

## 2.1.2 Серія шаф керування з перетворювачем частоти для кожного електродвигуна



Шафи керування з частотним перетворювачем для кожного електродвигуна призначені для контролю і керування стандартними асинхронними електродвигунами одного типорозміру. Стандартна лінійка передбачає можливість виготовлення шаф для керування від 1 до 6 електродвигунами. Застосування частотного регулювання для кожного електродвигуна забезпечує:

- найбільш ефективне енергозбереження;
- безступінчасте регулювання (відсутність «мертвих» зон підтримуваного параметра);
- точна підтримка заданих параметрів за допомогою регулювання частоти обертання всіх підключених електродвигунів;
- мінімальні втрати при роботі двигуна;
- роботу насосів, які перебувають в експлуатації з однаковою частотою обертання;
- відсутність в схемі механічних контакторів перемикання;
- плавний запуск і зупинка кожного електродвигуна у всіх режимах роботи (можливість гідроударів зведена

до нуля, збільшується експлуатаційний ресурс системи керування і насосів);

- збереження функції частотного регулювання при аварії одного з перетворювачів частоти.

**Сфера застосування:**

- системи холодного та гарячого водопостачання;
- технічне водопостачання;
- опалення;
- свердловинне використання;
- вентиляція;
- кондиціонування.

**Маркування**

Приклад: АПК 40 -025 -54 ЧП -2 3 А

Шафа керування

Номинальна напруга:

23 – 220 В;  
40 – 380 В;  
69 – 690 В.

Номинальний струм

Ступінь захисту:

23 – IP23;  
54 – IP54;  
65 – IP65.

Головні компоненти:

Ч – перетворювач частоти:

Ч – один перетворювач частоти;

Ч2 – два перетворювача частоти;

Ч3 – три перетворювача частоти;

П – плавний пуск двигунів;

КП – плавний пуск для кожного двигуна;

К – прямиий пуск двигунів.

Кількість основних двигунів

Загальна кількість двигунів

Модифікація:

А – один ввід живлення;

Б – два вводи живлення з АВР;

Б2 – два вводи живлення без АВР.

**Технічні характеристики**

Потужність	до 630 кВт кожного двигуна
Датчики для підключення	реле тиску для захисту від сухого ходу
	датчик зворотного зв'язку 4–20 мА (тиск, витрата, перепад тиску і ін.)
	термоконтакт (при наявності захисту в двигуні)
Вихідні сигнали (диспетчеризація)	«Аварія» кожного насоса
Індикація	«Мережа», «Робота / Аварія» кожного насоса, «Ввід 1», «Ввід 2» - для модифікації з двома вводами
Захист	від короткого замикання
	від теплового перевантаження за струмом
	від перегріву двигуна (при підключенні термоконтактів)
	від зникнення, перекошу або неправильної послідовності підключення фаз
Температура навколишнього середовища	0...+40 °С (середня не більше +35 °С)
Відносна вологість	20–90 % (без конденсату)
Ступінь захисту	IP54
Корпус шафи	метал

## Стандартна лінійка шаф

Живлення (50 Гц)	Кількість двигунів для підключення	Тип	Кількість вводів живлення
3×380 В	2	АПК40-(001-100)-54С2-22А	1
		АПК40-(001-100)-54С2-22Б	2 (з АВР)
		АПК40-(001-100)-54С2-22Б2	2 (без АВР)
	3	АПК40-(001-100)-54С3-33А	1
		АПК40-(001-100)-54С3-33Б	2 (з АВР)

\*До шаф керування можливе підключення електродвигунів потужністю 0,37-630 кВт (номінальний струм від 0,63-1500 А). Інформація про шафах керування про потужність, не зазначену далі в каталозі, надається за запитом.

## Принцип роботи

Шафа керування має два режими керування для кожного електродвигуна окремо – **Ручний** і **Автоматичний**, вибір режиму здійснюється перемикачем на передній панелі шафи. В ручному режимі керуванні насосами здійснюється на передній панелі шафи кнопками «Пуск/Стоп» відповідного насоса з відображенням індикації стану. Пуск насоса здійснюється плавно з виходом на встановлену частоту. В автоматичному режимі – від сигналів зовнішніх датчиків. Принцип роботи шафи заснований на схемі каскадного включення електродвигунів, по сигналу від зовнішнього датчика зворотного зв'язку (тиск, витрата, температура, рівень, перепад тиску і т. п.).

## Автоматичний режим

Перетворювач частоти починає роботу, змінюючи частоту обертання електродвигуна насоса відповідно до показань датчика тиску на основі ПІД-регулювання. На початку роботи завжди запускається один частотнорегульований насос.

Продуктивність установки змінюється відповідно до споживання шляхом включення/вимкнення необхідного числа насосів і паралельного регулювання насосів, які перебувають в експлуатації.

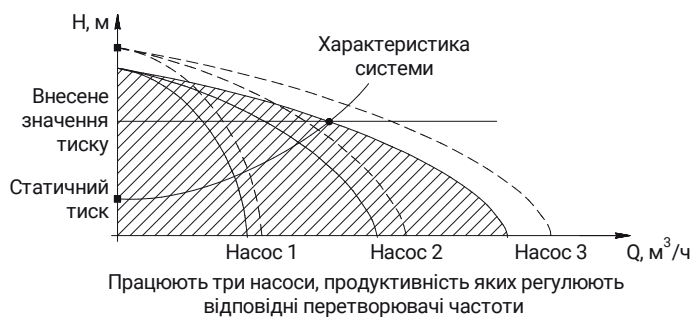
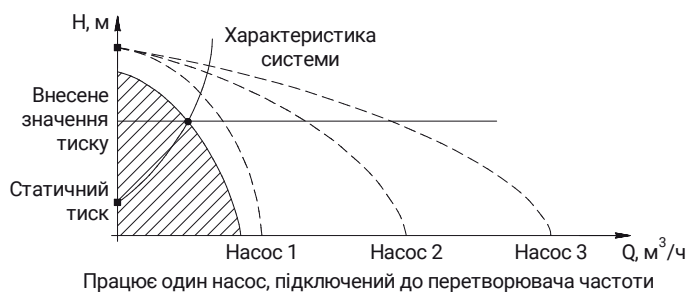


Рис. 15 – Робота насосів

Якщо завдання не досягнуто і насос працює на максимальній частоті то, через певний проміжок часу контролер включити додатковий перетворювач частоти в роботу і насоси синхронізуються по частоті обертання (насоси в експлуатації працюють з однаковою частотою обертання). І так до тих пір, поки тиск в системі не досягне заданого значення (рис. 15).

При досягненні заданого значення тиску, контролер почне знижувати частоту всіх працюючих перетворювачів частоти, якщо протягом певного часу частота перетворювачів тримається нижче заданого порогу, буде проведено відключення додаткових насосів по черзі через певні проміжки часу. Після цього, якщо на контролері включений «Сплячий режим», відбудеться вимкнення останнього перетворювача.

Під час перехідного процесу при пуску додаткового насоса, основний насос знижує швидкість і насоси виходять на синхронну частоту роботи (рис. 16).

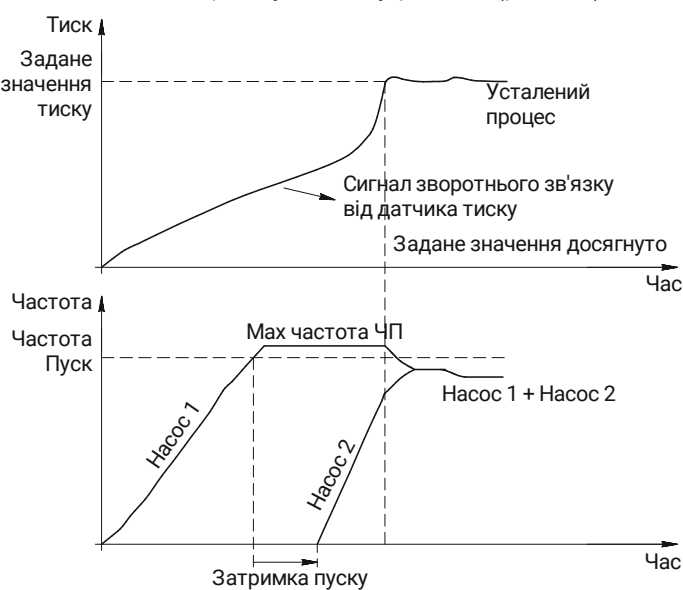


Рис. 16 – Часова діаграма пуску додаткового насоса

Під час перехідного процесу при зупинці додаткового насоса, основний насос підтримує тиск, починаючи з мінімальної заданої швидкості (рис. 17).

Для вирівнювання ресурсу електродвигуна за часом реалізована функція зміни послідовності ввімкнення і вимкнення насосів.

У шафі передбачено автоматичне ввімкнення резервних насосів в разі виходу з ладу робочих, вибір кількості робочих і резервних насосів передбачений на панелі контролера.

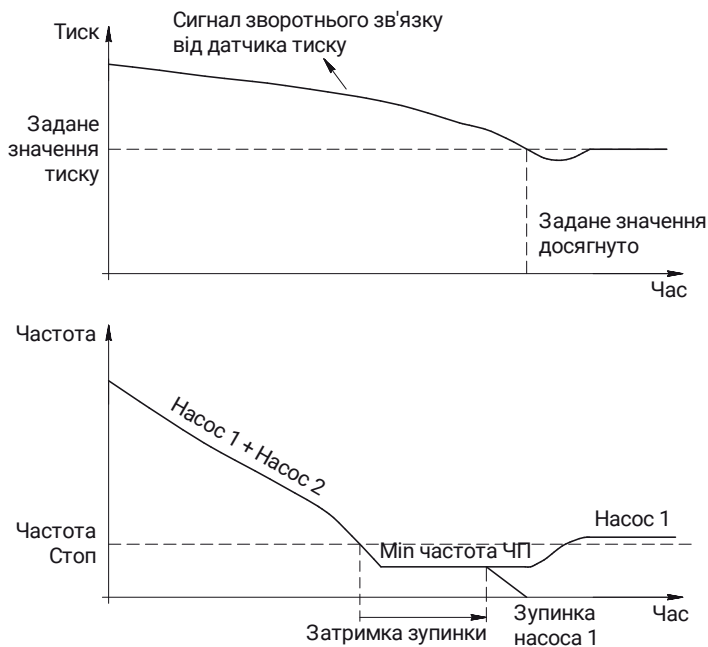


Рис. 17 – Часова діаграма зупинки додаткового насоса

Перетворювачі частоти, крім регулювання, забезпечують плавний пуск всіх електродвигунів, так як вони підключені безпосередньо до них, це дозволяє уникнути застосування додаткових пристроїв плавного пуску, обмежити пускові струми електродвигунів і збільшити експлуатаційний ресурс насосів за рахунок зменшення динамічних перевантажень виконавчих механізмів при пуску і зупинці електродвигунів. Для систем водопостачання це означає відсутність гідроударів при пуску і зупинці додаткових насосів.

Для кожного електродвигуна перетворювачі частоти виконують безліч функцій керування і захисту: регулювання частоти обертання, захист від перевантаження, гальмування, моніторинг механічного навантаження, дисплеї, лічильники мотогодин. Даний набір функцій дозволяє позбутися від додаткового обладнання.

Шафи керування дозволяють точно підтримувати заданий параметр (витрата, тиск, температура, перепад тиску, перепад температури) за рахунок регулювання частоти обертання всіх електродвигунів за допомогою перетворювачів частоти.

#### Функція «День/Ніч»

Для випадку дворівневого завдання «День/Ніч» надається можливість задати рівень тиску, який буде підтримуватися в денні години, і рівень тиску - в нічні. В цьому випадку логічний модуль буде автоматично використовувати те задане значення, яке повинно бути в даний момент часу, в залежності від показань годин реального часу і налаштування блоку «День/Ніч». Рівень підтримуваного тиску визначається в логічному модулі і може бути встановлений фіксованим (два рівня «День/Ніч»), або змінюватися в залежності від сигналу зовнішнього завдання при установці блоку зовнішнього завдання.

#### Аварійні ситуації

1. Обрив або втрата сигналу датчика тиску. При відсутності сигналу з датчика тиску відбувається пуск всіх насосів на встановлену частоту (можливість для користувача зміни).

2. Аварія перетворювача частоти. У разі аварії перетворювача частоти відбувається зупинка відповідного електродвигуна, загоряється індикатор «Аварія» насоса, спрацьовують контакти диспетчеризації і відбувається пуск резервного електродвигуна з частотним регулюванням від свого частотного перетворювача.

3. Аварія робочого насоса. У разі виникнення аварії насоса перетворювач частоти зафіксує аварію двигуна (перевантаження по струму, перегрів насоса, недовантаження насоса, перевантаження насоса, втрата двигуна, коротке замикання в двигуні), загориться індикація «Аварія» насоса, спрацюють контакти диспетчеризації і станеться пуск резервного електродвигуна з частотним регулюванням від свого частотного перетворювача.

#### Модифікація з двома вводами живлення

У разі установки шафи керування на об'єктах I (крім особливої групи) і II категорій електропостачання шафа може бути виготовлена з живленням від двох незалежних джерел електропостачання (з вбудованим АВР або без). У шафах з вбудованим АВР при обриві, зникненні або неправильній послідовності підключення фаз відбувається автоматичне перемикавання з основного вводу на резервний, а при відновленні живлення на основному вводі – зворотне перемикавання. На лицьовій панелі передбачений вибір основного вводу живлення за допомогою перемикача. В кінці маркування шафи додається позначення «Б» (наприклад, АПК40-036-54Ч2-22Б).

У шафах керування з двома вводами живлення без вбудованого АВР живлення кожного насоса здійснюється від свого вводу, наприклад, від двох розподільних панелей. В кінці маркування шафи додається позначення «Б2» (наприклад АПК40-036-54Ч2-22Б2).

#### Збільшення функціональності шафи. Опції

Є можливість розширити функціонал базової версії шафи за допомогою наступних опцій: диспетчеризація, протоколи передачі даних, установка на передню панель, опції загального застосування.

#### Диспетчеризація:

- блок диспетчеризації «Робота» на 1 електродвигун (перекидний контакт на клемній колодці);
- блок диспетчеризації «Мережа» на один ввід (перекидний контакт на клемній колодці);
- блок диспетчеризації режиму роботи шафи «Автоматичний» (перекидний контакт на клемній колодці);

### Протоколи передачі даних:

- блок комунікаційного модуля Modbus RTU;

### Для установки на передню панель:

- блок виносного пульта перетворювача частоти;
- блок вольтметра на 1 ввід (вбудовується на заводі);
- блок лічильника мотогодин на 1 електродвигун;
- блок «Завдання» (потенціометр на дверях шафи).

### Опції загального застосування:

- блок вихідного дроселя для ПЧ;

- блок підключення гальмівного блоку ПЧ;
- блок підключення зовнішнього завдання 4-20 мА;
- блок підключення 2-х аналогових датчиків 4-20 мА (підтримання перепаду);
- блок підключення реле перепаду тиску на 1 насос;
- блок підключення датчика РТС на 1 електродвигун.
- блок підключення дистанційного пуску/зупинки шафи в режимі «Автоматичний»;
- блок підключення ключа безпеки на 1 електродвигун;
- блок захисту від сухого ходу 1 електродвигуна.

### Таблиця підбору

2 насоса/частотне регулювання для кожного насоса	Тип ЧП	U – 3x380 В		Розміри, мм ВxШxГ
		P, кВт	I, А	
АПК40-002-54Ч2-22А	ACS310	0,75	0,63-2,5	800x600x300
АПК40-004-54Ч2-22А		1,5	2,5-3,8	
АПК40-005-54Ч2-22А		2,2	3,8-5,1	
АПК40-009-54Ч2-22А		4	5,1-9,6	
АПК40-013-54Ч2-22А		5,5	9,6-13	1000x600x300
АПК40-017-54Ч2-22А		9	13-17	
АПК40-025-54Ч2-22А		11	17-25	
АПК40-018-54Ч2-22А		9	13-18	
АПК40-025-54Ч2-22А		11	18-25	1000x600x400
АПК40-030-54Ч2-22А		15	25-30	
АПК40-036-54Ч2-22А		18,5	28-36	
АПК40-045-54Ч2-22А		22	37-45	
АПК40-060-54Ч2-22А	ACS550	30	46-60	1200x800x400
АПК40-072-54Ч2-22А		37	60-72	
АПК40-088-54Ч2-22А		45	72-88	
				1800x800x400

### Два вводи живлення без АВР

2 насоса/частотне регулювання для кожного насоса	Тип ЧП	U – 3x380 В		Розміри, мм ВxШxГ
		P, кВт	I, А	
АПК40-002-54Ч2-22Б2	ACS310	0,75	0,63-2,5	1000x600x300
АПК40-004-54Ч2-22Б2		1,5	2,5-3,8	
АПК40-005-54Ч2-22Б2		2,2	3,8-5,1	
АПК40-009-54Ч2-22Б2		4	5,1-9,6	
АПК40-013-54Ч2-22Б2		5,5	9,6-13	1000x600x400
АПК40-017-54Ч2-22Б2		9	13-17	
АПК40-025-54Ч2-22Б2		11	17-25	
АПК40-018-54Ч2-22Б2		9	13-18	
АПК40-025-54Ч2-22Б2		11	18-25	1200x800x400
АПК40-030-54Ч2-22Б2		15	25-30	
АПК40-036-54Ч2-22Б2		18,5	28-36	
АПК40-045-54Ч2-22Б2		22	37-45	
АПК40-060-54Ч2-22Б2	ACS550	30	46-60	1200x800x400
АПК40-072-54Ч2-22Б2		37	60-72	
АПК40-088-54Ч2-22Б2		45	72-88	
				1800x800x400

### Два вводи живлення з АВР

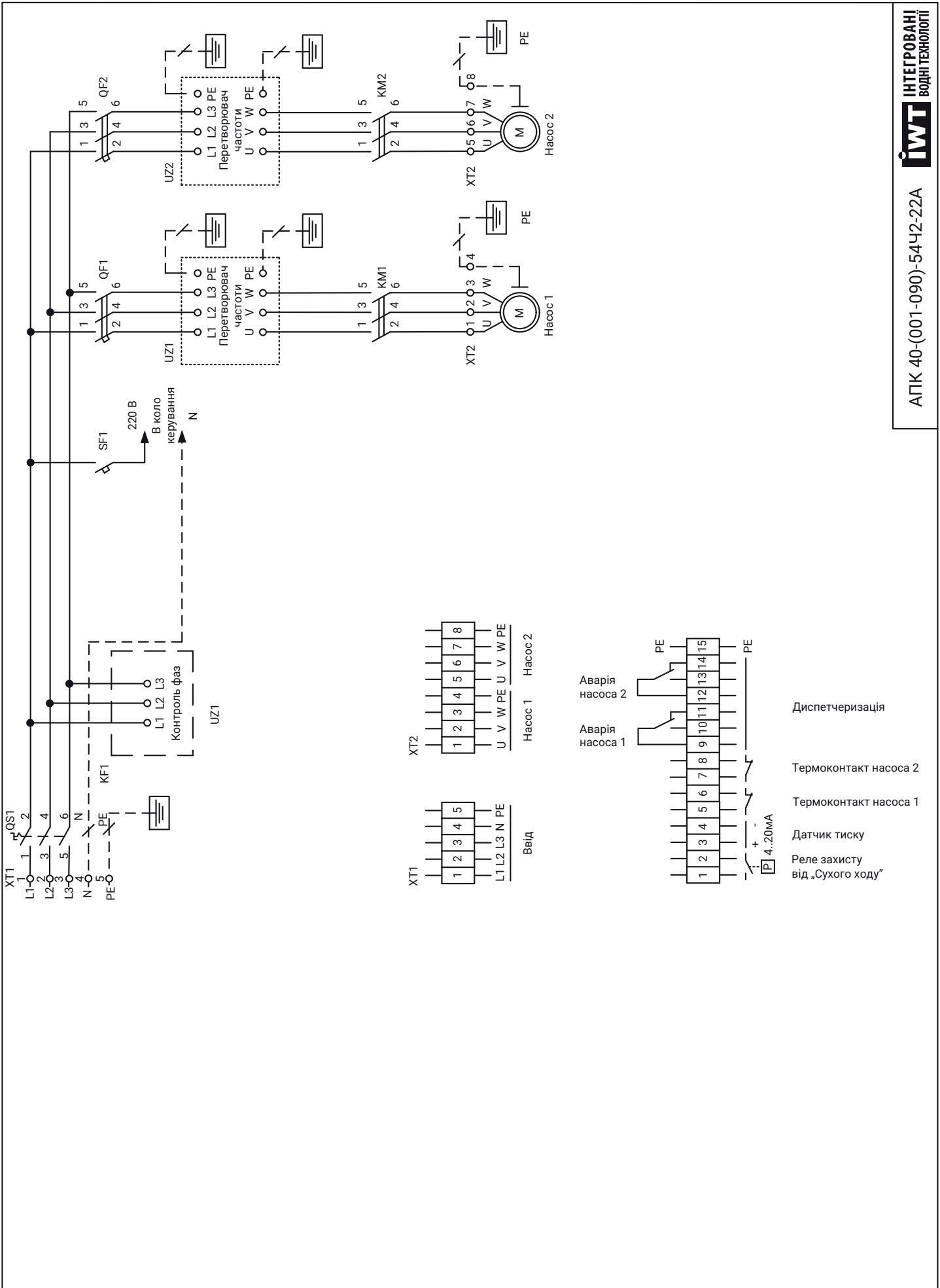
2 насоса/частотне регулювання для кожного насоса	Тип ЧП	U – 3x380 В		Розміри, мм ВxШxГ
		P, кВт	I, А	
АПК40-002-54Ч2-22Б	ACS310	0,75	0,63-2,5	1000x600x400
АПК40-004-54Ч2-22Б		1,5	2,5-3,8	
АПК40-005-54Ч2-22Б		2,2	3,8-5,1	
АПК40-009-54Ч2-22Б		4	5,1-9,6	
АПК40-013-54Ч2-22Б		5,5	9,6-13	1200x800x400
АПК40-017-54Ч2-22Б		9	13-17	
АПК40-025-54Ч2-22Б		11	17-25	
АПК40-018-54Ч2-22Б		9	13-18	
АПК40-025-54Ч2-22Б		11	18-25	1800x800x400
АПК40-030-54Ч2-22Б		15	25-30	
АПК40-036-54Ч2-22Б		18,5	28-36	
АПК40-045-54Ч2-22Б		22	37-45	
АПК40-060-54Ч2-22Б	ACS550	30	46-60	1800x800x400
АПК40-072-54Ч2-22Б		37	60-72	
АПК40-088-54Ч2-22Б		45	72-88	
				2000x1000x400

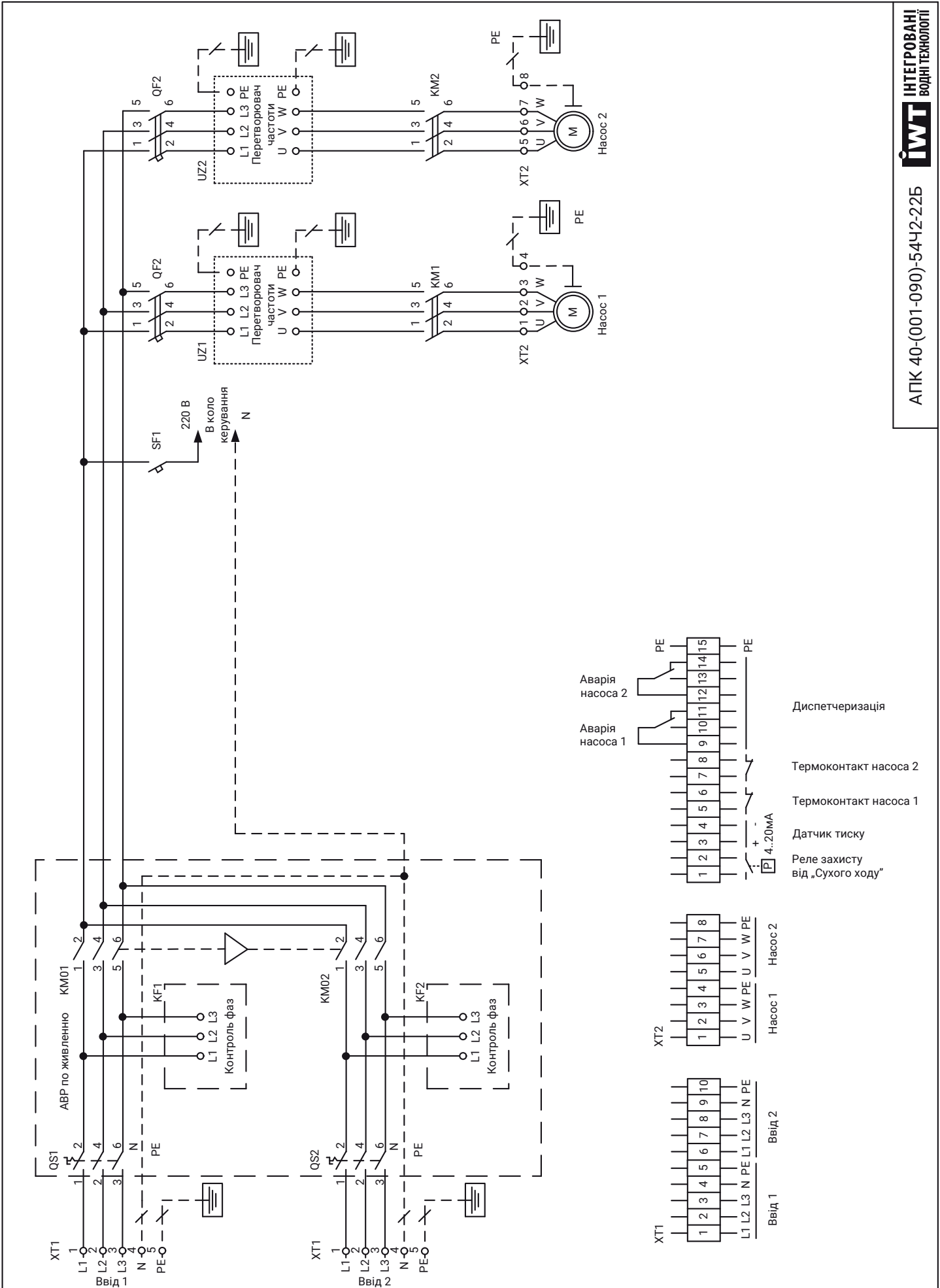
3 насоса/частотне регулювання для кожного насоса	Тип ЧП	U – 3x380 В		Розміри, мм ВxШxГ
		P, кВт	I, А	
АПК40-002-54Ч3-33А	ACS310	0,75	0,63-2,3	800x600x300
АПК40-004-54Ч3-33А		1,5	2,3-3,8	
АПК40-005-54Ч3-33А		2,2	3,8-5,1	
АПК40-010-54Ч3-33А		4	5,1-9,6	
АПК40-013-54Ч3-33А		5,5	9,6-13	1000x600x300
АПК40-017-54Ч3-33А		9	13-17,5	
АПК40-025-54Ч3-33А		11	17,5-25	
АПК40-018-54Ч3-33А		9	13-18	
АПК40-025-54Ч3-33А		11	18-25	1800x800x400
АПК40-030-54Ч3-33А		15	25-30	
АПК40-036-54Ч3-33А		18,5	28-36	
АПК40-045-54Ч3-33А		22	37-45	
АПК40-060-54Ч3-33А	ACS550	30	46-60	1800x800x400
АПК40-072-54Ч3-33А		37	60-72	
АПК40-088-54Ч3-33А		45	72-88	
				2000x1000x600

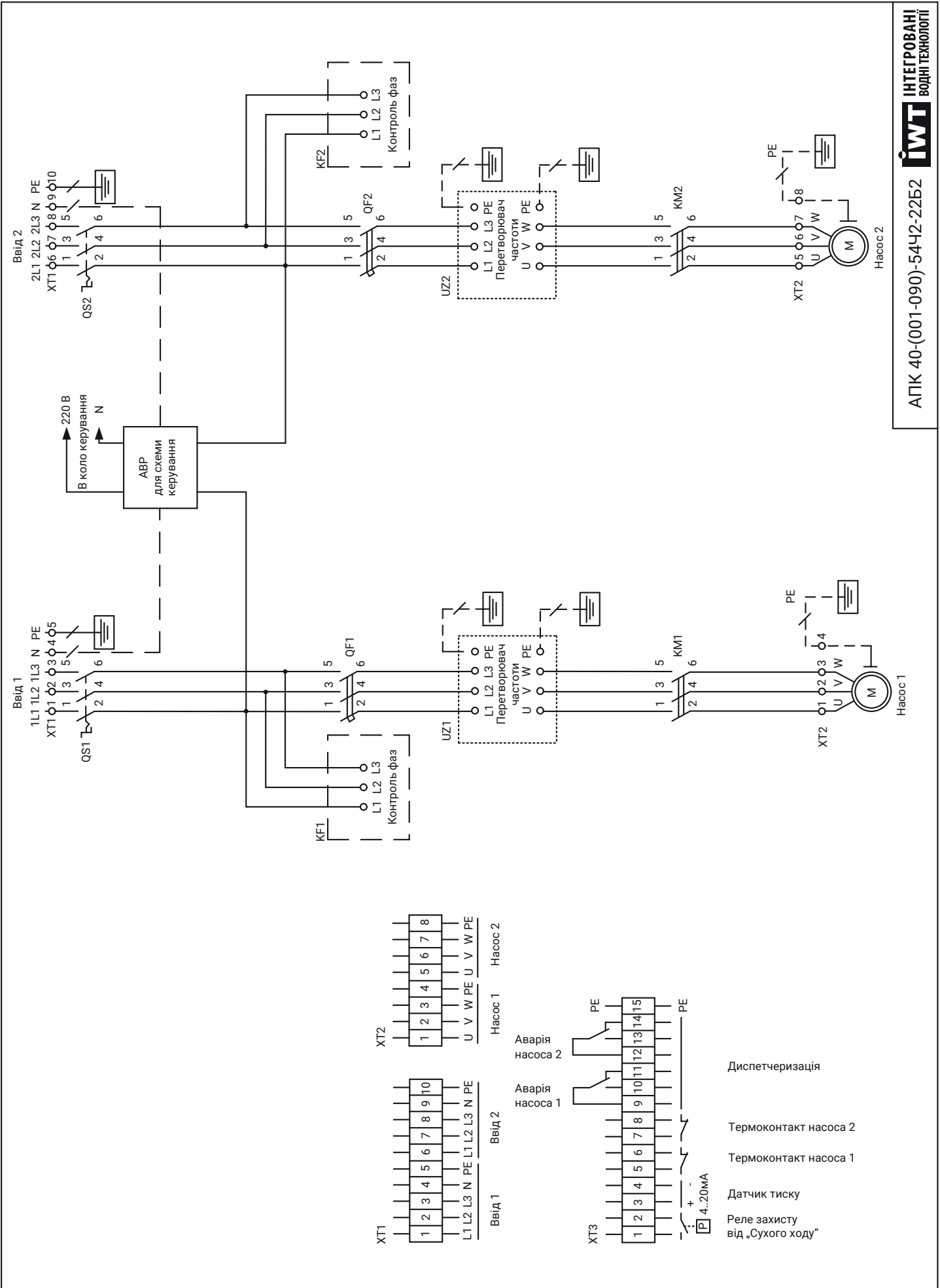
\*Технічні характеристики шаф керування для інших потужностей серії з плавними пускачами та модифікації з двома входами живлення надаються за запитом.

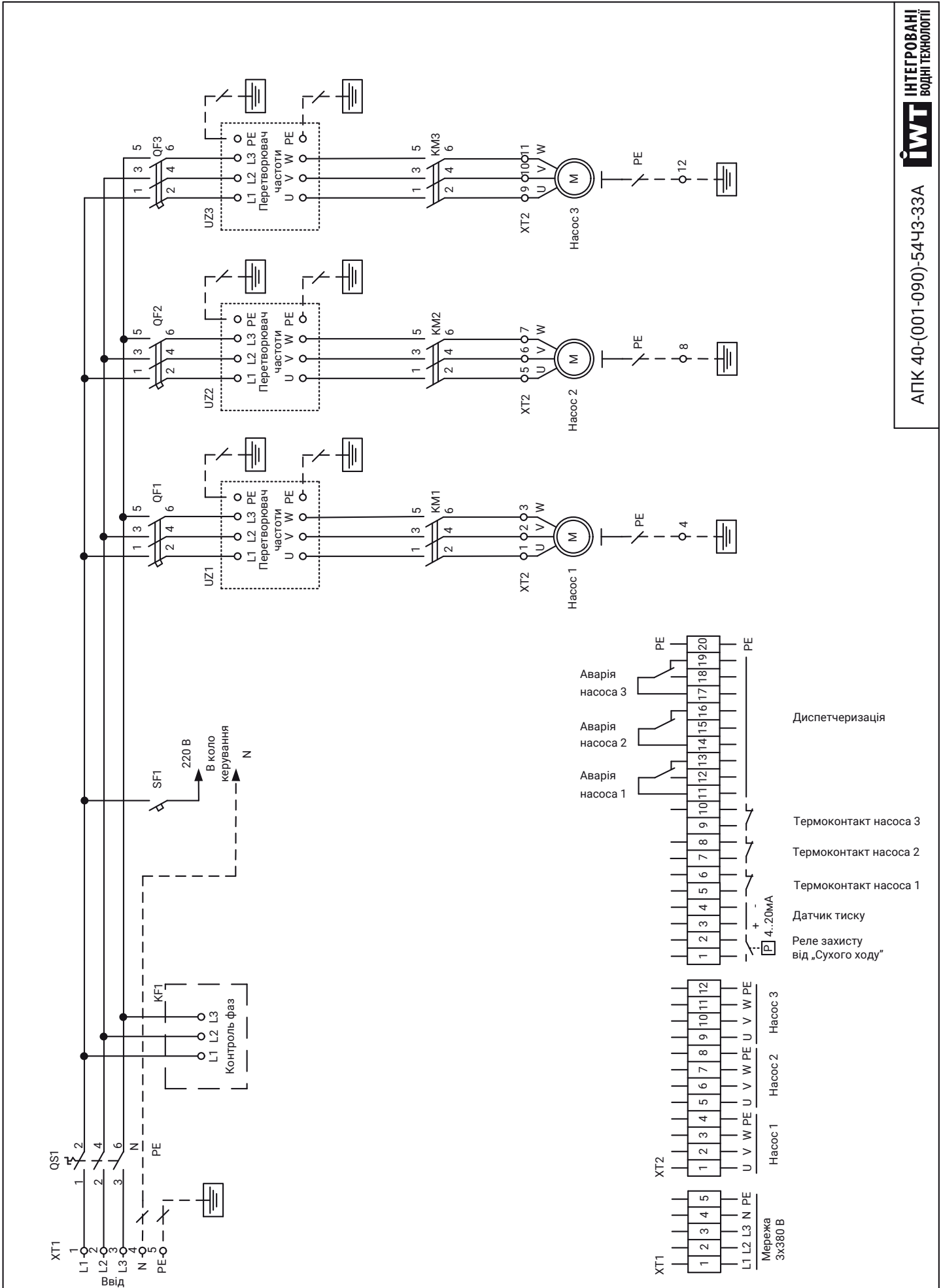
### Приклади замовлень шаф керування:

- АПК40-025-54Ч3-33Б + Блок диспетчеризації «Робота» для 1-го електродвигуна + Блок підключення 2-х аналогових датчиків 4-20 мА.
- АПК40-072-54Ч2-22Б2.

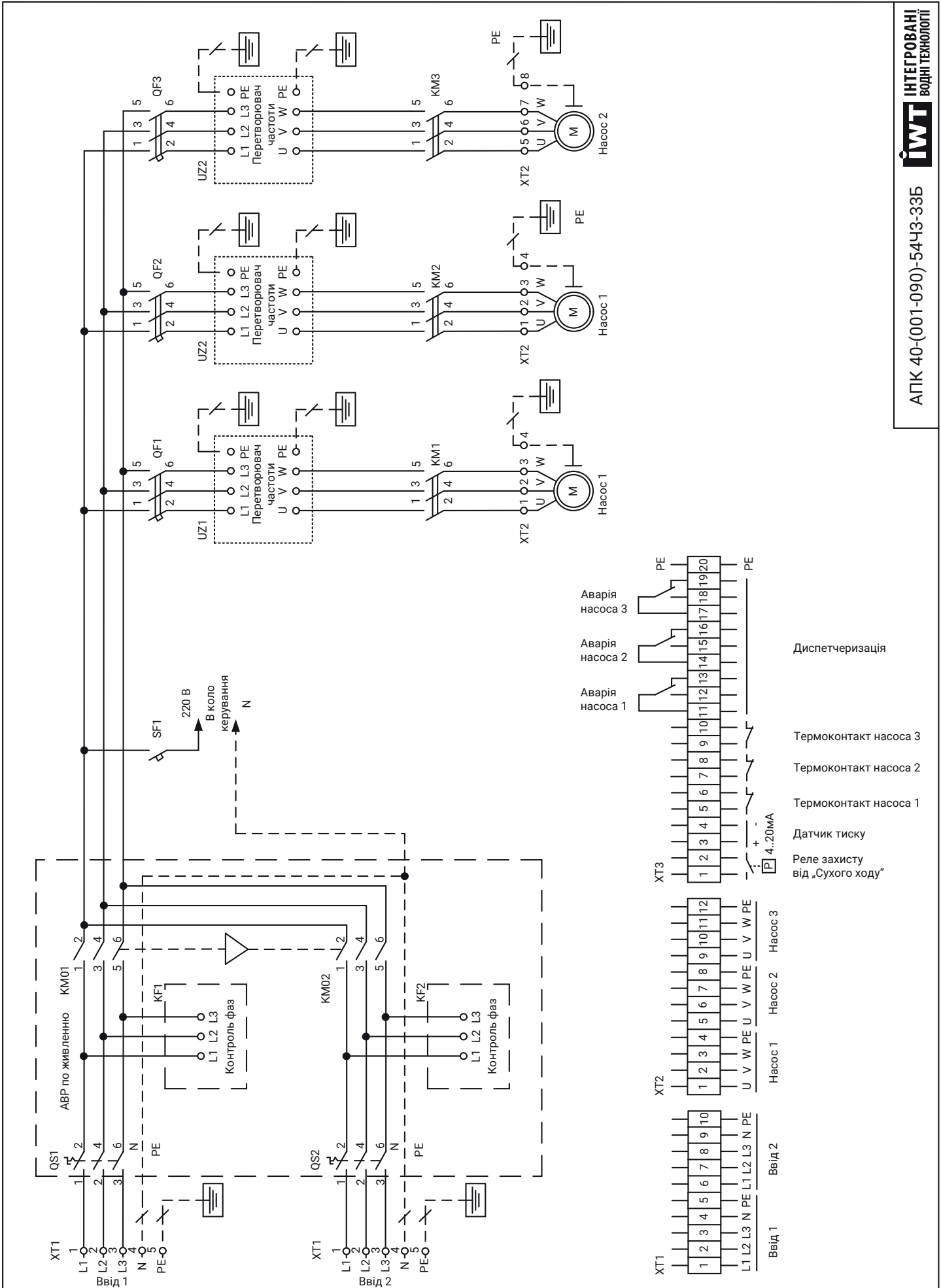








ІНТЕГРОВАНІ ВОДНІ ТЕХНОЛОГІЇ  
**iWT**  
 АПК 40-(001-090)-54Ч3-33А



ІНТЕГРОВАНІ ВОДНІ ТЕХНОЛОГІЇ  
 АПК 40-(001-090)-54Ч3-33Б