

Херсонський національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерії та транспорту

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Автоматизації, робототехніки і мехатроніки

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавра

на тему: «Технічні засоби удосконалення насосу типу Wilo Stratos GIGA»

Пояснювальна записка

Виконав: студент 2 курсу, групи 2Мс
Спеціальності 133-Галузеве
машинобудування

(шифр і назва спеціальності)

Клименко Д.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник Осадчук В.С.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Селівертов І.А.

(прізвище та ініціали)

Хмельницький – 2025

						Арк.
						1
Ізм..I	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Херсонський національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

- Інститут, факультет, відділення інженерії та транспорту
- Кафедра, циклова комісія Автоматизації, робототехніки і мехатроніки
- Освітньо-кваліфікаційний рівень _____
- Напрямок підготовки _____
- Спеціальність 133-Галузеве машинобудування
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, голова циклової
комісії _____

І.А. Селіверстов

« _____ » 2025 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Клименко Дмитру Андрійовичу

1. Тема проекту «Технічні засоби удосконалення насосу типу Wilo Stratos GIGA».

Керівник проекту (роботи) Осадчук Василь Сергійович
(прізвище, ім'я, по батькові наукова ступінь, вчене звання)

Затвердженні наказом вищого навчального закладу від 15 січня 2025 року № 17-с.

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 10.06.2024 р.

2. Вихідні дані по проекту (роботи) паспорт насосу, технічна документація, графічна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) патентний огляд сучасних насосів, призначення та загальний вигляд насосів, побудувати кінематичну схему, огляд технологічної схеми, проаналізувати недоліки і які можуть бути вдосконалені, провести розрахунки потужностей насоса та електродвигуна, економічне обґрунтування

						Арк.
Ізм..I	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		2

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Патентний огляд	Осадчук В.С.	28.02.25	28.02.25
Призначення та загальний вигляд	Осадчук В.С.	15.02.25	15.02.25
Технологічна та кінематична схеми	Осадчук В.С.	01.04.25	01.04.25
Розрахунки	Осадчук В.С.	30.04.25	30.04.25
Охорона праці	Кузнєцов С.І	05.04.25	05.04.25

Дата видачі завдання 28.02.25

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної Роботи	Срок виконання етапів роботи	Примітка
1	Підбір і огляд літератури	04.03.25	
2	Технологічний розділ (проектування конструкції заготовки, проектування операційного технологічного процесу, визначення припусків та режимів різання)	01.04.25	
3	Конструкторський розділ (проектування верстатних пристосувань та інструменту)	30.04.25	
4	Розділ організації виробництва та проектування ділянки механообробного цеху	05.06.25	
5	Розділ з охорони праці та безпеки життєдіяльності	05.6.25	
6	Оформлення ПЗ і плакатів	09.06.25	
7	Завершення оформлення проекту	10.06.25	

Студент _____ Клименко Д.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Осадчук В.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

						Арк.
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		4

АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі розглянуто технічні засоби удосконалення насосної установки типу **Wilo Stratos GIGA**, що експлуатується у складі котельного обладнання. Проведено аналіз конструкції, кінематичної та технологічної схем, а також визначено основні недоліки існуючих рішень. Запропоновано заходи з модернізації, серед яких: встановлення еластичної муфти, підшипників підвищеної зносостійкості, диференціального датчика тиску та вібровставок. Здійснено розрахунок потужності насоса та електродвигуна. Наведено економічне обґрунтування ефективності модернізації. Робота супроводжується схемами, графіками та технічною документацією з реального об'єкта – котельні по вул. Адмірала Макарова, 161 у м. Херсоні.

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи бакалавра складається з вступу, 9 розділів, висновків та додатків, Містить 43 сторінок тексту, 12 рисунків, 11 таблиць та 5 використаних джерел інформації.

						Арк.
Ізм..I	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		5

ЗМІСТ

Вступ	8
РОЗДІЛ 1. Патентний огляд	9
1.1. Загальна еволюція насосного обладнання	9
1.2. Сучасні типи насосів та підходи до керування	9
1.2.1. Grundfos Magna3	10
1.2.2. Grundfos TPE3	10
1.2.3. KSB Etaline	10
1.2.4. Calpeda NR	11
1.2.5. DAB EVOSTA / EVMS	11
1.2.6. Wilo Stratos GIGA	12
1.3. Порівняльний аналіз сучасних моделей насосів	12
1.4. Основні тенденції в патентних рішеннях	14
РОЗДІЛ 2. Призначення насосів	15
2.1. Загальне функціональне призначення	15
2.2. Сфера застосування	16
РОЗДІЛ 3. Загальний вигляд насосів Wilo Stratos GIGA	19
3.1. Огляд модельного ряду	19
3.2. Wilo Stratos GIGA	19
3.3. Wilo Stratos GIGA-D	20
3.4. Wilo Stratos GIGA-B	21
3.5. Порівняння модифікацій	23
РОЗДІЛ 4. Кінематична схема насоса	25
4.1. Кінематичний принцип моделі Stratos GIGA	25
4.2. Кінематика здвоєної моделі Stratos GIGA-D	26
4.3. Особливості передачі енергії в Stratos GIGA-B	26
РОЗДІЛ 5. Технологічна схема насоса	28

5.1. Загальна структура технологічної схеми	28
5.2. Елементи, що входять до технологічної схеми	29
5.3. Особливості технологічної реалізації в котельні	29
РОЗДІЛ 6. Аналіз недоліків конструкції та напрямки удосконалення	31
6.1 Оцінка наявних конструктивних рішень	31
6.2 Перспективні напрямки удосконалення	31
6.2.1 Використання деталей з підвищеною зносостійкістю	31
6.2.2 Обробка електродвигуна методом катафорезного покриття	32
6.2.3 Встановлення еластичної муфти	32
6.2.4 Додавання вібровставок у трубопровід	32
6.2.5 Інтеграція диференціального датчика тиску	32
6.2.6 Оптимізація системи змащення	33
РОЗДІЛ 7. Визначення потужності насоса та електродвигуна	34
7.1 Розрахунок гідравлічної потужності насоса	34
7.2 Визначення споживаної потужності з урахуванням ККД насоса	34
7.3 Потужність на валу електродвигуна	34
РОЗДІЛ 8. Економічна частина	36
РОЗДІЛ 9. Техніка безпеки	
8.1 Загальні вимоги	
8.2 Вимоги до монтажу	
8.3 Електробезпека	
8.4 Експлуатація та обслуговування	
8.5 Аварійні ситуації	
8.6 Інструкція при експлуатації в умовах котельні	
Висновки	81
Список використаних джерел	82
Додатки	88

ВСТУП

У будь-якій розвиненій країні машинобудування - це одна з провідних галузей промисловості. Рівень його розвитку є одним з основних показників економічного розвитку країни. Створюючи знаряддя праці для різних галузей господарства і предмети споживання для населення, машинобудування реалізує досягнення науково-технічного прогресу і забезпечує комфортні умови життя людей.

Машинобудування є надзвичайно складною галуззю, до якої входять декілька десятків спеціалізованих галузей. Залежно від продукції, що випускається, вони об'єднуються у групи: важке, транспортне, сільськогосподарське, точне машинобудування, верстатобудування.

Спеціалізація у машинобудуванні визначається профілем машинобудівних підприємств та характером продукції: масовим, велико-, дрібносерійним, індивідуальним. Спеціалізація є предметна (випуск продуктів), технологічна (спеціалізація на випуску напівфабрикатів), подетальна (випуск деталей, вузлів, агрегатів для комплектування).

У дипломному проекті передбачаємо пошук технологічних засобів модернізації насосів типу Wilo Stratos GIGA.

1. Патентний огляд

						Арк.
Ізм..I	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		8

1.1. Загальна еволюція насосного обладнання

Відцентрові насоси почали активно впроваджуватись у промисловість наприкінці XIX століття. Перші конструкції були простими: чавунний корпус, механічне ущільнення, жорстке з'єднання з електродвигуном без будь-якого регулювання. Така техніка потребувала частого ручного обслуговування, мала низький ККД (до 40 %) та великий знос елементів.

У другій половині XX століття розвиток матеріалознавства й електроніки відкрив шлях до нового покоління насосів — з **модульною конструкцією, електронним керуванням, сухим або мокрим ротором, частотними перетворювачами**. Паралельно активно розвивалася **системна автоматизація (BMS)**, що вимагала сумісних інтерфейсів у насосному обладнанні.

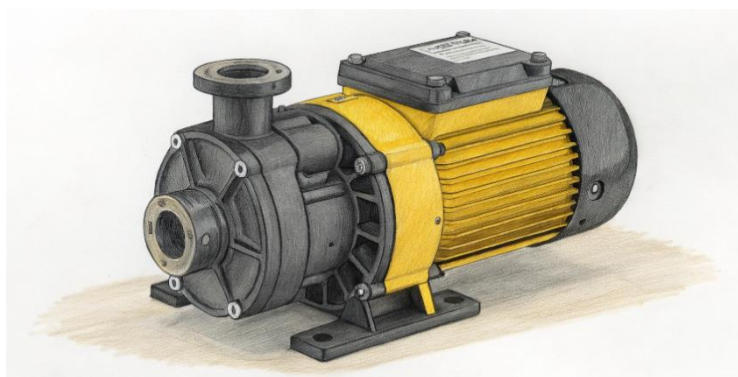


Рисунок 1.1 – Промисловий насос кінця XX століття традиційної конструкції

1.2. Сучасні типи насосів та підходи до керування

На сучасному етапі найбільш ефективними є **насоси з електронно-комутованими (ЕС) двигунами**, вбудованими частотними перетворювачами, сенсорами навантаження, тиску, температури, а також можливістю зв'язку через **Modbus, BACnet, LON** та інші інтерфейси. Такі моделі працюють з високим ККД (вище 70–80 %), мають адаптивне регулювання, вбудовані екрани, журнали помилок, самодіагностику.

1.2.1 Grundfos Magna3

						Арк.
						9
Ізм..I	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Один із флагманів серед циркуляційних насосів. Оснащений ЕС-двигуном класу IE5, має адаптивне керування (AUTOADAPT), інтерфейси зв'язку Modbus і BACnet, кольоровий дисплей, вбудований частотник. Має опціональне резервування (twin-head).



Рисунок 1.2.1 – Циркуляційний насос Grundfos Magna3

1.2.2 Grundfos TPE3

Вертикальний насос з інтелектуальними функціями та можливістю роботи у twin-комбінаціях (TPE3-D). Частотник інтегрований в двигун. Доступна функція FLOWADAPT, яка дозволяє автоматично оптимізувати витрати.



Рисунок 1.2.2 – Вертикальний насос Grundfos TPE3

1.2.3 KSB Etaline

Насос із зовнішнім частотним перетворювачем, стандартним асинхронним двигуном. Менш інтелектуальний порівняно з конкурентами. Має середній рівень шуму та обмежену сумісність з BMS.

						Арк.
Ізм..I	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		10



Рисунок 1.2.3 – Циркуляційний насос KSB Etaline

1.2.4 Calpeda NR

Компактний, надійний насос з зовнішнім VFD, орієнтований на простоту та зниження вартості. Має базові функції керування та обмежену діагностику.



Рисунок 1.2.4 – Циркуляційний насос Calpeda NR

1.2.5 DAB EVOSTA / EVMS

Бюджетні моделі, орієнтовані на побутове застосування. Оснащуються ЕС-двигунами, мають просте меню, обмежене регулювання. Вбудований інтерфейс Modbus зустрічається тільки у старших моделях.



Рисунок 1.2.5 – Насос DAB EVOSTA

1.2.6 Wilo Stratos GIGA

Високоєфективний інлайн-насос з двигуном IE5 та електронним регулюванням потужності в конструкції із сухим ротором. Виконання як одноступеневий відцентровий насос низького тиску з фланцевим з'єднанням та ковзним торцевим ущільненням.



Рисунок 1.2.6 – Насос Wilo Stratos GIGA

1.3. Порівняльний аналіз сучасних моделей насосів

У сучасному насособудуванні спостерігається тенденція до переходу на **енергоощадні моделі** з розширеним функціоналом: інтелектуальні режими роботи, адаптивне керування, автоматичне діагностування. Для обґрунтування доцільності вибору насосів Wilo серії Stratos GIGA порівнюємо їх функціональність з аналогами провідних європейських виробників.

					Арк.
Ізм..I	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата	
					12

Особливу увагу звернемо на **тип двигуна, спосіб регулювання обертів, можливість інтеграції в автоматизовані системи, зручність обслуговування**, а також **наявність системи резервування**.

Таблиця 1.1 – Порівняльна характеристика сучасних циркуляційних насосів

Характеристика	Grundfos Magna3	KSB Etaline	Calpeda NR	Wilo Stratos GIGA
Тип регулювання	Вбудований частотник	Зовнішній VFD	Зовнішній VFD	Вбудований частотник
Тип двигуна	ЕС (IE5)	Асинхронний	Асинхронний	ЕС (IE5)
Наявність самодіагностики	Так	Ні	Обмежена	Так
Сумісність з BMS (Modbus тощо)	Повна	Часткова	Відсутня	Повна
Резервування (twin-head)	Так (опціонально)	Ні	Ні	Ні (крім GIGA-D)
Рівень шуму	Низький	Середній	Високий	Низький
Зручність техобслуговування	Висока	Середня	Складна	Висока

Як видно з таблиці, **насоси Wilo Stratos GIGA** не поступаються конкурентам, а за деякими параметрами — перевершують їх. Зокрема, завдяки вбудованому ЕС-двигуну з частотним регулюванням та розвиненим інтерфейсам взаємодії з BMS-системами. Також варто відзначити **низький рівень шуму**, що є критичним для внутрішньобудинкових систем теплопостачання.

Разом з тим, деякі моделі конкурентів мають сильні сторони, які можуть бути запозичені для вдосконалення (наприклад, системи діагностики стану вузлів, реалізовані у Grundfos Magna3).

1.4. Основні тенденції в патентних рішеннях

Аналізуючи патентні рішення провідних виробників (Grundfos, Wilo, Calpeda, KSB), можна виділити такі ключові напрямки розвитку:

- **Оптимізація гідравліки та зниження споживання енергії** через покращені робочі колеса, ЕС-двигуни.
- **Зменшення розмірів та ваги** за рахунок інтеграції частотника безпосередньо в корпус двигуна.
- **Покращення сервісопридатності:** касетні підшипникові вузли, легкий доступ до ущільнень, модульна конструкція.
- **Інтелектуальне керування:** адаптивні режими, самонавчання, діагностика стану, інтеграція у BMS.
- **Резервування:** twin-head конструкції (наприклад, Grundfos TPE3-D, Wilo GIGA-D) для безперервної роботи.

Висновки та підстава для вибору Wilo Stratos GIGA

На фоні загального розвитку насосної техніки видно, що **Wilo Stratos GIGA** належить до топового класу обладнання — завдяки ЕС-двигуну, частотному регулюванню, енергоефективності та гнучкому керуванню. Водночас, навіть у цій лінійці залишаються вузькі місця, які можна вдосконалити, спираючись на досвід конкурентів.

2. Призначення насосів

2.1 Загальне функціональне призначення

						Арк.
						14
Ізм..I	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Насосне обладнання є одним із базових елементів інженерної інфраструктури будь-якої сучасної будівлі. Його функціонування забезпечує сталу роботу систем опалення, вентиляції, кондиціонування повітря (HVAC), а також гарячого водопостачання. Без надійного і продуктивного насоса неможливо досягти комфортних умов перебування людей у приміщенні, незалежно від пори року чи погодних умов.

Загалом, насоси здійснюють переміщення теплоносія (найчастіше — води або водогліколевих сумішей) між теплогенератором і споживачами теплової енергії. Це дозволяє забезпечити рівномірний розподіл тепла по усіх елементах системи, незалежно від їх віддаленості чи рівня розташування. Завдяки цьому вдається підтримувати заданий мікроклімат, регулювати температуру повітря у приміщеннях та оптимізувати витрати енергоресурсів.

Основні функції насосного обладнання можна узагальнити так:

- **створення гідравлічного тиску** для подолання опору трубопроводів, арматури й теплообмінного обладнання;
- **забезпечення постійної або змінної витрати теплоносія** відповідно до поточних умов роботи;
- **регулювання гідравлічного балансу** системи та покращення її стабільності;
- **підвищення енергоефективності** будівлі за рахунок зменшення перевитрати електроенергії;
- **підвищення ресурсу роботи** системи завдяки зменшенню зносу елементів.

Із розвитком технологій традиційні одношвидкісні насоси поступово витісняються більш сучасними рішеннями — з частотним регулюванням, електронним управлінням та автоматизованими режимами роботи. Такі насоси дозволяють не лише змінювати продуктивність відповідно до поточних

						Арк.
						15
Ізм..I	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

потреб, але й інтегрувати обладнання в систему керування будівлею (BMS), що відкриває нові горизонти для енергоощадності та автоматизації.

2.2 Сфера застосування

Сучасні циркуляційні насоси з частотним регулюванням активно застосовуються у широкому спектрі об'єктів — від житлових будинків до великих промислових підприємств. Завдяки гнучкості налаштувань, високій надійності, компактності та сумісності з автоматикою, вони стали стандартом у таких сферах:

- **Житлова нерухомість:** централізоване та поквартирне опалення багатоповерхових будинків, гаряче водопостачання, циркуляція води у дахових котельнях;
- **Громадські будівлі:** школи, лікарні, дитячі садки, офіси — де потрібна стабільна температура та низький рівень шуму;
- **Комерційні об'єкти:** торгові центри, готелі, бізнес-центри, де важливими є стабільна робота обладнання та можливість дистанційного керування;
- **Промисловість:** системи охолодження технологічного обладнання, теплозабезпечення цехів, подача технічної води.



Рисунок 2.1 – Діаграма розподілу застосування насосів за сферами використання

Особливо ефективним частотне регулювання виявляється у **багатопверхових житлових будинках**, де споживання теплової енергії є динамічним і змінюється як у часі (добовий і тижневий графік), так і у просторі (різні стояки, квартири, поверхи).

Наприклад:

- у ранкові години навантаження на систему різко зростає (мешканці одночасно користуються опаленням і гарячою водою);
- вдень частина мешканців залишає квартири або вимикає обігрів — і навантаження знижується;
- у вечірній період знову спостерігається зростання споживання тепла.

У такому режимі насос із фіксованою швидкістю не здатен адекватно реагувати на зміну навантаження: він або працює з надлишковим тиском, що приводить до **шуму у трубах, перевитрати електроенергії, зношення арматури**, або не забезпечує належного напору - **дефіцит тепла на верхніх поверхах**.

Саме тому у багатоквартирних будинках доцільно використовувати **насоси з інтелектуальним частотним регулюванням**, які в режимі реального часу підлаштовують швидкість обертання робочого колеса до фактичного навантаження в системі. Це дозволяє значно покращити **комфорт мешканців, підвищити енергоефективність та подовжити строк служби обладнання**.

Крім того, підтримка сучасних протоколів зв'язку (Modbus, BACnet) дає змогу включити насосне обладнання до єдиної системи моніторингу і управління будівлею, спростивши технічне обслуговування, зменшивши ризики аварій та забезпечивши своєчасне виявлення несправностей.

.

						Арк.
Ізм..I	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		17

3. Загальний вигляд насосів Wilo Stratos GIGA

3.1 Огляд модельного ряду

Серія **Wilo Stratos GIGA** включає три основні модифікації:

- **Wilo Stratos GIGA** – базова одинарна модель.
- **Wilo Stratos GIGA-D** – здвоєна установка для резервування.
- **Wilo Stratos GIGA-B** – блочна версія без дисплея з зовнішнім керуванням.

Усі моделі мають сухий ротор, фланцеві з'єднання, двигуни IE5 з частотним регулюванням та модульну конструкцію.

						Арк.
						18
Ізм..I	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

3.2 Wilo Stratos GIGA

Одинарна версія насоса призначена для систем із передбачуваним навантаженням, де не вимагається дублювання. Має дисплей, кнопочну панель і вбудоване частотне регулювання. Підходить для котелень, насосних станцій та промислових об'єктів середньої потужності.

Призначення:

Для перекачування теплоносія у системах опалення, холодної води та водогліколевих сумішей без абразивних включень.

Основне:

- Одинарний інлайн-насос з ЕС-двигуном.
- Вбудований дисплей та зелена кнопка керування.
- Автоматичні режими: Δp -с, Δp -v, PID, $n=\text{const}$.
- Під'єднання DN 40–200, тиск до 16 бар.
- Температура рідини: $-20 \dots +140$ °C.
- Вхід живлення: 3~400 В ± 10 %, 50/60 Гц.

Матеріали:

- Корпус – чавун EN-GJL-250.
- Крильчатка – PPS-GF40 або чавун.
- Вал – нерж. сталь (1.4122 або 1.4542).

Захист і керування:

- Клас IP55, електронний захист двигуна.
- IF-модулі (Modbus, BACnet, CAN) для BMS.
- Дистанційне керування через аналогові входи.

						Арк.
						19
Ізм..I	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

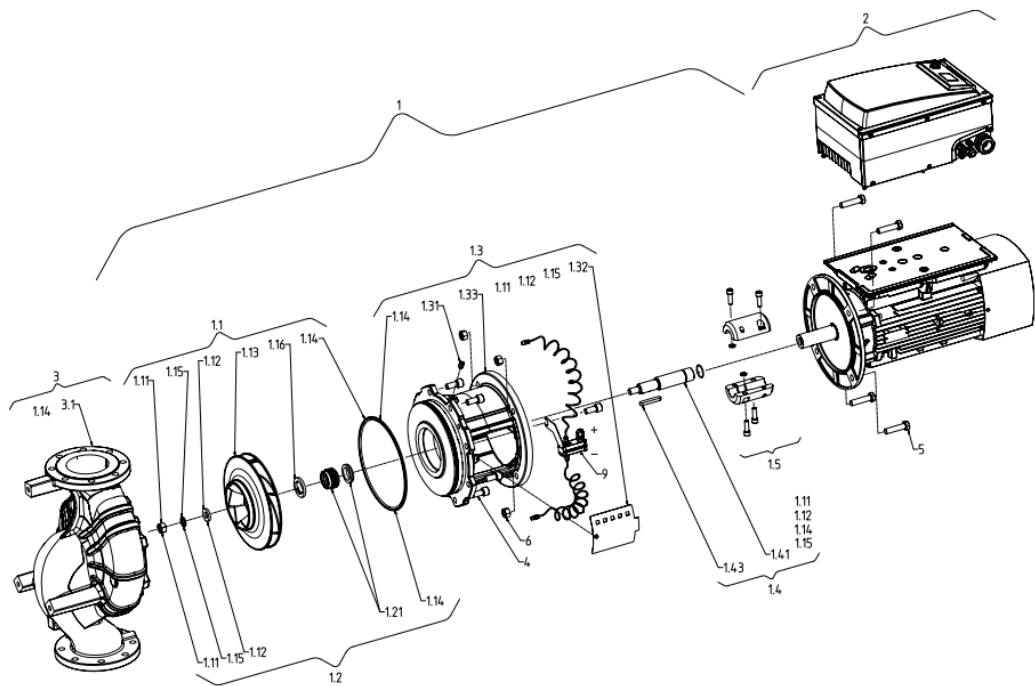


Рисунок 3.1 – Схема конструкції насосу Wilo Stratos GIGA

3.3 Wilo Stratos GIGA-D

Це два повноцінні насоси, змонтовані на спільній рамі, які можуть працювати по черзі або одночасно. Ідеальне рішення для об'єктів, де критично важлива безперебійна подача теплоносія — житлові комплекси, лікарні, великі системи вентиляції. Передбачена автоматична система чергування та перемикання у разі відмови одного з агрегатів.

Призначення:

Для систем з підвищеними вимогами до надійності, резервування та енергоефективності.

Основне:

- Два насоси на загальній рамі, працюють по черзі або паралельно.
- Автоматичне перемикання при відмові.
- Повний функціонал як у GIGA, плюс управління чергуванням.
- Діапазон температур: $-20...+140\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Робочий тиск: до 16 бар при $+120\text{ }^{\circ}\text{C}$.

					Арк.
Ізм..I	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата	20

- Три режими: резервний, паралельний, чергування.

Конструкція:

- Торцеве ущільнення AQEGG.
- Крильчатка – PPS-GF40 або чавун.
- Додаткове приладдя: фланцеві заглушки, IR-модуль, 3 кріплення на фундамент.



Рисунок 3.2 – Подвійна установка Wilo GIGA-D

3.4 Wilo Stratos GIGA-B

Цей насос не має вбудованого дисплея — всі параметри задаються через систему BMS або зовнішній контролер. Він дешевший у виробництві, спрощений конструктивно, призначений для великих об'єктів, де управління централізоване: ТРЦ, бізнес-центри, виробничі цехи. Має повну підтримку цифрових протоколів (Modbus, CAN, LON тощо).

Призначення:

Для автоматизованих систем без необхідності локального керування.

Основне:

- Моноблок без дисплея, налаштування тільки через BMS.
- ЕС-двигун IE5, фіксовані режими PID, Δp , $n=\text{const}$.
- Аналогові входи 0–10 В, 4–20 мА для зовнішнього регулювання.
- Температура рідини: $-20...+140\text{ }^{\circ}\text{C}$.

						Арк.
Ізм..I	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		21

- Вхід живлення: 3~400 В $\pm 10\%$, 50/60 Гц.
- Поставляється з 1 консолю.

Матеріали:

- Корпус – EN-GJL-250.
- Крильчатка – PPS-GF40.
- Вал – 1.4122.

Переваги:

- Менша вартість.
- Повна інтеграція у SCADA/PLC.
- Оптимальний варіант для комерційних будівель.

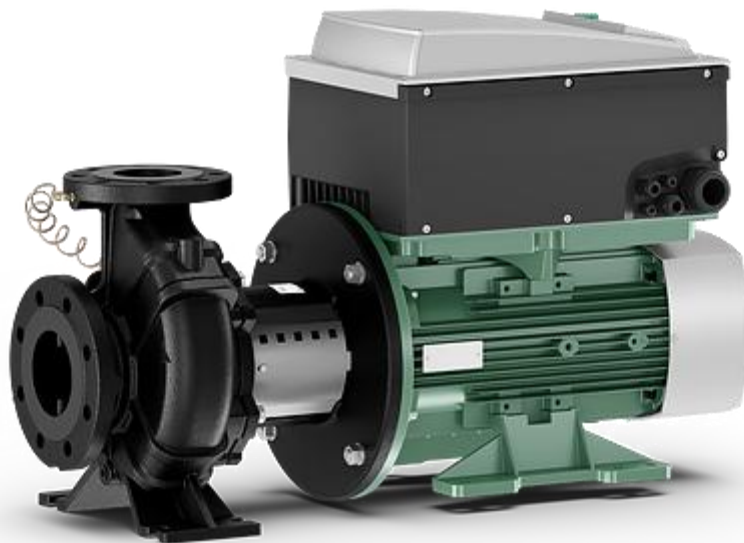


Рисунок 3.3 - Блочний насос Wilo Stratos GIGA-B

3.5 Порівняння модифікацій

Всі три модифікації насосів Wilo Stratos GIGA мають спільну гідравлічну основу, однак суттєво відрізняються за способом управління, призначенням та можливостями резервування. Для систем, де необхідне автономне керування, оптимальним варіантом є базова версія GIGA. Для критичних об'єктів, де важлива безперервність подачі, використовується

						Арк.
Ізм..I	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		22

здвоєна модифікація GIGA-D. У випадку повністю автоматизованих будівель із централізованою системою диспетчеризації доцільно застосовувати GIGA-B.

Нижче представлено табличне порівняння основних параметрів трьох модифікацій:

Таблиця 3.1 – Порівняння модифікацій насосів Wilo Stratos GIGA

Параметр	GIGA (одинарний)	GIGA-D (здвоєний)	GIGA-B (блочний)
Кількість насосів	1	2	1
Дисплей	Так	Так	Ні
Резервування	Ні	Так	Ні
Чергування	Ні	Так	Через BMS
Управління	Локальне + BMS	Локальне + BMS	Тільки через BMS
ІF-модулі	Так	Так	Так
Клас захисту	IP55	IP55	IP55
Температура рідини	-20...+140 °C	-20...+140 °C	-20...+140 °C

Діаметр підключення DN	40–200	40–200	32–100 (напір)
Робочий тиск	16 бар до 120 °C	16 бар до 120 °C	16 бар до 120 °C
Вартість	Середня	Висока	Найнижча
Сфера застосування	Малі/середні	Критичні/котельні	Автоматизовані об'єкт

4. Кінематична схема насоса

Кінематична схема насосної установки описує послідовність перетворення електричної енергії в гідравлічну, що забезпечує рух рідини через трубопровідну систему. У випадку циркуляційних насосів серії **Wilo Stratos GIGA** це досягається завдяки компактному й технічно продуманому з'єднанню двигуна, вала, муфти та робочого колеса. Всі елементи конструкції розташовані на спільній осі, що дозволяє зменшити втрати енергії, мінімізувати зношування й спростити технічне обслуговування.

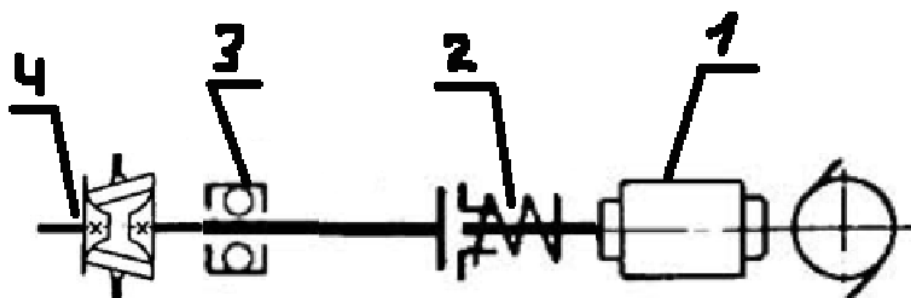


Рисунок 4.1 – Кінематична схема передачі моменту в насосі Wilo Stratos GIGA де 1- Електродвигун; 2 - Жорстка (захисна) муфта; 3 - Радіально-упорний підшипник; 4 - Крильчатка (відцентрове робоче колесо)

4.1 Кінематичний принцип моделі Stratos GIGA

У базовій моделі Stratos GIGA енергія передається від електродвигуна безпосередньо до крильчатки за допомогою жорсткої муфти. Вся конструкція має лінійне (осьове) виконання. Це забезпечує надійність, низький рівень шуму й високу ефективність.

Основні етапи кінематичного перетворення:

- **Електродвигун ЕС-типу** генерує обертальний момент. Його швидкість змінюється завдяки вбудованому частотному перетворювачу.
- Через **муфту** обертання передається на **вал насоса**, встановлений у підшипниках ковзання або кочення.
- **Крильчатка**, закріплена на валу, створює відцентрову силу, яка розганяє рідину по напрямку до напірного трубопроводу.
- Потік проходить через **гідравлічну камеру**, формуючи необхідний тиск у системі.

Такий тип передачі енергії забезпечує мінімальні втрати та дає змогу насосам працювати стабільно навіть за змінних навантажень.

4.2 Кінематика здвоєної моделі Stratos GIGA-D

У здвоєному виконанні Stratos GIGA-D застосовується аналогічна кінематична побудова — проте **в кожному насосі окремо**. Обидва насоси мають свої електродвигуни, муфти та вали. Вони приєднані до спільного гідравлічного тракту за допомогою Y-подібного з'єднання.

Особливості, які слід враховувати:

- Насоси працюють по черзі або синхронно — залежно від завантаження або аварійної ситуації.

						Арк.
						25
Ізм..I	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

- Встановлено **зворотні клапани**, що запобігають потоку через неактивний агрегат.
- Автоматика забезпечує **перемикання кожні 24 години**, або при виявленні несправності.

Таким чином, кожен з двох насосів GIGA-D працює за ідентичною кінематичною схемою, але функціонують вони у тандемі, що дозволяє підвищити надійність всієї системи без потреби в додатковому дублюванні.

4.3 Особливості передачі енергії в Stratos GIGA-B

З конструктивної точки зору, насос GIGA-B повторює кінематичну схему стандартної моделі GIGA: та ж послідовність – **двигун → муфта → вал → крильчатка**.

Проте важливою відмінністю є **відсутність вбудованого керуючого модуля**:

- Частотне регулювання здійснюється **зовнішнім контролером** (BMS, PLC).
- Усі сигнали надходять через **аналогові або цифрові входи**, а не через локальні кнопки або дисплей.
- Відсутність локального управління вимагає **високої стабільності зовнішньої системи керування**, і унеможливорює ручне втручання у разі збою.

Таким чином, сама кінематика не змінюється, але характер її роботи повністю залежить від зовнішніх сигналів.

Висновки щодо кінематичної побудови

Усі модифікації насосів Wilo Stratos GIGA реалізовані за класичною осьовою кінематичною схемою з мінімізацією втрат при передачі моменту. Основу конструкції становить **жорстке муфтове з'єднання**, що забезпечує надійну передачу крутного моменту та довгий термін експлуатації.

						Арк.
						26
Ізм..I	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Модель GIGA-D демонструє найкращу гнучкість завдяки можливості резервування без складних гідравлічних рішень, а GIGA-B — оптимальне рішення для SCADA/BMS-систем, де важливо централізоване керування і мінімізація людського фактору.

5. Технологічна схема насоса

Технологічна схема є важливим елементом у проєктуванні та аналізі роботи насосного обладнання. Вона відображає взаємозв'язок насоса з іншими елементами системи теплопостачання, визначає послідовність технологічних процесів та дозволяє наочно оцінити маршрути руху теплоносія. Така схема є ключовим інструментом для інженерів, монтажників і операторів, що займаються експлуатацією та обслуговуванням теплових мереж.

Сучасні насосні установки, такі як Wilo Stratos GIGA, працюють у складі складних багатокомпонентних систем. Тому правильне розуміння технологічної схеми є запорукою стабільної роботи обладнання, енергоефективності та оперативного виявлення можливих відхилень або несправностей.

5.1 Загальна структура технологічної схеми

						Арк.
						27
Ізм..I	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

У нашому випадку розглядається насосна установка **Wilo Stratos GIGA** (одинарна версія), яка є невід'ємною частиною циркуляційного контуру системи централізованого тепlopостачання. Зазвичай таке обладнання встановлюється в котельнях, центральних теплових пунктах або локальних бойлерних, де виконує функцію підтримання тиску та забезпечення постійної циркуляції теплоносія.

У типовій конфігурації насос розміщується на магістральному трубопроводі між теплообмінниками та розподільчою мережею, що подає теплоносій до житлових чи промислових об'єктів. Він оснащений фланцевими з'єднаннями, зворотними клапанами, запірною арматурою та елементами контролю, такими як датчики температури, тиску, витрати.

Технологічна послідовність:

1. Нагріта вода, що надходить від котельного обладнання, потрапляє до вхідного патрубку насоса.
2. Через запірну арматуру та фланцеве з'єднання теплоносій направляється до робочої зони насоса.
3. В гідравлічній частині відбувається перетворення механічної енергії в енергію потоку: крильчатка створює напір, який проштовхує рідину далі по трубопроводу.
4. На виході встановлений зворотний клапан, що перешкоджає зворотному руху рідини у разі зупинки обладнання.
5. Потім теплоносій розподіляється магістральною мережею до кінцевих споживачів.
6. Охолоджена вода повертається до джерела тепла (котла) через зворотну лінію.

5.2 Елементи, що входять до технологічної схеми

- **Циркуляційний насос Wilo Stratos GIGA** — центральний елемент, відповідальний за стабільний тиск у системі.

						Арк.
						28
Ізм..I	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

- **Фланцеві з'єднання** — забезпечують герметичне та зручне підключення насоса до трубопроводу.
- **Запірна арматура (засувки)** — дозволяє ізолювати насос для технічного обслуговування без припинення роботи всієї системи.
- **Зворотний клапан** — захищає систему від зворотного потоку теплоносія.
- **Байпасна лінія** — аварійне рішення, яке дозволяє обійти насос у разі несправності або планових робіт.
- **Датчики температури і тиску** — встановлюються до та після насоса для моніторингу параметрів роботи.
- **Блок автоматики** — відповідає за частотне регулювання швидкості обертання, контроль аварійних ситуацій і оптимізацію споживання електроенергії.
- **BMS-контролери** (опційно) — інтегруються з диспетчерськими системами та дозволяють дистанційно керувати насосною станцією.

5.3 Особливості технологічної реалізації в котельні

- Обидва насоси встановлені **на спільній рамі**, підключені до магістралі через фланці та зворотні клапани.
- Перемикання між насосами раніше виконувалося через модуль автоматики, але після виходу з ладу клапана — відбувається **вручну**.
- Байпасна лінія присутня, але **відкриття байпаса викликає коливання тиску**, що ускладнює підтримання стабільної подачі.
- Через **слабку вентиляцію** приміщення насос може перегріватися влітку — технологічно варто передбачити вентканали або примусову витяжку.

						Арк.
						29
Ізм..I	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		



Рисунок 5.1 – Технологічна схема насосної ділянки котельні

6. Аналіз недоліків конструкції та напрямки удосконалення

6.1 Оцінка наявних конструктивних рішень

Насоси серії *Wilo Stratos GIGA*, що використовуються в котельні, показали високу надійність у тривалій експлуатації. Проте, як і будь-яке технічне обладнання, вони мають низку обмежень, які впливають на тривалість безперервної роботи, ефективність передавання енергії, рівень шуму та вимоги до технічного обслуговування.

До найпоширеніших конструктивних обмежень належать:

						Арк.
						30
Ізм..I	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

- **Високий рівень зносу підшипникових вузлів** — особливо у випадку роботи при граничному навантаженні або нестабільному гідравлічному режимі.
- **Можливе перенагрівання електродвигуна** — особливо в умовах недостатньої вентиляції приміщення.
- **Вібραції під час тривалої роботи** — внаслідок неідеального балансування або відсутності гнучких елементів компенсації.
- **Жорстка передача обертання** — застосування жорсткої муфти не дозволяє компенсувати осьові або радіальні зміщення.

6.2 Перспективні напрямки удосконалення

З метою підвищення надійності та продовження ресурсу насоса пропонуються наступні заходи:

6.2.1 Використання деталей з підвищеною зносостійкістю

Заміна стандартних елементів, зокрема підшипників та вала, на деталі з покращеними характеристиками — наприклад, використання хромованих або титанових втулок — дозволить зменшити втрати на тертя та продовжити міжремонтний період.

6.2.2 Обробка електродвигуна методом катафорезного покриття

Катафорезне покриття створює антикорозійний шар на поверхні двигуна, захищаючи його від агресивного впливу вологи, пилу та конденсату. Це особливо актуально для насосів, що експлуатуються у вологих або слабо вентильованих приміщеннях котелень.

6.2.3 Встановлення еластичної муфти

Замість жорсткої муфти доцільно встановити **еластичну муфту** (типу компенсуючої або віброізолюючої). Вона знижує передавання вібрацій між

						Арк.
Ізм..I	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		31

двигуном і гідравлічною частиною, що позитивно впливає на стан підшипників і зменшує акустичне навантаження.

6.2.4 Додавання вібровставок у трубопровід

Встановлення **вібровставок** або **гумових компенсаторів** дозволить гасити пульсації та удари тиску в системі. Це зменшує навантаження на фланцеві з'єднання та підвищує стійкість системи до гідроударів.

6.2.5 Інтеграція диференціального датчика тиску

Можна передбачити встановлення **диференціального датчика тиску (2–10 В)**, який забезпечить точне вимірювання тиску на вході і виході насоса. Його застосування дозволяє:

- підвищити точність автоматичного регулювання частоти обертання;
- уникнути надмірного навантаження при роботі в непередбачених режимах;
- швидко реагувати на зміну гідравлічного опору.

У випадку нашої системи, така інтеграція можлива лише за умови сумісності із зовнішнім контролером або модернізації блока автоматики.

6.2.6 Оптимізація системи змащення

Необхідно оцінити стан підшипників та розглянути можливість встановлення **автоматичної системи змащення** або впровадження **мастильних каналів**, що дозволяє уникнути перегріву й зниження ресурсу вузлів обертання.

						Арк.
Ізм..I	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		32

7. Визначення потужності насоса та електродвигуна

7.1. Розрахунок гідравлічної потужності насоса

Гідравлічна потужність насоса визначається за формулою:

$$P_{\text{гiдр}} = \frac{\rho * g * Q * H}{1000}$$

де:

- $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ – густина води,
- $g = 9.81 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння,
- $Q = 12 \text{ м}^3/\text{год} = 0.00333 \text{ м}^3/\text{с}$ – подача насоса

						Арк.
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		33

- $H = 45$ м – напір

Робоча точка та параметри подачі й напору взяті з технічної характеристики насоса

Підставляючи значення:

$$P_{\text{гідр}} = \frac{1000 * 9.81 * 0.00333 * 45}{1000} \approx 1.47 \text{ кВт}$$

Отже, гідравлічна потужність, що передається рідині, становить **1.47 кВт**.

7.2. Визначення споживаної потужності з урахуванням ККД насоса

Оскільки в технічній характеристиці насоса видно, що робоча точка знаходиться на ізолінії **100 % ККД**, то втрати відсутні, і споживана потужність дорівнює гідравлічній:

$$P_{\text{спож}} = \frac{P_{\text{гідр}}}{\eta} = \frac{1.47}{1.0} = 1.47 \text{ кВт}$$

У випадках, коли ККД нижчий (наприклад, $\eta=0.85$), тоді:

$$P_{\text{спож}} = \frac{P_{\text{гідр}}}{\eta} = \frac{1.47}{0.85} \approx 1.73 \text{ кВт}$$

7.3. Потужність на валу електродвигуна

У даному випадку привід здійснюється через муфту з ККД, близьким до 1. Тому:

$$P = \frac{P_{\text{спож}}}{\eta_{\text{передачі}}} = \frac{1.47}{1.0} = 1.47 \text{ кВт}$$

Висновок

Розрахована потужність, необхідна для роботи насоса Wilo Stratos GIGA у заданій робочій точці $Q = 12 \text{ м}^3/\text{год}$, $H = 45$ м (див. Додаток Б), становить **1.47 кВт**. Ця величина враховується при виборі електродвигуна у технічному проектуванні.

						Арк.
						34
Ізм..I	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

9. Розділ з техніки безпеки

9.1 Загальні вимоги

Експлуатація насосного обладнання Wilo Stratos GIGA вимагає суворого дотримання вимог безпеки, які викладені в офіційному технічному документі виробника. Насос є електромеханічним пристроєм високої потужності, тому ігнорування інструкцій може призвести до травм, пошкодження майна або виходу обладнання з ладу.

Основні загрози:

- ураження електричним струмом;

						Арк.
Ізм..I	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		35

- опіки від гарячих поверхонь;
- протікання при неправильному монтажі;
- пошкодження обладнання при неправильному запуску.

9.2 Вимоги до монтажу

- Монтаж насосів повинні здійснювати лише кваліфіковані спеціалісти, згідно з вимогами ПУЕ та СНіП.
- Перед установкою слід переконатися в цілісності упаковки та відсутності механічних пошкоджень.
- Насос має бути змонтований у вентильованому, сухому приміщенні з доступом для технічного обслуговування.
- Всі електричні підключення слід виконувати тільки при повністю знеструмленій мережі.

9.3 Електробезпека

- Насоси Wilo Stratos GIGA повинні бути заземлені відповідно до норм.
- Роботи в електричному щиті дозволяється проводити лише при знятому навантаженні.
- Усі електродвигуни обладнані термозахистом. При перевищенні температури насос автоматично вимикається — перезапуск можливий тільки після охолодження.
- Забороняється вмикати насос без зафіксованої муфти та вала.

9.4 Експлуатація та обслуговування

- Перед кожним запуском перевірити тиск у системі, температуру двигуна та рівень шуму.
- При появі вібрацій, сторонніх звуків або запахів необхідно негайно вимкнути насос і перевірити вузли.

						Арк.
						36
Ізм../	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

- Щотижня рекомендується проводити огляд підшипників, дисплея керування, герметичності фланцевих з'єднань.
- При планових роботах насос обов'язково знеструмлюється та зливається рідина.

9.5 Аварійні ситуації

У разі виникнення аварії (перегрів, відмова клапана, гідроудар) необхідно:

1. Вимкнути насос з панелі керування.
2. Забезпечити аварійне охолодження або скидання тиску через байпас.
3. Повідомити відповідальну особу.
4. Здійснити діагностику або викликати сервісну службу.

9.6 Інструкція при експлуатації в умовах котельні

З урахуванням реальних умов на об'єкті (котельня для групи багатоповерхових будинків), особливо важливим є:

- автоматичне чергування насосів для зменшення зносу;
- контроль температури двигуна влітку через слабку вентиляцію;
- перевірка зворотного клапана, що вже виходив з ладу;
- своєчасна діагностика стану підшипників;
- вивід сигналів на диспетчерський пульт (або через Modbus).

						Арк.
						37
Ізм..I	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

					Арк.
					38
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата	

ВИСНОВОК

В дипломному проекті були проведені розрахунки потужностей насосу та двигуна, було удосконалено насосну установку, де на одній рамі було змонтовано два насоса, що дає змогу працювати їм по черзі, або одночасно. На сьогоднішній день, коли проходять воєнні дії на території України, це ідеальне рішення для критично важливих об'єктів таких як лікарень та житлових об'єктів, де передбачена автоматична система чергування та перемикання в разі відмови одного з агрегатів.

						Арк.
						39
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

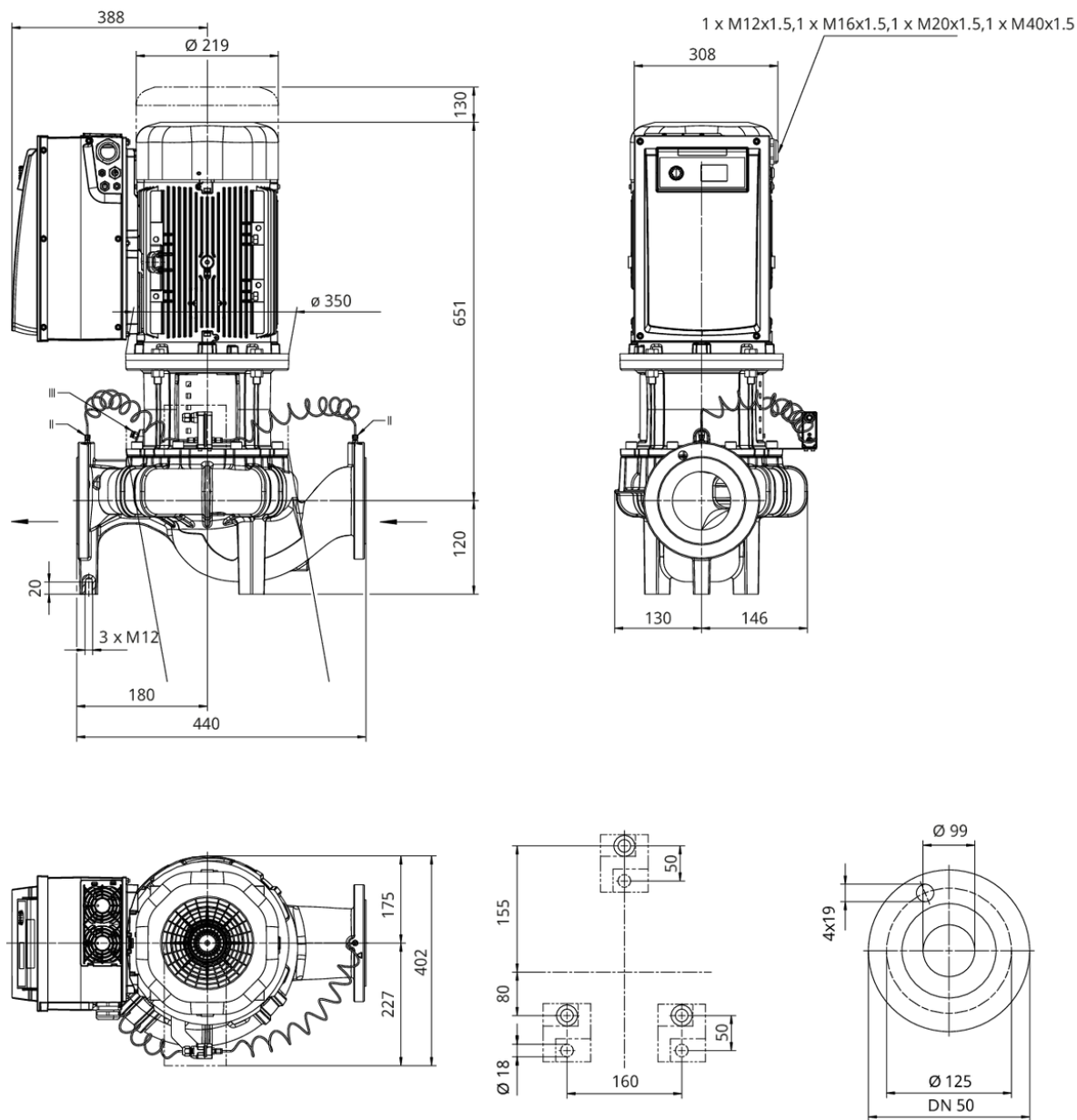
1. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://product-selection.grundfos.com/ua/products/magna/magna3>
2. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.calpeda.com.ua/nr>
3. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://wilo.com/ua/uk/Обладнання/uk/virobi-ta-profesiyniy-dosvid/wilo-stratos-giga>
4. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ksb.com/ru-by/lc/produkcija/nasos/nasos-suhoj-ustanovki/etaline/E03B>
5. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.promnasos.com.ua/evosta.html>
6. Інструкція з монтажу та експлуатації Wilo-Stratos GIGA, Wilo-Stratos GIGA-D, Wilo-Stratos GIGA B – Ed.01/2024-02 – 96 с.
7. ГОСТ 2.770-68 (2000) ЕСКД "Обозначения условные графические на схемах. Элементы кинематики"

						Арк.
						40
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

ДОДАТКИ

						Арк.
						41
Ізм...І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

ДОДАТОК А



ДОДАТОК Б

Робоча характеристика насоса Wilo Stratos GIGA

