

ЗМІСТ

	РОЗДІЛ 1. ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ РЕНОВАЦІЇ ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ	
1.1	Концепція сталого розвитку.....	
1.2	Еколого-економічні проблеми в енергетиці України.....	
	РОЗДІЛ 2. ІНЖЕНЕРНІ РІШЕННЯ	
2.1	Характеристика об'єкту.....	
2.2	Кліматологічні дані.....	
2.3	Розрахункові параметри повітря.....	
	2.3.1 Розрахункові параметри зовнішнього повітря.....	
	2.3.2 Розрахункові параметри внутрішнього повітря.....	
2.4	Теплотехнічні характеристики огорожувальних конструкцій.....	
2.5	Розробка системи опалення.....	
	2.5.1 Визначення теплової потужності системи опалення приміщень.....	
	2.5.2 Характеристика запроектованої системи опалення.....	
	2.5.3 Розробка системи опалення типу «тепла підлога».....	
	2.5.4 Вибір опалювальних приладів радіаторної системи опалення.	
2.6	Розробка систем вентиляції.....	
	2.6.1 Визначення повітрообмінів в приміщеннях житлової частини будинку.....	
	2.6.2 Визначення повітрообміну в приміщенні басейну.....	
	2.6.2.1 Розрахунок загальних надходжень теплоти.....	
	2.6.2.2 Розрахунок загальних надходжень вологи.....	
	2.6.2.3 Розрахунок повітрообміну.....	
	2.6.3 Підбір повітрообробного агрегату для приміщення басейну...	
2.7	Розробка системи охолодження.....	
	2.7.1 Визначення надлишкових надходжень теплоти в приміщення	
	2.7.1.1 Тепловиділення від людей.....	
	2.7.1.2 Надходження теплоти від джерел штучного освітлення.....	

	2.7.1.3 Теплонадходження за рахунок сонячної радіації.....	
	2.7.1.4 Розрахунок загальних теплонадходжень.....	
	2.7.1.5 Підбір фанкойлів.....	
	ЛІТЕРАТУРА.....	
	РОЗДІЛ 3. ІНЖЕНЕРНІ МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ	
3.1	Методи підвищення енергоефективності систем забезпечення мікроклімату.....	
3.2	Рекуперація теплоти в системах вентиляції.....	
3.3	Системи вентиляції із змінною витратою повітря.....	
3.4	Використання теплових насосів.....	
	3.4.1 Типи теплових насосів для опалення: види, переваги та застосування.....	
	3.4.2. Порівняння вартості 1 кВт теплоти при використанні різних джерел.....	
3.5	Оцінка загальних енергозбережень.....	
	ЛІТЕРАТУРА.....	
	РОЗДІЛ 4. АВТОМАТИКА	
4.1	Загальна інформація.....	
4.2	Характеристики систем автоматичного управління припливно – витяжними установками.....	
4.3	Функціональна схема автоматики припливно – витяжної установки з роторним рекуператором та електричним нагрівачем.....	
4.4	Щит управління припливно – витяжною установкою з електричним нагрівачем.....	
	ЛІТЕРАТУРА.....	
	РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	
5.1	Загальні вимоги безпеки при виконанні вантажно – розвантажувальних робіт.....	
5.2	Основні причини нещасних випадків при виконанні вантажно – розвантажувальних робіт.....	
5.3	Захист від атмосферної електрики (блискавки).....	
	ЛІТЕРАТУРА.....	

	РОЗДІЛ 6. ЕКСПЛУАТАЦІЯ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ І ВЕНТИЛЯЦІЇ	
	6.1 Технічна експлуатація систем опалення.....	
	6.2 Випробування систем вентиляції.....	
	6.3 Вимоги, які висуваються до вентиляційних систем при експлуатації і ремонті.....	
	ЛІТЕРАТУРА.....	

РОЗДІЛ 1.

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ РЕНОВАЦІЇ ЖИТЛОВО- КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ

1.1. Концепція сталого розвитку

Протягом усього часу існування людства його взаємодія з навколишнім середовищем характеризується використанням природних ресурсів і, відповідно, як наслідок, забрудненням довкілля. Відносини суспільства і природи – це постійний процес вирішення дилеми щодо необхідності зберігати природні ресурси та їх споживати задля продовження свого існування. Рациональне природокористування повинно забезпечити розвиток сучасного суспільства за умови збереження високої якості середовища проживання людини.

Теорія «сталого розвитку» [1] вважається однією з найперспективніших ідеологій ХХІ століття, яка, з поглибленням наукової обґрунтованості, може витіснити усі наявні світоглядні ідеології, як такі, що є фрагментарними, неспроможними забезпечити збалансований розвиток цивілізації.

Ідеї сталого розвитку були офіційно проголошені на Міжнародній конференції з довкілля і розвитку в Ріо-де-Жанейро (Самміт Землі) у 1992 р. [2]. На ній вперше навколишнє середовище і соціально-економічний розвиток були розглянуті як взаємопов'язані та взаємозалежні області. Проте, попри всі декларації досягти рівноважного стану між економічним ростом, соціальною спільнотою та довкіллям, не вдалось. Навпаки, ситуація погіршилась і ускладнюється з кожним днем. Хоча спроби подолати кризові явища в соціальній, економічній та екологічній сферах на різних рівнях соціо-еколого-економічних систем (глобальному, національному, регіональному та локальному) робились неодноразово.

Варто відзначити, що досягнення оптимального варіанту розвитку декларують багато країн, проте у кожної з них свій шлях. В одних він «тільки

починається, у інших вже розпочався, треті вже стали на шлях сталого економічного розвитку» [3].

В Україні, наприклад, термін «сталий розвиток» ще нещодавно вживали та інколи продовжують це робити і зараз, для означення, як правило, лише неухильного зростання економічних показників країни, її регіонів, окремих населених пунктів і галузей економіки. Інколи до цього додають ще й здійснення безсистемних заходів щодо збереження довкілля та поліпшення санітарно-гігієнічних умов проживання й праці людей.

Концепція сталого розвитку нараховує 17 Глобальних цілей, затверджених на Саміті ООН зі сталого розвитку, який відбувся у рамках 70-ї сесії ООН у Нью-Йорку в 2015 р. [1]. Серед них можна відмітити зокрема – «Доступна та чиста енергія», мета якої полягає у забезпеченні доступу людства до прийнятних за ціною, надійних, сталих і сучасних, екологічно чистих, джерел енергії. Розширення інфраструктури та технологічна модернізація з метою забезпечення екологічно чистої енергії в усіх країнах є найважливішим завданням, яке може як стимулювати зростання, так і сприяти збереженню навколишнього середовища.

Національна доповідь «Цілі Сталого Розвитку: Україна» надає власне бачення державою орієнтирів досягнення Цілей Сталого Розвитку (ЦСР) [4]. Сформовано 86 завдань національного розвитку та визначено 172 показники для їх моніторингу.

Для реалізації поставлених завдань у сфері енергозабезпечення ухвалено Енергетичну стратегію України на період до 2035 р. «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» [5]. Її вимоги передбачають підготовку та формування заходів з ефективного виробництва, трансформації, транспортування, переробки та споживання енергії, створення конкурентних та прозорих ринків електричної, теплової енергії, природного газу тощо.

Наразі сучасна економіка України характеризується невиправдано високою інтенсивністю енергоспоживання, за рівнем доходів населення держави є найбільш високим у Європі, а захист довкілля залишає бажати кращого.

1.2. Еколого-економічні проблеми в енергетиці України

З підписанням Угоди про асоціацію України з Європейським Союзом [6], приєднанням нашої держави до Договору про заснування Енергетичного Співтовариства [7] розпочалось реальне реформування енергетичного сектору економіки: від прийняття нормативно-законодавчих актів до впровадження технічних рішень, які сприятимуть зменшенню використання традиційних видів палива і забрудненню довкілля. Пріоритетом державної політики стають підвищення енергоефективності, використання енергії з альтернативних джерел [5]. У 2035 р. частка відновлювальної енергетики повинна становити не менше 25 % у структурі енергетичного балансу країни.

Реалізація першочергових заходів Енергетичної стратегії України на період до 2035 р. виявила певні диспропорції в основних аспектах, наприклад, щодо цінової політики стосовно альтернативних палив і енергії з альтернативних джерел у порівнянні з традиційними.

Житлово-комунальне господарство України є значним споживачем паливно-енергетичних ресурсів [5]. Для потреб теплопостачання населених пунктів і задоволення господарсько-побутових потреб мешканців пріоритетними залишаються два енергоносії – природний газ і електричний струм. За надані послуги з газо-, тепло- та електропостачання мешканцям житлових будинків запроваджено ринкові (виключно природний газ, ціна встановлена Постановою Кабінету Міністрів) або т.зв. економічно обґрунтовані ціни (для інших енергоносіїв і послуг).

У зв'язку з тим, що інженерна інфраструктура населених пунктів України морально застаріла та знаходиться в незадовільно стані (потребує капітального ремонту чи реконструкції), актуальними стають питання щодо подальшої долі існуючих систем енергопостачання.

Таблиця 1.1
Характеристика стану інженерних мереж і споруд

на них населених пунктів України [8]

№ з/п	Показник	Один. виміру	Система енергопостачання:		
			теплова	електрична	газова
1.	Відсоток зносу (потреба у капітальному ремонті чи перекладання	%	43,0	18,0	10,0
2.	Втрати при транспортуванні від кількості енергії, що передається	%	14,3	19,0	2,8

При вирішенні цієї проблеми слід враховувати наступні аспекти:

- 1) ресурси палива (як традиційного органічного, так і альтернативного);
- 2) запаси сировини – для реконструкції інженерних систем будівель різного призначення, інженерних мереж і споруд на них;
- 3) стан видобутку, транспортування магістральними мережами, генерації та можливість подальшого розвитку;
- 4) екологічність прийнятих рішень.

У спадок від Радянського Союзу Україні дісталась потужна енергетична галузь, яка у 1990 р. досягла піку свого розвитку – генерувала майже 300 млрд. кВт-год. електроенергії. Загалом технологічний рівень будь-якої країни опосередковано характеризується показником її споживання однією людиною протягом року. В Україні у 1990 р. він становив 5198 кВт-год./особа, що було близьким до середнього значення в Європейському Союзі на той час – 5468 кВт-год./особа [44,45]. Правда, слід зазначити, що енергоємність власної економіки у разі перевищувала аналогічний показник як в ЄС, так і у світі. Перехід на ринкові засади господарювання з одночасним скороченням споживання електроенергії вітчизняними промисловістю та сільським господарством відповідно зменшили і потребу в генерації електроенергії. У відповідності зі скоректованим балансом споживання електроенергії у 2020 р. виробництво становитиме дещо більше 143 млрд. кВт-год. [46]. Протягом останніх років сформувався певний паритет в галузі, а саме: 55 % від загального виробництва припадало на атомні електростанції (АЕС), біля 30 % займала «теплова» генерація, 10 % – гідроенергетика, решту – інші джерела. Причому, увагу привертає цікава закономірність – частка в ціні електроенергії найбільших (державних) виробників була найменшою, а частка

відновлювальних (приватних) джерел – найбільшою. У 2018 р., наприклад, сонячні (СЕС) та вітрові (ВЕС) електростанції, виробивши лише 1,56 % енергії, отримали частку в ціні 7,36 % на противагу АЕС. Відповідно 54,33 і 26,6 % [45,47].

Наразі альтернативні джерела енергії спричиняють усе більший тиск на об'єднану енергосистему України, так як співвідношення їх часток в ціні і обсягах генерації є не меншим 3 [48]. Вони витискають з роботи атомні електростанції, що продають дешевшу в рази електроенергію побутовим споживачам, а також створюють фінансовий дефіцит на ринку. Тобто, зростання частки в загальному балансі дорожчих видів генерації неминуче призведе до зростання цін для побутових споживачів, значна частина яких отримує державні субсидії для сплати за надані житлово-комунальні послуги. А вже у поточному році для дотацій ДП «Гарантований покупець» внаслідок дії чинних тарифів для ВДЕ країна витратить не менше 40 млрд. грн. Для порівняння – НАЕК «Енергоатом» у 2019 р. за відпущену електроенергію отримав близько 60 млрд. грн. [51].

Для унормування цієї ситуації необхідне внесення змін до чинного законодавства, яке регулює механізм «зелених» тарифів (перехід від фіксованої ціни до аукціонів на постачання енергії), подальші лібералізація ринку електроенергії та стимулювання розвитку конкуренції серед її постачальників (наприклад, зменшення частки НАЕК «Енергоатом» в балансі ДП «Гарантований покупець») відповідно до зобов'язань України перед Європейським Енергетичним Співтовариством.

Відновлювальна енергетика, яка дозволяє вирішити проблему «теплого» забруднення атмосфери, за рахунок впровадження організаційних заходів в Європі стала конкурентною по відношенню до традиційних джерел. В Україні ВДЕ є одним із факторів, що несуть загрозу енергетичній, фінансовій і в кінцевому випадку національній безпеці держави. Чинна нормативно-правова база потребує регулювання в частині:

а) зменшення закупівельної ціни електроенергії, отриманої з альтернативних джерел, у зв'язку з появою нових технологій з часу прийняття відповідних нормативно-правових і законодавчих актів;

б) запровадження аукціонів для закупівлі електроенергії, виробленої СЕС і ВЕС, на противагу існуючій 100-% гарантії придбання незалежно від часу та обсягів;

в) обов'язкової наявності високо маневрених компенсуючих потужностей (це можуть бути когенераційні установки, котрі використовують в якості палива природний газ, який є найбільш екологічним і дешевим енергоносієм з поміж усіх органічних палив, як традиційних, так і альтернативних) на випадок відсутності необхідних умов (інсоляції, вітру тощо) для гарантованого електропостачання, особливо у пікові періоди.

Енергетична стратегія України [5] є невід'ємною складовою цілісної стратегії соціально-економічної модернізації України, яка спирається на динамічне економічне зростання, раціональне та ефективне використання національного ресурсного потенціалу, інтеграцію України до європейського економічного та політичного простору.

Ключовим завданням Стратегії також є формування системи забезпечення енергетичної безпеки країни та гарантування стабільного енергозабезпечення національної економіки і суспільних потреб в режимах як звичайного, так і особливого стану.

Політична прийнятність цілей Стратегії, ефективність управлінських рішень у сфері енергетики безпосередньо залежатимуть від їх узгодження з вирішенням ключового стратегічного завдання економічної політики, яким є створення сприятливих умов підвищення конкурентоспроможності національних економічних суб'єктів на зовнішніх та внутрішньому ринках.

Незважаючи на поступове реформування ринків природного газу та електроенергії й ухвалення відповідних законів згідно з вимогами Третього енергетичного пакета ЄС, в Україні досі зберігається монополія приватних фінансово-промислових груп, зокрема через вертикально інтегровані структури

енергетичних холдингів, яким одночасно підконтрольні компанії в різних секторах ПЕК. Газорозподільні компанії (облгази) та майже всі електророзподільні компанії (обленерго) перебувають у приватній власності і водночас практично безоплатно користуються державними мережами для транспортування/передачі кінцевим споживачам. Відсутність альтернатив обласним компаніям для побутових споживачів практично обмежує право вибору постачальника електроенергії та природного газу. На ринках склалися умови (перехідний період або «недореформа»), які не стимулюють учасників до конкуренції.

До формування та реалізації політики в енергетичній галузі та житлово-комунальних послуг долучені одночасно декілька центральних органів виконавчої влади (ЦОВВ). За відсутності надвідомчої пріоритизації політики у цих сферах, належної координації планування й дій різних ЦОВВ рішення, які розробляються й ухвалюються ними, доволі часто суперечать одне одному та врешті-решт не дозволяють досягнути результатів для ефективного функціонування та розвитку галузей. Водночас досвід Європейського Союзу яскраво демонструє необхідність узгодження кліматичної та енергетичної політик.

Державна політика у сфері енергоефективності [5, 15] відіграє ключову роль у вирішенні питань енергетичної незалежності країни, сталого розвитку економіки й забезпечення комфортного життя громадян. Енергоемність ВВП України втричі вища за показник по Євросоюзу, при цьому найбільший потенціал енергозбереження – в існуючих будівлях (у першу чергу – житлових і громадських) та у промисловому секторі – залишається нерозкритим.

Додатковим викликом при плануванні розвитку енергетичного сектору є боротьба із глобальною зміною клімату і необхідність скорочення викидів парникових газів. У 2009 році на зустрічі Рамкової Конвенції ООН зі зміни клімату її учасники схвалили загальну мету не допустити підняття середньої температури більше ніж на 2 °С. Для енергетики України це означає необхідність реалізації цілого комплексу заходів з обмеження викидів

забруднювальних речовин і парникових газів енергоспалювальними установками та мінімізації негативного впливу енергетики, у т.ч. і комунальної на довкілля [5].

Безпосередні кількісні та якісні цільові параметри Стратегії [5] визначаються з урахуванням вимог забезпечення сталого розвитку українського суспільства на довгострокову перспективу, пріоритетів розвитку національної економіки та міжнародних зобов'язань України.

Основними цільовими параметрами на період до 2035 року є:

- **зниження до 2035 року енергоємності валового внутрішнього продукту до рівня 0,17 кг н.е. на 1 дол. США ВВП України (ПКС) та наближення за цим показником до країн зі схожими кліматичними, географічними та економічними параметрами;**

- **оптимізація структури енергетичного балансу держави виходячи з вимог енергетичної безпеки та забезпечення частки відновлюваної енергетики на рівні 20%;**

- **досягнення до 2020 року рівня залежності від постачання енергоресурсів з однієї країни (компанії) не більше 30 % від загального обсягу імпорту (для ядерного палива цільові значення встановлюються окремо);**

- **досягнення до 2035 року рівня залежності від постачання з однієї країни не більше 30 % від загального обсягу споживання всіх видів енергоресурсів;**

- **забезпечення до 2025 року технічної інтеграції ринків електроенергії та газу України та ЄС (наявність мереж транскордонної передачі) на рівні не менше 15 % відносно обсягу внутрішнього ринку України;**

- **формування до 2035 року системи гарантованого енергозабезпечення потреб національної економіки і суспільства в особливий період на рівні 90 днів споживання.**

Загальний прогностичний енергетичний баланс України на період до 2035 року наведений у табл.1.2.

Прогнозний баланс споживання паливно-енергетичних ресурсів
на період до 2035 р. [5]

Споживання ПЕР, млн. т н.е.	2020	2025	2030	2035
Вугілля	37.69	38.37	37.27	33.78
Природний газ	37.33	33.57	33.20	34.17
Нафтопродукти	13.97	14.86	15.74	16.48
Атомна енергія	25.31	25.38	27.39	32.86
Біомаса, біопаливо та відходи	6.38	8.91	11.85	13.10
Сонячна енергія	0.37	0.56	0.70	0.84
Енергія вітру	0.21	0.32	0.43	0.54
Гідравлічна енергія*	0.93	1.02	1.21	1.25
Енергія довкілля	0.78	1.42	1.86	2.40
Нетто експорт	-1.03	-1.29	-2.15	-2.58
Всього, в т.ч.	121.92	123.12	127.49	132.84
не енергетичне використання	4.72	4.96	5.16	5.31
енергетичне використання	117.20	118.17	122.33	127.53
у тому числі ВДЕ	8.66	12.23	16.05	18.12
Частка ВДЕ у споживанні первинних ресурсів, %	7.4	10.3	13.1	14.2
ВВП, млрд. дол. США (ПКС 2005)	457	540	638	761
Енергоємність, кг н.е./тис.дол. США	0.27	0.23	0.20	0.17
Кінцеве споживання	78.89	80.84	85.13	88.91
Частка ВДЕ у валовому кінцевому споживанні, %	11.0	15.1	18.9	20.4

* прогноз на 2020-2035 роки не враховує енергію отриману від ГАЕС

** Дані МЕА за 2012 рік скореговані відповідно даних Держстату щодо зниження енергоємності відносно 2012 року (Енергетичний баланс України за 2013 рік)

Прогнозується помірне щорічне зростання обсягів **видобутку традиційного газу**, а загальні перспективи видобутку газу в Україні значною мірою залежатимуть від використання новітніх технологій інтенсифікації видобутку традиційного та розвитку видобутку нетрадиційного газу. Прогнозується, що сукупний видобуток зросте, і до 2035 року Україна зможе вийти на рівень самозабезпеченості природним газом на рівні 33 млрд.м.куб.

Поряд із цим, лібералізація ринку природного газу, його інтеграція до європейського газового ринку створить надійний механізм забезпечення постачання газу, на випадок надзвичайних ситуацій, за будь-яким напрямом здійснення експортно-імпортних операцій. Умовою досягнення такого стану є розширення системи інтерконекторів між українською та європейською

системами та формування віртуальної торгової точки торгівлі природним газом на базі західноукраїнських підземних сховищ природного газу.

Таблиця 1.3

Цільові показники видобутку власних енергоресурсів [5]

Видобуток/виробництво	2020	2025	2030	2035
Природний газ, млрд. м ³	22,9	27,5	33,8	42,1
Нафта, млн. т	3,3	3,7	3,9	4,2
Вугілля, млн. т н.е.	37,7	39,9	41,3	42,8

Таблиця 1.4

Прогнозний цільовий енергетичний баланс України 2035 року [5]

Тис. тонн нафтового еквіваленту

ПОСТАЧАННЯ ТА СПОЖИВАННЯ*	Вугілля й торф	Нафтопродукти	Природний газ	Атомна енергія	Гідроелектроенергія	Вітрова, сонячна та енергія доквілля	Біопаливо та відходи	Електроенергія	Теплоенергія	Усього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Виробництво	33782	-	34166	-	1250	3775	13100	-	-	90572
Імпорт	0	2341	0	32865	-	-	0	0	-	44706
Експорт	0	0	-	-	-	-	0	-2582	-	-2582
Загальне постачання первинної енергії	33782	2341	34166	32865	1250	3775	13100	-2582	0	132696
Виробництво електричної енергії	-18735	-49	-2820	-32688	-1250	-812	-3042	23786	-	-35609
Виробництво теплової енергії	-980	-31	-13407	-177	-	-2964	-5149	-828	24632	1096
Нафтопереробні підприємства	-	13969	-	-	-	-	-	-	-	0
Власне споживання енергетичним сектором	-62	-477	-540	-	-	-	-	-3039	-863	-4981
Втрати при транспортуванні та розподіленні	-245	-2	-399	-	-	-	-	-1674	-1807	-4133
Кінцеве споживання	13760	15753	16999	0	0	0	4909	15662	21967	88915
Промисловість, в т.ч.:	12325	1326	3183	-	-	-	403	7175	5208	29621
металургія	10954	191	371	-	-	-	0	3045	894	15455
хімічна промисловість	15	25	387	-	-	-	0	339	1143	1909
машинобудування	3	33	162	-	-	-	0	1147	203	1549
харчова промисловість	102	148	124	-	-	-	343	536	1669	2922
інші галузі промисловості	1747	930	385	-	-	-	60	2108	1298	6528
Будівництво	2	181	21	-	-	-	0	90	55	350
Транспорт	27	3508	2118	-	-	-	223	1077	0	6953
Сільське господарство	16	1978	61	-	-	-	459	606	441	3561
Сфера послуг та інші споживачі	188	1188	589	-	-	-	52	2298	6994	11308
Населення	206	6310	9073	-	-	0	3772	4416	9269	33046
Неенергетичне використання	498	1261	3709	-	-	-	-	-	-	5334
Виробництво	33782	-	34166	-	1250	3775	13100	-	-	90572

* неспівпадання сумарних значень пояснюються похибками округлення

ЛІТЕРАТУРА

1. Сталий розвиток. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Сталий_розвиток (дата звернення: 3.09.2023).
2. Програма дій “Порядок денний на XXI століття” / пер. з англ. – К. : Інтелсфера, 2000. – 360 с.
3. Шевчук В. Я. Макроекономічні проблеми сталого розвитку. Київ : Геопринт, 2006. 200 с.
4. Національна доповідь «Цілі Сталого Розвитку: Україна». URL: http://un.org.ua/images/SDGs_NationalReportUA_Web_1.pdf (дата звернення: 28.09.2023).
5. Енергетична стратегія України на період до 2035 р. «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». – Схвал. розпорядженням Кабінету Міністрів України від 18.08.2017 р. №605-р. URL: https://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art_id=245234085 (дата звернення: 28.09.2023).
6. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011 (дата звернення: 23.08.2023).
7. Про ратифікацію Протоколу про приєднання України до договору про заснування Енергетичного Співтовариства: закон України: станом 1.01.2019 р. – № 2787-VI (2787-17) від 15.12.2010. – К.: ВВР, 2011, №24, ст.170.
8. Предун К.М. Вибір і обґрунтування способів передачі енергії для систем інженерного забезпечення населених пунктів України / К.М.Предун. – Енергозбереження в будівництві та архітектурі.: Наук.-техн. збірник. – К.: КНУБА, 2013. – Вип.4. – с.210-214.
9. Енергетична стратегія України на період до 2030 р. – Схвал. розпорядженням Кабінету Міністрів України від 15 березня 2006 р. N 145-р. URL:<http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/145-2006-p> (дата звернення: 28.09.2023).

10. Електроенергетика України. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Електроенергетика_України(дата звернення: 28.09.2023).

11. Прогнозний баланс електроенергії об'єднаної електроенергетичної системи України на 2020 р. URL:https://mineco.gov.ua/files/images/news_2020/29042020/%D0%91%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D1%81%20%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%97%20%D0%BD%D0%B0%202020%20%D1%80%D1%96%D0%BA.pdf (дата звернення: 3.09.2023).

12. Інформаційна довідка про основні показники розвитку галузей паливно-енергетичного комплексу України у грудні та за 2018 рік. (за фактичними даними). URL: https://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art_id=245343597&cat_id=35081(дата звернення: 28.09.2023).

13. Предун К.М. Еволюція концептуально-теоретичних основ еколого-економічної оптимізації: сучасні виміри та принципи реалізації. *Ефективна економіка: електронний журнал*. 2020. №3. DOI: [10.32702/2307-2105-2020.3.73](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.3.73).

14. Ціни вгору. Як олігархи і шахраї зароблять на енергоринку, і чому Енергоатом скорочує виробництво дешевої енергії. URL: <https://texty.org.ua/articles/100857/ciky-vhoru-yak-oliharhy-i-shahrayi-zaroblyatyu-na-enerhorynku-i-derzhavnyj-enerhoatom-skorochuye-vyrobnnytvo-elektroenerhiyi/> (дата звернення: 3.09.2023).

15. Про Національний план дій з енергоефективності на період до 2030 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 29.12.2021 №1803-р. – Документ 1803-2021-р, чинний. – Прийняття від 29.12.2021. URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1803-2021-%D1%80#Text> (дата звернення 15.10.2023).

РОЗДІЛ 2

ІНЖЕНЕРНІ РІШЕННЯ

2.1. Характеристика об'єкту

В якості об'єкту для розробки систем опалення, вентиляції та охолодження обрано 1 – поверховий житловий будинок в с. Козин Київської області.

В своїй структурі будинок нараховує 23 приміщення. Серед них:

- спальні кімнати;
- дитячі кімнати;
- кабінети;
- кухні;
- басейн;
- тренажерний зал.

Втрати теплоти, для компенсації яких проектується система опалення, відбуваються через огороджувальні конструкції (трансмісійні) та за рахунок інфільтрації (вентиляційні).

Для асиміляції надлишків теплоти проектується система охолодження. Основними джерелами надлишків теплоти в приміщеннях будівлі виступають: люди, світлопрозорі огороджувальні конструкції, гаряча їжа, варочні поверхні в кухнях.

Для організації необхідного повітрообміну в приміщеннях проектується система вентиляції.

2.2. Кліматологічні дані

Кліматологічні дані приймаються для м. Києва приймаються по [1] і наведені у таблиці 2.1 і 2.2.

Барометричний тиск становить 990 гПа.

Географічна широта - 51° північної широти.

Таблиця 2.1 - Температура зовнішнього повітря

Температура зовнішнього повітря середня по місяцям, °С											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-4,7	-3,6	1,0	9,0	15,2	18,3	19,8	19,0	13,9	8,1	1,9	-2,5

Продовження таблиці 2.1

Температура повітря, °С						
середня за рік	холодного періоду				теплого періоду	
	найхолодніша доба забезпеченістю		найхолодніша п'ятиденка забезпеченістю		найжаркіша доба забезпеченістю 0,95	найжаркіша п'ятиденка забезпеченістю 0,99
	0,98	0,92	0,98	0,92		
13	14	15	16	17	18	19
8,0	-29	-26	-25	-22	28	23

Продовження таблиці 2.1

$\leq 8^{\circ}\text{C}$		$\leq 10^{\circ}\text{C}$		$\geq 21^{\circ}\text{C}$	
тривалість діб	середня температура	тривалість діб	середня температура	тривалість діб	середня температура
20	21	22	23	24	25
176	-0,1	195	0,0	-	-

Таблиця 2.2 - Напрямок і швидкість вітру

Період	Повторюваність напрямків вітру (чисельник), %, середня швидкість по напрямках (знаменник), м/с							
	Північ	Північний схід	Схід	Південний схід	Південь	Південний захід	Захід	Північний захід
січень	$\frac{11,2}{3,2}$	$\frac{4,6}{2,0}$	$\frac{5,8}{1,7}$	$\frac{11,9}{2,0}$	$\frac{14,1}{2,7}$	$\frac{14,0}{3,0}$	$\frac{23,5}{3,0}$	$\frac{14,9}{2,9}$
липень	$\frac{18}{2,7}$	$\frac{9,1}{2,1}$	$\frac{4,8}{1,6}$	$\frac{8,0}{1,6}$	$\frac{11,3}{2,1}$	$\frac{10,4}{2,3}$	$\frac{20,4}{21}$	$\frac{18,0}{2,4}$

2.3. Розрахункові параметри повітря

2.3.1. Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Для розробки систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря параметри зовнішнього повітря приймаються за п. 5.13 [2]:

– для систем опалення, вентиляції та кондиціонування у холодний період року – температура зовнішнього повітря для найхолоднішої п'ятиденки забезпеченістю 0,92;

– для систем вентиляції в теплий період року – температуру зовнішнього повітря для найжаркішої п'ятиденки забезпеченістю 0,99;

- для систем кондиціонування в теплий період - температуру зовнішнього повітря для найжаркішої доби забезпеченістю 0,95.

Результати вибору зведені в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 - Параметри зовнішнього повітря для проектування систем опалення та вентиляції.

Період	$t_{\text{ext}}, ^\circ\text{C}$		$I_{\text{ext}}, \text{кДж/кг}$
	вентиляція	опалення	
Т	23	-	52,6
Х	-22	-22	-20,7

Таблиця 2.4 - Параметри зовнішнього повітря для проектування систем кондиціонування

Період	$t_{\text{ext}}, ^\circ\text{C}$	$I_{\text{ext}}, \text{кДж/кг}$
Т	28	55,7

2.3.2 Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Температура внутрішнього повітря для проектування системи опалення в житлових будинках приймається у відповідності до призначення приміщення за [3].

Всі необхідні значення температур у відповідності до приміщень, характерних для об'єкту проектування інженерних систем, наведені в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Розрахункові температури в приміщеннях для проектування системи опалення

Найменування приміщення	Розрахункова температура в приміщенні, $\theta_{\text{int},i}, ^\circ\text{C}$
Загальна кімната, спальня, кабінет	+20
Кухня	+18
Кухня-їдальня	+20
Ванна	+25
Вбиральня	+20
Суміщений санвузол	+25
Басейн	+25
Приміщення для пральної машини в квартирі	+18
Гардеробна для чищення і прасування одягу	+18

2.4. Теплотехнічні характеристики огорожувальних конструкцій

Опори теплопередачі всіх огорожувальних конструкцій відповідають вимогам [4] і дорівнюють:

- суміщене покриття $R = 5,35(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}$;
- зовнішня стіна $R = 3,3(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}$;
- вікна і двері $R = 0,74(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}$.

2.5. Розробка системи опалення

2.5.1. Визначення теплової потужності системи опалення приміщень

Загальні розрахункові тепловтрати опалювального приміщення, Вт, розраховуються за рівнянням

$$\Phi_i = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) \cdot f_{\Delta\theta,i} \quad (2.1)$$

де $f_{\Delta\theta,i}$ – поправочний температурний коефіцієнт, що враховує додаткові тепловтрати в опалювальному приміщенні при розрахунковій температурі в ньому більше ніж в сусідніх приміщеннях [5];

$\Phi_{T,i}$ - трансмісійні тепловтрати опалювального приміщення, Вт;

$\Phi_{V,i}$ - вентиляційні тепловтрати опалювального приміщення, Вт.

Трансмісійні тепловтрати опалювального приміщення, Вт, визначаються за формулою

$$\Phi_{T,i} = \sum_k f_k \cdot A_k \cdot U_k \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \quad (2.1)$$

де f_k – поправочний температурний коефіцієнт для k -будівельного огороження, що враховує додаткові тепловтрати через мости холоду [5];

A_k – площа теплопередачі k -ї будівельної конструкції огорожень приміщення, м^2 ;

U_k – коефіцієнт передачі теплоти від внутрішнього повітря через k -ту будівельну конструкцію огороження приміщення до зовнішнього середовища, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$;

$\theta_{int,i} - \theta_e$ - різниця температур внутрішнього та зовнішнього повітря, °С.

Вентиляційні тепловтрати опалювального приміщення, Вт, визначаються як

$$\Phi_{V,i} = 0,34 \cdot V_{min,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \quad (2.2)$$

де $V_{min,i}$ – мінімальна подача повітря до опалювального приміщення за національними гігієнічними вимогами, м³/год. Вона визначається за нормованою кратністю:

$$V_{min,i} = n_{min} \cdot v_i, \quad (2.3)$$

де n_{min} – мінімальна кратність повітрообміну за санітарно-гігієнічними вимогами [5].

Теплова потужність системи опалення приміщення розраховується по формулі

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_i + \Phi_{RH,i} + \Phi_{Q,i} \quad (2.4)$$

Розрахунок виконується в табличній формі (Таблиця 2.6).

Визначення теплової потужності системи опалення будівлі, Вт, за спрощеною методикою виконується за формулою

$$\Phi_{HL} = \Sigma \Phi_{T,i} + \Sigma \Phi_{V,i} + \Sigma \Phi_{RH,i} + \Sigma \Phi_{Q,i} \quad (2.9)$$

При визначенні теплової потужності для будівлі, внутрішні трансмісійні та вентиляційні теплові потоки між приміщеннями не враховуються.

2	Гардероб	18,36	18	ЗС	4,3	3	12,9	0,303	1	0	-	-	-	-	3,91	-	501	28	9	375	184	501	875
				ПЛ			18,36	0,267	1	0	-	-	-	-	4,90	-							
				СП			18,36	0,202	1	0	-	-	-	-	3,71	-							
															12,52								
3	Санвузол	3,83	20	ПЛ			3,83	0,267	1	0	-	-	-	-	1,02	-	79		0	0	38	41	41
				СП			3,83	0,202	1	0	-	-	-	-	0,77	-							
															1,80								
4	Санвузол	17,92	20	Пл			17,92	0,267	1	0	-	-	-	-	4,78	-	886		0	0	179	707	707
				ЗС1	5,6	3	16,80	0,303	1	0	-	-	-	-	5,09	-							
				ЗС2	3,1	3	9,30	0,303	1	0	-	-	-	-	2,82	-							
				В	1,8	2	3,60	1,33	1	0	-	-	-	-	4,79	-							
				СП			17,92	0,202	1	0	-	-	-	-	3,62	-							
															21,10								
5	Гардероб	24,64	20	Пл			24,64	0,267	1	0	-	-	-	-	6,58	-	854	37	13	528	246	608	1136
				ЗС	4,4	3	13,20	0,303	1	0	-	-	-	-	4,00	-							
				В	1,8	2	3,60	1,33	1	0	-	-	-	-	4,79	-							
				СП			24,64	0,202	1	0	-	-	-	-	4,98	-							
															20,34								
6	Спальня	28	20	Пл			28,00	0,267	1	0	-	-	-	-	7,48	-	1325	42	14	600	280	1045	1645
				ЗС	5	3	15,00	0,303	1	0	-	-	-	-	4,55	-							
				ЗС	5,6	3	16,80	0,303	1	0	-	-	-	-	5,09	-							
				В	3,3	2	6,60	1,33	1	0	-	-	-	-	8,78	-							
				СП			28,00	0,202	1	0	-	-	-	-	5,66	-							
															31,55								
7	Вітальня	61	20	Пл			61,00	0,267	1	0	-	-	-	-	16,29	-	2066	183	62	2613	610	1456	4070
				ЗС	1	3	3,00	0,303	1	0	-	-	-	-	0,91	-							
				В	7,4	2	14,80	1,33	1	0	-	-	-	-	19,68	-							
				СП			61,00	0,202	1	0	-	-	-	-	12,32	-							
															49,20								

15	Спальня	17,60	20	ЗС	3,4	3	10,20	0,303	1	0	-	-	-	-	3,09	-	789	26	9	377	176	613	990
				В	2,8	2	5,60	1,33	1	0	-	-	-	-	7,45	-							
				Пл			17,60	0,267	1	0	-	-	-	-	4,70	-							
				СП			17,60	0,202	1	0	-	-	-	-	3,56	-							
															18,79								
16	Санвузол	8,70	20	ЗС	2	3	28,70	0,303	1	0	-	-	-	-	8,70	-	626	26	9	373	287	339	712
				В	0,8	2	1,60	1,33	1	0	-	-	-	-	2,13	-							
				Пл			8,70	0,267	1	0	-	-	-	-	2,32	-							
				СП			8,70	0,202	1	0	-	-	-	-	1,76	-							
															14,90								
17	Коридор	15,80	20	Пл			15,80	0,267	1	0	-	-	-	-	4,22	-	311	24	8	338	158	153	492
				СП			15,80	0,202	1	0	-	-	-	-	3,19	-							
															7,41								
18	Дитяча кімната	16,20	20	ЗС	3,3	3	9,90	0,303	1	0	-	-	-	-	3,00	-	724	24	8	347	162	562	909
				В	2,5	2	5,00	1,33	1	0	-	-	-	-	6,65	-							
				Пл			16,20	0,267	1	0	-	-	-	-	4,33	-							
				СП			16,20	0,202	1	0	-	-	-	-	3,27	-							
															17,25								
19	Дитяча кімната	16,20	20	ЗС	3,3	3	9,90	0,303	1	0	-	-	-	-	3,00	-	724	24	8	347	162	562	909
				В	2,5	2	5,00	1,33	1	0	-	-	-	-	6,65	-							
				Пл			16,20	0,267	1	0	-	-	-	-	4,33	-							
				СП			16,20	0,202	1	0	-	-	-	-	3,27	-							
															17,25								
20	Тренажерна зала	14,90	20	ЗС	3	1	3,00	0,303	1	0	-	-	-	-	0,91	-	667	45	15	638	149	518	1156
				В	3	2	6,00	1,33	1	0	-	-	-	-	7,98	-							
				Пл			14,90	0,267	1	0	-	-	-	-	3,98	-							
				СП			14,90	0,202	1	0	-	-	-	-	3,01	-							
															15,88								

2.5.2. Характеристика запроектованої системи опалення

У житловому будинку запроектована комбінована система опалення: горизонтальна двотрубна система водяного опалення горизонтальними гілками та водяна підлогова типу «тепла підлога».

В якості теплоносія в обох випадках використовується вода з параметрами 55-45°C для радіаторної системи, а для підлогового опалення з параметрами 40 - 30°C.

В якості опалювальних приладів до установки прийняті конвектори, які вбудовані в підлогу, торгівельної марки Hidria (Словенія). Кожний опалювальний прилад обладнаний терморегуляторами з метою регулювання тепловіддачі в залежності від зовнішньо кліматичних умов.

Всі трубопроводи системи опалення виконані з металопластикових та поліетиленових труб з антидифузійним захистом в тепловій ізоляції. Ділянки трубопроводів, що прокладаються відкрито, ізолюються каучуковою ізоляцією.

Джерелом теплоти для системи опалення є топкова з тепловими насосами та резервним електричним котлом.

Для гідравлічного балансування передбачена установка регулюючої арматури фірми Danfoss .

Видалення повітря з системи здійснюється у вищих її точках через автоматичні відвідники повітря, а злив води з системи передбачено в нижніх точках через зливні крани.

2.5.3. Розробка системи опалення типу «тепла підлога»

У всіх приміщеннях будівлі (окрім технічного приміщення (11) та сауни (22) в якості основної системи опалення передбачена система опалення типу «тепла підлога». Тепловіддача системи в кожному приміщенні залежить від прийнятої температури поверхні підлоги, кроку між трубами та матеріалу

покриття. У всіх житлових приміщеннях та кабінетах в якості покриття використовується ламінат, у вітальні, кухнях, басейні – керамічна плитка. Крок між трубами в кухнях, ванних кімнатах, басейні приймається 100 мм, в решті приміщень - 300 мм. Всі необхідні дані стосовно виду приміщення, площі поверхні підлоги, питомої тепловіддачі в залежності від перелічених факторів і результуюча теплова потужність системи опалення типу «тепла підлога» наведені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Розрахунок теплової потужності системи опалення «тепла підлога» для кожного приміщення

№	Найменування приміщення	Площа, м ²	Температура повітря в приміщенні, °С	Температура поверхні підлоги, °С	Крок укладання труб, мм	Питома тепловіддача, Вт/м ²	Загальна тепловіддача, Вт	Установча потужність, Вт
1	Гардеробна	24	22	27	300	52	1248	1260
2	Санвузол	8	22	27	150	41	328	330
3	Ванна кімната	4	25	31	100	71	284	280
4	Кабінет	8	25	31	100	71	568	570
5	Кабінет	18	22	26	300	38	684	700
6	Спальня	28	22	29	300	39	1092	1100
7	Вітальня	61	22	27	300	53	3233	3230
8	Кухня їдальня	41	22	27	300	68	2788	2790
9	Кабінет	10	22	27	300	53	530	530
10	Кухня	8	22	30	100	87	696	700
12	Кухня	8	22	30	100	87	696	700
14	Ванна кімната	3,6	25	31	100	72	259,2	260
15	Спальня	17	22	25	300	38	646	640
16	Санвузол суміщений	9	25	31	100	71	639	640
17	Коридор	15	22	26	300	39	585	590
18	Дитяча кімната	16	22	26	300	38	608	600
19	Дитяча кімната	16	22	26	300	38	608	600
20	Тренажерна зала	14	20	24	300	43	602	600

21	Басейн	33,6	20	24	300\100	44	1478,4	1480
23	Санвузол	2,4	25	31	100	71	170,4	170

В якості метода укладання трубопроводів системи опалення типу «тепла підлога» прийняти «равлик».

Результати розрахунків проектування наведені на аркуші 2 графічної частини проекту.

2.5.4. Вибір опалювальних приладів радіаторної системи опалення

В якості опалювальних приладів радіаторної системи опалення прийняті підлогові конвектори Hidria ТК з природною конвекцією. Вони призначені перш за все для додаткового опалення приміщень в комбінації з іншими первинними пристроями опалення. Вони встановлюються в підлогу безпосередньо в близькості від вікон, дверей та інших охолоджених поверхонь. Внутрішньо підлогові конвектори Hidria без вентилятора не створюють шуму при роботі, так як не мають в своїй конструкції працюючих механічних пристроїв [6].

До складу конвектора входить корпус та теплообмінник. Підібраний конвектор характеризується геометричними розмірами (довжина x ширина x глибина) та тепловою потужністю, яка в свою чергу залежить від температури теплоносія. Теплова потужність конвекторів в кожному приміщенні являє собою різницю між загальною тепловою потужністю приміщення (таблиця 2.7) та теплової потужності системи опалення типу «тепла підлога».

Результати підбору конвекторів для кожного приміщення будинку наведені в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Підбір конвекторів

№	Найменування приміщення	Розрахункова теплова потужність конвекторів в приміщенні, Вт	Марка конвектора	Кількість, шт	Теплова потужність одного конвектора, Вт	Встановлена теплова потужність конвекторів, Вт
1	Гардеробна	685	ТК 300 x 105 x 3600	1	760	760
6	Спальня	545	ТК 300 x 105 x 3600	1	660	660
7	Вітальня	840	ТК 300 x 105 x 3000	2	620	1150
			ТК 300 x 105 x 2600	2	530	
8	Кухня - їдальня	376	ТК 300 x 105 x 2400	1	480	480
9	Кабінет	294	ТК 300 x 105 x 2400	1	480	480
13	Гостьова	290	ТК 300 x 105 x 1600	1	300	300
15	Спальня	350	ТК 300 x 105 x 2600	1	530	530
18	Дитяча кімната	309	ТК 300 x 105 x 2400	1	480	480
19	Дитяча кімната	309	ТК 300 x 105 x 2500	1	500	500
20	Тренажерна зала	556	ТК 300 x 105 x 2800	1	570	570
21	Басейн	2576	TKV-S 200 x 2000	2	337	2 875
			TKV-S 200 x 2200	2	440	
			TKV-S 200 x 1500	1	440	
			TKV-S 200 x 1600	1	442	
			TKV-S 200 x 2100	1	439	

Всі отримані значення загальної установчої теплової потужності конвекторів по приміщеннях не нижчі за розрахункові.

2.6. Розробка систем вентиляції

Будинок може бути розділений на 2 частини – житлова і нежитлова. В залежності від цього будуть визначені необхідні повітрообміни для всіх приміщень, які належать до кожної з них. До нежитлової частини будівлі можна віднести приміщення басейну, решта приміщень – до житлової частини. У відповідності до цього величина повітрообміну для басейну визначається розрахунковим шляхом (за допомогою іd – діаграми), так як це приміщення характеризується надлишками вологи, які необхідно асимілювати відповідною кількістю повітря. Для всіх інших приміщень (житлова частина) повітрообмін може бути визначений у відповідності до вимог нормативних документів.

2.6.1. Визначення повітрообмінів в приміщеннях житлової частини будинку

Мінімальні значення повітрообмінів для приміщень житлових будівель регламентуються [3]. Прийняті значення кратності та відповідні величини повітрообмінів для приміщень житлової частини наведені в таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Величина повітрообмінів в приміщеннях житлової частини будівлі

№	Найменування приміщення	Об'єм, м ³	Кратність		Повітрообмін, м ³ /год	
			Приплив	Видалення	Приплив	Видалення
1	Вітальня	91,11	-	-	-	-
2	Гардероб	55,08	-	1,5	-	84
3	Санвузол	11,5	-	-	-	50
4	Санвузол	53,76	-	-	-	160
5	Гардероб	73,92	1	1	75	75
6	Спальня	84	2	-	160	-
7	Вітальня	230	1	1	230	230
8	Кухня - їдальня	167,25	1	1	170	170
9	Кабінет	32	2	2	65	65
10	Кухня	35,4	-	3,5	-	125
12	Пральня	39,5	4	3	120	160

13	Кімната персоналу	32,85	2,5	-	90	-
14	Ванна	10,8	-	-	-	90
15	Спальня	52,8	2	2	105	105
16	Санвузол	26,1				125
18	Дитяча кімната	48,6	2	2	95	95
19	Дитяча кімната	48,6	2	2	95	95
20	Тренажерна зала	44,7	3,5	3,5	160	160
	РАЗОМ				1365	1560

«Небаланс» повітрообміну у розмірі 195 м³/год подається в хол.

2.6.2. Визначення повітрообміну в приміщенні басейну

Визначення повітрообміну в приміщенні басейну здійснюється розрахунковим шляхом за допомогою id – діаграми. Для цього розраховуються загальні тепло- та вологонадходження в приміщення для двох періодів року – теплого та холодного.

2.6.2.1 Розрахунок загальних надходжень теплоти

Розрахунок загальних теплонадходжень для теплого періоду року здійснюється за формулою:

$$\Sigma Q = Q_{cp} + Q_{пл} + Q_{од} - Q_{в} \quad (2.10)$$

Для холодного періоду року:

$$\Sigma Q_{я} = Q_{осв} + Q_{пл} + Q_{од} - Q_{в} \quad (2.11)$$

де Q_{cp} - надходження теплоти від сонячної радіації, Вт;

$Q_{пл}$ – надходження теплоти від плавців;

$Q_{од}$ – надходження теплоти від обхідних доріжок, Вт;

$Q_{осв}$ – надходження теплоти від освітлення, Вт;

$Q_{в}$ – втрати теплоти на нагрівання води в ванні басейну, Вт.

Надходження теплоти від сонячної радіації

Розрахунок виконується за рівнянням:

$$Q_{cp} = F_{np} \cdot q_{cp}^{np} \cdot \beta + F_{nep} \cdot q_{cp}^{nep}, \quad (2.12)$$

де F_{np} та F_{nep} – площі вікон та перекриття відповідно, м²;

q_{cp}^{np} та q_{cp}^{nep} – питомі теплонадходження за рахунок сонячної радіації

відповідно через світлові прорізи та перекриття, Вт/м² [7];

β – коефіцієнт наявності захисних пристроїв, 0,1.

$$Q_{cp} = 28,6 \cdot 92 \cdot 0,1 + 81 \cdot 14 = 1243 \text{ Вт}$$

Надходження теплоти від джерел штучного освітлення

Надходження теплоти від джерел штучного висвітлення визначається за [7] по формулі:

$$Q_{осв} = F \cdot N_{пит} \cdot \eta_{осв} \quad (2.13)$$

де F – площа приміщення, м²;

$N_{пит}$ – питома потужність приладів освітлення, Вт/м²;

$\eta_{осв}$ – частка теплоти, що надходить у приміщення.

$$Q_{осв} = 81 \cdot 24 \cdot 0,1 = 194 \text{ Вт}$$

Надходження теплоти від плавців

Тепловиділення від людей визначаються по формулі:

$$Q_{л} = q_{я} \cdot N \cdot (1 - 0,33), \quad (2.14)$$

де N – кількість плавців у приміщенні, чол;

$q_{я}$ – надходження теплоти від одного плавця, Вт/чол [8];

0,33 – доля часу, яку плавці проводять у басейні.

$$Q_{л} = 60 \cdot 5 \cdot (1 - 0,33) = 150 \text{ Вт}$$

Втрати теплоти на нагрівання води в ванні басейну

Розрахунок ведеться за формулою:

$$Q_g = \alpha \cdot F_g \cdot (t_g - t_{ног}), \quad (2.15)$$

де α - коефіцієнт тепловіддачі явної теплоти, Вт/(м²·°C);

F_B – площа ванни басейну, м²;

$t_{пов}$ – температура поверхні води в ванні басейну, °C:

$$t_{ног} = t_w - 1, \quad (2.16)$$

t_w – температура води в ванні басейну, °C.

$$t_{ног} = 27 - 1 = 26^{\circ}C$$

$$Q_g = 4 \cdot 28 \cdot (27 - 26) = 112 \text{ Вт}$$

В результаті,

$$\Sigma Q^T = 1243 + 194 + 150 - 112 = 1475 \text{ Вт}$$

$$\Sigma Q^X = 194 + 159 - 112 = 232 \text{ Вт}$$

2.6.2.2 Розрахунок загальних надходжень вологи

Загальна кількість вологи, кг/год, що надходить до приміщення басейну визначається як:

$$\Sigma W = W_{пл} + W_{од} + W_B, \quad (2.17)$$

де $W_{пл}$ - надходження вологи від плавців, г/год;

$W_{од}$ - надходження вологи від обхідних доріжок, г/год;

W_B – надходження вологи від дзеркала води басейну, г/год.

Надходження вологи від плавців

Кількість вологи, що виділяється від людей, що плавають в басейні, г/год:

$$W_{nl} = g \cdot N \cdot (1 - 0,5), \quad (2.18)$$

де g – виділення вологи від одного плавця, г/год/чол [8].

$$W_{nl} = 200 \cdot 4 \cdot (1 - 0,5) = 400 \text{ г / год}$$

Надходження вологи від обхідних доріжок

Площа частини обхідних доріжок, що змочена водою, становить 0,3 від всієї їхньої площі. Кількість води, що випаровується, г/год, розраховується по формулі:

$$W_{od} = 6,1 \cdot F \cdot (t_g - t_{mt}), \quad (2.19)$$

де F – площа змоченої поверхні обхідних доріжок, м²,

t_{mt} – температура мокрого термометра, °С.

$$W_{od}^T = 6,1 \cdot 11 \cdot 0,3 \cdot (25 - 19) = 121 \text{ г / год.}$$

$$W_{od}^X = 6,1 \cdot 11 \cdot 0,3 \cdot (27 - 22) = 101 \text{ г / год.}$$

Надходження вологи від дзеркала води басейну

Розрахунок здійснюється за формулою, кг/год:

$$W_B = \frac{A \cdot F_6 \cdot \sigma_{вип} \cdot (d_w - d_g)}{1000}, \quad (2.20)$$

де A – експериментальний коефіцієнт, який враховує інтенсифікацію випаровування з поверхні води в присутності плавців у порівнянні зі спокійною поверхнею. Для оздоровчих плавальних басейнів $A=1,5$;

F_6 – площа дзеркала води басейну, м²;

$\sigma_{вип}$ – коефіцієнт випаровування, кг/(м²·год):

$$\sigma_{вип} = 25 + 19 \cdot v, \quad (2.21)$$

v – рухливість повітря над ванною басейну, м/с.

$$\sigma_{\text{вип}} = 25 + 19 \cdot 0,1 = 26,9 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

d_B – вологовміст внутрішнього повітря, г/кг с.п. Визначається за допомогою іd – діаграми:

при $t_B=25^{\circ}\text{C}$ та $\phi_B=60\%$ $d_B=12$ г/кг с.п.

при $t_B=27^{\circ}\text{C}$ та $\phi_B=60\%$ $d_B=13,2$ г/кг с.п.

d_w – вологовміст повітря над поверхнею води, г/кг с.п. Визначається за допомогою іd – діаграми: при $t_{\text{пов}}=25^{\circ}\text{C}$ та $\phi_B=100\%$ $d_w=20$ г/кг с.п.

при $t_{\text{пов}}=27^{\circ}\text{C}$ та $\phi_B=100\%$ $d_w=22,5$ г/кг с.п.

$$W^T_B = \frac{1,5 \cdot 11 \cdot 26,9 \cdot (19 - 12)}{1000} = 3,1 \text{ кг} / \text{год}$$

$$W^X_B = \frac{1,5 \cdot 11 \cdot 26,9 \cdot (21,5 - 14,2)}{1000} = 3,24 \text{ кг} / \text{год}$$

В результаті,

$$\Sigma W^T = 0,4 + 0,121 + 3,1 = 3,621 \text{ кг} / \text{год}$$

$$\Sigma W^X = 0,4 + 0,101 + 3,24 = 3,741 \text{ кг} / \text{год}$$

2.6.2.3 Розрахунок повітрообміну

За надлишками теплоти

Розрахунок виконується за рівнянням:

$$L = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{над}}}{1,2 \cdot (t_l - t_{wz})}, \quad (2.22)$$

де t_l , t_{wz} – температура внутрішнього повітря в пташнику та видаляемого, °C.

$$L^T_{30} = \frac{3,6 \cdot 1475}{1,2 \cdot (30,5 - 27)} = 1264 \text{ м}^3 / \text{год}$$

$$L^X_{30} = \frac{3,6 \cdot 232}{1,2 \cdot (27 - 25)} = 348 \text{ м}^3 / \text{год}$$

За надлишками вологи

Розрахунок повітрообміну виконується за рівнянням:

$$L = \frac{W}{1,2 \cdot (d_l - d_{wz})}, \quad (2.23)$$

де d_l , d_{wz} – вологовміст внутрішнього повітря в пташнику та видаляемого, г/кг;

W – кількість вологи в приміщенні, г/год.

$$L_{30}^T = \frac{3621}{1,2 \cdot (16 - 13,2)} = 1077 \text{ м}^3 / \text{год}$$

$$L_{30}^X = \frac{3741}{1,2 \cdot (14,5 - 12)} = 1247 \text{ м}^3 / \text{год}$$

З отриманих значень обирається максимальне $L = 1264 \text{ м}^3/\text{год}$.

2.6.3. Підбір повітрообробного агрегату для приміщення басейну

До установки приймається вентиляційний агрегат DAN2 HP [8] фірми Danterm. Технічні характеристики установки наведені в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 – Технічні характеристики вентиляційної установки DAN2 HP

Найменування	Одиниці вимірювання	Значення
Номінальна продуктивність	м ³ /год	1750
Доля свіжого повітря	%	0-100
Фільтри свіжого/видаляемого повітря		F7/M5
Вологозйом з VDI 2089	кг/год	11
Осушуюча здатність, 30% свіжого повітря	кг/год	9
Теплова потужність рекуператора	кВт	11,3
Максимальна споживана потужність	кВт	2,9

Структура установки наведена на рис. 2.1.

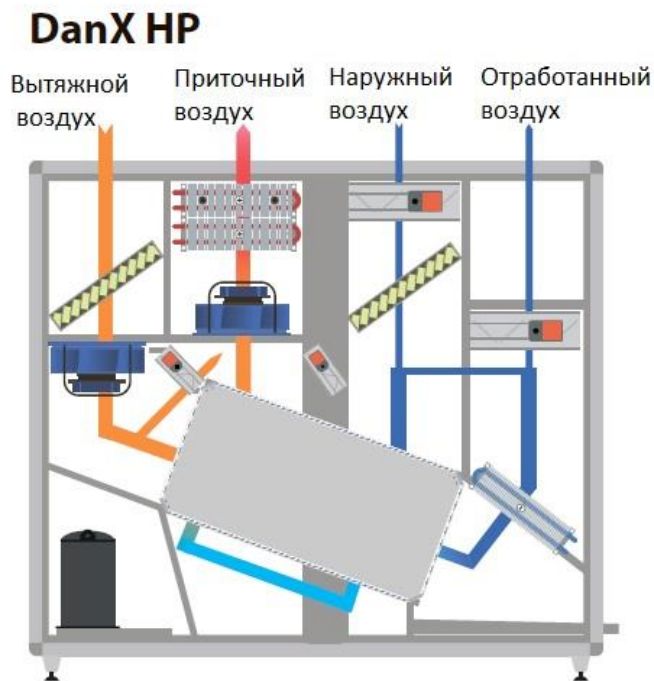


Рис.2.1. Структура вентиляційної установки DAN2 HP

Dantherm DanX HP денний режим, зима: часткова рециркуляція з підігрівом, 2-ступінчаста рекуперация тепла та осушення внутрішнього повітря подачею зовнішнього повітря та при за допомогою теплового насоса (модель HP). Щоб максимально зменшити втрати тиску через теплообмінник випарника проходить тільки певна частина вологого повітря. При недостатньому осушенні повітря автоматично збільшується частка зовнішнього повітря, що подається в приміщення.

2.7. Розробка системи охолодження

Для підтримки комфортних температурних показників внутрішнього повітря влітку передбачається система охолодження за рахунок установки фанкойлів. Джерелом холодопостачання будинку виступають теплові насоси. Підбір фанкойлів здійснюється по холодильній потужності приміщень, яка в свою чергу формується з суми різних видів теплонадходжень.

2.7.1. Визначення надлишкових надходжень теплоти в приміщення

2.7.1.1. Тепловиділення від людей

Тепловиділення від людей визначаються по формулі:

$$Q_n = q \cdot n, \quad (2.24)$$

де n – кількість людей в приміщенні;

q – надходження від одного чоловіка, Вт/люд [7].

В більшості випадків (за виключенням тренажерної зали та дитячих кімнат) робота людей відноситься до категорії «стан спокою». Отже, для теплого періоду року $q^T = 95 \text{ Вт} / \text{люд}$.

Для категорії «помірна робота» (тренажерна зала та дитячі кімнати) $q^T = 195 \text{ Вт} / \text{люд}$.

Результати розрахунків даного виду теплонадходжень для приміщень житлової частини наведені в таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 – Результати розрахунку надходжень теплоти від людей

№	Найменування приміщення	Питомі теплонадходження, Вт/люд	Кількість людей, чол	Величина теплонадходжень, Вт
1	Вітальня	95	10	950
4	Кабінет	95	2	190
5	Гардероб	95	2	190
6	Спальня	95	2	190
7	Вітальня	95	10	950
8	Кухня - їдальня	95	10	950
9	Кабінет	95	3	285
13	Кімната персоналу	95	2	190
15	Спальня	95	2	190
18	Дитяча кімната	195	1	195
19	Дитяча кімната	195	1	195
20	Тренажерна зала	195	2	390

2.7.1.2. Надходження теплоти від джерел штучного освітлення

Надходження теплоти від джерел штучного висвітлення по формулі (2.13).

Результати розрахунків даного виду теплонадходжень для приміщень житлової частини наведені в таблиці 2.12.

Таблиця 2.12 – Результати розрахунку надходжень теплоти від джерел штучного освітлення

№	Найменування приміщення	Площа, м ²	N _{пит} , Вт/м ²	η _{осв}	Q _{осв} , Вт
1	Вітальня	31,37	24	0,55	414,08
4	Кабінет	17,92	24	0,55	236,54
5	Гардероб	18,36	24	0,55	242,35
6	Спальня	28	24	0,55	369,60
7	Вітальня	61	24	0,55	805,20
8	Кухня - їдальня	41	24	0,55	541,20
9	Кабінет	10	24	0,55	132,00
13	Кімната персоналу	12	24	0,55	158,40
15	Спальня	17,6	24	0,55	232,32
18	Дитяча кімната	16,2	24	0,55	213,84
19	Дитяча кімната	16,2	24	0,55	213,84
20	Тренажерна зала	14,9	24	0,55	196,68

2.7.1.3. Теплонадходження за рахунок сонячної радіації

Розрахунок виконується за рівнянням (2.12).

Результати розрахунків теплонадходжень через вікна наведені в таблиці 2.13.

Таблиця 2.13 - Результати розрахунків теплонадходжень через вікна

№	Найменування приміщення	Площа вікна, м ²	q_{cp}^{np} , Вт/м ²	β	Q _{ср.в.} , Вт
1	Вітальня	10,36	186	0,9	1734,26
4	Кабінет	3,6	186	0,9	602,64
5	Гардероб	3,6	186	0,9	602,64
6	Спальня	6,6	186	0,9	1104,84
7	Вітальня	14,8	186	0,9	2477,52
8	Кухня - їдальня	5	186	0,9	837,00
9	Кабінет	5	186	0,9	837,00
13	Кімната персоналу	3,6	186	0,9	602,64
15	Спальня	5,6	186	0,9	937,44
18	Дитяча кімната	5	186	0,9	837,00
19	Дитяча кімната	5	186	0,9	837,00
20	Тренажерна зала	6	186	0,9	1004,40

Результати розрахунків теплонадходжень через покриття наведені в таблиці 2.14.

Таблиця 2.14 - Результати розрахунків теплонадходжень через покриття

№	Найменування приміщення	Площа покриття, м ²	$q_{cp}^{пер}$, Вт/м ²	Q _{ср.п.} , Вт
1	Вітальня	31,37	17	533,29
4	Кабінет	17,92	17	304,64
5	Гардероб	18,36	17	312,12
6	Спальня	28	17	476,00
7	Вітальня	60	17	1020,00
8	Кухня - їдальня	41	17	697,00
9	Кабінет	10	17	170,00
13	Кімната персоналу	12	17	204,00
15	Спальня	17,6	17	299,20
18	Дитяча кімната	16,2	17	275,40
19	Дитяча кімната	16,2	17	275,40
20	Тренажерна зала	14,9	17	253,30

2.7.1.4. Розрахунок загальних теплонадходжень

Загальна кількість теплонадходжень в кожне приміщення визначається за рівнянням:

$$Q_{над} = Q_l^T + Q_{осв} + Q_{cp} \quad (2.25)$$

Результати розрахунків наведені в таблиці 2.15.

Таблиця 2.15 – Розрахунок загальних теплонадходжень

№	Найменування приміщення	Q_l , Вт	$Q_{осв}$, Вт	$Q_{ср.в.}$, Вт	$Q_{ср.л.}$, Вт	ΣQ , Вт
1	Вітальня	950	414,08	1734,26	533,29	3631,64
4	Кабінет	190	236,54	602,64	304,64	1333,82
5	Гардероб	190	242,35	602,64	312,12	1347,11
6	Спальня	190	369,60	1104,84	476,00	2140,44
7	Вітальня	950	805,20	2477,52	1020,00	5252,72
8	Кухня - їдальня	950	541,20	837,00	697,00	3025,20
9	Кабінет	285	132,00	837,00	170,00	1424,00
13	Кімната персоналу	190	158,40	602,64	204,00	1155,04
15	Спальня	190	232,32	937,44	299,20	1658,96
18	Дитяча кімната	195	213,84	837,00	275,40	1521,24
19	Дитяча кімната	195	213,84	837,00	275,40	1521,24
20	Тренажерна зала	390	196,68	1004,40	253,30	1844,38

2.7.1.5 Підбір фанкойлів

Для охолодження повітря в літній період року до установки приймаються фанкойли ESTCH [9]. Завдяки відцентровим вентиляторам високого тиску вони мають дуже хорошу продуктивність із середніми/довгими повітроводами. Характеризуються низьким рівнем шуму і можуть бути оснащеними широким набором спеціальних аксесуарів. Фанкойли ESTCH доступні як для вертикального монтажу на стіні (з нижнім повітрозабором) або на підлозі (з фронтальним повітрозабором), так і горизонтального на стелі (з заднім або нижнім повітрозабором). Споживання електроенергії зменшено більш ніж на 50% у версії EST (двигун ЕС порівняно з двигуном змінного струму).

Модель ESTCH оснащена електричною коробкою, що містить клемну колодку та допоміжний дренажний піддон. Рама виготовлена з оцинкованої сталі, а внутрішні сторони повністю покриті ізоляційним самозатухаючим матеріалом. Приховані фанкойли також доступні для систем централізованого

охолодження: водяні змішувачі розроблені зі зменшеною кількістю контурів, придатні для роботи з високою різницею температур води.

Джерелом холодопостачання виступають теплові насоси

Підбір фанкойлів здійснюється по холодинній потужності (таблиця 2.15). Результати підбору наведені в таблиці 2.16.

Таблиця 2.16 – Результати підбору фанкойлів

№	Найменування приміщення	ΣQ , Вт	Типорозмір	Установча холодинна потужність, кВт
1	Вітальня	3631,64	EST-CH 520	5,05
4	Кабінет	1333,82	EST-CH 514	2,56
5	Гардероб	3487,55	EST-CH 520	5,05
6	Спальня			
7	Вітальня	5252,72	EST-CH 520	5,05
8	Кухня - їдальня	3025,20	EST-CH 520	5,05
9	Кабінет	1424,00	EST-CH 516	3,81
13	Кімната персоналу	1155,04	EST-CH 516	3,81
15	Спальня	1658,96	EST-CH 520	5,05
18	Дитяча кімната	1521,24	EST-CH 516	3,81
19	Дитяча кімната	1521,24	EST-CH 516	3,81
20	Тренажерна зала	1844,38	EST-CH 520	5,05

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010 «Будівельна кліматологія». – К.: Мінрегіонбуд, 2010. – 123 с.
2. ДБН В. 2.5 – 67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово – комунального господарства України, 2013. – 113 с.
3. ДБН В. 2.2 – 15:2019 «Житлові будинки. Основні положення». – К.: Міністерство розвитку громад та територій, 2022. – 53 с.
4. ДБН В.2.6-3 1:2006 «Теплова ізоляція будівель». – К. : Міністерство будівництва, архітектури та житлово – комунального господарства України, 2006. – 73 с.
5. Методичні вказівки «Визначення теплової потужності системи опалення» для студентів спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія.» (спеціалізація «Теплогазопостачання і вентиляція»)/ Уклад.: О.П.Любарець, М.П.Сенчук, В.О.Любарець. – К.: КНУБА, 2016. – 34с.
6. Світ конвекторів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://svit-konvektoriv.com.ua/hidria/hidria-tk>
7. Зінич П.Л. Вентиляція громадських будівель. Навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2002. – 256 с.
8. Dantherm DanX системи вентиляції та осушення 1-2-3 XD, HP для басейнів та SPA (3500 м³/год) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.dantherm.com.ua/ua/danx-xd-hp.html>
9. Fan-coil concealed ESTCH EC [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.bimobject.com/ru-ua/eurapo/product/fancoil-estch>

РОЗДІЛ 3

ІНЖЕНЕРНІ МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ

3.1 Методи підвищення енергоефективності систем забезпечення мікроклімату

Системи вентиляції, опалення та кондиціонування є найбільшими споживачами енергетичних ресурсів в будинках. На них припадає до 70% загального енергоспоживання.

Доцільно максимально ефективно використовувати наявні енергетичні ресурси, наскільки можна повторно їх застосовувати, і по можливості максимально використовувати безкоштовну відновлювану енергію довкілля (грунту, повітря, води).

Вдосконалювання роботи систем опалення та вентиляції відіграє важливу роль в підвищенні енергоефективності будівель і зниженні витрат енергії на створення в них комфортних параметрів.

Всі заходи, які спрямовані на підвищення енергоефективності систем опалення та вентиляції, можуть бути умовно поділені на чотири групи [1]:

1. Об'ємно – планувальні, будівельно – конструктивні заходи щодо енергозбереження;
2. Енергозбереження шляхом утилізації природної теплоти та холоду (рециркуляція, рекуперація);
3. Удосконалення інженерних систем та їх елементів;
4. Режим роботи системи, автоматизація.

Що стосується об'ємно - планувальних та будівельно – конструктивних заходів, що вони реалізуються ще на стадії прийняття відповідних архітектурних рішень. До даної категорії заходів можуть бути віднесені:

- вибір орієнтації будинку щодо сторін світу;

- вибір форми будинку в плані й по вертикалі, застосування сонцезахисних пристроїв;
- зменшення витрат енергії на штучне освітлення;
- вибір ступеня й характеру застосування.

3.2 Рекуперація теплоти в системах вентиляції

Застосування сучасних, енергозберігаючих вікон несе із собою й суттєві проблеми. Причому це багатопланові проблеми, що лежать як у галузі охорони здоров'я людей, які перебувають у приміщеннях, обладнаних такими вікнами, так і в області збереження самих будівель, у яких є такі вікна. Коротко можна нагадати, що застосування таких вікон без поєднаних спеціальних заходів щодо забезпечення контрольованої примусової вентиляції веде до зміни якісного складу повітря в приміщеннях (знижується рівень кисню, підвищується вміст вуглекислого газу, радону тощо), що негативно позначається і поточному самопочутті, і загальному стані здоров'я людей. Крім того, застосування таких вікон призводить, як правило, до зростання вологості в приміщеннях, що зумовлює появу та розвиток (надалі дуже важко видаляється) цвілі, тобто. колоній грибків, що має подвійні прояви, відстрочені негативні наслідки. По-перше, деякі види цвілевих грибків смертельно небезпечні для людини і, по-друге, всі види цвілевих грибків мають руйнівний вплив на будівельні конструкції будівель та споруд. У Європі у зв'язку з початком після заміни раніше встановлених вікон на сучасні енергозберігаючі прискореним процесом руйнування будівель, що стояли до цього століття, навіть сформувався термін «синдром хворої будівлі» і нині заборонено встановлення таких вікон без виконання спеціальних заходів, що забезпечують необхідну вентиляцію.

Загострення ситуації в частині необхідності використання рекуператорів на території СНД сприяє як енергоносії, що стрімко дорожчають (що об'єктивно підштовхує людей шукати шляхи зниження витрати енергії на

підтримання комфортної температури в приміщеннях), так і заклики керівників різного рівня, від найвищого до низового, масово замінювати раніше встановлені вікна на сучасні.

Рекуператор тепла вентиляційного повітря – це пристрій, який обов'язково має у своєму складі теплообмінний елемент, що має, як правило, вентилятори (зазвичай - два) для прокачування через цей теплообмінник потоків витяжного, що видаляється з приміщення, і свіжого повітря, що подається в приміщення повітря і, часто, оснащено різними додатковими пристосуваннями, покликаними автоматизувати роботу пристрою, покращити якість повітря, що подається (або хоча б, запобігти його погіршенню) тощо. У такому пристрої тепло від повітря, яке має бути видалено з приміщення, віддається повітрю, що надходить до приміщення (а влітку навпаки, повітря, що надходить, охолоджується більш прохолодним повітрям, що видаляється, якщо, звичайно, приміщення оснащено кондиціонером), тобто. практично задарма здійснюється теплова підготовка повітря перед подачею його до приміщення [2].

Ефективність рекуператора залежить від його типу. Найбільш поширеними є рекуператори двох конструкцій: пластинчасті та роторні [3].

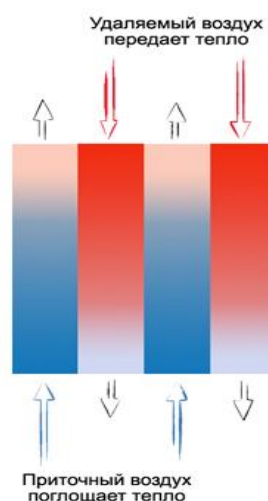


Рис. 3.1. Принцип дії пластинчастого рекуператора

У пластинчастому рекуператорі потоки припливного повітря, що видаляється, рухаються назустріч один одному. Повітряні потоки не поєднуються, оскільки вони розділені перегородками із пластин.

Тепле повітря, що видаляється через пластинчасті перегородки рекуператора нагріває холодне припливне повітря.

Ефективність пластинчастих рекуператорів досягає до 60-70%, потоки припливного і повітря, що видаляється, не змішуються, в металевому рекуператорі утворюється конденсат. Немає частин, що рухаються. Висока надійність. У металевому рекуператорі немає можливості обміну вологою між потоками повітря. У рекуператорі із гігроскопічних матеріалів така можливість є.

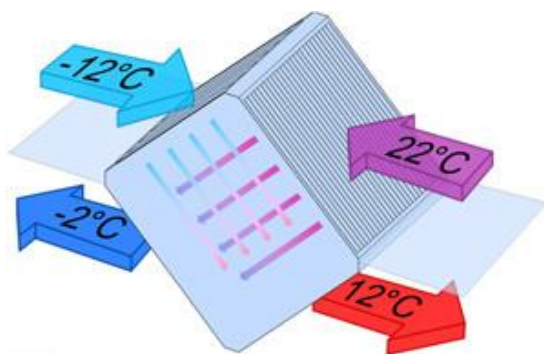


Рис. 3.2. Зміна температур повітряних потоків в пластинчастому рекуператорі

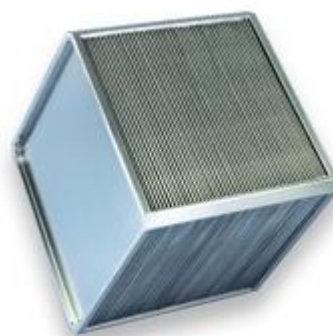


Рис. 3.3. Зовнішній вигляд пластинчастого рекуператора

Ефективність роторних рекуператорів може досягти 80-85%, потоки припливного та витяжного повітря можуть змішуватись, відсутня утворення конденсату. Існує можливість обміну вологою між потоками повітря, зберігаючи в такий спосіб необхідний рівень вологості у приміщенні. У режимі теплообміну ротор повинен постійно обертатися електродвигуном.

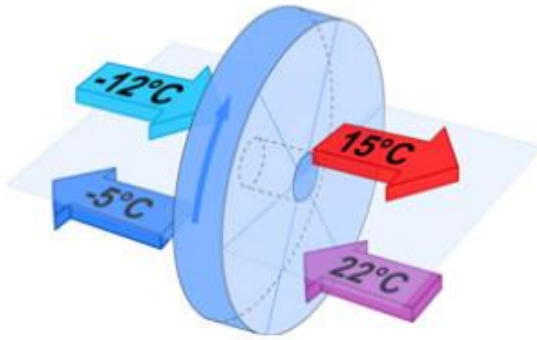


Рис. 3.4. Зміна температур повітряних потоків в роторному рекуператорі



Рис. 3.5. Зовнішній вигляд роторного рекуператора

За рахунок використання припливно – витяжних установок з рекуператором скорочуються витрати теплоти на підігрівання припливного повітря за рахунок використання повітрянагрівачів різних типів. При цьому витрати на технічне обслуговування вентиляційних установок з утилізатором теплоти і без нього практично однакові. Первинні капітальні витрати на придбання агрегатів з утилізаторами перевищують вартість аналогів без утилізатора виключно на його вартість. Орієнтовне співвідношення від витратами на покупку і монтаж обладнання з утилізатором та без, витратами на сервісне обслуговування та ремонт, а також витратами на підігрівання припливного повітря з використанням повітрянагрівача наведено на рис. 3.6.

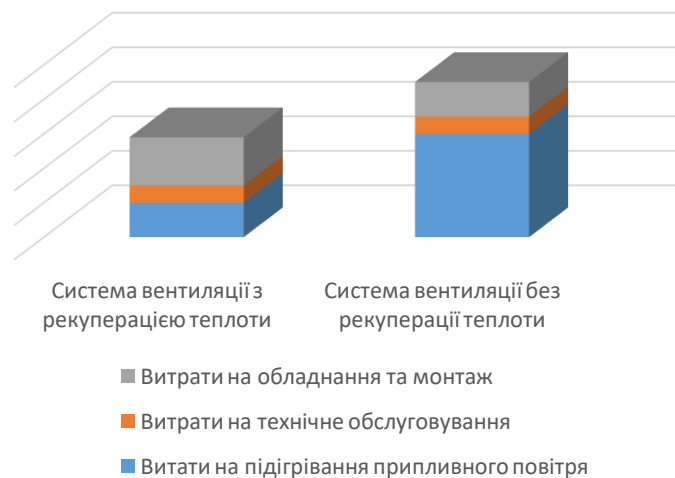


Рис. 3.6. Орієнтовне співвідношення між витратами різних типів в системах вентиляції з рекуператорами теплоти та без них

Окрім очевидних переваг система вентиляції з рекуперацією теплоти дозволяє скоротити витрати на опалення в зимовий період року.

3.3 Системи вентиляції із змінною витратою повітря

За даними американської асоціації ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air- Conditioning Engineers) було доведено, що ще на етапі проектування систем вентиляції з використання VAV- принципів за використанням систем автоматичного керування DDC (Direct Digital Control) зменшення енергетичних затрат може досягати в середньому 25% у зрівнянні зі стандартними вентиляційними системами з постійною витратою повітря та може бути легко інтегрована до загальної системи управління будівлею (BMS – building management system) [4].

Ключовими перевагами VAV-систем є:

- індивідуальне керування параметрами повітря в окремих приміщеннях;
- можливість використання датчиків CO₂, датчиків відносної вологості та реле часу для регулювання об'ємної витрати повітря;
- скорочення необхідних капіталовкладень, а також вартості монтажу та введення в експлуатацію;
- зменшення енергоспоживання;
- спрощення пусконаладжувальних робіт;
- безперервне керування об'ємною витратою повітря в різних елементах системи;
- інтеграція з системами керування будівлею з використанням протоколів обміну даними MPbus, BACnet, MODbus та EIB/KNX;
- проста модернізація системи при появі нових умов.

Характерною ознакою та перевагою VAV- системи є можливість зменшення витрати повітря у зрівнянні із системою з постійною витратою повітря (CAV). Загальна витрата повітря у вентиляційній системі CAV

обумовлена максимальним тепловим навантаженням та потребою в припливному повітрі. Але, в розрізі цілою будівлі, при різних режимах експлуатації приміщень, нерівномірності теплових навантажень, теплове навантаження приміщень досить різне в залежності від періоду доби та розміщення за сторонами світу. Вважається, що коефіцієнт нерівномірності сучасної будівлі в середньому дорівнює 0,7-0,8.

До основних вузлів повітророзподільного пристрою зі змінною витратою повітря належать корпус із заслінкою, диференційний перетворювач тиску, контролер об'ємної витрати повітря, а також сигналізатор налаштування (рис. 3.7) [5].

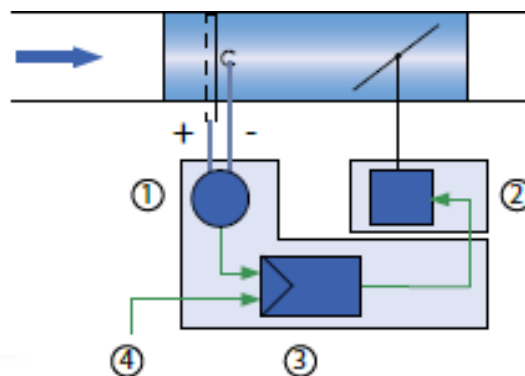


Рис. 3.7. Елементи VAV – регулятора витрати повітря: 1 – диференційний перетворювач тиску, 2 – привід, 3 – контролер об'ємної витрати повітря, 4 – вхідний сигнал положення

Системи зі змінною витратою повітря вирізняються найменшим рівнем енергоспоживання та найвищою ефективністю серед вентиляційних систем. Однією з ключових відмінностей від традиційних вентиляційних систем є підтримання постійної температури повітря, що подається. Керування кліматом забезпечується шляхом подачі точного обсягу повітря, необхідного в конкретний момент часу. Кількість повітря для подачі до приміщення визначається за допомогою набору опорних параметрів (температура повітря, відносна вологість, рівень CO₂ тощо).

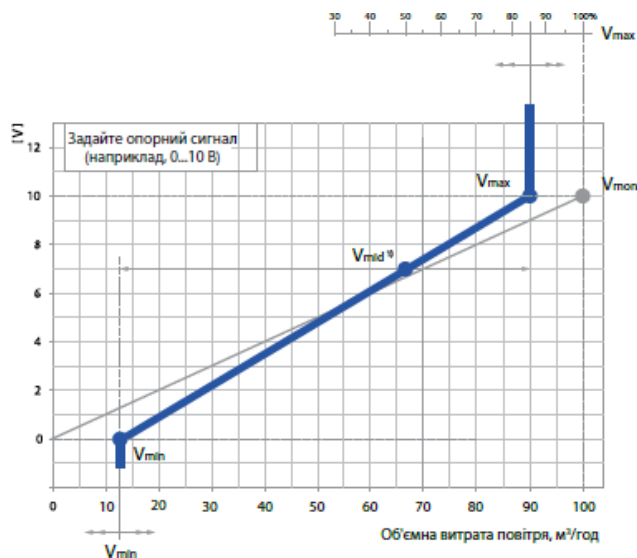


Рис. 3.8. Залежність об'єму повітря від керуючого сигналу

Застосування систем зі змінною витратою повітря дозволяє досягти суттєвої економії енергоресурсів. У будь-якій системі вентиляції основними споживачами є механічний привод та нагрівач (охолоджувач) повітря. Оскільки температура повітря в системі є незмінною (хоча й відрізняється в режимах нагрівання та охолодження), нагрівач або охолоджувач повітря працює при стабільних параметрах. Отже, стає можливим виключити коливання температури й зафіксувати споживання енергії на постійному рівні. Особливу увагу слід звернути на спосіб керування роботою вентилятора у складі системи зі змінною витратою повітря.

Робота повітророзподільних пристроїв зі змінною витратою повітря не залежить від тиску в системі. Кожний повітророзподільний пристрій у системі облаштовано датчиком для вимірювання поточної величини об'ємної витрати повітря, яка потім порівнюється зі значенням із набору опорних параметрів для регулювання положення заслінки. Це позбавляє необхідності підтримання високого динамічного тиску в системі за допомогою вентилятора. Замість цього вентиляторіві достатньо забезпечити мінімально достатній тиск, необхідний для подачі повітря до найвіддаленішого повітророзподільного пристрою в системі. Отже, при

зменшенні навантаження відбувається зниження обертів вентиляторів, а разом з цим і енергоспоживання.

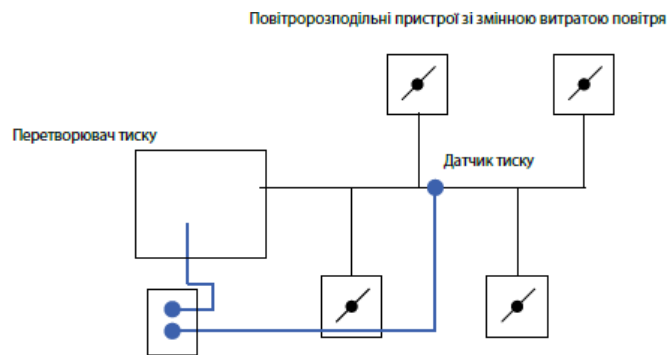


Рис. 3.9. Принципова схема розміщення основних вузлів системи

Тиск у системі вимірюється перетворювачем тиску, що підключений до приводу вентилятора. Опорне значення задається на етапі пусконаладжувальних робіт, а потім перетворювач тиску фіксує його коливання та відповідним чином збільшує чи зменшує оберти вентилятора. Такий підхід до керування вентилятором називається системою з постійним тиском.

Існує ще ефективніший спосіб керування потужністю вентилятора. Цей спосіб полягає в керуванні положенням заслінки повітророзподільного пристрою. У цьому разі ключовим елементом системи є модуль оптимізації.

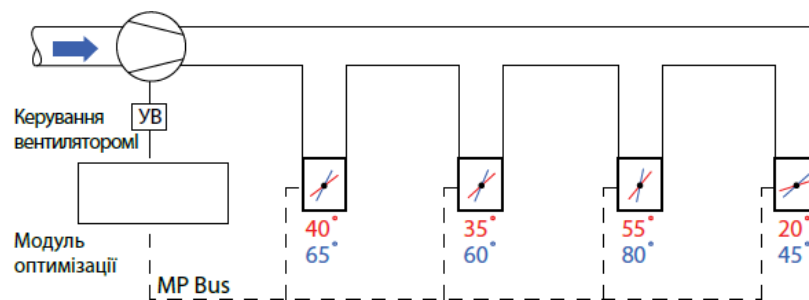


Рис. 3.10. Схема управління продуктивністю вентилятора з оптимізаторним модулем

Цей модуль визначає, яка із заслінок системи відкрита найширше, а потім задає таку швидкість вентилятора, за якої максимальний кут відкриття цієї заслінки становить 80 градусів, не дозволяючи решті заслінок в системі відкриватися ширше еталонної. Отже, вентилятор забезпечує необхідну об'ємну витрату повітря за мінімально можливою швидкості, що відображено на рис. 3.11.

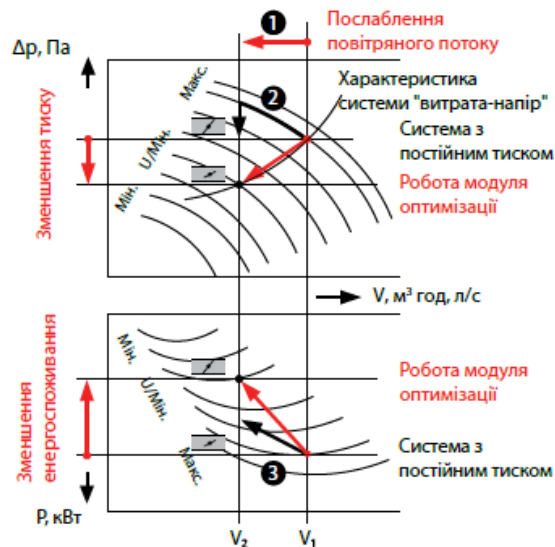


Рис. 3.11. Показники основних змін при використанні модуля оптимізації

Основні показники енергоспоживання в залежності від обраної системи вентиляції наведені на рис. 3.12 [6].

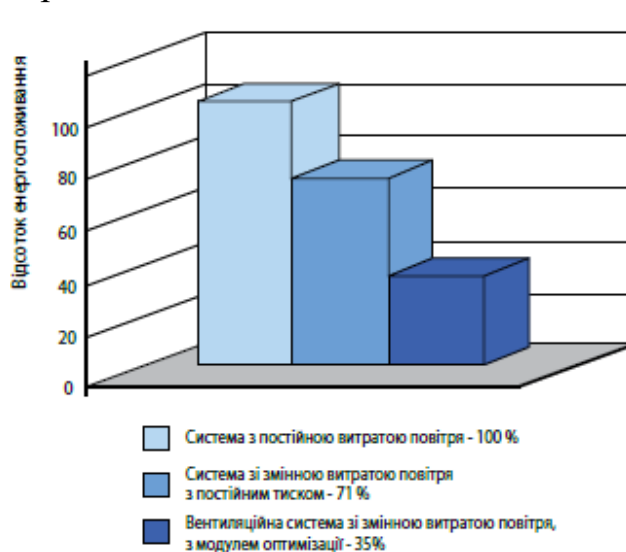


Рис. 3.12. Переваги застосування модуля оптимізації в порівнянні з системою з постійним тиском

Наведені дані показують, що мінімальним рівнем енергоспоживання характеризується система вентиляції зі змінною витратою повітря та модулем оптимізації. Рівень споживання становить 35% зі 100% можливих. Максимальні 100% енергоносіїв споживає система вентиляції з постійною витратою повітря.

3.4 Використання теплових насосів

12 липня ЕНРА (Європейська Асоціація Теплових Насосів) оприлюднила дані по 21 країні Європи. Загалом у цих країнах було продано 2,18 мільйона теплових насосів – майже на 560 000 більше, ніж у 2020 році. Таким чином, загальна кількість встановлених теплових насосів в ЄС досягла 16,98 мільйона, покриваючи близько 14% ринку опалення.

За даними ЕНРА (Європейської Асоціації Теплових Насосів, теплові насоси, які зараз встановлені в країнах ЄС, дозволяють уникнути викидів понад 44 мільйонів тон CO₂ – трохи більше, ніж річні викиди Ірландії – при цьому, в цілому, опалювальний сектор виробляє близько 1000 Мт.

Минулого року на всіх національних ринках теплових насосів спостерігалось значне зростання, хоча продажі деяких було набагато вищі за інших. Найбільший відносний приріст теплових насосів для опалення було досягнуто в Польщі (зростання +87%), Ірландії (+69%), Італії (+63%), Словаччині (+42%), Норвегії та Франції (по +36%), і Німеччині (+28%) [7].

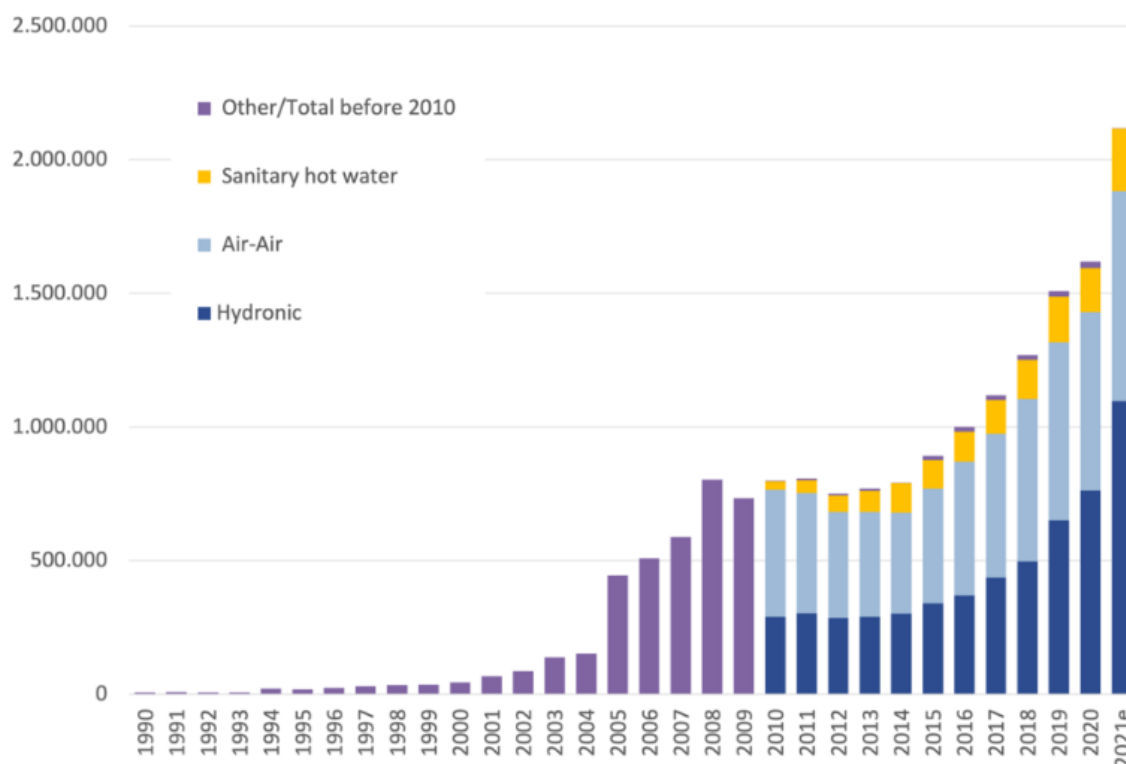


Рис. 3.13. Динаміка росту використання теплових насосів в системах опалення

87% теплових насосів європейського ринку теплових насосів було продано в десяти країнах (Франція, Італія, Німеччина, Іспанія, Швеція, Фінляндія, Норвегія, Польща, Данія та Нідерланди). На трійку лідерів – Францію, Німеччину та Італію – припадає половина річних продажів. П'ятьма найбільшими європейськими ринками теплових насосів за кількістю проданих блоків (теплові насоси та установки для гарячої води) у 2021 році були:

- Франція (537 000 блоків, +36%);
- Італія (382 000 блоків, +64%);
- Німеччина (177 000 блоків, + 26%);
- Іспанія (148 000 блоків, +16%).
- Швеція (135 000 блоків, +19%).

Однак не тільки в Європі спостерігається потужне зростання ринку. Згідно з базою даних видання JARN, світовий ринок теплових насосів «повітря-вода» (ATW) у 2021 році зріс на 19,3% у річному обчисленні, досягнувши 4,10 мільйона блоків. Перш за все, продовжують розширюватися

три ринки: Європа, Китай і Японія. Серед них Європа має найзначніші темпи зростання, тоді як китайський ринок, найбільший у світі, повернувся на шлях швидкого зростання, а японський ринок зберіг стабільне зростання. За оцінками JARN, зростання на окремих ринках становило: Європа, Японія та Сполучені Штати зросли на 46,1%, 11,6% та 8,8% відповідно, тоді як Китай зріс на 12,6%.

3.4.1. Типи теплових насосів для опалення: види, переваги та застосування

Тепловий насос ґрунтовий «ґрунт – вода»

У такій системі тепло витягається з ґрунту, і далі передається в контур опалення та гарячого водопостачання (ГВП). Температура поверхневого шару землі або на глибині завжди позитивна, тому такий тип обладнання є ідеальним варіантом зі стабільною продуктивністю протягом усього року. Але реалізувати проект можна за наявності деяких передумов.

Біля будинку є значний простір – земельна ділянка, де на глибину (більше, ніж глибина промерзання для даного регіону) укладаються труби горизонтального колектора. Їх можна укласти в траншеї або котлован, вириті екскаватором. Місця укладання надалі не варто засаджувати деревами, оскільки земля тут має якісно прогріватись сонцем.

Якщо ділянка біля будинку невелика, можна бурити углиб кілька віддалених на 6-8 метрів вертикальних свердловин; глибина (до 40 м і глибше) та кількість свердловин залежать від геологічної будови ґрунту. Найкраще підходять вологі та прохідні для буріння породи ґрунту. Як джерело тепла також може використовуватися ставок або водоймище достатнього обсягу, куди для теплознімання на глибину укладаються кільця трубного колектора. Головне, щоб водоймище взимку не промерзало на всю глибину [8].

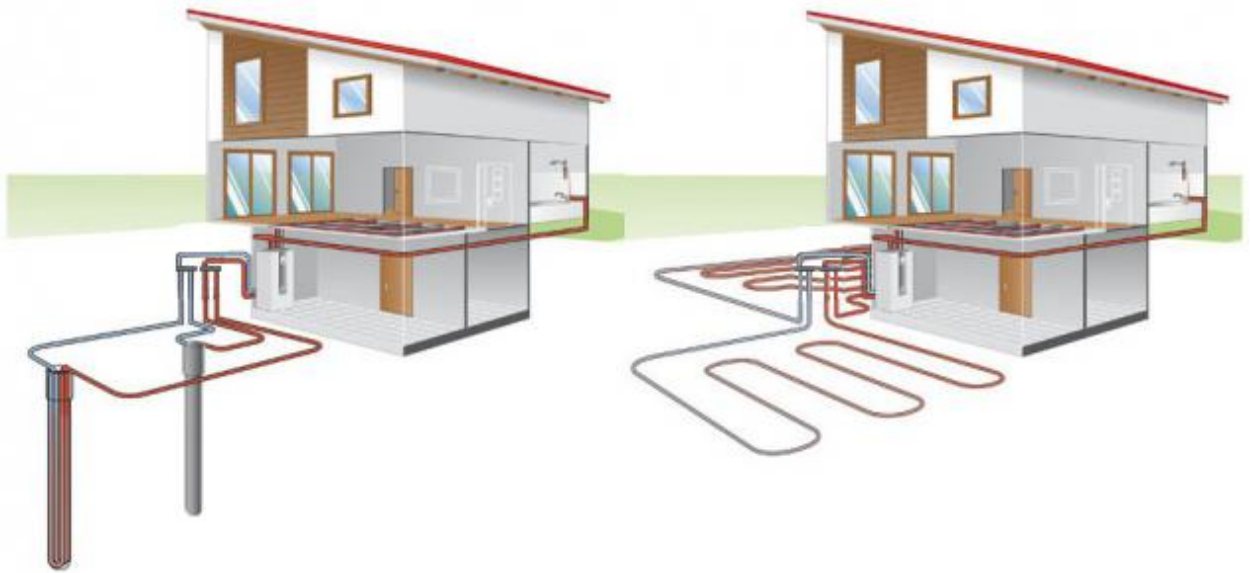


Рис. 3.14. Ґрунтовий тепловий насос

Переваги ґрунтових теплових насосів:

- 100% покриття навантажень з опалення, підігріву води та охолодження будинку;
- максимальне зниження енерговитрат під час використання низькотемпературних систем опалення;
- стабільно дуже високий COP;
- тиха робота;
- легке енергоефективне керування;
- екологічна чистота;
- електро- та пожежна безпека;
- безвідмовна робота упродовж десятків років.

Недоліки ґрунтових теплових насосів:

- вартість обладнання та всіх монтажних робіт обійдеться дорожче, ніж для водяних або повітряних теплових насосів, зате річне енергоспоживання – мінімальне порівняно з іншими типами ТН;
- важкі монтажні роботи: без досвідчених фахівців, які вже встановлювали таку систему, не обійтися.

Тепловий насос водяний «вода – вода»

Використовується тепло водоймища або ґрунтових вод, де температура завжди позитивна. Хороший варіант при такій системі, якщо є приповерхневі водні горизонти, що неглибоко залягають, або велика водойма, річка, море, що не замерзає. Вода із свердловин за допомогою насосів подається до контуру теплового насосу, а її тепло передається до будинку, після чого охолоджена вода скидається через іншу свердловину. Інший варіант - вода забирається з водойми і повертається назад у водойму в іншому місці. Тому потрібні досить потужні насосні установки, потрібне очищення води, а головне – щоб був достатнім дебет води.

Кількість свердловин для забезпечення необхідної теплової потужності визначає точний теплотехнічний розрахунок. Але є багато проектів опалення для промислових чи приватних об'єктів із використанням теплового насосу «вода-вода».



Рис. 3.15. Тепловий насос «вода – вода»

Переваги теплового насосу «вода – вода»:

- 100% покриття навантажень;
- Енергоефективне обладнання, яке має найвищий COP;
- Найменша вартість монтажу, не потрібні котельні або димарі;

- Екологічна чистота;
- Постійний моніторинг роботи системи, зручне керування.

Недоліки теплового насосу «вода – вода»:

- енергоспоживання вище, ніж у ґрунтових теплових насосів, зате вартість обладнання та робіт нижча;
- за рахунок роботи насосів, потрібний періодичний сервіс;
- недоліком є недосконала поки що законодавча база на використання надр для встановлення водяного теплового насосу у приватному будинку.

Тепловий насос повітряний «повітря – вода»

Навколишнє повітря - невичерпне джерело теплової енергії. Навіть за невеликих мінусових температур повітряний тепловий насос витягує тепло із зовнішнього повітря і багаторазово примножує його, передаючи воді в системі опалення та ГВП. Витрачаючи 1кВт електроенергії, можна отримати до 5 кВт теплоти. Але ефективність роботи теплового насоса повітря-вода залежить від зовнішньої температури: що нижче температура «за бортом», то більше енергії витрачається для отримання необхідної кількості тепла. Він буде працювати і при -25°C , але з набагато нижчою ефективністю. Тому при виборі теплового насосу такого типу враховуються кліматичні умови регіону, середньорічні температури та кількість морозних днів на рік.

Ефективніше та раціональніше буде використовувати таке обладнання з перемиканням на альтернативну систему – наприклад, електронагрівач, газовий або твердопаливний котел. Встановлюючи повітряний тепловий насос, при синхронізації системи з газовим опаленням досягається максимальна економія енергоресурсів, адже тепер котел увімкнеться лише кілька днів на рік. Хоча можлива робота повітряного ТН як основного джерела тепла з перемиканням у морозні дні на вбудований електронагрівач. Варіацій може бути багато.

Тому для таких теплових насосів, як і, втім, для інших типів, важливим є вибір низькотемпературних контурів нагрівальних, таких як тепла підлога або система фанкойлів. Тут немає нерегульованих конвекційних потоків, і найкомфортніші температурні умови створюються в зоні перебування людей, а не під стелею. Система з фанкойлами - найбільш зручний вибір для кондиціонування приміщень влітку.

Повітряний тепловий насос складається з одного або кількох блоків, причому, блок з вентилятором встановлюється зовні будинку, а внутрішній тихий - компактно на стіні або підлозі. Існує виконання теплового насоса з вбудованим баком для ГВП, або з бойлерами, що окремо стоять, або баками-накопичувачами. Вони успішно використовуються для підігріву води і в побутових умовах, і для басейну, і для виробництва. Можуть встановлюватися та працювати з радіаторами, теплою підлогою та фанкойлами, у каскаді для отримання потрібної потужності по теплу/холоду.



Рис. 3.16. Тепловий насос «повітря – вода»

Переваги повітряних теплових насосів:

- мають найнижчу вартість обладнання та монтажних робіт, швидко окупність;
- високоефективне енергозберігаюче обладнання із високим COP;
- немає особливих вимог щодо розміщення внутрішніх та зовнішніх блоків;
- монтаж простий та швидкий;

- вони інтегруються в існуючу схему опалення та ГВП;
- керують роботою кількох контурів опалення та додатковим котлом або нагрівачем.

Недоліки повітряних теплових насосів:

- такі теплові насоси повністю залежать від температури повітря надворі;
- потрібне встановлення альтернативного опалення на випадок дуже холодних днів;
- чим нижча температура навколишнього середовища (мінусова), тим більше знижується енергоефективність системи.

3.4.2. Порівняння вартості 1 кВт теплоти при використанні різних джерел

Найбільш поширеними джерелами теплоти, які використовуються на сьогоднішній день, є твердопаливні, газові та електричні котли та теплові насоси. Для коректної оцінки доцільно застосування теплонасосного обладнання необхідно оцінити вартість отриманого 1 кВт теплоти від кожного із зазначених джерел.

Порівняльний аналіз проводиться в табличній формі.

Таблиця 3.1 – Порівняльний аналіз вартості 1 кВт теплоти від різних джерел

Джерело теплоти, ККД	Енергоносії, який використовується	Теплота спалювання з урахуванням ККД	Тариф станом на 2023 рік	Вартість 1 кВт теплоти, грн
Твердопаливний котел, ККД 70%	Дрова дубові	2,34 кВт/кг	2,75 грн/кг	1,18
	Деревні пелети	3,29 кВт/кг	8,9 грн/кг	2,71
	Вугілля	5,46 кВт/кг	13,5 грн/кг	2,47
Газовий котел, ККД 90%	Газ природний	8,37 кВт/м ³	7,96	0,95

Електричний котел, ККД 95%	Електрична енергія	0,99	2,64	2,67
Тепловий насос повітряний, COP=3,5	Повітря	3,5	2,64	0,75
Тепловий насос геотермальний, COP=4,5	Грунт - вода	4,5	2,64	0,59

З виконаних розрахунків видно, що максимальну вартість 1 кВт теплоти (2,71 грн) має в разі використання в якості джерела твердопаливного котла, де в якості енергоносія виступають деревні пелети. Мінімальну ж вартість 1 кВт теплоти (0,59 грн) має у випадку використання в якості джерела теплоти геотермального теплового насосу. Різниця в даному випадку складає 4,6 рази.

3.5 Оцінка загальних енергозбережень

В таблиці 3.2 наведені дані щодо величини скорочення енергоспоживання (у %) за рахунок утилізації природної теплоти та холоду, використання вторинних енергетичних ресурсів, скорочення втрат теплоти

Таблиця 3.2 - Скорочення енергоспоживання будівлею (у %) за рахунок утилізації природної теплоти та холоду, використання вторинних енергетичних ресурсів, скорочення втрат теплоти

Системи енергоспоживання будинків	Рівень скорочення енергоспоживання, % (не менш)
Використання пасивних систем сонячного опалення	10-25
Мінімізація периметру фасадів, оптимальне планування й компонування приміщень	3-10

Захист від вітру з урахуванням рози вітрів зниження інфільтрації	5
Встановлення рекуператорів в припливно - витяжних системах	5
Установка термостатів на радіаторах	3
Додаткове утеплення зовнішніх стін у підвіконних нішах радіаторів з установкою теплових екранів	1
Застосування ефективних повітророзподільників	5
Застосування енергоефективних джерел теплоти/холоду	30

Як можна побачити з наведених даних максимальний рівень скорочення споживання (25-30%) енергоносіїв різних типів може бути досягнене за рахунок пасивних систем сонячного опалення та застосування енергоефективних джерел теплоти/холоду (теплових насосів).

ЛІТЕРАТУРА

1. Класифікація заходів з енергозбереження в системах опалення, вентиляції та кондиціонування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://patriot-nrg.com/content/klasyfikaciya-zahodiv-z-energozberezhennya-v-systemah-opalennya-ventylyaciyi-ta>
2. Конспект лекцій з дисципліни «Енергоефективність в будівництві»
3. Вентиляція з рекуперацією тепла [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://provent.od.ua/staty/ventilyatsiya-s-rekuperatsiej-tepla/>
4. ASHRAE Handbook. Chamber 38 Testing, Adjusting and Balancing, 2010.
5. В. Судол, Яю Хендигер. Системы VAV. Краткое описание – Краков: группа Fortis, 2009. - 79с., іл.
6. Оленіна О.Ю. Системи зі змінною витратою повітря (VAV – системи) – максимальна енергоефективність/ О.Ю. Оленіна// Енергоефективність в будівництві та архітектурі. – 2017. - №9 – с. 183 – 188.
7. Значне зростання ринку теплових насосів в різних куточках світу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.heatpump.com.ua/novini-i-publikatsii/novini-industrii/znachne-zrostannya-rinku-teplovikh-nasosiv-v-riznikh-kutochkakh-svitu.html>
8. Типи теплових насосів для опалення: види, переваги та застосування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ventbazar.ua/uk/blog/typy-teplovyyx-nasosov-dlya-otopleniya/>

РОЗДІЛ 4

АВТОМАТИКА

4.1. Загальна інформація

Задачі автоматики в системах вентиляції:

- вимірювання та контроль параметрів;
- регулювання процесів теплообміну та кількості повітря;
- управління приводами обладнання;
- сигналізація про стан обладнання; захист обладнання в аварійних ситуаціях.

Алгоритм управління системою вентиляції забезпечує зміну параметрів зовнішнього повітря до заданих параметрів повітря, що подається до приміщення з дотриманням теплової та електричної потужності обладнання. Для вимірювання, контролю та регулювання параметрів застосовуються логічні пристрої – плати та контролери з конфігурацією програми керування для певного типу установки вентиляції.

Регулювання параметрів здійснюється виконавчими механізмами:

- приводами заслінок;
- клапанами вузлів змішування;
- регуляторами потужності електричного нагрівача;
- перетворювачами частоти та перемикачами швидкостей приводів двигунів вентиляторів.

Контроль та вимірювання параметрів виконують датчики температури, вологості, концентрації CO₂, диференційні реле та термостати захисту.

У багаторівневих системах управління застосовуються виконавчі механізми з сигналами зворотного зв'язку для контролю стану. Стосовно систем автоматичного управління використовується два типи сигналів - дискретний (цифровий) і аналоговий.

4.2. Характеристики систем автоматичного управління припливно – витяжними установками

Системи автоматичного управління припливно - витяжними установками забезпечують:

- контроль роботи вентиляторів (по перепаду тисків, сигналу від перетворювача частоти, термоконтакту двигуна);
- зміну швидкості обертів вентиляторів (для установок з перетворювачами частоти або ступінчастими регуляторами);
- роботу системи по годинному графіку;
- управління потужністю рідинного нагрівача (0..10В);
- захист рідинного нагрівача від обмерзання за допомогою термостату та датчика зворотного теплоносія;
- прогрівання рідинного нагрівача;
- управління потужністю рідинного або фреонового охолоджувача (0...10В);
- захист компресорно – конденсаційних блоків (ККБ) від частих пусків;
- плавне регулювання потужності електричного нагрівача;
- захист електричного нагрівача від перегріву;
- продування електричного нагрівача;
- управління приводом пластинчастого, роторного або рідинного рекуператора заслінкою камери змішування;
- регулювання температури припливного повітря;
- регулювання температури повітря в приміщенні;
- контроль забруднення фільтрів (по перепаду тисків);
- літній, зимовий та черговий режими роботи.

4.3. Функціональна схема автоматики припливно – витяжної установки з роторним рекуператором та електричним нагрівачем

Функціональна схема автоматики припливно – витяжної установки з роторним рекуператором та електричним нагрівачем наведена на рис. 4.1.

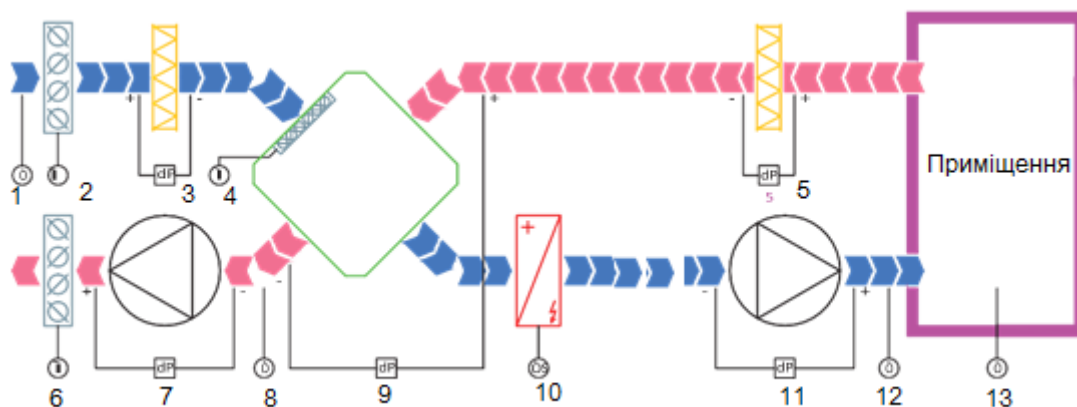


Рис. 4.1. Функціональна схема автоматики припливно – витяжної установки з роторним рекуператором на електричному нагрівачем

СПЕЦИФІКАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ

№ поз.	Найменування
1	Датчик температури зовнішнього повітря
2,6	Привід повітряної заслінки (24 В або 220 В)
3,5	Диференціальне реле тиску (контроль забруднення фільтру)
4	Привід обвідної заслінки (з аналоговим управлінням 0...10В)
7,9,11	Диференціальне реле тиску (контроль роботи вентилятора)
8,12	Канальний датчик температури повітря
10	Термостат захисту
13	Датчик температури в приміщенні або виносний пульт управління

4.4. Щит управління припливно – витяжною установкою з електричним нагрівачем

Щит призначений для автоматичного управління припливно – витяжною установкою (в т.ч. з пластинчастим рекуператором) з рідинним нагрівачем і рідинним або фреоновим охолоджувачем.

Щит обладнаний автоматичними вимикачами захисту ланцюгів управління та ліній живлення силового обладнання, блоком живлення ланцюгів управління 24 В, клемною колодкою для підключення датчиків та виконавчих механізмів.

Для підключення приводів повітряних заслін у щиті встановлені клеми 220 та 24 В.

Функції регулювання температури припливного повітря здійснює контролер SINERGI VS-01 за допомогою комплектних датчиків і управління приводом 3-ходового клапана вузла теплопостачання.

Контролер дозволяє підключити опціональний виносний пульт управління, що виконує функції моніторингу системи та зміни параметрів. Для управління приводами мотор-вентиляторів передбачені клеми виходу сигналу, що дозволяє, на перетворювачі частоти. Щити з прямим керуванням приводами мотор-вентиляторів комплектуються контакторами [1].

Зовнішній вигляд щита управління із зазначенням його складових наведений на рис. 4.2.

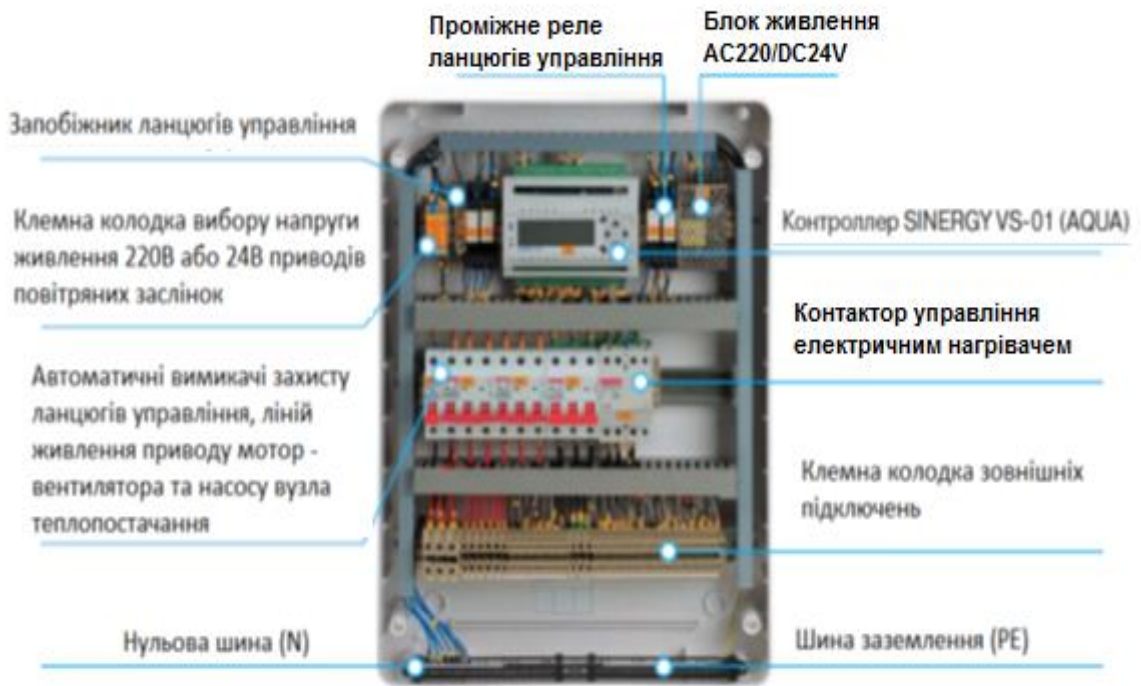


Рис. 4.2. Щита управління припливно – витяжною установкою з електричним нагрівачем із зазначенням його складових

ЛІТЕРАТУРА

1. Системы автоматического управления [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vents.ua/uploads/download/automaticcatalogue012016rus.pdf>

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Загальні вимоги безпеки при виконанні вантажно – розвантажувальних робіт

Механізація найбільш важких та трудомістких робіт, до яких, в першу чергу, належать вантажно-розвантажувальні роботи, є одним з найважливіших завдань охорони праці. На сьогодні ще досить значною є частка вантажно-розвантажувальних робіт, що виконуються вручну. Аналіз виробничого травматизму, пов'язаного з виконанням вантажно-розвантажувальних робіт свідчить, що найбільш високий його рівень там, де такі роботи виконуються вручну. Тому максимальна механізація таких робіт не лише полегшує працю працівників, але й робить її більш безпечною.

Безпека при виконанні вантажно-розвантажувальних робіт значно залежить від групи, класу, та категорії вантажу. В залежності від небезпеки, яка виникає під час навантажування, транспортування та розвантажування всі вантажі поділяються на чотири групи: 1 — малонебезпечні (будматеріали, продукти харчування тощо); 2 — небезпечні за своїми розмірами; 3 — пилові та гарячі (цемент, крейда, вапно, асфальт, бітум і т. п.); 4 — небезпечні за своїми властивостями (пожежо- та вибухонебезпечні, отруйні, токсичні, радіоактивні речовини тощо). При виконанні вантажно-розвантажувальних робіт з вантажами третьої та четвертої груп необхідно використовувати засоби індивідуального захисту.

Вантажі, які є небезпечними за своїми властивостями підрозділяються на дев'ять класів: 1 — вибухові речовини; 2 — стиснені, зріджені та розчинені гази під тиском; 3 — легкозаймисті рідини, суміші рідин, які виділяють легкозаймисті пари, температура спалаху яких становить 61 °С і нижче; 4 — легкозаймисті речовини та матеріали, які здатні займатися внаслідок тертя, нагрівання, поглинання вологи, самочинних хімічних перетворень; 5 —

окиснювальні речовини, які легко виділяють кисень; 6 — отруйні та інфекційні речовини; 7 — радіоактивні речовини; 8 — їдкі та корозійно активні речовини; 9 - речовини з відносно низькою небезпекою, однак при перевезенні та зберіганні яких необхідно дотримуватись певних вимог безпеки. На упаковці з небезпечними вантажами, крім стандартного маркування, необхідно нанести знак безпеки. Цей знак має форму квадрата, окантованого чорною рамкою, що повернений на кут і поділений на два однакових трикутники. У верхньому трикутнику наносять символ небезпеки, а у нижньому роблять напис про небезпечність вантажу та номер класу (рис. 5.1).

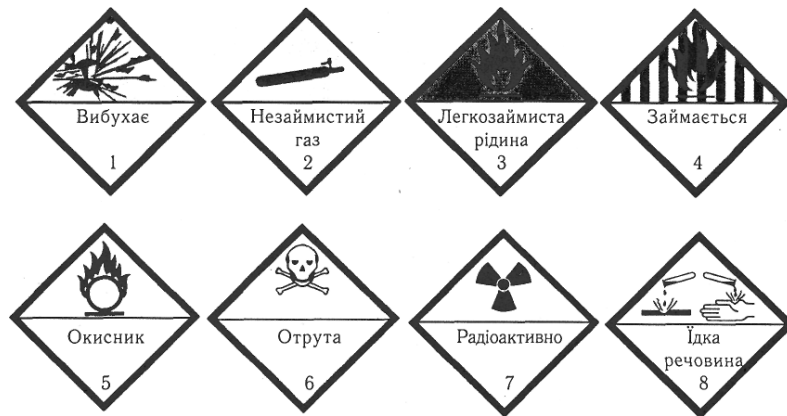


Рис. 5.1. Приклади знаків на упаковках з небезпечними вантажами

За масою одного місця вантажі поділяються на три категорії: 1 — масою менше ніж 80 кг, а також сипкі, дрібноштучні, і такі, що перевозяться навалюванням; 2 — масою від 80 до 500 кг; 3 — масою понад 500 кг.

Відповідними нормативними актами регламентовані граничні норми підіймання та переміщення важких речей (вантажів) одним працівником вручну: для мужчин, старших 18 років — 50 кг (допускається перенесення вантажу вагою до 80 кг на відстань по горизонталі не більшу ніж 25 м за умови, що вантаж піднімають на спину і знімають інші вантажники); для жінок, старших 18 років — 10 кг при чергуванні з іншою роботою та 7 кг при постійній роботі з вантажами протягом зміни; для юнаків та дівчат 16—17

років при короткочасній роботі відповідно 14 кг та 7 кг, а 17—18 років — 16 кг та 8 кг.

При вазі вантажів понад 50 кг, а також при підйманні вантажів на висоту понад 3 м обов'язково необхідно застосовувати механізований спосіб проведення вантажно-розвантажувальних робіт, використовуючи при цьому механічні пристосування та підйимально-транспортні механізми. Проведенню таких робіт передують складання карт технологічних процесів на вантажно-розвантажувальні роботи, визначення маршрутів руху транспортних засобів у місцях проведення таких робіт і т. п.

Вантажно-розвантажувальні роботи необхідно проводити під керівництвом відповідальної особи, призначеної в установленому порядку. Така особа перевіряє до початку роботи і під час роботи справність підйимально-транспортних машин та механізмів, такелажного та іншого інвентаря, інструктує працівників, пояснює послідовність виконання операцій, слідкує, щоб у зоні проведення робіт не було сторонніх осіб тощо. При виникненні небезпечних ситуацій особа, що відповідає за проведення вантажно-розвантажувальних робіт повинна негайно вжити запобіжних заходів, а якщо необхідно — припинити роботи до усунення небезпеки.

До роботи з підйимально-транспортними механізмами та пристроями допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли медичний огляд і спеціальне навчання, склали іспит кваліфікаційній комісії і одержали посвідчення.

5.2 Основні причини нещасних випадків при виконанні вантажно – розвантажувальних робіт

Вантажно-розвантажувальні роботи можна умовно підрозділити на три групи:

- ручні роботи щодо підймання та переміщення вантажу;

- підіймання та перевезення вантажу за допомогою механічних пристосувань (лебідок, блоків, домкратів, візків, спусків);
- піднімання та перевезення вантажів за допомогою спеціальних машин та механізмів (кранів, ліфтів, автонавантажувачів, конвеєрів, авто- та електрокарів).

Для кожної групи вантажно-розвантажувальних робіт характерні свої небезпеки, що можуть призвести до нещасних випадків.

Основні причини нещасних випадків при ручних вантажно-розвантажувальних роботах. При ручних роботах щодо підіймання та переміщення вантажу нещасні випадки, зазвичай, стаються внаслідок невідповідності місця та умов роботи вимогам з охорони праці. Тому необхідно, щоб місце виконання вантажно-розвантажувальних робіт було достатньо освітлене, ширина проходів відповідала нормі, підлога та платформи були рівними, неслизькими, не мали щілин, вибоїн, набитих планок та цвяхів. Часто травмування робітників стаються при перенесенні вантажів у неміцній чи пошкодженій тарі (з задирками, цвяхами та обв'язувальним дротом, що стирчать тощо), а також у жорсткій тарі без захисних рукавиць. Відсутність спеціальної підготовки та необхідних навичок при виконанні вантажно-розвантажувальних робіт також є частою причиною нещасних випадків. Порушення правил складування вантажів може призвести до травмування робітників. При частих підійманнях та перенесеннях вантажів на значні відстані можливе фізичне перевантаження організму робітника. При підніманні вантажу, вага якого перевищує допустиму норму, вантаж може придавити робітника.

Основні, причини нещасних випадків при роботі з механічними пристосуваннями. При таких роботах, зазвичай, нещасні випадки стаються внаслідок падіння вантажу. У блоках можливе зісковзування каната чи ланцюга та заклинювання їх між блоком і його корпусом. При цьому вантаж може впасти та травмувати робітника. Часті випадки травмування рук при встановленні каната чи ланцюга, що зісковзнув, на місце.

При роботі з талями можливе зісковзування каната або ланцюга, поломка осей чи катків, і, як наслідок, падіння вантажу. В пневматичних телях падіння вантажу можливе при поломках чи неправильному регулюванні засобів пневматики.

При роботі з домкратами та лебідками можливі спрацювання та поломка шестерень, храповиків, гвинтів та інших деталей, що може спричинити падіння вантажу. При використанні домкратів падіння вантажу може також статися внаслідок невірної установки домкрата чи самовільного переміщення вантажу при поганій його фіксації.

Спуски використовують вагу вантажу для переміщення його вниз по похилій площині. Неправильний вибір кута нахилу та відсутність захисних бортів можуть спричинити зісковзування вантажу і травмування ним людей, що знаходяться поруч.

Основні причини нещасних випадків при роботі з підйально-транспортними машинами та механізмами. Найчастіше нещасні випадки та аварії при роботі з підйально-транспортними машинами стаються внаслідок неправильної організації робіт і відсутності належного контролю, помилок або невідповідності виконуваних робіт підйально-транспортних механізмів та машин, відсутності або несправності запобіжних пристосувань, зачепленні вантажем при його підйманні, переміщенні чи опусканні людей, устаткування, споруд, ліній електропередач тощо.

Більшість машин та механізмів, призначених для підйання та переміщення вантажів оснащені електроприводами, тому часто причинами нещасних випадків та аварій є порушення вимог електробезпеки. При роботі кранів найчастіше випадки падіння вантажів і спричинені цим, нещасні випадки стаються із-за недостатньої міцності канатів та ланцюгів і незадовільної роботи гальмівних пристроїв. Падіння вантажу може також статися при поганому зачепленні вантажу, його неправильному стропуванні, застосуванні канатів, що не відповідають прикладеним навантаженням.

Причиною аварій та нещасних випадків може бути також подача невірних знаків кранівнику недосвідченим робітником.

5.3 Захист від атмосферної електрики (блискавки)

Блискавкозахист — це система захисних пристроїв та заходів, що призначені для забезпечення безпеки людей, збереження будівель та споруд, устаткування та матеріалів від можливих вибухів, займань та руйнувань, спричинених блискавкою.

Блискавка — особливий вид проходження електричного струму через величезні повітряні прошарки, джерелом якого є атмосферний заряд, накопичений грозовою хмарою. Умови утворення таких хмар - - велика вологість та швидка зміна температури повітря. За таких умов у атмосфері Землі проходять складні фізичні процеси, які призводять до утворення та накопичення електричних зарядів. При підвищенні напруженості електричного поля до критичних значень виникає розряд, який супроводжується яскравим свіченням (блискавкою) та звуком (громом). Довжина каналу блискавки може досягати кількох кілометрів, сила струму — 200 000 А, напруга — 150 000 кВ, а температура — 10 000 °С і більше. Час існування блискавки 0,1—1 с. Щосекунди земну кулю уражають в середньому більше 100 блискавок.

Розрізняють первинні (прямий удар) і вторинні прояви блискавки.

Прямий удар блискавки (ураження блискавкою) - безпосередній контакт каналу блискавки з будівлею чи спорудою, що супроводжується протіканням через неї струму блискавки. Прямий удар блискавки здійснює на уражений об'єкт наступні дії: електричну, що пов'язана з ураженням людей і тварин електричним струмом та виникненням перенапруг на елементах, по яких струм відводиться в землю; теплову, що зумовлена значним виділенням теплоти на шляхах проходження струму блискавки через об'єкт; механічну, що спричинена ударною хвилею, яка поширюється від каналу блискавки, а також

електродинамічними силами, що виникають у конструкціях, через які проходить струм блискавки.

Під вторинними проявами блискавки розуміють явища під час близьких розрядів блискавки, що супроводжуються появою потенціалів на конструкціях, трубопроводах, електропроводах всередині будівель і споруд, які не зазнали прямого удару блискавки. Вони виникають внаслідок електростатичної та електромагнітної індукції.

Електростатична індукція проявляється у наведені потенціалів на металевих елементах конструкції, в незамкнених металевих контурах, що може викликати іскріння всередині будівель та споруд і тим самим ініціювати пожежу чи вибух.

Електромагнітна індукція супроводжується появою в просторі змінного магнітного поля, яке індукує в металевих контурах, що утворені із різних протяжних комунікацій (трубопроводів, електропроводів і т. п.) електрорушійну силу (ЕРС).

У замкнених контурах ЕРС призводить до появи наведених струмів. У контурах, в яких контакти недостатньо надійні в місцях з'єднання, такі струми можуть викликати іскріння або сильне нагрівання, що дуже небезпечно для приміщень, де утворюються вибухо- та (або) пожежонебезпечні концентрації.

Ще однією особливістю вторинного прояву блискавки є занесення високих потенціалів у будівлю по металоконструкціях, які підведені в цю будівлю (трубопроводах, рейкових шляхах, естакадах, проводах ліній електропередач і т. п.). Такі занесення супроводжуються електричними розрядами, які можуть стати джерелом вибуху чи пожежі.

Захист об'єктів від прямих ударів блискавки забезпечується шляхом встановлення блискавковідводів. Захист від електростатичної індукції (вторинний прояв блискавки) здійснюється приєднанням устаткування до заземлювача для відведення електростатичних зарядів, індуктованих блискавкою, в землю. Захист від електромагнітної індукції полягає у встановленні методом зварювання перемичок між протяжними

металоконструкціями в місцях їхнього зближення менше ніж на 10 см. Інтервал між перемичками повинен становити не більше 20 м. Це дає змогу наведеному струму блискавки переходити з одного контуру в інший без утворення електричних розрядів. Захист від занесення високих потенціалів у будівлю здійснюється шляхом приєднання до заземлювача металоконструкцій перед їх введенням у будівлю.

Будівлі та споруди поділяються за рівнем блискавкозахисту на три категорії. Приналежність об'єкта, що підлягає блискавкозахисту, до тієї чи іншої категорії визначається головним чином його призначенням та класом вибухопожежонебезпечних зон згідно ПУЕ.

I категорія — будівлі та споруди або їх частини з вибухонебезпечними зонами класів В-I та В-II. В них зберігаються чи знаходяться постійно або використовуються під час виробничого процесу легкозаймисті та горючі речовини, що здатні утворювати газо-, пило-, пароповітряні суміші, для вибуху яких достатньо невеликого електричного розряду (іскри).

II категорія — будівлі та споруди або їх частини, в яких наявні вибухонебезпечні зони В-Ia, В-Iб, В-IIa. Вибухонебезпечні газо-, пило-, пароповітряні суміші в них можуть з'явитися лише при аварії чи порушенні установленого технологічного процесу. До цієї ж категорії належать зовнішні установки класу В-Iг та склади, у яких зберігаються вибухонебезпечні матеріали, легкозаймисті та горючі рідини..

III категорія — ціла низка будівель та споруд, зокрема: будівлі та споруди з пожежонебезпечними зонами класів П-I, П-II та П-IIa; зовнішні технологічні установки, відкриті склади горючих речовин, що належать до зон класів П-III; димові та інші труби підприємств і котельних, башти та вишки різного призначення висотою 15 м і більше.

Об'єкти I та II категорій необхідно захищати як від прямих ударів блискавки, так і від вторинних її проявів. Будівлі та споруди III категорії повинні мати захист від прямих ударів блискавки та занесення високих потенціалів, а зовнішні установки - тільки від прямих ударів.

При виборі пристроїв блискавкозахисту за категоріями враховують важливість об'єкта, його висоту, місце розташування серед сусідніх об'єктів, рельєф місцевості, інтенсивність грозової діяльності. Останній параметр характеризується середньорічною тривалістю гроз у годинах для даної місцевості.

Для захисту об'єкта від прямих ударів блискавки застосовують блискавковідвід — пристрій, який височіє над захищуваним об'єктом, сприймає удар блискавки та відводить її струм у землю. Захисна дія блискавковідводу базується на властивості блискавки уражати найбільш високі та добре заземлені металеві конструкції. За конструктивним виконанням блискавковідводи поділяються на стержневі, тросові та сітчасті (рис. 5.2), а за кількістю та загальною площею захисту — на одинарні, подвійні та багатократні. Окрім того, розрізняють блискавковідводи встановлені окремо (рис. 5.2, б) та такі, що розташовані на захищуваному об'єкті (рис. 5.2, в). Будь-який блискавковідвід складається з (рис. 5.2) блискавкоприймача 1 (металевий стержень, трос, сітка), який безпосередньо сприймає удар блискавки; несівної опори 2 (спеціальні стовпи, елементи конструкцій будівлі), на якій розташовується блискавкоприймач; струмовідводу 3 (металевий провідник, конструкція), по якому струм блискавки передається в землю; заземлювача 4, який забезпечує розтікання струму блискавки в землі.

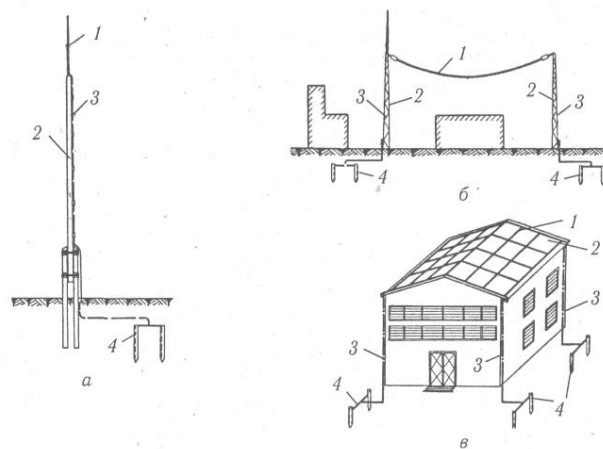


Рис. 5.2. Блискавковідводи

а - стержневий; б - тросовий; в - сітчастий; 1 - блискавкоприймач; 2 – несівна опора (поверхня); 3 - струмовідвід; 4 - заземлювач

Блискавковідвід характеризується зоною захисту — частиною простору, навколо блискавковідводу, яка захищена від прямих ударів блискавки з відповідним ступенем надійності. За величиною ступеня надійності зони захисту можуть бути двох типів: зона А — ступінь надійності не менше 99,5%, зона Б — не менше 95%. Тип зони захисту блискавковідводу залежить від очікуваної кількості уражень блискавкою будівель та споруд без блискавкозахисту за рік, яка визначається за формулою

ЛІТЕРАТУРА

1. Системы автоматического управления [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<https://vents.ua/uploads/download/automaticcatalogue012016rus.pdf>

РОЗДІЛ 6

ЕКСПЛУАТАЦІЯ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ І ВЕНТИЛЯЦІЇ

6.1. Технічна експлуатація систем опалення

Під час експлуатації систем опалення доцільно забезпечити надійність теплопостачання, подавання теплоносія (гарячої води) з витратою і параметрами, що відповідають температурному графіку регулювання.

Окрім того, можуть виникати несправності систем опалення, головними з яких є зниження температури в опалюваних приміщеннях порівняно з розрахунковими й пошкодження герметичності елементів систем.

Зниження температури в приміщенні може спричинятися порушенням циркуляції теплоносія, несправністю вузлів управління, самовільним або незадовільним підімкненням нових опалювальних приладів і арматури. Перше порушення виникає в разі засмічення стояків, підведення до нагрівальних приладів, потрапляння в систему повітря, її заморожування, допущення помилок під час монтажу системи опалення, її труб, арматури, її несправності або разрегульованості.

«Заповітрювання» системи ліквідують шляхом відкривання повітроспускних кранів до тих пір, коли повітря повністю не вийде із системи. Під час розрегулювання системи опалення, що призводить до нерівномірного нагрівання приладів у різних частинах будівлі, виконують її відповідне регулювання, налагодження й доведення параметрів до нормативних. Зниження тиску в системі зазвичай ліквідують шляхом усунення витоків в обладнанні, приладах і трубопроводах.

До поточного ремонту системи водяного опалення входять: усунення витоків; заміна окремих секцій опалювальних приладів; утеплення труб і приладів; укріплення підвісок і гачків; усунення несправностей у вузлах управління; перевірення і заміна несправних

контрольно-вимірювальних приладів (далі – КВП); промивання та чищення розширювальних бачків, запірної і регулювальної арматури, повітрозбірників; промивання системи (щорічно після закінчення опалювального сезону) і її регулювання, налагодження.

Під час капітального ремонту опалювальних водяних систем перекладають трубопроводи, замінюють або ремонтують опалювальні прилади, насоси, джерела теплоти, вузли управління.

Після промивання, випробування й здавання опалювальної системи її консервують до початку нового опалювального сезону, для чого заповнюють очищеною водою з теплової мережі. Варто пам'ятати, що на літній період систему водяного опалення потрібно залишати заповненою водою, оскільки її спорожнення призводить до посилення внутрішньої корозії і висихання ущільнювача в різьбових з'єднаннях. Перед початком опалювального періоду цю воду спускають, а систему промивають, швидко замінюючи в ній воду.

На початку опалювального сезону систему водяного опалення відповідним чином регулюють. Відкривають засувки на введенні в систему і подають теплоносій з тепломережі в трубопроводи та нагрівальні прилади. Потім проходять уздовж трубопроводів, перевіряючи нагрівання нижніх точок усіх стояків. На «небезпечних» точках закривають крани, поступово домагаючись однакової температури зворотної води у всіх стояках.

Після цього досягають рівномірного нагрівання опалювальних приладів по поверххах, перекриваючи крани у перегрітих приладах. До того ж температуру встановлюють усередині секції нагрівальних приладів, найбільше віддаленої від стояка. Теплове випробування вважається завершеним, якщо температура в приміщеннях відхиляється від розрахункової в межах 1...2 °С.

Дуже важливими є розроблення й упровадження заходів щодо зниження витрат тепла, забезпечення енергозбереження в системах

опалення, зокрема використання автоматичних опалювальних приладів і обладнання, виконання завдання якісної експлуатації об'єктів тепlopостачання, дотримання правил і регламентів діагностування, технічного утримання, обслуговування, ремонту обладнання та приладів [1].

6.2 Випробування систем вентиляції

Безперебійна та ефективна робота систем вентиляції в значній мірі залежить від дотримання Правил технічної експлуатації.

Правила технічної експлуатації визначають:

- завдання і відповідальність персоналу;
- підготовку і порядок перевірки знань персоналу;
- обов'язки чергового персоналу;
- характер техніко-економічних показників і технічної звітності;
- порядок, організацію і контроль проведення ремонтів;
- состав і обсяг технічної документації;
- умови пуску систем в експлуатацію.

Технічне керівництво експлуатацією вентиляційних систем здійснює відділ вентиляції, до складу якого входить група експлуатації і проектно - конструкторська група.

Група експлуатації виконує наступні роботи:

- розробляє експлуатаційні інструкції;
- становить відомості для планово - попереджувального ремонту;
- контролює й підтримує заданий режим параметрів повітря робочої зони;
- становить заявки на матеріали і устаткування;
- проводить технічні випробування по оцінці ефективності роботи встаткування вентиляції;
- виконує аналізи проб повітря в робочій зоні, припливної і витяжної загальнообмінної вентиляції, а також видаляемого повітря після очищення.

Вентиляційні установки являють собою складні системи, що складаються з безлічі окремих установок і вузлів, взаємозалежних у своїй роботі. Випробування і налагодження цих систем здійснюють при їх прийманні після монтажу і у процес експлуатації. Після монтажу систем випробування і налагодження проводять для підвищення ефективності роботи установок. Залежно від періоду проведення і призначення систем випробування розділяються на три категорії: пусконалагоджувальні, санітарно-гігієнічні, аеродинамічні.

Пусконалагоджувальні випробування систем необхідні для встановлення відповідності проектним даним.

Ці випробування проводять при наявності актів про механічне випробування вентиляторів і іншого устаткування, що має електроприводи, оформлених монтажними організаціями. Робота технологічного встаткування при пусконалагоджувальних випробуваннях і регулюванні вентустановок не є обов'язковою.

Перед пусконалагоджувальними випробуваннями треба ознайомитись із проектною документацією і перевірити:

- відповідність фактично встановленого вентиляційного встаткування (вентилятори, калорифери, електроприводи, фільтри, пилоочисні пристрої), прийнятому в проекті;
- відповідність якості монтажу і ступеня експлуатаційної готовності вентиляційного встаткування технічним умовам й інструкціям з монтажу і експлуатації цього встаткування заводів-виготовлювачів;
- відповідність якості виготовлення й монтажу повітроводів, каналів, вентиляційних камер й інших пристроїв вимогам відповідних норм і правил.

При пусконалагоджувальних випробуваннях необхідно перевірити наступне: відповідність проектним даним фактичної продуктивності вентилятора; відповідність проекту обсягів повітря, що проходить через повітроприпливні і повітроприймальні пристрої загальнообмінних установок;

щільність повітроводів і інших елементів установок; рівномірність прогріву калориферів.

Якщо перевіркою встановлено, що продуктивність вентилятора, об'єм повітря, що проходить через повітророзподільні і повітроприймальні пристрої, не відповідають проектним значенням, то вентиляційні установки варто відрегулювати.

Ступінь нещільності у повітроводах й інших елементах вентиляційної установки визначають за значенням підсмоктування або витоків повітря. Ця величина у повітроводі й інших елементах установки не повинна перевищувати при довжині мережі до 50 м 10%, а при більшій довжині 15% подачі вентилятора. Підсмоктування або витоків повітря у фільтрах і клапанах відключених відгалужень не повинні перевищувати величин, зазначених у технічних характеристиках на це встаткування.

Після закінчення випробувань і регулювання установок вентиляції складається акт і паспорт на кожну установку.

Для систем вентиляції, які експлуатуються, доцільно періодично поводити випробування, а за необхідності і налагоджування у відповідності до санітарно-гігієнічних вимог. Об'єм і склад робіт з випробувань та налагодження на санітарно-гігієнічний ефект визначається програмою робіт, яка складається на підставі попереднього візуального обстеження приміщень, що вентилуються. При цьому враховується фактичний санітарно-гігієнічний стан повітряного середовища в робочій зоні цих приміщень.

Результати попереднього обстеження приміщення, яке вентилується, є підставою для складання програми робіт. Програмою випробувань передбачається:

- визначити характер і кількість шкідливих речовин, що виділяються в приміщенні;
- визначити частку від загальних виділень шкідливих речовин, що безпосередньо впливають на стан повітря робочої зони приміщення;

- представити найбільш доцільні по техніко-економічних вимогах схеми організації повітрообмінів;
- визначити значення температури і вологості повітря після секцій повітряобробного агрегату і установити відхилення цих параметрів від проектних, а також виявити причини відхилень;
- розробити рекомендації, спрямовані на досягнення проектних параметрів повітря після секцій припливної камери;
- дати рекомендації щодо захисту атмосферного повітря від забруднення, а також рекомендації, що забезпечують дотримання вимог, які висуваються до систем вентиляції;
- налагодити загально обмінні припливні і витяжні механічні установки;
- перевірити ефективність роботи вентиляції після її налагодження при повторних вимірюваннях параметрів повітря і повторних відборів проб повітря на зміст шкідливих виділень у робочій зоні приміщення.

При проведенні налагоджувальних робіт розробляються заходи, що рекомендують для досягнення необхідної ефективності дії окремих установок або системи в цілому. До таких заходів відноситься: заміна вентиляторів або шківів на електродвигунах, герметизація повітроводів і вентиляційних камер, зміна продуктивності насосів і форсунок, часткова або повна зміна конструкції фільтрів і інші заходи, виконання яких повинне бути забезпечене в процесі налагодження силами підприємства.

До початку випробувань відповідно до програми робіт установлюють і наносять на плани приміщень місця відбору проб повітря [2].

6.3 Вимоги, які висуваються до вентиляційних систем при експлуатації і ремонті

Перелік вимог, які висуваються до систем вентиляції під час їх експлуатації і проведенні ремонтних робіт, наведений в [3].

Вимоги до вентиляційних систем при експлуатації:

1. До експлуатації допускаються вентиляційні системи, що повністю пройшли пусконаладжувальні роботи та відповідають інструкції з експлуатації заводу- виробника, ДСТУ ГОСТ 2.601, паспорту системи.

Експлуатація вентиляційних систем повинна фіксуватися у журналі ремонту та експлуатації.

В інструкції по експлуатації вентиляційних систем повинні бути відображені питання вибухо- і пожежонебезпеки.

2. Планові огляди та перевірки відповідності вентиляційних систем вимогам цього стандарту повинні проводитися у відповідності до графіка, затвердженого адміністрацією об'єкта.

3. Профілактичні огляди приміщень для вентиляційного устаткування, очисних пристроїв і інших елементів вентиляційних систем, що обслуговують приміщення категорій А, Б і В, повинні проводитися не рідше одного разу в зміну із занесенням результатів огляду в журнал ремонту та експлуатації. Виявлені при цьому несправності підлягають негайному усуненню.

4. Приміщення для вентиляційного устаткування повинні замикатись, а на їх дверях - вивішуватися таблички з написами, що забороняють вхід стороннім особам.

Не допускається зберігання в цих приміщеннях матеріалів, інструментів і інших сторонніх предметів.

5. У процесі експлуатації витяжних вентиляційних систем, що транспортують агресивні середовища, необхідно робити періодичну перевірку товщини стінок повітряводів вентиляційних пристроїв і очисних споруд. Періодичність і способи перевірки товщини стінок установлюються залежно від конкретних умов роботи вентиляційних систем. Перевірка повинна виконуватись не рідше одного разу на рік.

6. Вентиляційні системи, що розміщуються в приміщеннях з агресивними середовищами, повинні проходити перевірку стану і міцності стінок і елементів кріплення повітропроводів, вентиляційних пристроїв і очисних

споруд у терміни, якш установлює адміністрація об'єкта, але не рідше одного разу на рік.

7. Ревізія вогнетримуючих, зворотних клапанів, якш самі закриваються, у повітропроводах вентиляційних систем і підливних клапанів очисних споруд повинна проводитися в терміни, що установлені адміністрацією об'єкта, але не рідше одного разу на рік. Результати оформляються актом і заносяться в паспорти установок.

8. Експлуатація електроустановок вентиляційних систем, струмоведучих частин і заземлень повинна проводитися у відповідності до вимог ГОСТ 12.1.018, ГОСТ 12.1.030, ГОСТ 12.4.124, НПАОП 0.00-1.29, НПАОП 40.1-1.01, НПАОП 40.1-1.21, НПАОП 40.1- 1.32, Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів та Правил улаштування електроустановок.

9. Змащення рухливих деталей механізмів вентиляційних систем повинно здійснюватися тільки після повної їх зупинки. До місць змащення повинен бути забезпечений зручний і безпечний доступ.

10. При складанні планів реконструкції виробництва, пов'язаних зі зміною прийнятих технологічних схем, виробничих процесів і устаткування, повинні одночасно розглядатися питання про необхідність вимірювання параметрів існуючих вентиляційних систем або про можливість їх використання в нових умовах.

11. При зміні кількості шкідливих речовин, що виділяються, теплоти і вологи вентиляційні системи повинні бути реконструйовані та накладені на параметри виробництва відповідно до вимог ГОСТ 12.1.005, ДБН В. 2.5 – 67:2013 .

Вимоги до вентиляційних систем під час проведення ремонтних робіт:

1. Всі види ремонту вентиляційних систем повинні виконуватися у відповідності до графіків планово-попереджувальних робіт з ремонту, затверджених адміністрацією об'єкта.

2. Ремонт місцевих витяжних вентиляційних систем слід робити одночасно із плановим ремонтом технологічного устаткування, що обслуговується цими системами.

3. Якщо намічені до ремонту вентиляційні системи пов'язані з іншими виробництвами або приміщеннями, їх вимикання допускається тільки після взаємного узгодження термінів проведення ремонтних робіт.

4. Ремонт і чищення вентиляційних систем повинні виконуватись способами, що виключають можливість виникнення вибуху і пожежі.

5. Виконання ремонтних робіт, робіт з переоснащення та чищення вентиляційних систем, що обслуговують або розташованих у приміщеннях із приміщеннями категорій А, Б і В, дозволяється тільки після того, як концентрація вибухонебезпечних речовин у повітропроводах цих приміщень і приміщеннях для розміщення вентиляційного устаткування буде знижена до рівня, що не перевищує гранично допустимих величин.

6. Ремонт вибухозахищеного електроустаткування вентиляційних систем, заміна та відновлення його деталей повинні виконуватись тільки на спеціальних підприємствах або в цехах інших підприємств, що мають на це дозвіл відповідних організацій. Відремонтоване вибухозахищене електроустаткування повинне пройти контрольне випробування на відповідність технічним умовам із занесенням результатів випробувань і характеру ремонту в паспорт електроустаткування згідно з ДСТУ ГОСТ 2.601.

7. Перевірка контрольно-вимірювальних приладів вентиляційних систем повинна виконуватись згідно з чинними нормативними документами.

8. Чищення вентиляційних систем повинне виконуватись в терміни, що установлені інструкціями з експлуатації. Відмітка про чищення заноситься в журнал ремонту та експлуатації системи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Технічна експлуатація інженерних мереж: навч. посібник/ О.В. Якименко, Н.Г. Морковська; Харків. нац. ун – т міськ. госп – ва ім. О.М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2021, - 289 с.
2. Монтаж, експлуатація и сервис систем вентиляции и кондиционирования воздуха: Учебн. – справ. Пособие / [С.И. Бурцев, А.В. Блинов, Б.С. Востров, В.Е. Минин и др.]; под. Ред. В.Е. Минина. – СПб.: Профессия, 2005. – 376 с.
3. ДСТУ Б.А 3.2 - 12 : 2009 «Системи вентиляційні. загальні вимоги». – К.: Мінрегіонбуд України, 2010 – 12 с.