

Лекція № 8

ЩИТИ І ПУЛЬТИ В ПРОЕКТАХ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ ТА АВТОМАТИЗАЦІЇ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

План:

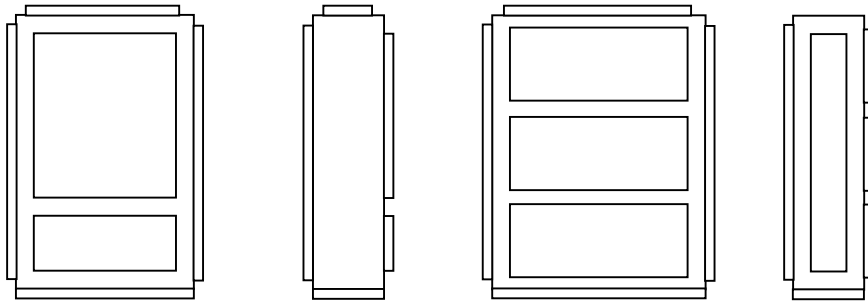
1. Класифікація щитів і пультів, вимоги до розробки їх креслень;
2. Комплектування щитів і пультів апаратурою керування та захисту;
- 3 Розробка мнемосхем;

1. Класифікація щитів і пультів, вимоги до розробки їх креслень

Щити і пульти – це пости керування, контролю, сигналізації електрифікованих і автоматизованих об'єктів. На них розміщують апаратуру керування, контрольні-вимірні прилади, засоби сигналізації та захисту. На фасадних сторонах щитів і пультів можуть бути нанесені мнемонічні схеми, накладні надписи (пояснюючі), освітлювальні пристрої тощо.

Щити поділяють:

- за виконанням на: *відкриті* (панельні) та *захищені* (шафові);
- за призначенням на: *оперативні* (з них ведеться керування і контроль технологічними процесами); *неоперативні* (на них розміщується апаратура та прилади, що безпосередньо оператором не використовується для керування та за спостереження за ходом технологічного процесу);
- за місцем розташування та об'ємом інформації, що надходить, на: *місцеві* (розташовують поряд з електрифікованим та автоматизованим устаткуванням); *агрегатні* (розташовують апаратуру керування, контролю та сигналізації для одного агрегату); *блочні* (розташовують засоби електрифікації та автоматизації кількох агрегатів, що зблоковані в єдину комплексну установку); *центральні* (розміщують апаратуру електрифікації та автоматизації, що відноситься до всього технологічного процесу або комплексу технологічно пов'язаних виробництв); *допоміжні* (розміщують реєструвальні прилади та лічильники, релейні щити, щити живлення тощо);
- за виконанням на: *виконання* (із двома фасадними панелями (рис. 7.1, а); *II виконання* (із трьома фасадними панелями (рис. 7.1,б).



a

б

a – I виконання; б – II виконання

Рис. 7.1 - Виконання шаф керування:

Шафові малогабаритні щити також мають два виконання: I – призначене для підлогового розміщення; II – для навісного.

Щити і пульти на стадії проектування вибирають на підставі таких нормативних документів: ГОСТ 20504-81 “Система уніфікованих типових конструкцій агрегатних комплексів ГСП. Типи і основні розміри”, ДСТУ 3288-95 (ГОСТ 26032-96) “Система уніфікованих типових конструкцій агрегатних комплексів. Загальні технічні умови”. ОСТ 36.13-76 “Щити і пульти систем автоматизації технологічних процесів”. На додаток до ОСТ 36.13-76 розроблені інструкції РМ4-107-82.

Згідно з вищезазначеними нормативними документами щити і пульти розраховано, на розміщення їх у закритих приміщеннях із температурою навколишнього середовища від -30 до $+50^{\circ}\text{C}$ за відносної вологості не більше як 80%. Промисловість випускає також щити та пульти спеціального призначення, які розраховані на більш високі або низькі температури, підвищену вологість, наявність агресивного середовища тощо. Щити та пульти умовно позначають згідно з вимогами ОСТ 36.13-76 (табл. 7.1).

Шафові щити використовують:

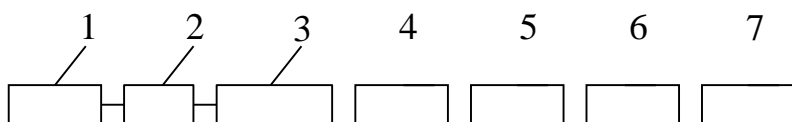
- у виробничих приміщеннях, що характеризуються запиленістю, великою вологістю та можливістю механічного пошкодження апаратури й внутрішньо-щитових проводів;
- для розміщення допоміжної апаратури (реле, джерел живлення) всередині щита;
- для захисту обслуговуючого персоналу від дотиків до відкритих

струмоведучих частин апаратури та затискачів.

Панельні щити з каркасом розміщують здебільшого в спеціальних приміщеннях (диспетчерських, центральних та операторських пультах керування).

Пульти використовують для розташування на них апаратури керування, сигналізації та перемикачів вимірювальних кіл. Допоміжні елементи (табл. 7.1) призначені для забезпечення єдиної конфігурації щитів або пультів, що розробляються.

Згідно з ОСТ 36.13-76 передбачено умовний запис щитової продукції за певною схемою, структура якої зображена на рис. 7.2.



1 – найменування виробу; 2 – умовне позначення; 3 – виконання; 4 – розміри шафи керування; 5 – кліматичне виконання та категорія розташування; 6 – ступінь захищеності; 7 – галузевий стандарт

Рис. 7.2. Структура умовного запису шафи керування

Слід зазначити, що ступінь захисту шафових щитів від дотику до струмопровідних частин, попадання сторонніх предметів і води має бути не нижче як IP30 (забезпечує захист струмопровідних частин від сторонніх предметів, розміри яких перевищує 2,5 мм; захист від попадання води відсутній), ступінь захисту панельних щитів – IP00. Наприклад, запис модифікації: щит – ЩПК-3-ЗЛ-1 (1000+800+600) У4IP00 ОСТ 36.13-76 означає, що щит панельний із каркасом, трисекційний, закритий з лівого боку. І виконання, габаритні розміри 1000x800x600, кліматичне виконання V, категорія розміщення 4, ступінь захисту IP00.

Таблиця 7.1 – Позначення щитів і пультів

Найменування	Умовне позначення
1. Шафний щит:	
із задніми дверима	ЩШ-3Д
із задніми дверима, відкритими з двох боків	ЩШ-3Д-02
із задніми дверима, відкритими з правого боку із	ЩШ-3Д-ОП
задніми дверима, відкритими з лівого боку	ЩШ-3Д-ОЛ
із задніми і передніми дверима	ЩШ-3ПД
двосекційний тощо малогабаритний	ЩШ-2 ЩШМ

2. Щит панельний для диспетчерських пультів: з каркасом з каркасом, закритий з правої сторони з каркасом, закритий з лівої сторони з каркасом двосекційний тощо з каркасом трисекційний тощо	ЩПК ЩПК-3П ЩПК-3Л ЩПК-2 ЩПК-3
3. Штатив: Односекційний двосекційний трисекційний плоский	С С-2 С-3 СП
4. Допоміжні елементи для щитів диспетчерських і операторських пунктів: панель панель з дверима кутова вставка декоративна панель торцева декоративна панель кутова вставка для декоративних панелей	ПнВ ПнВД ВУ ПнД-ЩПК ПнТД-ЩПК ВУ-Д-ЩПК
5. Пульти: закритий правий лівий середній з нахилоною приставкою для приладів: а) правий б) лівий в) середній	П П-П П-Л П-С ПНП ПНП-П ПНП-Л ПНП-С
6. Допоміжні елементи до пультів: кутова вставка кутова вставка до пультів нахилоною приставкою для приладів	ВУ-П ВУ-ПНП

У проектах з електрифікації та автоматизації технологічних процесів сільського господарства немає потреби детально розробляти весь комплекс технічної документації на щити та пульти, оскільки вона повною мірою є на заводах-виготовлювачах. Тому в проектах наводять лише креслення загального вигляду, переліку приладів та апаратури, що розміщується на щиті, характеру з'єднань, надписи в таблицях до приладів та ін. (повний склад документації визначається інструкцією РМ4-107-82 “Щити і пульти систем автоматизації технологічних процесів. Вимоги до виконання, технічної документації, що пред'являється заводу-виробнику”).

Креслення загального вигляду щитів і пультів розробляються на одинарний та

складений щити. *Одиничний* – це щит, штатив, пульт за номенклатурою, що передбачено ОСТ 36.13-76 (крім допоміжних елементів). *Складений* щит виконують із кількох одинарних та інколи доповнюють допоміжними елементами.

Креслення загального вигляду одинарного щита має складатись із таких частин:

- вигляду спереду (фронтальна площина) із координацією апаратури, що необхідно для підготовки місць на фронтальній площині щита під прилади; (координація здійснюється через прив'язку апаратури до основи та осьової лінії щита (рис. 7.3).

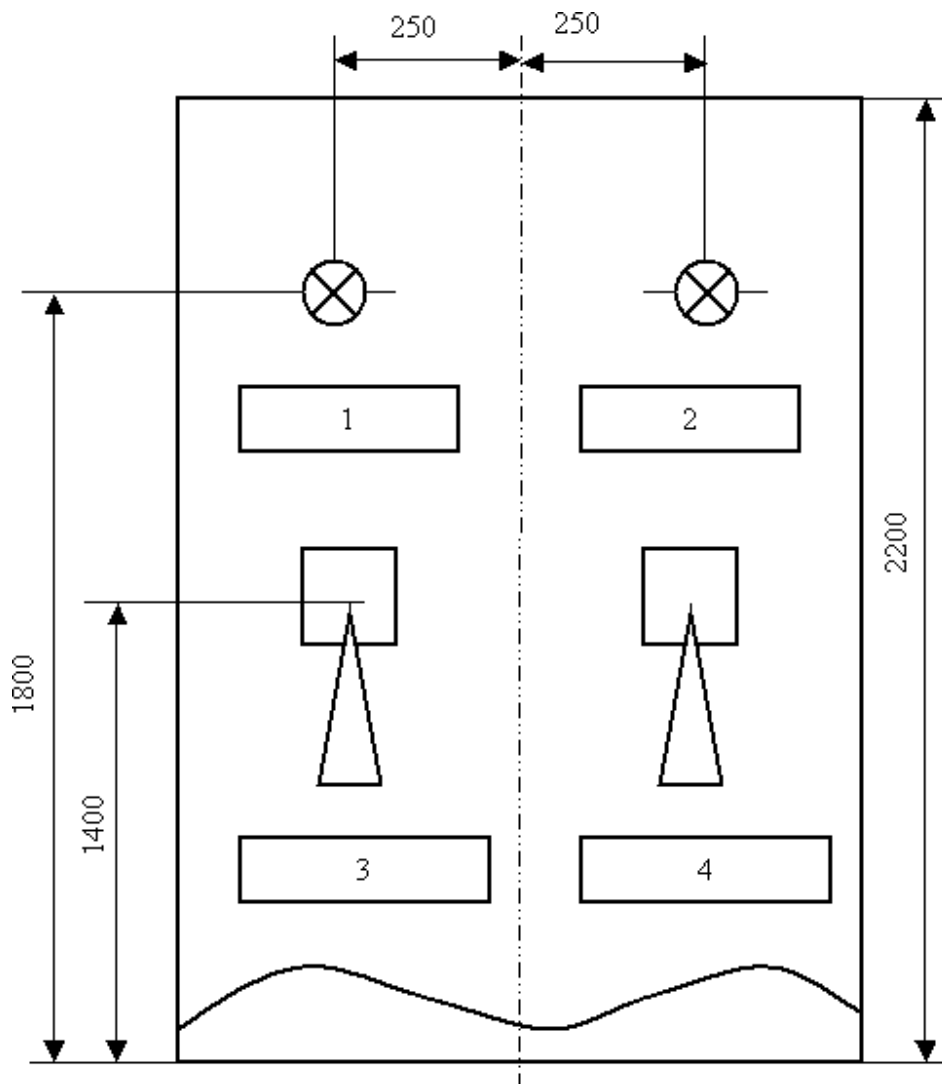


Рис. 7.3. Фрагмент загального вигляду щита керування

- вигляду на внутрішні площини без координації (ця складова, як правило, зображується на окремому листі);

- технічних вимог;

- таблиць “Надписи на табло та в рамках”, “З’єднання прово- док”, “Підключення

проводок” (таблиці можуть бути виконані на окремих листах);

- переліку складових частин щита;
- основного надпису;
- додаткових граф.

На кресленнях загального вигляду щита зображують у таких масштабах: 1:10 – для одинарного; 1:25 – для складеного.

Слід пам’ятати, що на кресленнях загального вигляду прилади та засоби автоматизації зображують спрощено у вигляді зовнішніх обрисів.

Найменування креслення загального вигляду, що наводиться в основному надписі, для складених щитів, а також одинарних, які не входять до складеного, починається зі слова “Щит”. Далі зазначають функціональне призначення щита (наприклад, щит диспетчера, оператора тощо) або найменування технологічної установки, яка обслуговується щитом. Потім вказується найменування документації. Наприклад, “Щит диспетчера водопостачання. Загальний вигляд”.

Для одинарного щита, що є компонентом складеного, до найменування креслення включають умовний номер одинарного щита (присвоюється згідно з кресленням загального вигляду складеного щита) та найменування документації. Наприклад, “Щит 1. Загальний вигляд”.

Технічні вимоги розміщують над основним надписом і повинні мати такий текст:

- “Розміри для довідок”,
- “Покриття - варіант... ОСТ 36.13-76”,
- “Таблиці з’єднань та вмикань виконані на підставі схем...” тощо.

Перелік складових частин одинарного щита вміщує такі розділи:

- нетипові деталі для розміщення приладів та апаратів всередині щита;
- стандартні вироби (прилади, апаратура, монтажні пристрої);
- матеріали (електропроводу та труби).

Надписи на табло та в рамках виконують у спеціальних таблицях, які можуть бути наведені на окремих листах. Кожному надпису на кресленні присвоюється номер, починаючи з одиниці зліва направо, який зображують всередині контуру табло або рамки. Форма заголовка надписів на табло та в рамках наведена у вигляді табл. 7.2.

Таблиця 7.2 – Форма заголовка надписів на табло та в рамках

Номер надпису	Надпис	Кількість	Номер надпису	Надпис	Кількість
---------------	--------	-----------	---------------	--------	-----------

6.2 Комплектування щитів і пультів апаратурою керування та захисту

Вимоги до щитових приміщень

Габаритні розміри щитів і пультів визначаються розмірами технічних засобів, що в них розміщуються.

Прилади та апарати на лицьовому боці щитів і пультів розміщуються згідно з прийнятими принципами їх компоновки. При цьому мають забезпечуватись зручність та ефективність роботи оператора, а також безпека обслуговування.

У щитах, що обслуговуються зовні (щити захищені задніми дверима, передніми та задніми дверима, а також боковими дверима, у яких глибина або відстань від дверей до протилежної стінки не перевищує 600 мм), апарати та прилади з струмопровідними частинами можна розташовувати на будь-яких внутрішніх стінках.

У пультах для розташування апаратів і приладів необхідно, як правило, використовувати тільки робочу (верхню) поверхню пульта та передню стінку підставки для приладів. На внутрішніх стінках пульта рекомендується розташовувати лише збірки затискачів.

Апарати та прилади (або блоки з них) всередині щитів і пультів слід групувати за належністю до системи вимірювання, керування, сигналізації та ін., всередині цих груп – за родом струму, значенням напруг, типами апаратів.

При розташуванні приладів та апаратів на щитах і пультах відстань між відкритими струмопровідними елементами різних фаз (полярності), а також між елементами і неізольованими металевими частинами (корпусом) має бути не менше як 20 мм по поверхні ізоляції та 12 мм – по повітрю.

Апарати та прилади, що розміщуються всередині щитів, рекомендується розміщувати на таких відстанях від основи щита:

- трансформатори та інші джерела живлення невеликої потужності – 1700–2000 мм;
- панелі з вимикачами, запобіжниками, автоматами – 700–1700 мм;
- реле – 600–1900 мм;
- збірки затискачів у разі горизонтального розташування з урахуванням розбору кабелю – 350–800 мм;

- збірки затискачів у разі вертикального розташування з врахуванням підводу кабелю знизу та зверху: нижній край збірки – 350 мм; верхній край збірки – 1900 мм; стояк для закріплення кабелів – 150 мм.

За умов розташування двох і більше горизонтальних збірок відстань між ними має бути не менше як 200 мм.

Апаратуру, що виділяє під час роботи велику кількість теплоти (резистори, лампи тощо), необхідно, як правило, розташовувати у верхній частині щита. Апарати та прилади, характеристики яких суттєво залежать від температури навколишнього середовища, розташовують в місцях, віддалених від пристроїв, що виділяють теплоту.

Апарати з рухомими струмопровідними частинами (рубильники, автомати, магнітні пускачі, реле тощо) слід розташовувати так, щоб вони не могли самовільно замкнути коло під час дії сили тяжіння. Рухомі струмоведучі частини апаратів у вимкненому стані не повинні бути під напругою.

Не допускається розташовувати на одній панелі щита електричні апарати та прилади, до яких підводяться трубопроводи з горючою рідиною.

Особливо слід зазначити вимоги, із врахуванням яких у щитах та пультах прокладається проводка.

Електричні проводки в щитах та пультах слід виконувати в закритих негорючих або важко-горючих коробах (металеві, поліхлорвінілові тощо) або відкритими джгутами. Для електропроводки щитів і пультів застосовують мідні ізольовані проводи, мінімальні перерізи яких відповідають мінімальним перерізам електропроводок. Для електропроводок приладів і апаратів, що встановлюються, на рухомих елементах щитів (дверях, поворотних рамах тощо), використовують гнучкі мідні проводи.

Джгути проводів, що прокладаються горизонтально або вертикально за найкоротшою відстанню з мінімальною кількістю згинів та перехрещень, потрібно скріплювати бандажами із поліхлорвінілової стрічки з кроком, що не перевищує 200 мм. Джгути не повинні закривати доступу до контактів або закріплювальних пристроїв приладів і апаратів та ускладнювати їх ревізію або демонтаж. Допускається прокладати джгути проводів по металевих, захищених від корозії, поверхнях щитів, штативів, пультів. Проте у разі обгинання ребер, кутів, бортів та ін. проводи не повинні їх

торкатися. Джгути кріпляться до уніфікованих конструкцій щитів та пультів і під час переходу з нерухомої частини щита на рухому (раму, двері тощо) повинні мати компенсатор, що працює на крутіння.

Збірки затискачів і затискач в межах однієї збірки рекомендується групувати за належністю:

- до агрегатів, установок;
- систем керування, вимірювання, сигналізації;
- напруги кіл.

При цьому доцільно виділяти в окремі групи затискачі кіл:

- вимірювання;
- живлення електроінструментів і переносного освітлення напругою до 36 В;
- постійного та змінного струмів;
- іскробезпечних;
- екранувальних.

Групи затискачів мають розділятися маркувальною колодкою або вільним затискачем.

Вибираючи щитове приміщення, слід враховувати, що щитові приміщення не повинні розміщуватись:

- поблизу джерел сигнального шуму з частотою понад 4 кГц;
- у підвальних і цокольних приміщеннях;
- над приміщеннями з пожежонебезпечним виробництвом, а також виробництвом, що супроводжується виділенням великої кількості теплоти (понад 23 Вт/м³) або шкідливих газів, парів, пилю;
- у місцях, в яких діють сильні магнітні поля промислового електрообладнання;
- під приміщенням із сирим технологічним процесом;
- під та над камерами систем вентиляції та установками кондиціонування повітря;
- під душовими та санвузлами.

В операторських (диспетчерських) пунктах не повинно бути:

- вібрацій від технологічного обладнання понад встановлених меж (табл. 7.3);
- шуму понад тих меж, що вказано в табл. 7.4;

- дії магнітного поля від електрообладнання та електропроводок з напруженістю понад 400 В/м.

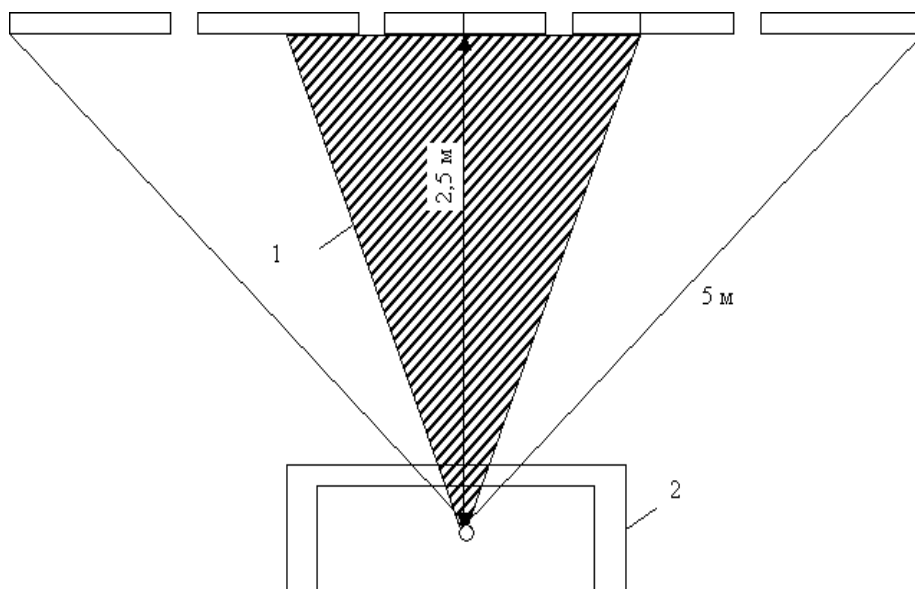
Таблиця 7.3 – Межі допустимих значень вібрації

Частота, Гц	Амплітуда, мм	Швидкість коливних рухів, см/с	Прискорення коливних рухів, см/с ²
8...15	0,05...0,03	0,25...0,20	13...27
15...25	0,03...0,009	0,20...0,17	27...52

Таблиця 7.4 – Допустимі значення рівнів шумів в приміщеннях пунктів керування

Частота, Гц	Рівень шуму в приміщенні, дБ		
	максимально допустимі межі без шкідливого впливу на слух		максимальна межа розрахункових
	випадкова дія (одна година і менше)	постійна дія (один місяць)	комфортних умов для людини
38...75	125	115	100
75...150	120	110	95
150...300	120	110	90
300...600	120	105	85
600...1200	115	100	75
1200...2400	110	95	65
2400...4800	105	90	60

Щодо планування щитового приміщення слід зазначити, що добре планувальне вирішення – це таке, коли всі панелі оперативного щита розташовані впродовж однієї стіни, а місце оператора – у вершині кута 120°, який створюється лініями, що напрямлені від крайніх точок щита. Відстань від постійного місця розміщення оператора до щита рекомендується обмежувати 5 м (рис. 7.4). Дрібна шкала приладів має бути видною з відстані не більш як 1–2 м; шкала, що повинна чітко розрізнятись, – не більш як 2–4 м; мнемосхеми – 4–5 м.



1 – сектор найкращого огляд; 2 – стіл оператора

Рис. 7.4. Розташування стола оператора в щитовому приміщенні:

На стан оператора та його працездатність впливає багато чинників навколишнього середовища: температура; вологість; тиск; освітлення; колір деталей приміщення та обладнання; шум; вібрація; наявність парів, газів тощо.

Комфортні умови за температурою і вологістю для більшості людей складають відповідно 21°C і 30–70 % (табл. 7.5).

Таблиця 7.5 – Норми на мікроклімат в щитових приміщеннях

Оптимальні			Допустимі		
$t, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$	$v^*, \text{ м/с, не більше}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$	$v^*, \text{ м/с, не більше}$
Холодний і перехідний пори року ($t_{\text{зовн.пов}} \leq 10^\circ\text{C}$)					
18–21	60–40	0,2	17–20	80	0,3
Тепла пора року ($t_{\text{зовн.пов}} > 10^\circ\text{C}$)					
22–25	60–40	0,3	23	80	0,5
			24	75	
			25	70	
			26	65	
			27	60	
			28	55	

v^* – швидкість руху повітря.

Підлоги в щитових приміщеннях мають бути не електро- провідними; опалення слід передбачити повітряне (допускається водяне за умов використання утеплених із решітками радіаторів). Опалення та вентиляція розраховуються, виходячи із забезпечення комфортних умов для операторів (вентиляційні системи при цьому мають бути розташовані за межами щитових).

У щитових приміщеннях потрібно створити надмір тиску в 20–30 Па. Вміст пилу в повітрі не повинен перевищувати 2 мг/м³.

Освітлення в щитовій має бути, як правило, природним. Співвідношення площі вікон та площі підлоги повинно становити 1:5 за умов роботи з дрібними деталями; в інших випадках – 1:10. Штучне освітлення в щитових має становити 550–1100 Лк за умов знімання показів приладів, 220–250 Лк за умов ведення записів та керування, 100 Лк – під час огляду та ремонту, 20–50 Лк – у проходах.

Крім робочого освітлення, у щитових передбачається аварійне, світильники якого

мають бути під'єднані до незалежного джерела живлення.

За умов використання відкритих щитів слід виконувати такі *правила*:

- відстань між найбільш виступаючими відкритими струмопровідними частинами апаратів, що розташовуються на протилежно встановлених щитах, допускається не менш як 1,5 м, до того ж ширина проходу має бути не менша як 0,8 м;
- відстань від найбільш виступаючих відкритих струмопровідними частин апаратів і приладів, що розташовані на внутрішніх стінках щитів, до стіни приміщення має бути не менш як 1 м, з шириною проходу не менш як 0,8 м;
- ширина проходу для обслуговування перед щитом має бути не менш як 0,8 м;
- не допускається використовувати проходи перед щитами, між ними та ззаду як основний або запасний прохід в інші приміщення, а також для транспортування різного обладнання.

6.3 Розробка мнемосхем

Мнемосхема – це графічне зображення технологічного процесу, за допомогою якого оператор швидко оцінює технологічну ситуацію.

На мнемосхемі відображаються всі основні контури керування, проте одночасно на ній не показують другорядні деталі технологічного процесу, що лише відволікають увагу оператора.

Мнемосхеми розробляються за такими *правилами*:

- окремі технологічні апарати, машини, трубопроводи, лінії зв'язку зображуються символами, контури яких мають бути подібні контурам відповідних машин і агрегатів; масштаб при цьому не дотримується; символами більших розмірів зображують більш відповідальне обладнання;
- символи технологічного обладнання, що відносяться до тієї самої виробничої дільниці, зображують на полі мнемосхеми загальної групи. У межах цієї групи символи розміщують приблизно рівномірно, а групу від групи відділяють;
- щільність розміщення символів має допускати невеликі зміни в схемі за умов удосконалення технології;
- напрям основного технологічного обладнання береться зліва направо;

- символи розміщують так, щоб звести до мінімуму кількість перетинів ліній зв'язку;

- на лініях технологічних потоків (як правило, біля машин) напрям потоків зображують стрілками; на лініях, що не завершаються символами, в кінці зображують стрілки та наносять пояснювальні надписи;

- мінімально допустимі розміри символів визначають за формулою:

$$S = 2l \operatorname{tg} \alpha, \quad (7.1)$$

де S – розмір символу; l – відстань від символу до лінії зору; α – кут зору (для символів нескладної форми беруть $\alpha = 25^\circ$; для символів складної конфігурації з деталями всередині $\alpha = 35^\circ$; для найменших деталей складних символів $\alpha = 60^\circ$; оптимальний розмір символу, які забезпечує швидке зчитування, відповідає $\alpha = 40^\circ$);

- відстань між середніми символами має відповідати куту в 40° ;

- символи та лінії технологічних потоків на мнемосхемах бувають накладними та накресленими (накладні виготовляють із листового дюралюмінію, пластмаси завтовшки 1–2 мм);

- ширину полос ліній технологічних потоків, імпульсних і командних ліній приладів і регуляторів беруть 4; 6; 8; 10 або 12 мм; лінії технологічних потоків мають бути в два і більше разів ширшими за імпульсні і командні лінії; лінії завширшки 4 мм наносять фарбою;

- колір символів має збігатися з кольором технологічного обладнання.

Завдання на виконання креслення мнемосхеми – це частина креслення загального вигляду щита (пульта) керування і є виконаним на міліметровому папері ескізом мнемосхеми в масштабі креслення, що вимагається. Як правило, використовують масштаб 1:2.

Завдання (ескіз) мнемосхеми має вміщувати:

- габаритні розміри мнемосхеми та місце її розташування на щиті; органи керування, що вмонтовуються в мнемосхему, бажано встановлювати не нижче як 800 і не вище як 1600 мм від рівня підлоги приміщення;

- координати розміщення основних символів мнемосхеми;

- кольори всіх символів, ліній технологічних потоків, вимірювальних і командних ліній приладів і регуляторів;

- необхідні вказівки щодо розміщення пояснювальних написів, стрілок “напрям потоків” та за потребою літерні позначення параметрів, що контролюються та сигналізуються.

Запитання для самоперевірки

1. Призначення щитів і пультів?
2. Де використовують шафові щити?
3. Призначення креслення загального вигляду?
4. З яких частин має складатись креслення загального вигляду одинарного щита?
5. На якій відстані рекомендується розміщувати апарати та прилади, що знаходяться всередині щитів від основи щита?
6. Що необхідно враховувати при виборі щитового приміщення?
7. Які правила слід виконувати при використанні відкритих щитів?
8. За якими правилами розробляються мнемосхеми?
9. Що мають вміщувати мнемосхеми?