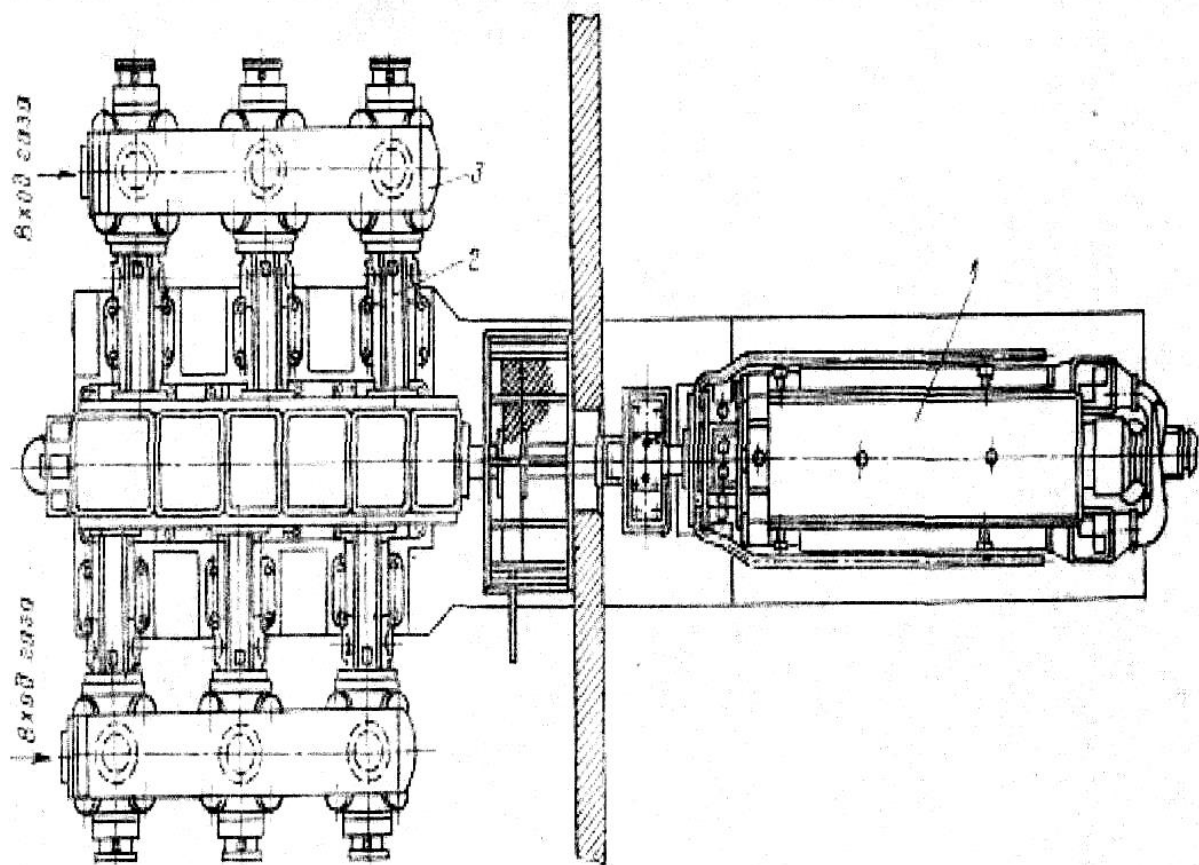


Рисунок 1.11 - Газоперекачувальний агрегат ГПА-5000: 1 - газовий двигун; 2 - компресор;
3 - буферна ємність

1.6.2 Технічні дані

Газ, що стискається	атмосферне повітря
Максимально можлива продуктивність блоку при роботі двох компресорних агрегатів одночасно, м ³ / хв (м ³ / год)	4,8 (290)

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

СУдн-51П 6.050201.06 ПЗ

Аркуш

25

Кількість компресорів	2
Тиск повітря, що видається, МПа(кгс/см ²)	0,5 - 23,0 (5 - 230)
Точка роси повітря, що видається, при тиску 760 мм.рт.ст.	- 60
Максимально можлива потужність, споживана блоком, кВт, не більше	120
Кількість обслуговуючого персоналу для періодичного контролю роботи блоку, чол	1
Габаритні розміри, мм, не більше	
Довжина	11,830
Ширина	3200
Висота	3825
Маса блока, кг, не більше	20000
Блок осушки повітря	БВ-200/200-400
Потужність, споживана блоком осушки при регенерації, кВт, не більше	3,2
Тривалість роботи адсорбера в режимі осушення, год, не менше	24
Час безперервної регенерації адсорбенту, год, не більше	8
Кількість вентиляторів, шт	2
Потужність, споживана вентилятором, кВт, не більше	0,37
Продуктивність вентилятора, м ³ / год	5,3*10 ³
Показники надійності (по компресору):	
Середній ресурс до першого капітального ремонту, год	5000
Середній ресурс між капітальними ремонтами, год	4000
Технічний ресурс з початку експлуатації, год	13000
Змінні технічні дані::	
Марка компресорного агрегату	ВЦ-2,3/230
Продуктивність компресора, приведена до початкових умов, м ³ /с (м ³ /хв)	0,04 ± 0,002 (2,4±0,12)
Частота обертання валу компресора, с ⁻¹ (об / хв)	24,3 ⁺⁰ - ⁶ (1460 ⁺⁴⁰)
Витрата масла компресором, г / с (г / год)	0,025 (90)
Потужність, споживана компресором при номінальному режимі роботи, кВт	46+3

1.6.3 Склад блоку (табл. 1.1)

					СУдн-51П 6.050201.06 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		26

Таблиця 1.1 - Склад блоку при виконанні 09.4900.000

№	Позначення	Найменування	Кількість
1	09.94910.000	Установка компресора	1
2	09.94915.000	Контейнер	1
3	09.94920.000	Установка балонів	1
4	09.94925.000	Рампа роздаточна	1
5	09.94930.000	Установка приладу виміру вологості	1
6	09.94935.000	Установка електрокалориферів	1
7	09.94940.000	Електрообладнання	1
8	09.94945.000	Блок осушки повітря БВ - 200/200 - 400	2

1.6.4 Будова і робота блоку

Блок компресорів імпульсного повітря являє собою змонтовану всередині контейнера компресорну станцію. Як джерело отримання стисненого повітря використовуються два компресорних агрегати КМ1 і КМ2. Агрегати повністю автоматизовані і не потребують постійної присутності обслуговуючого персоналу. Отримане таким чином стиснене повітря тиском 23 МПа (230 кг/см²) надходить по трубопроводах у вологомасловідділювачі, що представляють собою заповнені кільцями Рашига ємності. У них відбувається додаткове осушення крапельної вологи і масла, після чого стиснене повітря через вентилі надходить в блок осушки БО, де в адсорберах, заповнених твердим адсорбентом, відбувається поглинання вологи. Після блоку осушки осушене і очищене від механічних домішок стиснене повітря по з'єднувальних трубопроводах через вентилі надходить в балони, що входять в установку балонів і є аккумуляторами повітря високого тиску. Установка балонів через систему автоматики за допомогою електроконтактних манометрів пов'язана з роботою компресорних агрегатів: при досягненні в балонах 23 МПа (230 кг/см²) відбувається автоматичне відключення агрегатів, а при зниженні тиску до 16 МПа (160 кг/см²) вони включаються.

Від балонів через вентилі стиснене повітря високого тиску надходить в рампу роздаточну.

Рампа є блоком арматури, в якому повітря високого тиску проходить очистку і редукується.

Рампа роздаточная забезпечена запобіжною і запірною арматурою, буферними посудинами, які встановлені на рамі і пов'язані в технологічний ланцюг з'єднувальними трубопроводами. Від рамп роздавальної стиснене повітря по відповідних трубопроводах

					СУДН-51П 6.050201.06 ПЗ	Аркуш
						27
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

роздачі подається до штуцерів зовнішньої прив'язки, які уварені в каркас контейнера і служать для приєднання трубопроводів імпульсного повітря розподільчої мережі живлення пневмопривідної арматури.

Система автоматики блоку повністю включає в себе схеми, вузли та деталі систем автоматики агрегатів компресорних і блоків осушення і доповнена апаратурою включення витяжних вентиляторів і електро-калориферних установок.

					СУДН-51П 6.050201.06 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		28

2 АСИНХРОННИЙ ДВИГУН 4A25084УЗ ЯК ПРИВІД ОПОЗИТНОГО КОМПРЕСОРА

2.1 Двигун основного виконання 4A250S4УЗ

Асинхронні двигуни є основними перетворювачами електричної енергії в механічну і складають основу електроприводу більшості механізмів, використовуваних у всіх галузях народного господарства.

Асинхронні двигуни загального призначення потужністю від 0,06 до 400 кВт на напругу до 1000 В - найбільш широко застосовуються електричні машини.

У серії 4А за рахунок застосування нових електротехнічних матеріалів і раціональної конструкції потужність двигунів при даних висотах осі обертання підвищена на 2/3 ступені в порівнянні з потужністю двигунів серії А2, що дало велику економію дефіцитних матеріалів. Істотно покращилися віброшумові характеристики. При проектуванні серії велику увагу було приділено підвищенню надійності машин. Особлива увага при проектуванні приділялася економічності двигунів.

Серія має широкий ряд модифікацій і спеціалізованих виконань для максимального задоволення потреб електроприводу. Завдяки високому рівню уніфікації та стандартизації деталей і складальних одиниць це не створює істотних труднощів у виробництві.

За своїм енергетичними, пусковими, механічними, експлуатаційним характеристиками серія 4А відповідає сучасному рівню електромашинобудування.

Двигуни основного виконання призначені для роботи в макрокліматичних районах з помірним кліматом, категорія розміщення 3. Двигуни можуть бути виготовлені і для категорії розміщення 2. Основні технічні дані двигуна 4A250S4УЗ основного виконання зі ступенем захисту IP44 наведені в табл. 2.1, а пускові властивості - в табл. 2.2. Рівень вібрації двигунів, оцінюваний по найбільшому з ефективних значень вібраційної швидкості, виміряних згідно ГОСТ 12379-75, повинен відповідати значенням, наведеним нижче:

Висота осі обертання, мм 80 - 112

швидкість (ефективне значення), мм / с 1,8

Розрахунковий термін служби двигунів - не менше 15 років при напрацюванні 40 тис.год. Напрацювання обмотки статора - не менше 20 тис. год, розрахункове напрацювання підшипників - не менше 14 тис. год. Імовірність безвідмовної роботи - не менше 0,9 за 10 тис. год. напрацювання. Технічні характеристики двигунів основного

					СУДН-51П 6.050201.06 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		29

виконання нормальної і підвищеної точності по настановних розмірах регламентовані ГОСТ 19523-81.

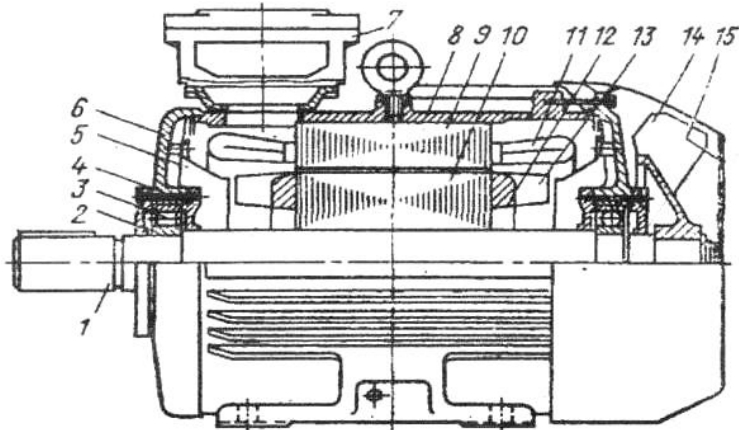


Рисунок 2.1 - Асинхронний двигун з короткозамкненим ротором серії 4А з ступенем захисту IP44 і способом охолодження IC0141: 1 - вал; 2 - кришка підшипника зовнішня; 3 - підшипник; 4 - кришка підшипника внутрішня; 5 - щиток повітрянаправляючий; 6 - щит підшипниковий; 7 - ввідний пристрій; 8 - станина; 9 - осердя статора; 10 - осердя ротора; 11 - обмотка статора; 12 - обмотка ротора; 13 - вентиляційні лопатки ротора; 14 - вентилятор; 15 - кожух.

На рис. 2.1 представлений загальний вид асинхронного двигуна серії 4А з ступенем захисту IP44 і способом охолодження IC0141 за ГОСТ 20459-75.

Осердя статора і ротора зібрані з штампованих листів електротехнічної сталі товщиною 0,5 мм. Для листів сердечників двигунів з висотами осі обертання 50 - 132 мм застосовується холоднокатана нелегована сталь марки 2013 (ГОСТ 21427.2-75)

Сердечники статоров двигунів з висотами осі обертання 50 - 180 мм скріплюються зварюванням або скобами.

У попередньо ізольовані пази сердечників статора покладена обмотка. Двигуни з висотами осі обертання 50 - 160 мм мають одношарові насипні статорні обмотки.

Клас системи ізоляції двигунів з висотами осі обертання 50 - 132мм - В. Станина має поздовжні ребра, що збільшують поверхню охолодження, і прилиті лапи. Двигуни з висотами осі обертання 71-160мм мають станини з алюмінієвого сплаву або чавуну. Охолодження двигунів зі ступенем захисту IP44 здійснюється встановленим на валу відцентровим вентилятором, що обдуває ребристу станину машини. Вентилятор захищений кожухом, який служить одночасно і для направлення повітряного потоку.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

Таблиця 2.1 Основні технічні дані електродвигуна основного виконання 4A250S4Y3

Типорозмір	P _{2ном} , кВт	Електромагнітні і навантаження			Енергетичні показники										Параметри схеми заміщення							
		Bδ, Тл	A, А/см	J, А/мм	КПД, % при P ₂ /P _{2ном} %					cosφ, при P ₂ /P _{2ном} %					Xμ	В номін. режимі				При к.з		
					25	50	75	100	125	25	50	75	100	125		R1	X1	R2	X2	R2, п	Rk, п	Xk, п
4A25S4Y3	75,0	0,74	384	4,3	88,5	92,0	93,0	93,0	92,5	0,69	0,84	0,88	0,90	0,90	4,4	0,025	0,089	0,014	0,11	0,027	0,052	0,15

У двигунах основного виконання з висотами осі обертання 50 – 132 мм встановлені шарикопідшипники типу 180000 з двома гумовими ущільнювачами і закладеному на весь термін служби мастилом. Підшипникові кришки в цих двигунах відсутні.

На станині двигуна розташовується ввідний пристрій. У двигунів з висотами осі обертання 50 - 250мм (див. Рис 2.1) вона розміщена зверху.

2.2 Пускові властивості електродвигунів

Пускові властивості електродвигунів основного виконання 4A80B4Y3 наведені в табл.2.2.

Механічна характеристика електродвигуна (рис. 2.2) визначається наступними точками: початковим пусковим моментом Mп при ковзанні S = 1; мінімальним обертовим моментом Mгмін при ковзанні 0,7 - 0,9; максимальним обертовим моментом Mк при ковзанні S = Sk; номінальним крутним моментом Mном при ковзанні S = Sном.

Таблиця 2.2 - Пускові властивості електродвигуна основного виконання 4A250S4Y3 зі ступенем захисту IP44.

Типорозмір електродвигуна	Механічна характеристика					ip	Vt, °C/c	Jд.р., кг м	тп.0, с	h0
	mп	mm	mк	Sном, %	Sk, %					
4A25S4Y3	1,2	1,0	2,3	1,2	9,5	7,0	4,5	1,0	0,26	640

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

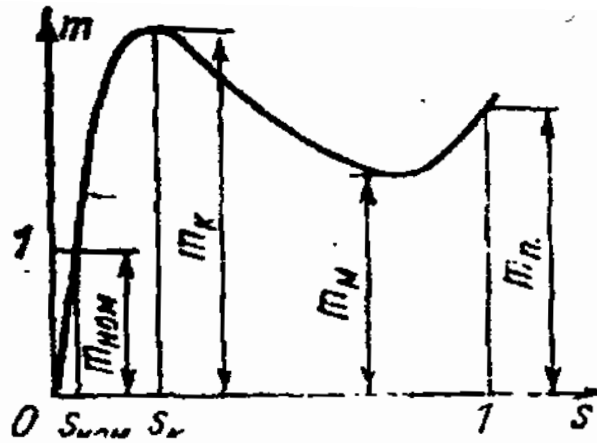


Рисунок 2.2 - Механічна характеристика асинхронного двигуна

Номінальний обертальний момент $M_{ном}$, Н-м, розраховується за формулою:

$$M_{ном} = 9570 \cdot P_{2ном} / (\pi \cdot (1 - S_{ном})) \quad (2.1)$$

де $P_{2ном}$ - номінальна потужність, кВт; π - синхронна частота обертання, об / хв;

$S_{ном}$ - номінальне ковзання.

У табл. 2.1 наведені:

- каталожні значення відносин початкового пускового, мінімального і максимального моментів до номінального моменту:

$$m_p = M_p / M_{ном}, m_m = M_m / M_{ном}, m_k = M_k / M_{ном};$$

- розрахункові значення ковзання, відповідних номінальному і максимальному моментам ($S_{ном}$ і S_k);
- каталожні значення відносин початкового пускового струму до номінального ($i_p = I_p / I_{ном}$);
- початкова швидкість наростання температури обмотки статора при загальмованому роторі і пуску двигуна з практично холодного стану V_t ;
- динамічний момент інерції ротора J_d , р;

Тривалість пуску двигуна $t_{п0}$ і гранично допустиме число пусків в годину h_0 при відсутності статичного і динамічного моментів опору на валу двигуна. Тривалість пуску двигуна t_p , с, і гранично допустиме число пусків в годину h при наявності статичного і динамічного моментів опору можуть бути визначені за формулами:

$$t_p = t_{п0} F_i / k_m \quad (2.2)$$

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

$$h = h_0 k_m K_p (1 - ПВ / 100) / F_i \quad (2.3)$$

де $F_i = (J_d, p + J_d, m) / J_d, p$ - коефіцієнт інерції; J_d, m - приведений до валу двигуна динамічний момент інерції механізму, що приводиться; k_m - коефіцієнт, який визначається залежністю статичного моменту опору від частоти обертання, двигуна $m_c = f(n / n_c)$ і механічною характеристикою двигуна; $m_c = M_c / M_{ном}$ - відношення статичного моменту опору до номінального обертального моменту; ПВ - тривалість включення електродвигуна,%; k_p - відношення сумарних втрат двигуна при потужності, відповідній тривалому режиму, до сумарних втрат при потужності, відповідній повторно-короткочасного режиму:

$$k_p = P (1 \eta) / (P_{ПВ} (1-\eta_{ПВ})) \quad (2.4)$$

Гранично допустимий динамічний момент інерції механізму, що приводиться, віднесенний до валу електродвигуна, $J_{d, max}$, кг-м², при наявності моменту опору, слід визначати за формулою:

$$J_{d, max} = k \cdot k_m \cdot P_{2ном}^v n^\gamma p^\gamma \quad (2.5)$$

де $P_{2ном}$ - номінальна потужність двигуна, кВт; p - число пар полюсів двигуна; v, γ - показники ступеня.

Значення коефіцієнтів k, k_m та показників ступеня v, γ наведені в табл. 2.3. Коефіцієнт k_m розрахований для наступних випадків:

квадратична залежність статичного моменту опору від частоти обертання $m_c = (n / n_c)^2$ (вентиляторна характеристика);

лінійна залежність статичного моменту опору від частоти обертання $m_c = n / n_c$;

постійний статичний момент опору навантаження $m_c = const$.

Таблиця 2.3 - Значення коефіцієнтів k, k_m та показників ступеня v і γ

Тип електродвигуна	Діапазон висот осі обертання, мм	k_m при					k	v	γ
		$m_c = (n/n_c)$	$m_c = n/n_c$	$m_c = 1$	$m_c = 0,9$	$m_c = 0,8$			
4А	50-132	0,9	0,8	0,4	-	-	0,045	1	2

3 СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ

3.1 Призначення пускового пристрою

Пусковий пристрій (ПП) призначено для управління пуском і роботою електродвигуна компресорного блоку.

Плавний пуск необхідний для полегшення пуску електродвигуна компресора, забезпечуючи йому повільний розгін, плавну зупинку, зниження пускового струму, синхронізацію обертового моменту двигуна з моментом сили навантаження.

Під час запуску двигуна під навантаженням (навантаженням в нашому випадку є компресор) його обертовий момент впродовж дуже короткого інтервалу часу досягає 150-200% від номінального. Що в свою чергу може призвести до виходу з ладу та навіть руйнування електропривода. Пускові струми в 5 - 7 разів перевищують номінальні, електродвигун може вийти з ладу (згоріти). До того ж такі стрибки струму можуть викликати падіння напруги мережі живлення. А це може призвести до того, що електродвигун, можливо, або не запуститься, або тривалий час буде набирати обертів.

Застосовуючи пусковий пристрій, ми маємо змогу обмежити і швидкість наростання і максимальне значення пускового струму.

В електронних пускових пристроях зниження струму забезпечується за рахунок плавного збільшення напруги на обмотках електроприводу. Це дозволяє знизити ймовірність перегріву обмоток і позбутись ривків навантаження двигуна, і, як наслідок – пневмо- та гідроударів в трубах та запірній арматурі.

Таким чином використання пускового пристрою дозволяє значно підвищити показники надійності електродвигуна та його навантаження, яким в даному випадку виступає опозитний компресор.

3.2 Силова частина

3.2.1 Функціональна схема силової частини пускового пристрою представлена на кресленні СУдн-51П 6.050201.06 С2

					СУдн-51П 6.050201.06 ПЗ	Аркуш
						34
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Трифазна змінна напруга ($U = 380\text{В}$, 50 Гц) з роз'єму XT1 надходить на оптотиристорні пари VS1-VS6. Трансформатори струму T3, T4, T5 вимірюють струми споживання електродвигуном і передають сигнали на вхід плати управління E2.

З роз'єму XT1 напруга надходить і на трансформатори T1, T2, які служать для гальванічної розв'язки і формування необхідних напруг для живлення пристрою. У блоці E1 (схема 2) ці напруги випрямляються і стабілізуються, і на виході отримуємо напруги наступних величин: +5 В; + 8В; +15 В; -12В; -15В; -33В. Потім надходять на плату управління E2 (схема 1).

Послідовність роботи плати управління E2 в складі пускорегулюючого пристрою визначається алгоритмом, який зберігається у вигляді кодів в пам'яті програм МК КР1816ВЕ51.

З плати управління сигнали надходять на оптотиристорні ключі VS1-VS6, в якості яких використовуються силові модулі МТОТ0100.

Залежно від алгоритму управління на платі управління формуються сигнали управління силовими ключами, що дозволяє в кінцевому рахунку пусковому пристрою формувати плавне збільшення струму двигуна, так зване фазове управління.

3.2.2 Оптотиристорні ключі МТОТ0100

Модуль МТОТ0-100 представлений напівпровідниковим силовим модулем, виготовленим на основі 2, з'єднаних послідовно безкорпусних дифузійних кремнієвих оптотиристорів конфігурації р-п-р-п.

Призначається для кіл зі змінним і постійним струмом, при частоті до 500Гц перетворювача електричної енергії. Кола управління мають гальванічні розв'язки з основними силовими колами. Модульний корпус ізолюється від струмопровідних елементів. Герметизується модуль в пластиковому корпусі, оснащений виводами для здійснення підключень до зовнішньої частини електричного кола.

Абревіатура модуля МТОТ0-100 розшифровується так:

буква «М» означає модуль;

«Т0» - позначення оптотиристора як 1 елемента;

«Т0» - позначення оптотиристора як 2 елементи;

«100» - позначення середнього прямого струму, А;

Також повинні бути позначені наступні показники:

позначення порядкового номера для модифікації модулів;

					СУДН-51П 6.050201.06 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		35

позначення максимального допустимого середнього струму при стані «відкрито»; допустимого максимального середнього струму в А, згідно з ГОСТ;

класи з повторюваним імпульсним напруженням при стані «закрито»; для повторюваної закритої імпульсної напруги;

показники групи з критичною швидкістю наростаючої напруги в стані «закритого».

Модуль оптотиристорний МТОТО-100 складається з 2 оптотиристорних конструкцій і паралельною зустрічною схемою для з'єднання; знаходиться в пластиковому корпусі з підставою (безпотенційне).

Принцип роботи модуля полягає в тому, що змінні струми з трансформаторів надходять на 2-напівперіодний випрямляч, згладжуються конденсаторами, надходять в схеми управління. Нульове значення на транзисторі розряджає конденсатори, після цього досить повільно заряджається струмами, які надходять через резистор.

За допомогою постійних струмів відбувається управління модулями, при цьому модулі відкриті весь той час, коли надходить струм управління. Для регуляції величин постійної напруги в схему можливо підключити індуктивне або активне навантаження.

Силовий модуль МТОТО-100 застосовують для випрямних мостів, для регуляторів з змінним струмом, в управлінні двигунами з постійними струмами, для електротехнічної апаратури.

До ключових характеристик МТОТО-100 відносять такі параметри:

наявність діодів;

наявність тиристорів;

стан комутованої напруги в В;

показники максимального струму, в А;

показники максимальної імпульсної повторюваної зворотної напруги, В;

показники максимального постійного вихідного струму, в А;

показники струму управління, в МА;

показник максимального падіння напруги, в В;

показник критичної швидкості наростання напруги при закритому стані;

показник критичної швидкості наростання струмів при відкритому положенні;

показник максимального напруження ізоляції;

показник робочої температури в градусах за Цельсієм;

температуру для переходу;

напруга утримання;

Серед електричних характеристик виділяють наступні:

стан комутаційного напруги - 1000В;

					СУДН-51П 6.050201.06 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		36

максимальний рівень струму - 100А;

стан струму управління - 10мА.

Характерні особливості модулів МТОТО:

Складаються оптотиристори з фототиристорів, а також випромінюючих діодів на платформі GA AS; всі керуючі і силові виводи ізолюються від металевих основ; ізоляційний струм становить не менше 2500 В, це показник ефективного значення;

Від елемента тепло відводять за допомогою керамічного ізолятора, виготовленого з алюмінію нітриду і металевих основ;

Контактні внутрішні притискні з'єднання забезпечують більшу надійність в умовах циклічного режиму роботи;

Стійкі до перешкод в автоматичних схемах;

Забезпечується розв'язка гальванічна між колами силовими і колами управління. Це гарантує безпосередній характер управління тиристорами з логічними елементами, в свою чергу, це сильно знижує габаритні і вагові показники.

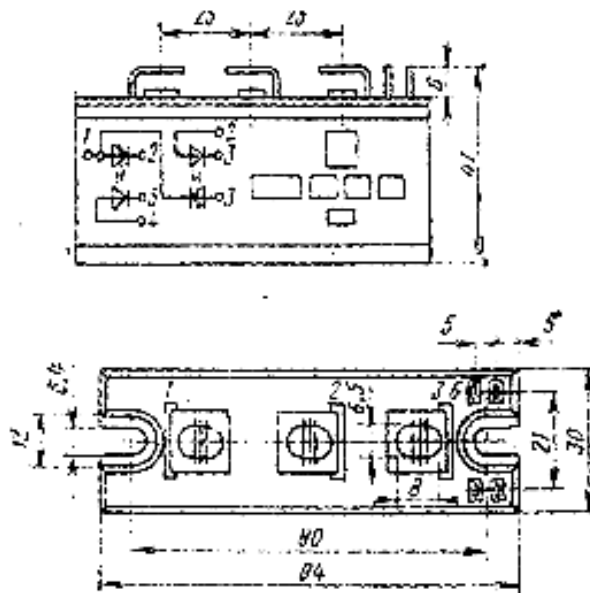


Рисунок 3.1 - Опто-тиристорні ключі МТОТО 100

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

Електричні параметри:

Імпульсна напруга у відкритому стані при $I_{oc}, i = 3,14 I_{oc.cр max}, t_i$, не більше	1,75 В
Відмикаюча постійна напруга управління при $U_{3C} = 12 В, I_y, від = 80 мА$, не більше	2,5В
Невідмикаюча постійна напруга управління при $U_{3c}, i = U_{3c}, п, T_{п} = 100^{\circ}C$, не менше	0,9 В
Повторюваний імпульсний струм в закритому стані при $U_{3c}, i = U_{3c}, п, R_y = \infty, T_{л} = 100^{\circ}C$, не більше	6,0 мА
Повторюваний імпульсний зворотний струм при $U_{3в}, i = U_{3в}, п, R_y = \infty, T_{п} = 100^{\circ} C$, не більше	6,0 мА
Відмикаючий постійний струм управління при $U_{3c} = 12 В$, не більше	80 мА
Час включення при $U_{3c} = 100 В, I_{oc}, i = I_{oc}, cр.max$, не більше	10мкс
Час виключення при $U_{3c}, i = 0,67U_{3c}, п, (dU_{3c} / dt = 100 В / мкс, U_{обр}, i = 100 В, I_{oc}, i = I_{oc}.cр max, (dI_{oc} / dt) cп = 5 А / мкс, T_{п} = 100^{\circ} C$ не більше	100 мкс
Опір ізоляції оптопар модуля, не менше	1000 МОм
Опір ізоляції основи модуля (при нормальних умовах), не менше	40 МОм
Тепловий опір перехід-корпус, не більше	0,15 $^{\circ}C/Вт$

Граничні експлуатаційні дані:

Повторювана імпульсна напруга в закритому стані	400-1600 В
Неповторювана імпульсна напруга в закритому стані	1,12 $U_{3c,п} В$
Робоча імпульсна напруга в закритому стані	0,8 $U_{3c,п} В$
Максимально допустима постійна напруга в закритому стані	0,75 $U_{3c,п} В$
Періодична імпульсна зворотна напруга	400-1600В
Неповторювана імпульсна зворотна напруга	1,12 $U_{3в,п} В$
Робоча імпульсна зворотна напруга	0,8 $U_{3в,п} В$
Максимально допустима постійна зворотна напруга	0,75 $U_{3в,п} В$
Максимальна напруга ізоляції основи модуля	2500 В
Критична швидкість наростання напруги в закритому стані при $U_{3c,и}=0,67U_{3c,п}, t_i=100мкс, R_y=\infty, T_{п}=100^{\circ}C$	100 В/мкс
Максимально допустимий середній струм у відкритому стані при $f=50 Гц, \beta=180^{\circ}, T_k=70^{\circ}C$	160А
Максимально допустимий діючий струм у відкритому стані при $f=50Гц, T_k=70^{\circ}C$	250А

Ударний неповторюваний струм у відкритому стані при $U_{обр}=0$, $f_i=10$ мс, $T_p=100^\circ\text{C}$	3,2кА
Максимально допустимий постійний струм управління	100мА
Критична швидкість наростання струму у відкритому стані при $U_{зс,и}=0,67U_{зс,п}$, $I_{ос,и}=2I_{ос,ср}$ max, $f=1-5$ Гц, $I_{у,пр,и}=400-600$ мА, $t_u=50$ мкс, $T_p=100^\circ\text{C}$	70А/мкс
Температура переходу	від -50 до $+100^\circ\text{C}$
Температура зберігання	від -50 до $+50^\circ\text{C}$

3.3 Плата управління

Функціональна схема плати управління ПУ приведена на СУдн-51П 6.050201.06 С2.

На функціональній схемі плати управління можна виділити наступні блоки: блок синхронізації, блок АЦП, мікропроцесорний блок; блок клавіатури та індикації, блок виходів.

Блок синхронізації

Блок призначений для синхронізації управління блоком виходів та формування необхідного алгоритму управління, і складається з наступних вузлів: вузол компаратора, тригер. Фазні напруги 50 Гц U_{ab} і U_{bc} надходять на вузли компараторів, на виході яких формуються меандри частоти мережі. Вони синхронізовані щодо вхідних напруг, і таким чином зсунуті одна відносно одної на 120° .

Тригер по фронту вхідного меандру з фази U_{ab} формує переривання МК, який в свою чергу виводить тригер в початковий стан по ходу установки. Цей тригер з передустановкою, тобто перед використанням його виходу необхідно встановити в "1", вихідний стан "1".

Вхідний каскад компараторів містить два зустрічновімкнених діоди на вході і два RC-фільтра, які призначені для фільтрація височастотних складових.

Блок аналого-цифрового перетворення

Складається з мультиплексора, підсилювача і АЦП і призначений для перетворення аналогового сигналу в цифровий.

На інформаційні входи мультиплексора подаються сигнали від датчиків струму відповідно до адреси, яка подається на мультиплексор з МК через паралельний порт, на

виході з'являється обраний сигнал, далі цей сигнал передається на вхід підсилювача, де він посилюється і надходить на вхід АЦП Тут аналоговий сигнал методом послідовного наближення перетворюється в цифровий.

Блок клавіатури і індикації

Складається з клавіатури, 4-х семисегментних індикаторів і програмованого контролера клавіатури і індикації. Призначений для управління процесами оператором, виводу інформації про поточні процеси на семисегментні індикатори та обміну інформацією з МК. ПККІ сканує клавіатуру і пересилає дані, що вводяться оператором, в МК, який обробляє ці дані і передає їх ПККІ. Після цього інформація відображається на 4-х семисегментних індикаторах.

Блок виходів

Складається з регістра-засувки і підсилювачів. Призначений для замикання і посилення вихідних керуючих сигналів.

За сигналом МК оброблені дані надходять на регістр-засувку, після чого вони посилюються і подаються на оптодіодні ключі.

Мікропроцесорний блок

У нього входять МП, енергонезалежні ОЗП і ПЗП, регістр-засувка, паралельний порт і програмований таймер-лічильник. Призначений для обробки сигналів, що надійшли, а також для управління блоком клавіатури і індикації та оптодіодними ключами відповідно до програми.

За сигналом "S" АЦП перетворює аналоговий сигнал на вході в цифровий на виході. Далі ці дані записуються в МК.

За активним сигналом ALE мікропроцесора відбувається фіксація восьми молодших розрядів лічильника команд, які потім подаються на адресні входи ПЗП. На ці ж входи подаються і три старших розряди лічильника команд. За сигналом PSEN МК приймає команди з ПЗП і обробляє її.

За активними сигналами WR і RD і двома старшими адресами лічильника команд за допомогою дешифратора відбувається вибір мікросхеми, з якої МК буде обмінюватися інформацією і чиєю роботою буде управляти.

При активному сигналі на виході Y0 дешифратора до МК підключається регістр блоку виходів, в якому замикаються керуючі сигнали, що йдуть на оптодіодні ключі.

При активному сигналі на виході Y2 дешифратора відбувається запис інформації в ПККІ.

При активних сигналах на виходах Y3 і X2 відбувається відповідно запис або читання інформації в (3) паралельний порт.

					СУДН-51П 6.050201.06 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		40

Паралельний порт управляє і роботою енергонезалежного ОЗП, зокрема може виконувати наступні функції:

- підключати незалежне ОЗП до шини даних (при подачі сигналу на вхід CS);
- подавати сигнал на зчитування даних з ОЗП (подача сигналу на вхід RD);
- видаляти інформацію в 64 комірках пам'яті одного рядка (подача сигналу на вхід PR);
- одночасно видаляти інформацію у всіх комірках накопичувача ОЗП (подача сигналу на вхід ERA).

Крім того, паралельний порт подає сигнал початку роботи АЦП (вхід S) і приймає сигнал готовності від АЦП (вихід Lat).

					СУДН-51П 6.050201.06 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		41

4 АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕЧНИХ І ШКІДЛИВИХ ФАКТОРІВ, ЩО ВИНИКАЮТЬ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КОМПРЕСОРНОЇ СТАНЦІЇ

У проекті розглядається призначення і будова компресорної установки а також пусковий пристрій, який забезпечує плавний пуск електродвигуна компресора.

Одне з найважливіших завдань охорони праці - забезпечення безпеки працюючих, тобто забезпечення такого стану умов праці, при якому виключено вплив на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Нанесення травми людині в умовах виробництва обумовлене наявністю фізичних і хімічних небезпечних виробничих чинників. Фізичні фактори - це рухомі машини і елементи обладнання, вироби, матеріали; підвищена або знижена температура поверхонь обладнання або матеріалів; небезпечна напруга електричних мереж; енергія стисненого повітря, газу і ін.

Хімічні фактори - це вплив на людину отруйних, їдких і подразнюючих речовин.

Травмування працюючого можливо як при безпосередньому зіткненні з джерелом небезпеки, так і на деякій відстані від нього, при неприпустимому зближенні.

Простір, в якому постійно діє або періодично виникає виробничий фактор, небезпечний для життя і здоров'я людини, називається небезпечною зоною. Розміри небезпечних зон можуть бути постійними і змінними в просторі.

Засоби захисту працюючих за характером їх застосування поділяються на дві категорії: колективні (для двох і більше працюючих) та індивідуальні. Загальні вимоги до засобів захисту: поєднання захисних функцій із забезпеченням оптимальних умов для трудової діяльності; висока ступінь захисної ефективності; надійність, зручність обслуговування машин і механізмів; облік індивідуальних особливостей обладнання. На виробництві застосовуються такі технічні засоби забезпечення безпеки праці: огорожувальні пристрої (огороження), що створюють перешкоду між людиною і небезпечним фактором, надійно оберігають працюючого незалежно від правильності чи неправильності його дій; запобіжні пристрої на випадок аварійних режимів - відключення обладнання при порушенні контрольованого параметра (температури, тиску, переміщення, величини струму або напруги, зусилля); гальмівні пристрої - для швидкої зупинки рухомих частин машин і обладнання; блокувальні пристрої, що забезпечують фіксацію частин механізму в певному стані; сигналізація про наступаючу або ту, що настала, небезпеку (світлова, звукова, колірна і знакова).

Безпека виробничих процесів забезпечується комплексом проектних та організаційних рішень, які полягають у відповідному виборі технологічних процесів, робочих операцій,

					СУДН-51П 6.050201.06 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		42

порядку обслуговування обладнання і т.п. Велике значення має правильний розподіл функцій між людиною і машиною з метою зменшення тяжкості праці.

Важливу роль відіграє застосування комплексної механізації, автоматизації та дистанційного управління в тих випадках, коли дію небезпечних та шкідливих виробничих факторів неможливо усунути.

Безпека виробничого обладнання забезпечується: правильним вибором принципів дії, конструктивних схем, матеріалів, робочих процесів; максимальним використанням засобів механізації, автоматизації, дистанційного керування; включенням вимог до технічної документації з монтажу, експлуатації, ремонту транспортуванню і зберіганню.

З точки зору охорони праці основними вимогами до устаткування є: безпека для здоров'я і життя людей, надійність та зручність в експлуатації. При проектуванні машин і механізмів обов'язково враховують ергономічні вимоги: розміщення органів управління на робочому місці, зусилля для приводу органів управління і т.д.

					СУДН-51П 6.050201.06 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		43

ВИСНОВОК

Проект присвячений розробці пускового пристрою на мікропроцесорній основі для плавного пуску і управління електродвигуном компресорної установки. Пусковий пристрій необхідний для полегшення пуску електродвигуна і контролю за його роботою. При застосуванні пускового пристрою зменшуються витрати електроенергії при пуску і продовжується термін служби електродвигуна.

При розробці були впроваджені сучасні технології. Управління та контроль за роботою електродвигуна компресорної установки здійснює мікроконтролер КМ 1816BE51. За допомогою закладеної в ньому програми він здійснює управління електродвигуном за допомогою оптотиристорних ключів МТОТО 100.

Розглянуто і вирішено питання організації і функціонування пускового пристрою.

Розроблено функціональні схеми автоматизації пускового пристрою і алгоритми його роботи.

					СУДН-51П 6.050201.06 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		44

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Видякин Ю.А. Оппозитные компрессоры./ Ю.А. Видякин, Е.Б. Доброклонский, Т.Ф. Кондратьева – 2-е, перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979. – 279с.
2. Кравчик А.Э. Асинхронные двигатели серии 4А: Справочник / .Э. Кравчик, М.М.Шлаф, В.И.Афонин, Е.А.Соболенская. – М.:Энергоиздат, 1982.- 504с.
3. Васильев, Б.Ю. Электропривод. Энергетика электропривода / Б.Ю. Васильев. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2015. - 268 с
4. Barkalov Alexander, Titarenko Larysa, Mazurkiewicz Małgorzata. Foundations of Embedded Systems. Springer Nature Switzerland, 2019. — 180 p.
5. Москаленко, В.В. Системы автоматизированного управления электропривода / В.В. Москаленко. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - 208 с.
6. Fan Xiacong. Real-Time Embedded Systems: Design Principles and Engineering Practices. Newnes (Elsevier), 2015. - 654 p.
7. Gordon-Ross A., Munir A., Ranka S. Modeling and Optimization of Parallel and Distributed Embedded Systems. - New York: John Wiley & Sons Inc, 2016. — 510 p.
8. Hassan M.H. Microprocessors and Microcomputers. 2nd Edition. — Amazon Digital Services LLC, 2018. — 564 p.
9. Андреева Е.Г., Асинхронные машины: учебное пособие / Е.Г. Андреева, Н.С. Морозова, И.Л. Захаров.- Омск: Изд-во ОмГТУ, 2016. — 76 с.
10. Забудский Е.И. Электрические машины. Часть 2. Асинхронные машины: учебное пособие / Е.И. Забудский - М.: Мегapolis, 2017. — 304 с.
11. Шудренко І. В. Основи охорони праці : навч. посіб. / І. В. Шудренко. – Житомир : Видавець, О. О. Євенок, 2016. – 214 с.
12. Голінько В.І. Основи охорони праці: підручник / В.І. Голінько; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – 2-ге вид. – Д.: НГУ, 2014. – 271 с.