

Автоматизована система керування підвищувальної насосної станції житлового будинку

Виконав: ст. гр. ЕПА-17м Петренко М. І.

Керівник роботи: к.т.н., доц. Бабій С. М.

Мета та задачі дослідження

Метою роботи є покращення якості водопостачання житлового будинку шляхом встановлення підвищувальної насосної станції, яка забезпечуватиме необхідний напір в водопровідній мережі житлового будинку.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі **завдання**:

1. Здійснити загальну характеристику заміських систем водопостачання житлових будинків та порівняльну характеристику способів регулювання продуктивності насосних агрегатів.
2. Здійснити вибір устаткування системи водопостачання житлового будинку.
3. Розрахувати автоматизований електропривод насосного агрегату підвищувальної насосної станції житлового будинку.
4. Розробити систему керування підвищувальної насосної станції житлового будинку.
5. Перевірити правильність отриманих проектних рішень шляхом комп'ютерного моделювання.
6. Розробити підхід для оцінки енергоефективності роботи насосної установки.
7. Провести економічні розрахунки.
8. Описати умови безпечної експлуатації розробленої системи.

Об'єкт дослідження – процес водопостачання.

Предметом дослідження є система автоматизованого електропривода насоса підвищувальної насосної станції житлового будинку.



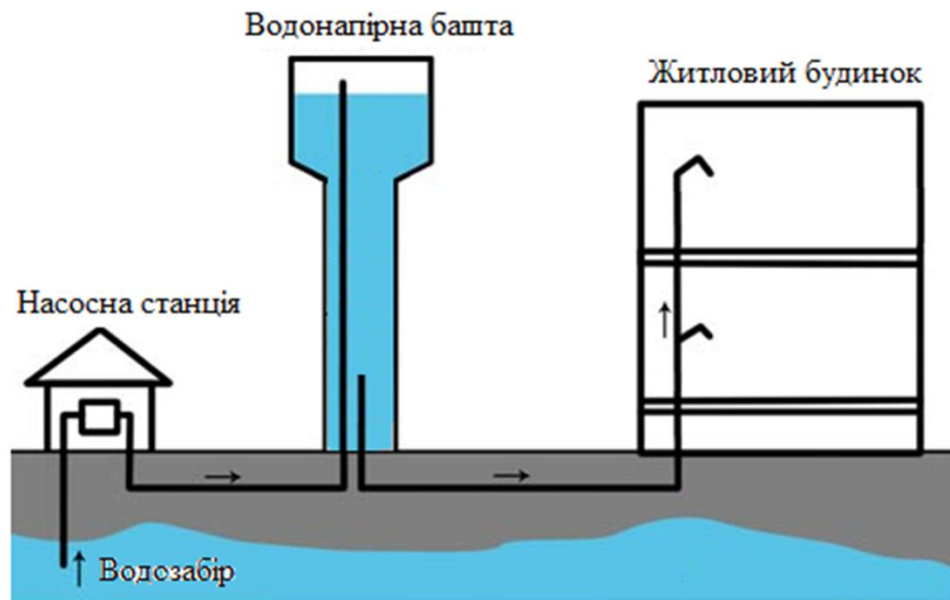
Технічні х-ки водонапірної вежі Рожновського ВБР-15

Найменування параметра	Значення
Висота опори $h_{оп}$, м	8,0
Діаметр опори, мм	1020
Висота бака $h_б$, м	3,5
Діаметр бака, мм	2400
Загальна висота вежі, м	11,5
Об'єм води в вежі, м ³	15,0
Товщина стінок вежі, мм	4,0
Вага вежі, т	2,8

Характеристики житлового будинку:

- 1) кількість поверхів – 2;
- 2) кількість під'їздів – 1;
- 3) кількість квартир на поверсі – 4;
- 4) максимальне споживання води – 4 м³/год;
- 5) висота поверху – 3,2 м;
- 6) висота підвалу – 3 м;

Вихідна система водопостачання житлового будинку



Вихідна схема водопостачання житлового будинку

Внутрішній водопровід вважається забезпеченим напором від зовнішнього водопроводу, якщо в точці приєднання введення виконується умова:

$$H_{\text{гр}} = H_{\text{в}}$$

Оскільки:

$$H_{\text{гр}} \leq H_{\text{в}}$$

$$7,6 \leq 14$$

то необхідно є додаткова насосна установка

Дана система водопостачання може забезпечити робочий напір при нормальних умовах експлуатації в межах:

$$11,1 \dots 7,6 \text{ м}$$

Гарантований напір становить:

$$H_{\text{гр}} = 7,6 \text{ (м)}$$

Мінімальний необхідний вільний напір $H_{\text{в}}$ в час максимального споживання води:

$$H_{\text{в}} \approx 14 \text{ (м)}$$

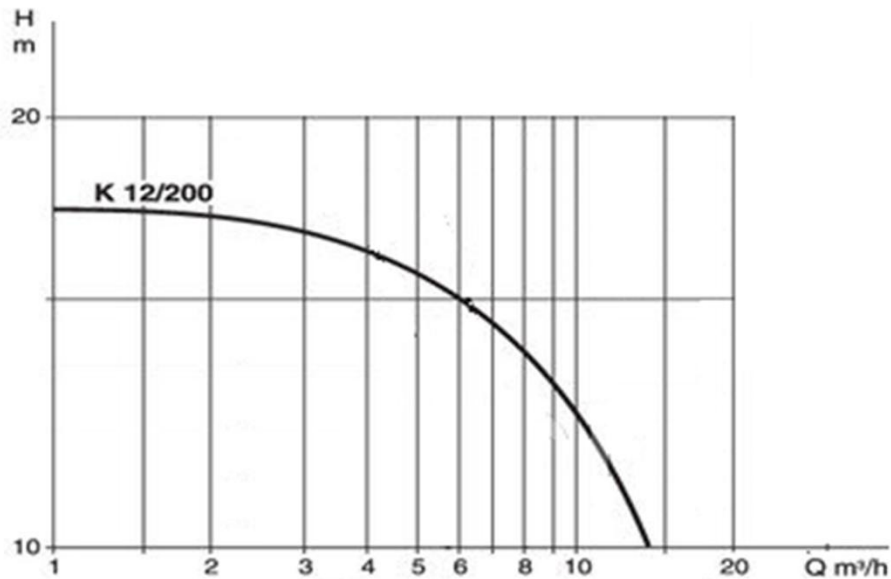


Відцентровий насос DAB K 12/200 T

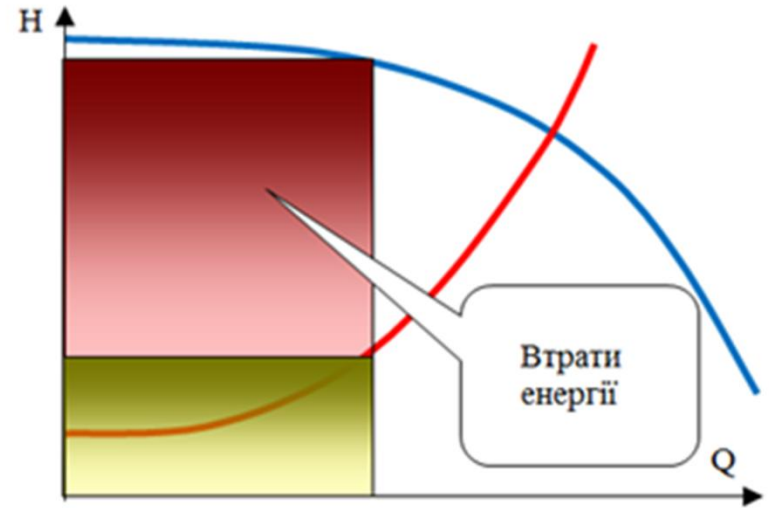
Характеристики насосного агрегату

Технічні характеристики відцентрового насосу
ДAB К 12/200 Т

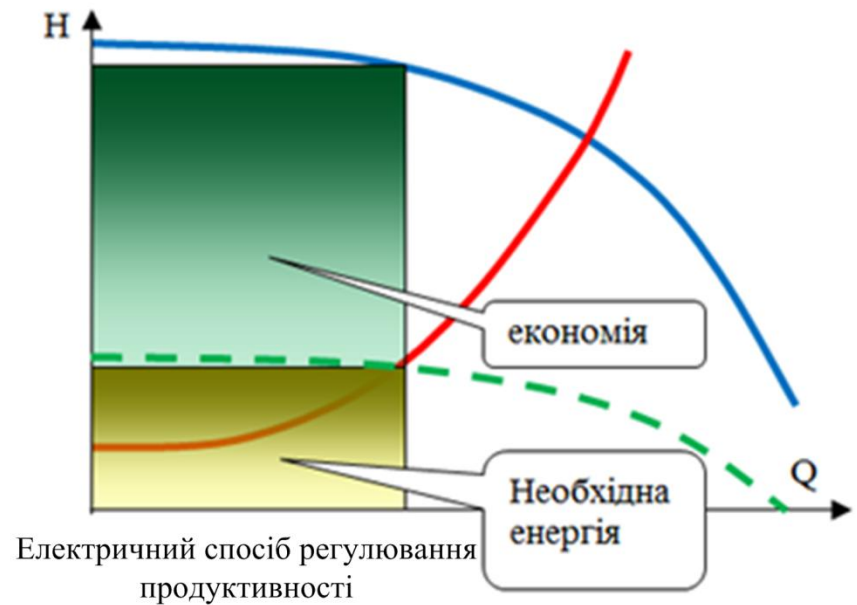
Параметри	Значення
Максимальний напір, м	17,5
Пропускна здатність, м ³ /год	14
Температура рідини, що перекачується	-10°C до +110°C



Q-H характеристики відцентрового насосу
ДAB К 12/200 Т

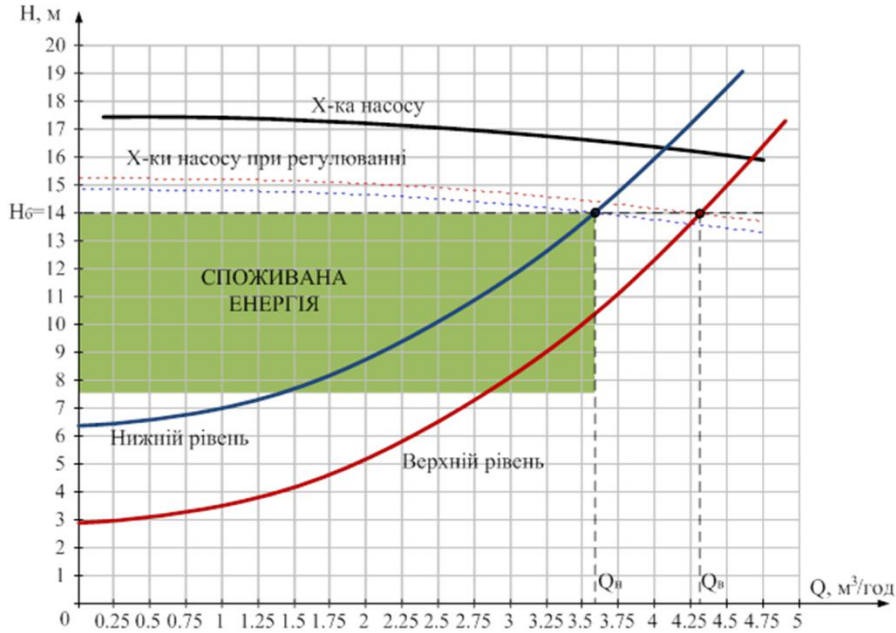


Механічний спосіб регулювання
продуктивності



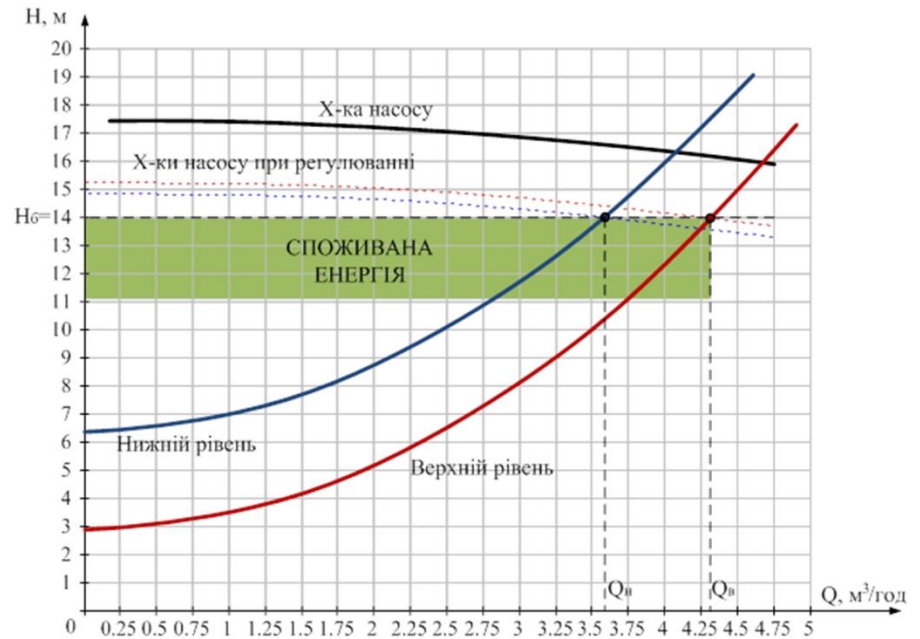
Електричний спосіб регулювання
продуктивності

Суміщені Q-N характеристика відцентрового насосу та трубопроводу житлового будинку



Суміщені Q-N характеристика відцентрового насосу DAB K 12/200 T та трубопроводу житлового будинку (споживана потужність при нижньому рівні води в водонапірній вежі)

Суміщені Q-N характеристика відцентрового насосу DAB K 12/200 T та трубопроводу житлового будинку (споживана потужність при верхньому рівні води в водонапірній вежі)



Техніко-економічне обґрунтування вибору системи електропривода

Показники	Системи електричного привода		
	ТП-Д	ТРН-АД	ПЧ-АД
Вартість двигуна Д, грн	3000	1200	1200
Вартість системи керування СК, грн	5639,4	5639,4	6266
Капітальні вкладення К, грн	8639,4	6839,4	7466
Річні капітальні витрати $K_{рiчн}$, грн/рік	1468,70	1162,70	1269,22
Амортизаційні відрахування C_A , грн/рік	863,94	683,94	746,60
Відрахування на ремонт C_P , грн/рік	172,79	136,79	149,32
Додаткові відрахування C_D , грн/рік	2835,10	4302,97	2595,44
Відрахування на обслуговування C_O , грн/рік	193,59	256,19	174,57
Загальні відрахування С, грн/рік	4065,42	5379,89	3665,93
Приведені витрати З, грн/рік	5534,12	6542,59	4935,15

Технічні характеристики приводного двигуна

Тип двигуна	4A71A2
Номинальна потужність $P_{дв.н.}$, кВт	0,75
Номинальна напруга $U_{дв.н.}$, В	380
Номинальна швидкість обертання $n_{дв.н.}$, об/хв	2823
$\cos\phi_{ном}$	0,87
Коефіцієнт корисної дії $\eta_{дв.н.}$, %	77
Кратність пускового моменту $\lambda_{пуск}$	2,0
Кратність критичного моменту λ_k	2,0

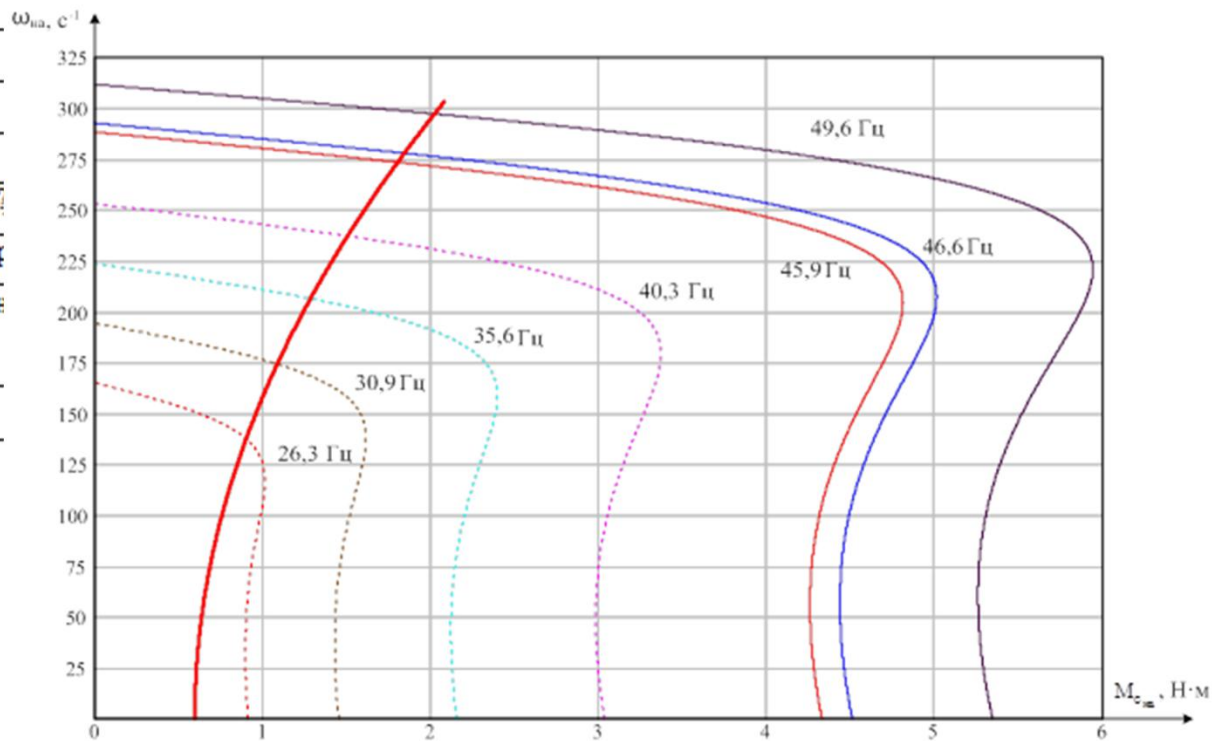
Розрахункова потужність
приводного двигуна:

$$P_{роз} = 0,7 \text{ (кВт)}$$

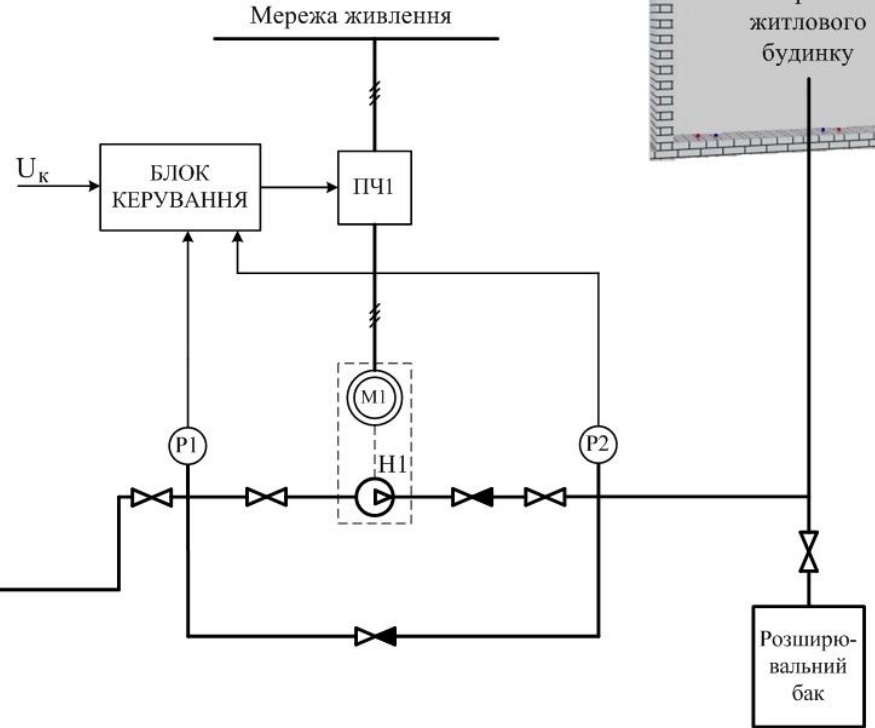
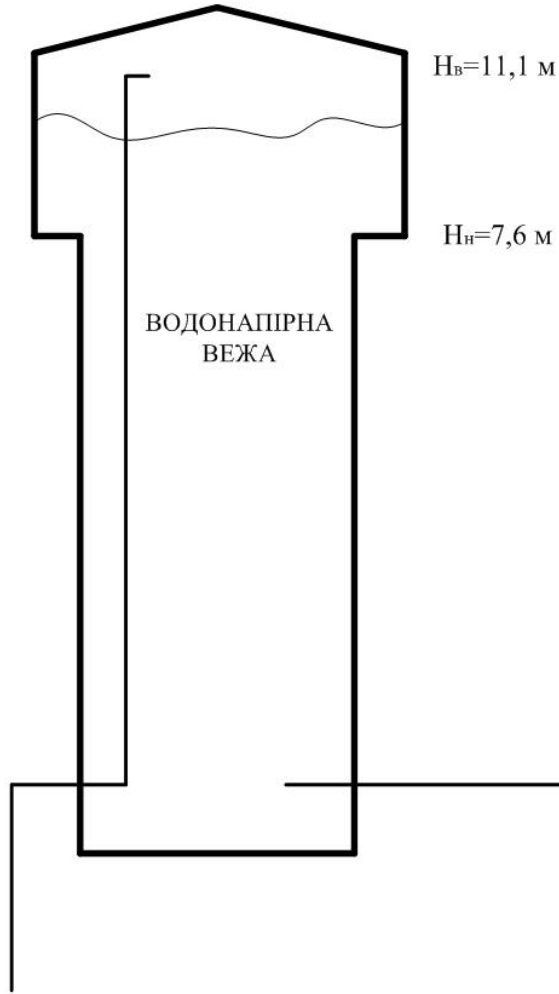
Номинальний струм статора $I_{дв.н.}$, А
Кратність пускового струму $\lambda_{I_{пуск}}$
Активний опір обмотки статора R_1 , Ом
Приведений активний опір обмотки ротора R_2' , Ом
Індуктивний опір розсіювання обмотки статора X_1 , Ом
Приведений індуктивний опір розсіювання ротора X_2' , Ом
Момент інерції ротора $J_{рот.}$, кг·м ²

Сімейство штучних механічних характеристик при частотному регулюванні швидкості

$$\frac{U}{f^2} = \text{const}$$



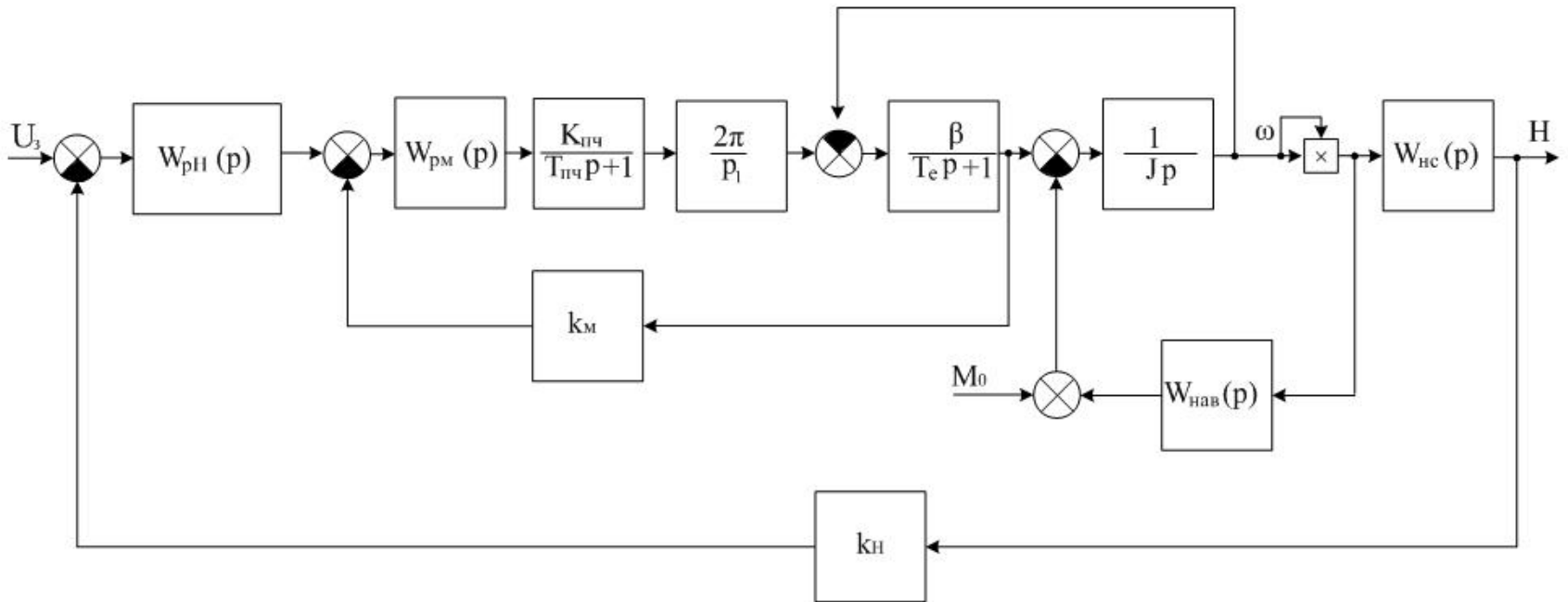
08-16.МКР.009.00.000 Е1



Пішиве і дата	Пішиве і дата
Зам. і пов. №	Інв. № дубл.
Інв. № ориг.	

					08-16.МКР.009.00.000 Е1			
Зм.	Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата	Автоматизована система керування підвищувальною насосною станцією житлового будинку. Схема структурна підвищувальної насосної станції житлового будинку	Літ.	Маса	Масштаб
Розробив:		Петренко М.І.						
Перевірив:		Бабій С.М.						
Т. контр.								
Норм.кон.		Бабій С.М.				Аркуш 1	Аркушів 1	
Затверд.		Кутін В.М.				гр. ЕПА-17м		

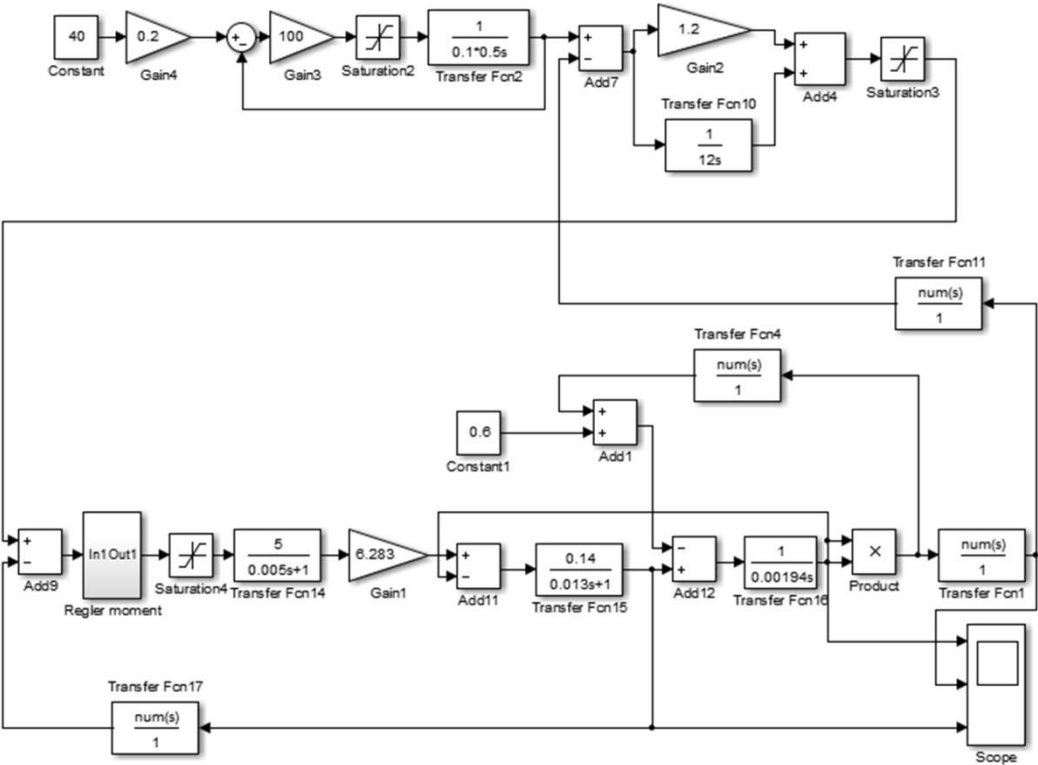
08-16.МКР.009.00.000 Е1



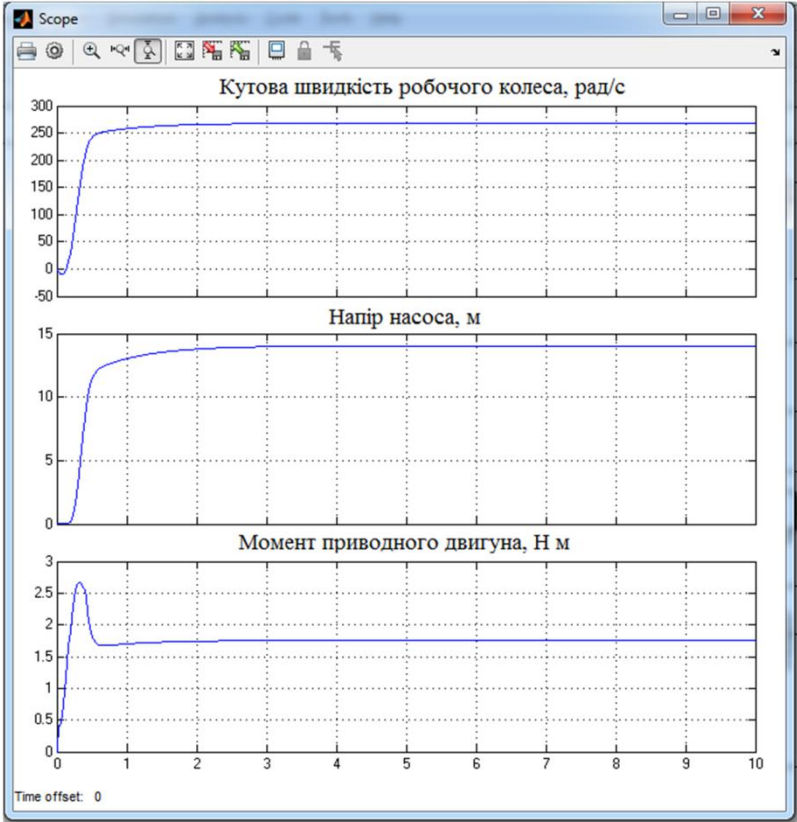
Підпис і дата	
Інв. № дубл.	
Зам. інв. №	
Підпис і дата	
Інв. № ориг.	

					08-16.МКР.009.00.000 Е1			
Зм.	Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата	Автоматизована система керування підвищувальної насосної станції житлового будинку. Схема електрична структурна САЕП підвищувальної насосної станції	Літ.	Маса	Масштаб
Розробив:		Петренко М.І.						
Перевірив		Бабій С.М.						
Т. контр.								
Норм.кон.		Бабій С.М.				гр. ЕПА-17м		
Затверд.		Кутін В.М.			Аркуш 1			

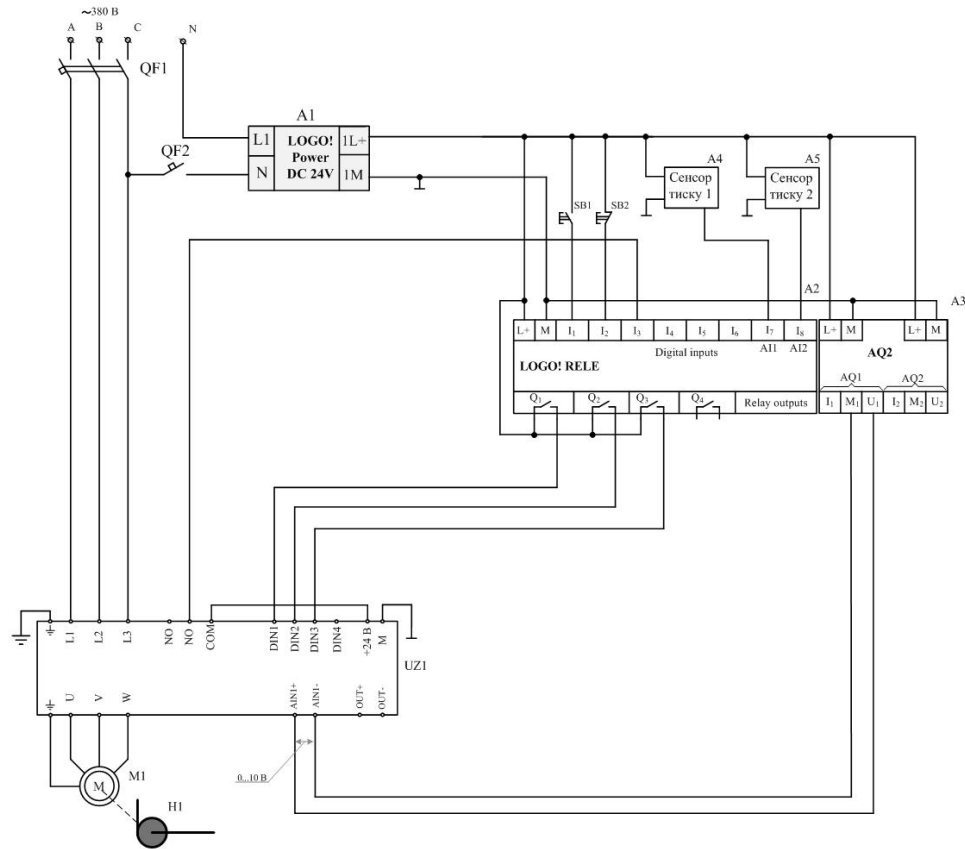
Моделювання перехідних процесів



Модель ПЧ-АД в Simulink



Графіки перехідних процесів

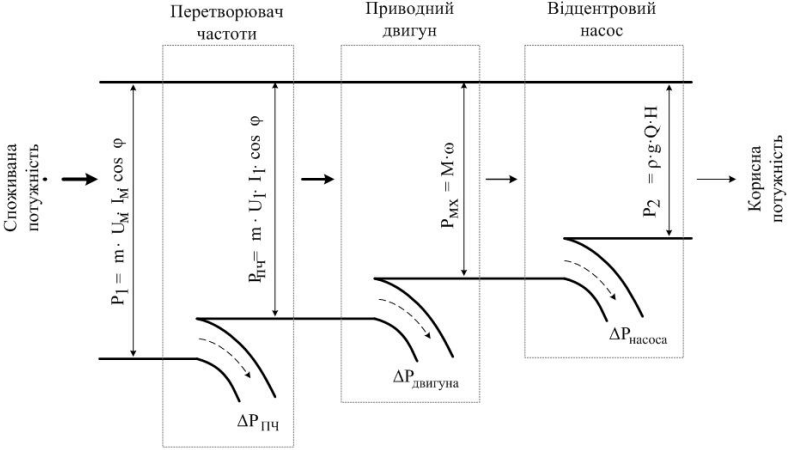


Поз.	Найменування	К-ть	Примітки
A1	Logo! Power DC 24 V	1	
A2	Logo!12/24RCE	1	
A3	Logo! AM2 AQ	1	
A4, A5	MBS 1700	2	0 – 10 bar
Двигун			
M1	4A71A2	1	0,75 кВт
Автоматичний вимикач			
QF1	BA88-80	1	
QF2	BA47-29, C	1	
Частотний перетворювач			
UZ1	SINAMICS V20	1	0,75 кВт

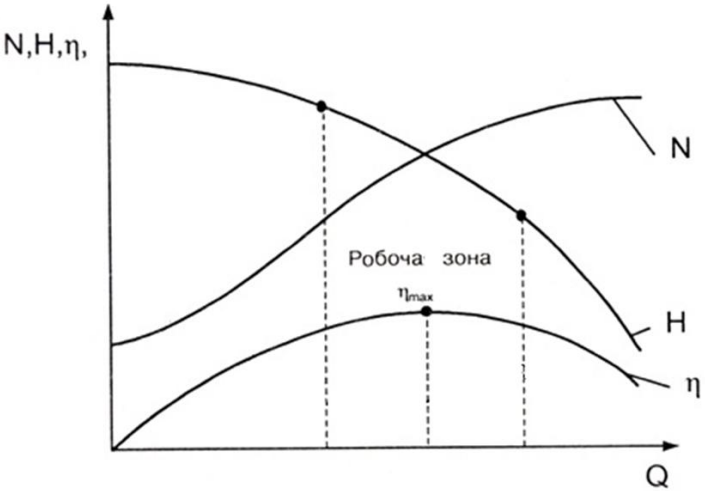
08-16.МКР.009.00.000 ЕЗ				Автоматизована система керування підвищувальною насосної станції житлового будинку. Схема електрична принципова САЕП підвищувальної насосної станції		
Зм. Арк.	№ документа	Підпис	Дата	Лист	Маса	Масштаб
Розробив:	Петренко М.І.					
Перевірив:	Бабій С.М.					
Т. контр.				Аркуш 1	Аркушів 1	
Норм.кон.	Бабій С.М.			гр. ЕПА-17м		
Затверд.	Кутів В.М.					

Ім'я, № ориєн.
Ім'я, № зарис.
Ім'я, № дані
Ім'я, № вхід.
Ім'я, № дані

ОЦІНКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ НАСОСНОЇ УСТАНОВКИ



Розподіл потужності в частотно-регульованому електроприводі насосного агрегату



Характеристика відцентрового насоса

Фактичний ККД насосної станції:

$$\eta_{нс\ факт} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{m \cdot U_M \cdot I_M \cdot \cos \phi} \quad (1)$$

Еталонне значення ККД насосної станції можна розраховувати базуючись на паспортних значеннях ККД насоса, двигуна та перетворювача частоти:

$$\eta_{нс\ еталон} = \eta_{н\ паспорт} \cdot \eta_{дв\ паспорт} \cdot \eta_{пч\ паспорт} \quad (2)$$

або за формулою (1) використовуючи дані вимірювання отримані при введенні насосної станції в експлуатацію.

Порівнюючи фактичне значення ККД насосної станції з еталонним значенням можна зробити висновок про енергоефективність роботи насосної установки:

$$\begin{cases} \text{if } \eta_{нс\ факт} \geq 0,9 \cdot \eta_{нс\ еталон} & \Rightarrow k := 1; \\ \text{if } 0,8 \cdot \eta_{нс\ еталон} \leq \eta_{нс\ факт} < 0,9 \cdot \eta_{нс\ еталон} & \Rightarrow k := 0,5; \\ \text{if } \eta_{нс\ факт} < 0,8 \cdot \eta_{нс\ еталон} & \Rightarrow k := 0. \end{cases} \quad (3)$$

Якщо k=1, то насосна станція працює в енергоефективному режимі.
 Якщо k=0,5, то насосна станція працює з втратами, які знаходяться в допустимих межах.
 Якщо k=0, то насосна станція працює зі значними втратами, що обумовлені зношенням обладнання. Необхідним є проведення ремонтних робіт, або заміна обладнання на нове, більш ефективне.

ВИСНОВКИ

Наукова новизна одержаних результатів.

Отримав подальшого розвитку метод оцінки енергоефективності роботи насосної станції, який на відміну від існуючого, враховує характеристики силового перетворювача, приводного двигуна та насосного агрегату.

Практичне значення одержаних у роботі результатів полягає в розробці у середовищі Mathcad алгоритму для побудови суміщених Q-H характеристик насосу та трубопроводу.

Особистий внесок здобувача. Основні результати магістерської кваліфікаційної роботи отримано автором самостійно.

Апробація результатів роботи. Основні положення і результати досліджень доповідались та обговорювались на міжнародній інтернет-конференції «Молодь в технічних науках: дослідження, проблеми, перспективи (МТН-2019)».

Публікації. За тематикою дослідження опубліковано 1 тези доповідей матеріалів конференцій.