

МЕДИЧНІ ЗАКЛАДИ

**РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ В
ІНФЕКЦІЙНИХ ВІДДІЛЕННЯХ МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДІВ**

АНОТАЦІЯ

до наукової роботи під шифром «МЕДИЧНІ ЗАКЛАДИ»

Актуальність теми. Сьогодні у нашій країні система охорони здоров'я - це понад три мільйони робітників, понад 1700 лікарень, 20 500 аптечних точок, багато санітарно-епідеміологічних установ, десятки науково-дослідних інститутів, центрів, вищих і середніх спеціальних навчальних закладів. Тут експлуатується різне обладнання, комунікації, електроустановки, котельні, ліфти, технологічне обладнання, автотранспорт, посудини, що працюють під тиском, різноманітна медична техніка; застосовуються отруйні речовини і агресивні рідини. У шкідливих і несприятливих умовах праці (інфекційні, психіатричні, онкологічні установи та відділення; радіологічна, рентгенівська, фізіотерапевтична, патологоанатомічна лабораторна служби; операційні, стерилізаційні, відділення тощо) зайняті сотні тисяч працівників медичних установ. У зв'язку з цим, особливої значущості набуває проблема охорони та зміцнення здоров'я самого медичного працівника [1].

Метою наукової роботи було зниження впливу шкідливих і небезпечних факторів на персонал в інфекційних відділеннях лікувально-профілактичних закладів.

У відповідності до поставленої мети, дослідження було спрямовано на вирішення наступних **завдань**: розробити заходи та засоби для поліпшення умов праці персоналу в інфекційних відділеннях лікувально-профілактичних закладів.

Методи дослідження: санітарно-гігієнічні, аналітичні, математичні.

Загальна характеристика роботи. Наукова робота включає 41 сторінок тексту, 7 рисунків, 6 таблиць, 1 додаток, 28 використаних джерел. Обсяг основного тексту – 30 сторінок.

Ключові слова: ЗАСОБИ ЗАХИСТУ, БОКС, ВЕНТИЛЯЦІЯ, НЕРА-ФІЛЬТР, РЕЦИРКУЛЯТОР, ІНСИНЕРАТОР.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕЧНИХ І ШКІДЛИВИХ ФАКТОРІВ В ІНФЕКЦІЙНИХ ВІДДІЛЕННЯХ	5
2 АНАЛІЗ САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНОГО І ПРОТИЕПІДЕМІОЛОГІЧНОГО СТАНУ В ІНФЕКЦІЙНИХ ВІДДІЛЕННЯХ	9
3 ОЦІНКА ПРОФЕСІЙНОЇ ЗАХВОРЮВАНOSTІ І ТРАВМАТИЗМУ МЕДПРАЦІВНИКІВ	14
4 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ В ІНФЕКЦІЙНИХ ВІДДІЛЕННЯХ МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДІВ	22
4.1 Запобігання травматизму	22
4.2 Запобігання поширенню внутрішньо лікарняних інфекцій	24
4.3 Бактерицидне ультрафіолетове опромінення	26
4.4 Знешкодження епідемічно небезпечних відходів	27
ВИСНОВКИ	30
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	31
ДОДАТКИ	34

ВСТУП

Чинне законодавство України значною мірою забезпечує дотримання прав пацієнтів, зокрема ВІЛ-інфікованих, і дозволяє не інформувати медичних працівників щодо наявного захворювання.

Ризик зараження величезний практично для всіх медичних працівників, що надаватимуть допомогу такому пацієнту. Тому наказами МОЗ передбачено, що кожного пацієнта слід розглядати як потенційного хворого на ВІЛ і дотримуватися безпеки [2].

Дослідженням визначено, що у понад 30% медичних працівників лікарняно-профілактичних закладів (ЛПЗ) хірургічного та фтизіатричного профілю наявні надвисокі ризики професійного інфікування ВІЛ на робочому місці, які обумовлені виникненням виробничих аварій із високим ризиком інфікування ВІЛ, вимушеним наданням медичної допомоги хворим без використання засобів індивідуального захисту, обумовленого значним дефіцитом засобів профілактики, а також вираженим обмеженням медичних працівників до отримання якісної медичної допомоги у випадку виробничої аварії. За частотою виникнення виробничих аварій на робочому місці ризики професійного інфікування ВІЛ найбільш виражені серед медичних працівників ЛПЗ хірургічного профілю, ніж серед працівників фтизіатричного профілю. Однак, враховуючи значно більшу ймовірність забруднення біологічних матеріалів ВІЛ серед хворих на туберкульоз, професійні ризики інфікування ВІЛ у працівників ЛПЗ фтизіатричного профілю також є вагомими й недооціненими на сьогодні [3].

Якщо брати ризик інфікування, зрозуміло, що він найбільший у працівників інфекційних лікарень або відділень. Крім ВІЛ та туберкульозу можливе зараження від хворих гепатитом, дизентерією, сальмонельозом, грипом тощо.

1 АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕЧНИХ І ШКІДЛИВИХ ФАКТОРІВ В ІНФЕКЦІЙНИХ ВІДДІЛЕННЯХ

Для працівників інфекційних відділень чи лікарень на першому місці серед шкідливих факторів стоїть **наявність патогенних мікроорганізмів**. Цей фактор можна розглядати не як шкідливий, а як небезпечний (тобто що викликає безпосередню загрозу життю) для збудників деяких хвороб.

Слід мати на увазі, що професійна діяльність медичного персоналу закладів загальної практики не спрямована на лікування захворювань, викликаних мікроорганізмами I-III групи патогенності. Як правило, при виявленні хворого, інфікованого мікроорганізмами I-III групи патогенності, він направляється в спеціалізований медичний заклад для надання медичної допомоги [4].

Отже, відносити умови праці більшості медичних працівників закладів загальної практики по біологічному фактору до класу 3.2 і вище, прирівнявши їх до умов праці працівників, які працюють з інфікованими біологічними рідинами, або в спеціалізованих медичних установах (інфекційного, протитуберкульозного, шкірно-венерологічного профілю) в обов'язки яких входить лікування пацієнтів, інфікованих мікроорганізмами I-III групи патогенності – неприпустимо [4].

Навпаки, у деяких медичних працівників за специфікою виконання робіт можливий контакт з інфікованою кров'ю, біологічною рідиною (хірурги, акушери-гінекологи, анестезіологи-реаніматологи, операційні сестри, акушерки, медичні сестри процедурних) і є ймовірність інфікування деякими хворобами, насамперед - парентеральних вірусних гепатитів В і С, СНІДу і сифілісу. Незважаючи на дотримання санітарно-гігієнічного режиму, проведення дезінфекційно-стерилізаційних заходів і використання засобів індивідуального захисту (гумових рукавичок, масок медичних, окулярів захисних) при проведенні медичних маніпуляцій: ін'єкцій, заборі біологічного матеріалу для аналізів, виконанні порожнинних операцій,

ймовірність травмування зазначеного медперсоналу залишається завжди, і як наслідок, зараження інфекційними захворюваннями, що передаються через кров від хворого. Можливість зараження для даної групи медичних працівників інфекційними захворюваннями при виконанні функціональних обов'язків має враховуватися при оцінці біологічного фактора на їх робочих місцях.

Таким чином, оцінка біологічного фактора проводиться строго індивідуально на кожному робочому місці медичного працівника з урахуванням його професійної діяльності (посадових обов'язків), а також з урахуванням механізму передачі інфекції [4].

З фізичних факторів особливо актуальними для медичних працівників є ультразвук, лазерне випромінювання, струми і поля НВЧ, УВЧ, шум апаратів і приладів, рентгенівське випромінювання, радіонукліди, інфрачервоне і ультрафіолетове і випромінювання.

Використання іонізуючих випромінювань і радіоактивних речовин в медицині проводиться з метою: а) діагностики (рентгеноскопія, рентгенографія, флюорографія, скенніровання - статична сцинтиграфія, ренографія - динамічна сцинтиграфія, комп'ютерна томографія, рентгенокімографія, дослідження швидкості кровотоку за допомогою ізотопів); б) лікування (теле-гамма-терапія, близькофокусна рентгенотерапія, радіоаплікаційна терапія, внутришньотканинна і внутрішньопорожнинна радіотерапія); в) науково-дослідної (авторадіографія) [5, 6].

У інфекційних відділеннях різного профілю з перерахованого може мати місце рентгеноскопія, рентгенографія і флюорографія, що застосовується, наприклад, для виявлення туберкульозу.

Рентгенівські промені, як і інші іонізуючі випромінювання, при невеликих дозах підвищують імовірність виникнення стохастичних ефектів – лейкозів, злоякісних новоутворень, зниження імунітету. Якщо дози випромінювання високі, мають місце детерміновані ефекти – гостра чи хронічна променева хвороба, локальні променеві ураження.

Проте в умовах рентгенівських чи флюорографічних кабінетів детерміновані ефекти практично виключаються. Стохастичні ефекти можуть проявитися через роки, а то і через десятиріччя і це є професійним ризиком для рентгенологів.

При проведенні фізіотерапевтичних процедур, при роботі з комп'ютерною технікою, можливий контакт медичного персоналу з електромагнітними полями різного частотного діапазону. Вельми широко, для діагностики і лікування, в даний час використовується ультразвукова апаратура. [7].

В умовах фізіотерапевтичних кабінетів та УЗД практично можливий тільки контактний вплив ультразвуку. Малі дози, з рівнем 80-90 дБ дають стимулюючий ефект, тобто мікромасаж, прискорення обмінних процесів. Великі дози, з рівнем 120 дБ і більше уражають тканини організму завдяки теплової, механічної та кавітаційної діям.

Електромагнітні поля та випромінювання, що мають місце при проведенні фізіотерапевтичних процедур, як правило, безпечні для лікарів та медсестер.

З фізичних факторів для інфекційних відділень велике значення має можливість поранення гострими предметами – голками шприців, скальпелем, уламками скла від розбитих пробірок. Небезпека таких поранень зумовлена, перш за все можливістю інфікування через проникнення патогенних мікроорганізмів у кров.

Для дезінфекції приміщень у медичних закладах широко використовують ультрафіолетове випромінювання (УФВ).

УФВ може провокувати загострення таких хвороб, як туберкульоз, ревматизм, виразка шлунку, викликати ураження очей – фотоофтальмію [8].

Шум та вібрація в умовах інфекційних відділень лікарень як шкідливий фактор можна не приймати до уваги, оскільки рівень звукового тиску і віброшвидкості, що утворюють їх джерела (фізіотерапевтичні апарати, системи вентиляції та кондиціонування повітря тощо) значно менше

допустимих значень.

До шкідливих **хімічних речовин**, відносяться лікарські препарати, зокрема розчини та аерозолі антибіотиків, вітамінів. Крім того в лікувально-профілактичних установах широко використовуються хімічні засоби для дезінфекції приміщень, обладнання, інвентарю [7].

Аерозолі антибіотиків (аміноглікозиди, фузафунгін та ін.) можуть викликати алергічну реакцію і бронхоспазм.

Для дезінфекції застосовуються різні препарати, які можна класифікувати за діючими речовинами. Найбільш поширені хімічні діючі речовини у деззасобах можна розділити на такі групи [9]: галогени (хлор, бром, фтор, йод); з'єднання на основі хлоргексидину; альдегіди; спирти; пероксидні сполуки; феноли, крезолі та їх похідні; ПАР (поверхнево активні речовини); кислоти, надкислоти і деякі їх солі; луги; органічні сполуки біоцидних металів.

Найбільш шкідливими вважаються препарати, що містять активний хлор (водночас вони є самими дешевими). Це такі засоби як хлорне вапно, гіпохлорит натрію, хлорамін, діхлоргідантоїн тощо. Також дуже шкідливі феноли що також є дешевими і ефективними. У Євросоюзі використання цих препаратів заборонено. Група надкислот (наприклад, надоцетова) володіє високими антимікробними властивостями і досить широким спектром дії. Вони найчастіше застосовуються для стерилізації медичних виробів з різного матеріалу: нержавіючої сталі, скла, гуми. З групи альдегідів в практиці дезінфекції використовуються дві речовини: формальдегід (метаналь, мурашиний альдегід) і глутаровий альдегід (пентандіаль). Антибактеріальна активність формальдегіду трохи нижче, ніж у глутаральдегіда. Відомо, що пари формальдегіду викликають сильний канцерогенний ефект. У багатьох розвинених країнах формалін (водний розчин формальдегіду) входить до групи заборонених деззасобів, так як він володіє сильними канцерогенними властивостями, надає непоправну подразнюючу дію на слизові, шкіру, викликає сильні головні болі, згубно впливає на життєво важливі органи.

2 АНАЛІЗ САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНОГО І ПРОТИЕПІДЕМІОЛОГІЧНОГО СТАНУ В ІНФЕКЦІЙНИХ ВІДДІЛЕННЯХ

За даними різних дослідників [10, 11] у більшості країн світу серед медпрацівників перше або друге місце серед захворювань, пов'язаних із роботою займає туберкульоз (ТБ). Особи, що мають тривалий та/чи інтенсивний контакт із хворими на активні форми ТБ, порівняно із загальним населенням зазнають додаткового ризику інфікування на рівні 22 % на рік [12].

Медичні працівники протитуберкульозних закладів (ПТЗ) займають п'яте місце за рівнями захворюваності на ТБ в Україні (521,81 на 100 тис. відповідного населення). До цієї групи відносяться – лікарі-фтизіатри та фахівці інших спеціальностей, які надають допомогу хворим на ТБ, медичні сестри та молодші медичні сестри по догляду за хворими, соціальні працівники тощо, які працюють у ПТЗ. Представники цієї групи можуть бути віднесені до групи надвисокого ризику виникнення професійного ТБ. Особливу небезпеку для цієї професійної групи становить небезпека інфікування хіміорезистентними формами ТБ від хворих, які проходять лікування в ПТЗ [13].

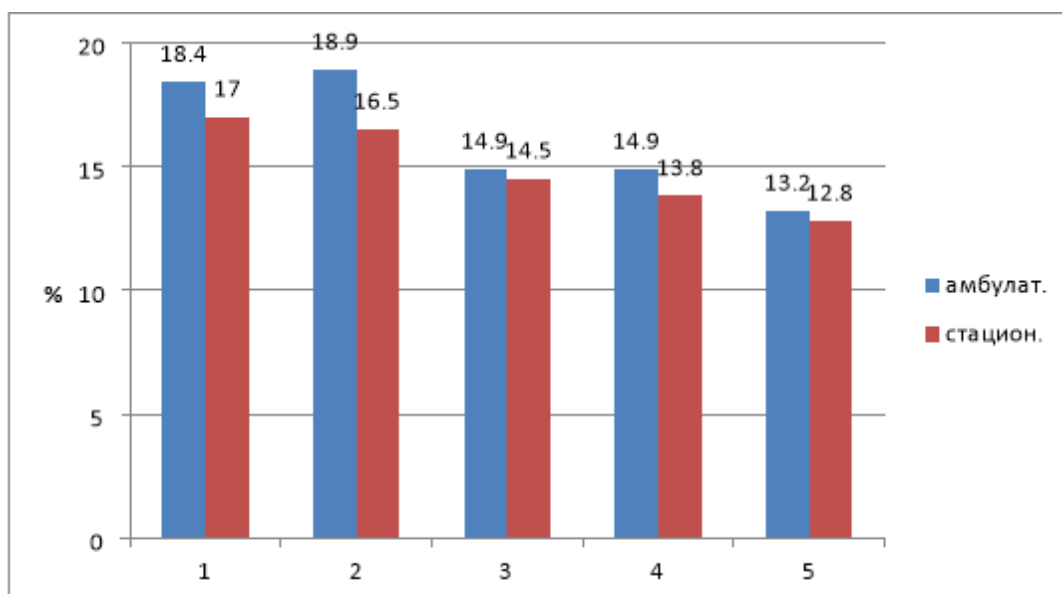
Штанько і Варивончик [10] стверджують, що всі ПТЗ України не відповідають діючим вимогам щодо їх санітарно-епідеміологічних та гігієнічних вимог. Частота та ступінь такої невідповідності неоднакові для різних ПТЗ, однак найчастіше спостерігається відхилення за наступними показниками: очищення і знезараження стічних вод (27,9 % ПТЗ); стан примусової вентиляції (27,4 %); дотримання архітектурнопланувальних рішень (22,6 %); стан меблів та інвентарю (16,7 %); стан внутрішнього оздоблення (16,2 %); стан санітарно-технічного обладнання (14,1 %).

В амбулаторно-поліклінічних підрозділах ПТЗ найчастіші відхилення від нормативів за показниками: стан примусової вентиляції (30,5%),

очищення і знезараження стічних вод (31,4%), дотримання архітектурно-планувальних рішень (24,1%).

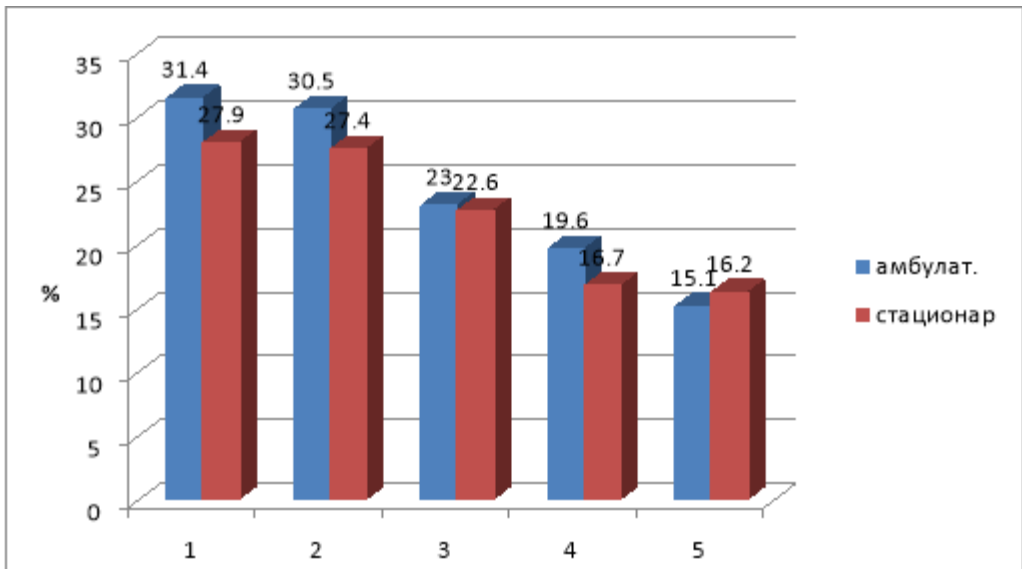
У стаціонарних підрозділах ПТЗ – за станом примусової вентиляції (24,7 %), дотриманням архітектурнопланувальних рішень (23,0 %), очищенням і знезараженням стічних вод (22,6 %), станом меблів та інвентарю (19,6 %) [10].

На гістограмах наочно зображені відповідно: стан невідповідності робочих приміщень ПТЗ санітарно-гігієнічним вимогам (рис. 2.1); частота порушень санітарно-епідеміологічних та гігієнічних параметрів (рис. 2.2); частота порушень забезпечення санітарно-епідеміологічного режиму робочих приміщень (рис. 2.3); частота порушень щодо забезпечення медичного нагляду за працюючими (рис. 2.4); частота порушень щодо забезпечення безпеки та охорони праці серед персоналу (рис. 2.5).



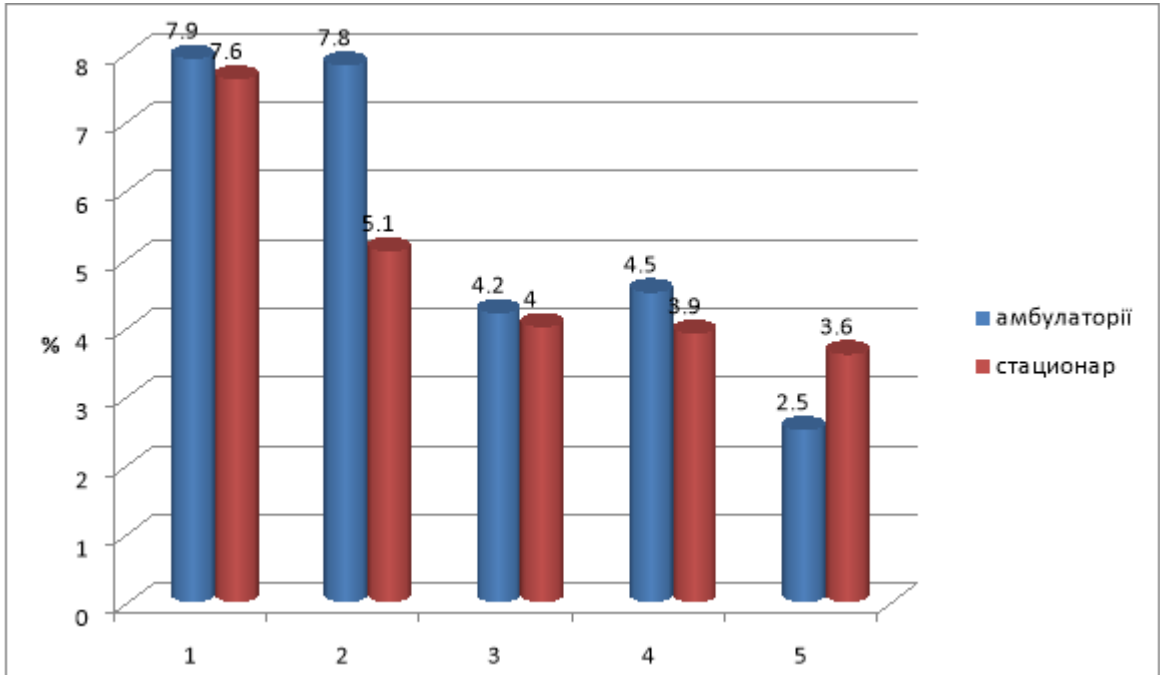
1 – повітрообмін; 2 – стан приміщень для харчування; 3 – обладнання побутових приміщень; 4 – стан побутових приміщень; 5 – розмежування потоків хворих та персоналу.

Рисунок 2.1 - Стан невідповідності робочих приміщень ПТЗ санітарно-гігієнічним вимогам



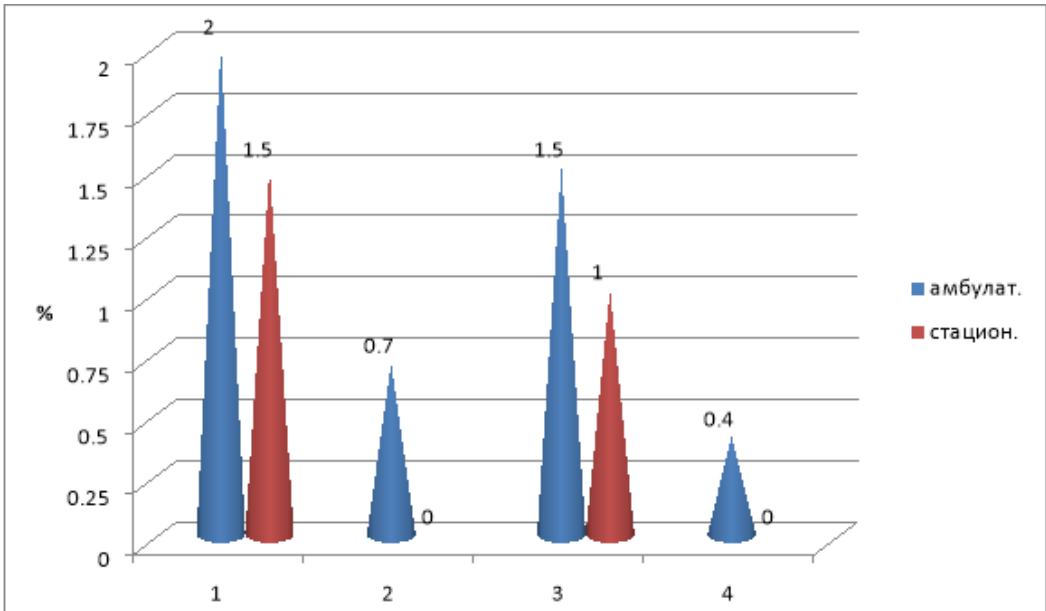
1 – очищення і знезараження стічних вод; 2 – вентиляція; 3 – архітектурно-планувальне рішення; 4 – меблі та інвентар; 5 – внутрішнє оздоблення

Рисунок 2.2 - Частота порушень санітарно-епідеміологічних та гігієнічних параметрів



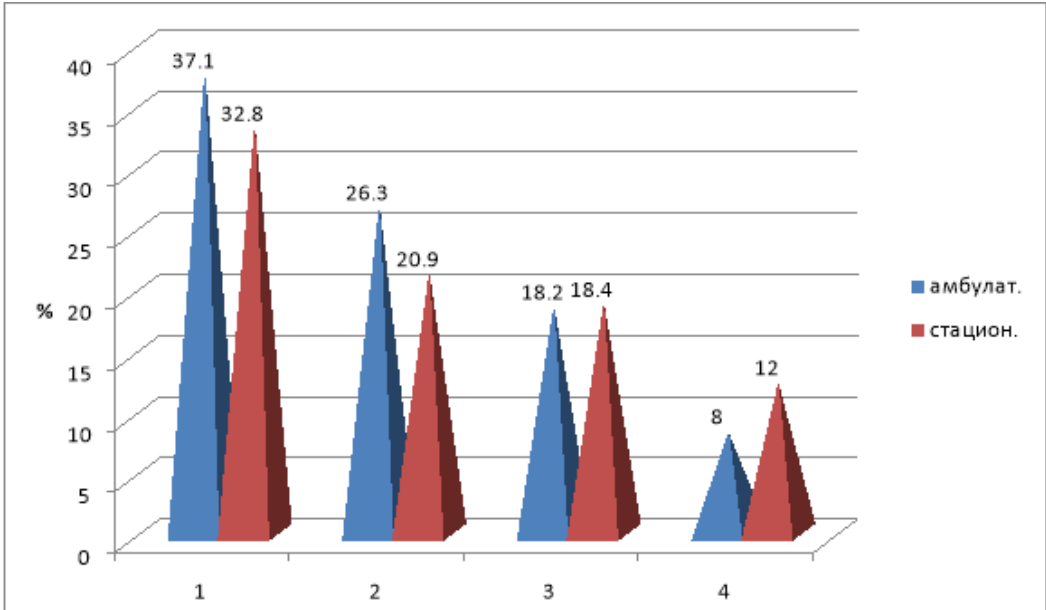
1 - бактерицидне УФ-опромінення; 2 - забезпечення в достатній кількості чистою білизною та одягом хворих на ТБ, робочим одягом працівників; 3 – провітрювання; 4 - зберігання, знезараження та прання брудної білизни; 5 - генеральне вологе прибирання

Рисунок 2.3 - Частота порушень забезпечення санітарно-епідеміологічного режиму робочих приміщень



1 - підготовка та атестація працівників; 2 - своєчасний періодичний медичний огляд працівників; 3- флюорографічне обстеження працівників; 4 - ведення особистих медичних книжок працівників.

Рисунок 2.4 - Частота порушень щодо забезпечення медичного нагляду за працюючими



Недостатнє забезпечення: 1 - респіраторами з НЕРА-фільтрами; 2 - санітарною обробкою з прийняттям душу; 3- медичними респіраторами; 4 - комплектами захисних засобів (гумовими фартухами, печатки тощо)

Рисунок 2.5 - Частота порушень щодо забезпечення персоналу засобами і заходами захисту

Проаналізувавши діаграми 2.1-2.3 можна зробити висновок про поганий стан повітряного середовища через недостатній повітрообмін, (18,4% порушень в амбулаторіях і 17% в стаціонарах), що пов'язано з недотриманням вимог до вентиляції (30,5% і 27,4%) і провітрювання (4,2% і 4,0%). Тобто є необхідність у вдосконаленні систем вентиляції інфекційних відділень, зокрема ПТЗ.

На перших місцях серед порушень стоять відсутність або недосконалість очищення і знезараження стічних вод, УФ-опромінення, незабезпеченість респіраторами з НЕРА-фільтрами.

3 ОЦІНКА ПРОФЕСІЙНОЇ ЗАХВОРЮВАНOSTІ І ТРАВМАТИЗМУ МЕДПРАЦІВНИКІВ

Захворюваність медичних працівників в Україні (загальна і професійна) вельми висока. Смертність медичних працівників, які не дожили до 50-річного віку, на 32% вище, ніж в середньому по країні. Число днів непрацездатності за такими захворюваннями, як гіпертонічна хвороба, хвороби кістково-м'язової системи, ішемічна хвороба серця, хвороби печінки, підшлункової залози, інфекційні захворювання, у медпрацівників також значно вище, ніж в середньому у інших професійних груп [14].

Результати опитування медичних працівників показали, що зі 100 осіб 75-76 мають хронічні захворювання і тільки 40% з них перебувають на диспансерному обліку.

За даними [14] медичні працівники займають лідируюче місце за профзахворюваннями. Так серед всіх видів економічної діяльності серед жінок перше місце за цим показником займають медичні сестри – 9,4%. Серед всіх виявлених захворілих профзахворюваннями медики складають 11...14%.

Структура профзахворюваності в Україні надана у табл. 3.1 за даними Інституту медицини праці Національної академії медичних наук України (Нагорна А.М.та ін.) [15].

Звертає увагу дуже великий відсоток виявленого туберкульозу у нашій країні. Це підтверджує наявність епідемії туберкульозу, про яку говорять фахівці. Від цієї хвороби в Україні вмирає щоденно 11 осіб [16].

У 2004–2018 роках в Україні виявлено 1092 випадки професійних захворювань у галузі охорони здоров'я – 35–103 випадки щорічно (табл. 3.1), що відповідає рівню 0,31–0,76 на 10 тис. працюючих. Порівняння рівнів у медичній галузі з рівнем професійної захворюваності в Україні взагалі (2,3–5,6 на 10 тис. працюючих) наглядно демонструє, наскільки низькі рівні

реєстрації профзахворювань у медичних працівників, що вказує на існуючу проблему значного недовиявлення професійних захворювань серед працівників цієї галузі [15].

Таблиця 3.1 – Структура професійній захворюваності серед медичних працівників України за 15 років (2004-2018)

Діагноз	Абсолютна кількість	Відносна кількість, %
Туберкульоз	958	87,7
Хвороби опорно-рухового апарату	34	3,1
Алергія	25	2,3
Захворювання органів дихання	15	1,4
Захворювання шкіри	9	0,8
Пневмоконіоз	8	0,7
Гепатит	4	0,4
ВІЛ	2	0,2
Інші інфекційні хвороби	10	0,9
Інші захворювання	27	2,5
Всього	1092	100

Що стосується динаміки профзахворюваності, то з 2006 року спостерігається стійка тенденція до зменшення кількості випадків та зниження її рівня, що не корелює з умовами праці у галузі охорони здоров'я – якщо в 2006 році було зареєстровано 100 випадків профзахворювань (0,74 на 10 тис. працюючих), то в 2015 році кількість професійних захворювань у медичних працівників зменшилася до 35 (0,31 на 10 тис. працюючих), що за часом співпало з черговим реформуванням медичної галузі, а саме ліквідацією санітарно-епідеміологічної служби, передачі функцій СЕС різним структурам, практично відсутністю санепіднагляду за умовами праці

на законодавчому рівні. Значне зниження останніми роками можна пов'язати з проведенням антитерористичної операції на Сході України [15].

Найвищий рівень професійної захворюваності медиків зареєстрований в Донецькій, Вінницькій, Харківській, Дніпропетровській, Луганській, Рівенській і Херсонській областях, тобто в промислово розвинених регіонах України і мегаполісах. Не виключено, що цей показник обумовлений кращим виявленням професійних захворювань в перерахованих регіонах внаслідок їх близькості до наукових центрів і клінік по вивченню гігієни праці та професійної патології [17].

В інших областях кількість випадків професійних захворювань у медичних працівників за останні 5 років є значно меншою. Слід звернути увагу на малу кількість випадків у Запорізькій, Одеській та Івано-Франківській областях – по 0,8 % від усіх зареєстрованих випадків та на абсолютну відсутність виявлення профзахворюваності серед медичних працівників Закарпатської області [15]. Це знов таки вказує на проблему поганого виявлення та реєстрації профзахворювань у медицині.

Рівень професійної захворюваності серед працівників інфекційних ЛПЗ вище, ніж по галузі в цілому, бо є значний ризик зараження інфекціями, що передаються через кров та інші біологічні рідини. Зокрема, при роботі з кров'ю з існує можливість передачі понад 20 інфекцій, в тому числі ВІЛ, гепатитів В, С, D [17].

На сьогоднішній день в Україні вже зареєстровані випадки зараження медпрацівників ВІЛ-інфекцією, а поширеність серологічних маркерів гепатитів В і С у медпрацівників в 3 рази перевищує аналогічний показник серед населення. Найбільш часто професійним ризиком зараження ВІЛ і гепатитами піддаються процедурні медичні сестри [17].

Причиною професійної алергії можуть стати не тільки лікарські препарати, а й хімічні реагенти, дезінфікуючі і миючі засоби, а також латекс, що міститься в рукавичках, одноразових шприцах, інфузійних системах. В останні роки у медичних працівників стрибкоподібно зростає кількість

алергічних реакцій негайного типу, що певною мірою пов'язано з використанням латексних рукавичок [17].

Серед лікарських матеріалів, медикаментів чимало алергенів (новокаїн, антибіотики, біостимулятори, вакцини і сироватки), що призводить до широкого поширення гіперчутливості і алергічних реакцій у персоналу ЛПЗ.

Збільшення числа інфікування медиків викликано не тільки зростанням числа осіб з порушеннями імунітету і широким використанням препаратів, що його знижують, а й недотриманням встановлених санітарних норм і протиепідемічних правил, порушеннями правил асептики і антисептики, дефектами в проведенні антибіотикотерапії, запізненим виявленням носіїв інфекції і несвоєчасної їх ізоляцією.

Поширення інфекцій (в першу чергу - туберкульозу, захворюваність яким серед медпрацівників в 7 разів перевищує аналогічний показник серед населення в цілому) відбувається переважно повітряно-крапельним шляхом. Але можливий і контактний шлях зараження : через руки, інструменти, халати, рушники [17].

Проведені в Україні дослідження дозволили встановити високу ураженість медичного персоналу інфекційних і туберкульозних лікарень збудниками респіраторних інфекцій, серед яких виявлені і такі маловивчені агенти, як легіонелла пневмофіла, коронавірус, а також збудники дизентерії Зонне і Флекснера. Виявлена недостатня захищеність медичного персоналу проти дифтерії та правця [17].

Щодо травматизму медпрацівників інфекційних ЛПЗ, то його рівень нижчий, ніж у співробітників психіатричних закладів чи швидкої допомоги. Але імовірність отримати травму досить висока. Причинами можуть бути: недостатня освітленість робочого місця, коридорів, палат, сходів тощо; нерівна або слизька підлога; порізи та уколи гострими речами, у тому числі медичним інструментом; хімічні опіки очей та шкіри дезінфікуючими та іншими засобами; дія електричного струму. Така причина, як агресивна

поведінка пацієнта чи його родичів також має місце, особливо коли вони знаходяться під дією алкоголю або наркотиків.

Медсестри і санітарки частіше отримують механічні травми, ніж лікарі. За даними [18] (США) зі всіх груп медичних робітників травми спини трапляються найчастіше у медсестер. В аналізі частоти нещасних випадків, проведеному в лікарні на 450 ліжок в США показано від 8 до 9% щорічних випадків травмування поперекових хребців у медсестер, що призводять в середньому до 4,7 днів відсутності на роботі. За результатами багатьох досліджень встановлено, що від 60 до 80% всього штату медсестер віком від 30 до 40 років мали хоча б один епізод травми спини протягом їх робочого життя.

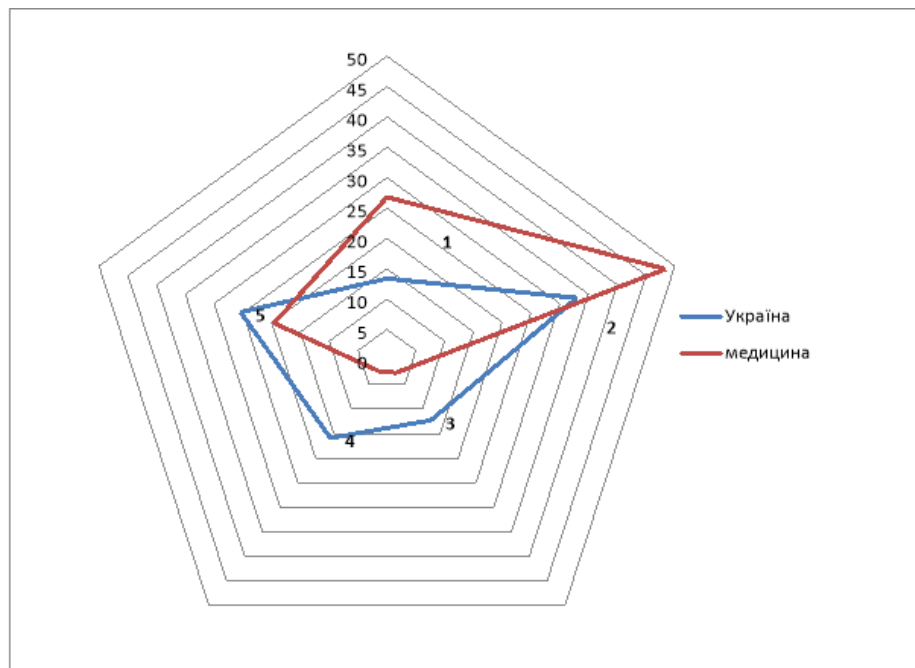
Структура нещасних випадків серед медпрацівників України відрізняється від такої в цілому по країні (табл. 3.2) [6].

Таблиця 3.2 – Розподіл потерпілих від нещасних випадків за основними видами подій

Види подій	Частка потерпілих по Україні, %	Частка потерпілих серед медичних працівників, %
Події на транспорті	13,4	26,8
Падіння потерпілого	33,0	48,4
Падіння предметів, матеріалів	12,3	2,6
Дія предметів, деталей, що рухаються, розлітаються, обертаються	15,9	2,3
Ураження електричним струмом	1,5	0,3
Дія температур	2,2	0
Дія шкідливих, отруйних речовин	1,0	0
Інші події	20,7	19,6

Звертає увагу велика частка падінь потерпілих (з висоти, на слизькій або нерівній поверхні, через недостатню освітленість) і мала частка у порівнянні з травматизмом по країні падінь предметів, дії деталей, що розлітаються, уражень струмом. Зовсім не зафіксовано уражень внаслідок дії високих або низьких температур, гострих отруєнь чи хімічних опіків. Це, звісно, пояснюється специфікою роботи медпрацівників. Наприклад, вдвічі більша ніж по країні частка НВ, пов'язана з ДТП пояснюється специфікою роботи працівників швидкої та невідкладної допомоги, необхідністю лікарів відвідувати хворих на дому.

Наочно структура нещасних випадків щодо видів подій надана на рис. 3.1 [6].



1 – події на транспорті; 2 – падіння потерпілого; 3 – падіння предметів, матеріалів; 4 – дія предметів, деталей, що рухаються, обертаються, розлітаються; 5 – інші події.

Рисунок 3.1 – Структура нещасних випадків за видами подій, %

Однією з причин зараження і травматизму медпрацівників є нехтування засобами індивідуального захисту (ЗІЗ). За даними Міжнародного Центру

безпеки менше ніж 7% медпрацівників, що постійно мають справу з бризками крові і біологічних рідин, використовують засоби для захисту очей, при тому, що вони потрапляли в очі більшості (2/3) таких фахівців. Також виявлено, що близько 70% випадків потрапляння бризок різних рідин на медпрацівника були забруднені кров'ю, але тільки 17% співробітників носили при цьому захисні халати, в той час як понад 40% були одягнені в повсякденний одяг або в уніформу, нездатну вберегти від шкідливого впливу. У більш ніж 80% випадків мова йшла про попадання потенційно небезпечних рідин на незахищену шкіру [19].

Освітлення. Освітлення грає дуже велику роль у ЛПЗ. Як було сказано раніше, недостатнє освітлення може бути причиною падіння, поранення, інших травм а також погіршення зору при довготривалому впливі цього фактору. Один з показників природного освітлення – світловий коефіцієнт, СК - – відношення сумарної площі вікон в приміщенні до площі підлоги. У палатах лікарень і кабінетах лікарів цей коефіцієнт повинен дорівнювати 1/5–1/6. Але більш точним і показовим є коефіцієнт природної освітленості (КПО) – відношення горизонтальної освітленості на робочому місці у 13 годин, до одночасної зовнішньої освітленості горизонтального майданчика дифузним світлом небосхилу, виражене у відсотках.

Крім СК і КПО важливими є також ще деякі показники якості природного освітлення. Кут падіння показує під яким кутом падає промінь світла на цю горизонтальну поверхню. Кут падіння на робочих місцях в приміщеннях повинен бути не менше 27°. Кут отвору показує величину небесного схилу, що безпосередньо висвітлює досліджуване місце. Як показали дослідження, задовільне природне освітлення має місце при куті отвору не менше 5°. Глибина закладення приміщення або коефіцієнт закладення - це відношення глибини приміщення (відстані від зовнішньої до внутрішньої стіни) до відстані від верхнього краю світлового прорізу до підлоги. Гарне освітлення забезпечується при глибині закладення, що не перевищує 2,5.

Ці три показники у ЛПЗ це далеко не завжди відповідають оптимальним значенням.

У медичних установах використовується штучне розсіяне загальне світло, що доповнюється місцевим освітленням. В умовах м'якого освітлення поліпшується візуальне сприйняття деталей, що дуже важливо для контролю за зовнішнім виглядом пацієнтів. Світильники з великою площею поверхні, що світиться, застосовуються в палатах, процедурних кабінетах, оглядових.

В палатах, поряд з ліжками, рекомендується встановлювати додаткове освітлювальне обладнання на висоті 1,7 м від рівня підлоги або настінні світильники.

Ще однією важливою складовою гігієни і санітарії ЛПЗ, крім освітлення, є **вентиляція**. Лікарні відносяться до медичних закладів, в яких пред'являються підвищені вимоги до мікроклімату, температурному режиму, параметрам якості повітря.

Для забезпечення стерильності в лікарнях якісні системи вентиляції - це одна з найважливіших умов. Підвищені технічні та санітарно - гігієнічні вимоги до систем вентиляції в лікарнях порівняно з офісними, промисловими і житловими приміщеннями, пред'являються для того, щоб забезпечити максимальну чистоту повітря, недопущення поширення мікроорганізмів, максимально знизити кількість частинок пилу. Всі ці підвищені вимоги необхідні для того, щоб забезпечити безпеку здоров'я пацієнтів, відвідувачів, медичних працівників і технічного персоналу, а також виключити ускладнення і поширення різних інфекцій.

У медичних установах встановлення систем вентиляції та кондиціювання повітря відноситься до обов'язкових вимог, які передбачаються спеціально розробленими нормативними документами та стандартами, що передбачають різні параметри якості мікроклімату і повітря в різних відділеннях і приміщеннях лікарень.

4 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ В ІНФЕКЦІЙНИХ ВІДДІЛЕННЯХ МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДІВ

4.1 Запобігання травматизму

В інфекційних відділеннях, як і в багатьох інших, найбільше механічних травм серед персоналу зазнають медсестри [18].

Особливістю праці медичних сестер є те, що їм дуже часто доводиться переміщати пацієнтів вручну. Зарубіжна статистика показала, що відсоток травм в службі медичної допомоги набагато вище, ніж в таких галузях, як роздрібна торгівля, служба водопостачання, повітряний транспорт.

При дослідженні типів травм медичних сестер з'ясувалося наступне [20]: найвищий відсоток складають розтягнення та розриви зв'язок, суглобів (58%), найбільш вразливою і травмонебезпечною частиною тіла є спина (49%), найчастіше травмуються молодші медичні сестри, рідше студенти та палатні сестри, найбільш травмонебезпечною вважається або виявляється маніпуляція з переміщення пацієнта до узголів'я ліжка.

Фактори ризику травматизації хребта у медичної сестри [20]: недієздатність пацієнта - ослаблені, травмовані пацієнти, пацієнти, що знаходяться на строгому постільному режимі, пацієнти старше 75 років; непосильна для медичної сестри вага пацієнта або вантажу. Це пацієнти з великою вагою (більше 100 кг) і великогабаритний вантаж (більше 16 кг); неправильна поза під час підйому або переміщення; нестійке положення самої медичної сестри, нахили вперед під час підйому або переміщення, розворот тіла під час підйому; погана ергономіка; невдало обрана технологія; швидке переміщення вантажу або пацієнта, відсутність оснащення для переміщення; відсутність знань і умінь по переміщенню, непідготовлене зовнішнє середовище; погане фізичне і психічне здоров'я медичної сестри - рання дегенерація суглобів, обмежена рухливість через ожиріння, ослаблення нетренованих м'язів, емоційна нестійкість, депресивні стани.

Профілактика болю в спині [20]: навчитися зменшувати навантаження на хребет у повсякденному житті і на роботі, дотримуватися гігієни поз і

рухів; обов'язково займатися лікувальною фізкультурою, поступово зміцнювати м'язи спини і черевного преса; виключити інтоксикації, що знижують захисні сили організму: нікотин, спиртне і ін.; не переїдати, не товстіти, не збільшувати навантаження на хребет; щорічний 70-денний профілактичний курс самомасажу спини, грудей, попереку; застосування засобів механізації.

Пропонуємо впроваджувати такі засоби, що полегшують працю і зменшують ризик травмування медсестер: поворотний надліжковий стіл; ноші медичні для транспортування пацієнта по сходах; стельовий підйомник; мобільний підйомник; килимки і накладки проти ковзання.

Важкою і травмонебезпечною дією є транспортування пацієнтів по сходах на звичайних ношах, особливо якщо пацієнт має зайву вагу. Для цієї цілі пропонуємо застосовувати ноші медичні БІОМЕД В09 [21]. Ноші призначені для транспортування пацієнтів по сходах однією людиною. Вони мають дві пари коліс, складаються в поперечному напрямку, мають форму стільця. Каркас виконаний зі сплаву алюмінію високої міцності, полотно зі спеціальної тканини, яка легко дезінфікується. Це робить ноші легкими, компактними, зручними і безпечними у використанні.

Також важкою і травмонебезпечною є операція по переміщенню пацієнтів з ліжка на ноші і навпаки. Для полегшення і зменшення ризику травмування пропонуємо застосовувати стельовий підйомник GH3 [22].

Стельовий Підйомник GH3 дозволяє швидко і зручно пересаджувати пацієнта з ліжка в коляску, проводити гігієнічні процедури та виконувати інші завдання. Стельовий підйомник кріпиться до рейкової системи, за допомогою якої пацієнт і переміщається в межах однієї кімнати або по всій площі приміщення. Таким чином, підйомник за допомогою спеціальних строп забезпечує підйом/спуск пацієнта, а рейкова система забезпечує переміщення пацієнта в будь-яку точку кімнати або всієї будівлі [22].

Де немає можливості використовувати стельовий підйомник, пропонуємо застосовувати мобільний підйомник GL5 [22], призначений для

переміщення пацієнта з ліжка на стілець (коляску) і назад. Конструкція розроблена таким чином, що є можливість підняти пацієнта безпосередньо з підлоги. Мобільний підйомник GL5 є дуже ергономічним і безпечним для пацієнтів і персоналу, відповідає усім технічним і санітарним вимогам.

Часто травми персонал і пацієнти отримують на слизькій поверхні (якщо пролита вода чи інша рідина). Особливо небезпечно це на сходах. Тому пропонуємо застосовувати гумові накладки на сходи [22] і нековзні килимки. Накладки виготовлені з алюмінію і покриті гумою. Ширина – 480 або 820 мм.

4.2 Запобігання поширенню внутрішньолікарняних інфекцій

В інфекційному відділенні лікарні повинна бути відсутність рециркуляції повітря між усіма приміщеннями, а також усередині них.

Щоб запобігти попаданню інфекцій з одного приміщення в інше, вентиляційна система має утворювати надлишковий тиск. Крім того, треба забезпечити тонку очистку повітря.

В інфекційних відділеннях надлишковий тиск створюється в приміщеннях коридорів (завдяки припливної вентиляції), а в кожній палаті монтують окрему витяжну вентиляцію. Таким чином не допускається поширення інфекції.

Бокси обладнуються автономними системами вентиляції з переважанням витяжки повітря над припливом і установкою на витяжці фільтрів тонкого очищення. Якщо фільтри встановлюють безпосередньо на всмоктуванні повітря з приміщень, можливе об'єднання повітроводів декількох боксів палат в одну систему витяжної вентиляції.

Пропонуємо встановлювати фільтри безпосередньо у боксах, тому об'єднуємо 4 бокси в одну систему витяжної вентиляції.

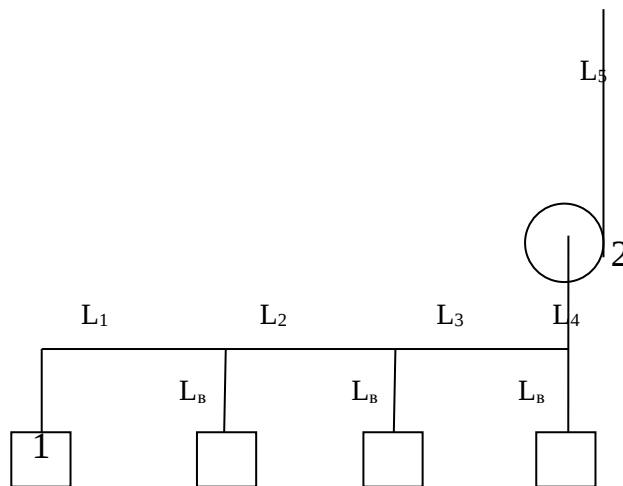
Пропонуємо встановлювати фільтри HEPA. Робота фільтрів типу HEPA пов'язана з процесами дифузії, інерції і зачеплення. HEPA-фільтри

виготовлені з ультратонких і мікротонких скляних волокон, упакованих у вигляді дрібних складок (мінігофрів), розділених термопластичними або алюмінієвими сепараторами [23]. Вибираємо фільтр Н-14, характеристики якого надані у табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Характеристики фільтра Н-14 [23]

Характеристика	Одиниця виміру	Значення
Максимальна температура експлуатації :		
- з пластиковим сепаратором	°С	70
- з алюмінієвим сепаратором	°С	90
Ефективність за МРРS	%	99,995
Максимальний перепад тиску	Па	600

Розрахункова схема вентиляції боксів надана на рис. 4.1. Розрахунок наведено у додатку А.



1 – фільтр; 2- вентилятор

Рисунок 4.1 – Розрахункова схема вентиляції

За результатами розрахунків (продуктивністю і тиском) вибираємо вентилятор VENT 315L [24]. Характеристики вентилятора надані у табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Характеристики вентилятора VENT 315L

Характеристика	Одиниця виміру	Значення
Споживана потужність за робочих умов	Вт	220
Рівень звукового тиску	дБА	57
Максимальний тиск	Па	780
Електродвигун однофазного струму, напруга	В	220...230
Довжина	мм	230
Діаметр	мм	401
Маса	кг	8
Максимальна робоча температура	°С	50
Мінімальна робоча температура	°С	-40

Корпус вентилятора виготовляється з оцинкованої листової сталі. Вентилятор оснащується електродвигуном із зовнішнім ротором і робочими колесами із заломленими назад лопатками. Робочі колеса виготовляються зі сталі. Клас захисту електродвигуна IP44, клас ізоляції В, з кульковими підшипниками і вбудованим захистом від перегріву.

4.3 Бактерицидне ультрафіолетове опромінення

Згідно [10] найчастіше порушується санітарно-епідеміологічний режим робочих приміщень ЛПЗ стосовно бактерицидного опромінювання.

Ультрафіолетове бактерицидне опромінення повітряного середовища приміщень є санітарно-протиепідемічним (профілактичним) заходом, спрямованим на зниження кількості мікроорганізмів та профілактику інфекційних хвороб, та мають використовуватися у приміщеннях з високим та середнім ризиком контамінації мікобактеріями туберкульозу, підвищеним

ризиком поширення збудників інших інфекцій, а також у приміщеннях з великим скупченням людей.

Рециркулятори відносяться до пристроїв закритого типу, опромінюється тільки повітря, що проходить крізь пристрій. Рециркулятори можуть працювати при наявності людей у приміщенні без обмежень.

Вибираємо бактерицидний рециркулятор українського виробництва BactoSfera ORBB 15×2, характеристики якого надані у табл. 4.3 [25].

Таблиця 4.3 – Характеристики рециркулятора BactoSfera ORBB 15×2

Характеристика	Одиниця виміру	Значення
Споживана потужність за робочих умов	Вт	30
Площа приміщення, що обробляється	м ²	30
Витрати повітря	м ³ /год.	190
Фільтри	шт.	2 на вході + 2 на виході
Розміри	мм	125×125×57
Маса	кг	3,2
Ресурс роботи	год.	9000

4.4 Знешкодження епідемічно небезпечних відходів

Для інфекційних відділень актуальним є збір і знешкодження епідемічно небезпечних медичних відходів (категорія В).

Згідно [26] до відходів категорії В належать інфіковані та потенційно інфіковані відходи, які мали контакт з біологічними середовищами інфікованого матеріалу: використаний медичний інструмент (гострі предмети: голки, шприці, скальпелі та їх леза, предметні скельця, ампули, порожні пробірки, битий скляний посуд, вазофікси, пір'я, піпетки, ланцети

тощо); предмети, забруднені кров'ю або іншими біологічними рідинами; органічні медичні відходи хворих (тканини, органи, частини тіла, плацента, ембріони тощо); харчові відходи з інфекційних відділень закладу; відходи, що утворилися в результаті діяльності медичних лабораторій (мікробіологічні культури і штами, що містять будь-які живі збудники хвороб, штучно вирощені в значних кількостях, живі вакцини, непридатні до використання, а також лабораторні чашки та обладнання для їх перенесення, залишки живильних середовищ, інокуляції, змішування мікробіологічних культур збудників інфекційних захворювань, інфіковані експериментальні тварини та біологічні відходи віваріїв); відходи лікувально-діагностичних підрозділів закладів та диспансерів, забруднених мокротинням пацієнтів, мікробіологічних лабораторій, що здійснюють роботи із збудниками туберкульозу.

Один з ефективних способів знешкодження біологічно небезпечних відходів – термічний, з використанням інсинераторів.

Для централізованого спалювання медичних відходів категорії В (від декілька лікарень чи відділень) пропонується інсинератор ИН-50,4Д [27].

У інсинераторі застосована двоступенева схема контрольованого високотемпературного спалювання відходів і допалювання газоподібних продуктів в сукупності з 2-х ступінчастою системою газоочистки - скруббером і циклоном. Додатково інсинератор може бути укомплектований термокаталітичною системою очищення газів, що відходять.

Для децентралізованого знешкодження відходів категорії В (на місці утворення) підходить інсинератор VOLKAN 150 [28], що може бути встановлений поблизу лікарні з прийняттям необхідних заходів щодо запобігання потрапляння відходів або золи і шлаку на прилеглу територію. Коротка характеристика інсинератору надана у табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Характеристики інсинератору VOLKAN 150

Характеристика	Одиниця виміру	Показник
Об'єм камери згоряння	м ³	0,26
Об'єм камери допалювання	м ³	0,4
Максимальне завантаження	кг	150
Швидкість спалювання	кг/год.	40
Маса	кг	1200
Розміри	мм	1400×900×3100
Розміри завантажувального вікна	мм	650×650

На основі статистики [10-12] для запобігання захворювань пропонуємо забезпечити персонал респіраторами з НЕРА-фільтрами для безпосередньої роботи з інфекційними хворими, одноразовими респіраторами ЗМ К101 для випадків, коли є імовірність зараження і комплектами захисних засобів (гумовими фартухами, печатками тощо).

ВИСНОВКИ

Було проаналізовано стан охорони праці у інфекційних відділеннях і ЛПЗ України, розроблені і запропоновані такі заходи.

1. Впровадження таких засобів, що полегшують працю і зменшують ризик травмування медсестер: поворотний надліжковий стіл; ноші медичні для транспортування пацієнта по сходах; стельовий підйомник; мобільний підйомник; килимки і накладки проти ковзання.
2. Застосування сучасних ізольованих боксів для інфекційних хворих.
3. Використання витяжної вентиляції боксів за допомогою вентилятора VENT 315L з розташуванням на всмоктуванні HEPA-фільтрів типу H-14.
4. Застосування для знезаражування приміщень (боксів, напівбоксів, палат) бактерицидного рециркулятора українського виробництва VactoSfera ORBB 15×2.
5. Для знешкодження епідемічно небезпечних відходів централізованим способом пропонується інсинератор ИН-50,4, продуктивністю 1000 кг/год., децентралізованим способом – інсинератори VOLKAN 150, продуктивністю 40 кг/год.
6. Забезпечення персоналу сучасними респіраторами з HEPA-фільтрами, одноразовими респіраторами ЗМ К101 і комплектами захисних засобів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Allbest. Охорона праці в медичних установах. URL: https://revolution.allbest.ru/life/00333666_0.html.
2. Медпросвіта. URL: <https://medprosvita.com.ua/riziki-roboti-medichnih-pratsivnikov/>.
3. Оцінка професійних ризиків ВІЛ-інфікування працівників лікувально-профілактичних закладів хірургічного та фтизіатричного профілів / Нагорна А.М. та ін. *Український журнал з проблем медицини праці*. 2012. № 4 (33). С. 3 – 10.
4. Оценка биологического фактора при проведении специальной оценки условий труда медицинских работников. Г. Ж. Склеменов, Л. В. Южанинова (№4, 2016). *Безопасность и охрана труда*. 2016. №4.
5. Е. П. Лемешевская, Г. В. Куренкова, Е. В. Жукова Физические факторы, сопровождающие труд медицинских работников: учебно-методическое пособие для студентов. Иркутск: ИГМУ, 2017. 58 с.
6. Травматизм на виробництві в Україні у 2017 році: статистичний збірник. Київ: Державна служба статистики України, 2018. 132 с.
7. Вредные производственные факторы у работников медицинских учреждений. URL: <http://13.rospotrebnadzor.ru/news/134878>.
8. Studfiles. Ультрафиолетовое излучение. URL: <https://studfiles.net/preview/>.
9. Дезинфицирующие средства. URL: [http:// www.nanosvit.com/disinfectants](http://www.nanosvit.com/disinfectants).
10. Штанько В.Л., Варивончик Д.В. Умови праці в протитуберкульозних закладах України як фактор ризику захворювання на професійний туберкульоз. *Український журнал з проблем медицини праці*. 2012. № 2 (30). С. 24 - 30.

11. Бойко И.Б., Сашин А.В. О состоянии здоровья медицинских работников РФ. *Российск. мед.–биолог. вестн. им. акад. И. П. Павлова*. 2008. № 3. С. 40–48.
12. Cole E., Cook E. Characterization of infectious aerosols in health care facilities: an aid to effective engineering controls and preventive strategies. *Am. J. Infect. Control*. 1998. V. 26. № 4. P. 453–464.
13. Процюк Р.Г. Сучасні проблеми епідемії туберкульозу в Україні: причини та шляхи її подолання. *Здоров'я України*. 2008. № 16/1. С. 63–66.
14. Профессиональная заболеваемость медицинских работников
URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/professionalnaya-zabolevaemost-meditsinskih-rabotnikov>.
15. Нагорна А. М., Соколова М. П., Кононова І. Г. Професійна захворюваність медичних працівників в Україні як медико-соціальна проблема. *Український журнал з проблем медицини праці*. 2016. №2(47). С. 3 – 16.
16. Епідемія туберкульозу в Україні : чому за 20 років проблема не вирішена. URL : https://24tv.ua/health/ru/tuberkulez_v_ukraine_statistika_i_pochemu_tuberkulez_ne_preodolen.
17. 17. Фактори безпеки медпрацівників і лаборантів. URL : <http://sente-lab.com/novosti/factoryi-bezopasnosti-med.-rabotnikov-i-laborantov.html>.
18. Ulrich Stossel. Попередження і лікування травм спини у медсестер. URL : <http://base.safework.ru/iloenc>.
19. Медики получают травмы, но СИЗ всё равно не носят. URL : <https://getsiz.ru/mediki-poluchayut-travmy-no-siz-vsyo-ravno-ne-nosyat.html>.
20. Ибраев В.Р. Биомеханика тела. Медицинская эргономика : методические указания для аудиторной работы студентов специальности 060501 «Сестринское дело». Уфа : КНМС БГМУ, 2012.
21. Nikator. Стол надкроватьный поворотный СНП. URL : <https://nikator.com.ua/product/stol-nadkrovatnyy-povorotnyy-snp>.

22. Біомед. Ноші медичні БІОМЕД В09. URL : <http://biomed.ua/ua/produksiya/obladnannya-dlya-immobilizatsiji/noshi-medichni/nosilki-meditsinskie-biomed-v09-detail>.

23. НЕРА-фільтри. URL : <https://tehno-parts.com.ua/shop/category/ventiliatsiia/filtry-dlia-ventiliatsii/hepa-filtry?gclid>.

24. Вентиляторы VENTS (Вентс). URL : <https://climatinvest.net/g3885226-ventilyatory-vents-vents>.

25. Бактерицидный рециркулятор BactoSfera ORBB 15x2. URL : echno-med.com.ua/baktericidnyj-recirkuljator-bactosfera-orbb-15h2.html?gclid.

26. Державні санітарно-протиепідемічні правила і норми щодо поводження з медичними відходами. Міністерство охорони здоров'я України. [Чинний від 07-08-2015]. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0959-15>.

27. Отчет о научно-исследовательской работе. Территориальная схема обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами Архангельской области (Заключительный). URL : <http://urdoma.info/post/35101>.

28. Каталог инсинераторов серии VOLKAN. URL : <https://ecospectrum.ru/insineratory/1/volkan-150/>.

ДОДАТКИ

Додаток А

Розрахунок вентиляції боксів

Вихідні дані

Витрати витяжного повітря з одного боксу $V_6 = 50 \text{ м}^3/\text{год.}$

Середній атмосферний тиск у Запоріжжі $B = 99,8 \text{ кПа.}$

Температура повітря $t = 25^\circ\text{C.}$

Відносна вологість повітря $\varphi = 60\%.$

Довжина ділянок : $L_1 = 6,2 \text{ м; } L_2 = L_3 = 5,2 \text{ м; } L_4 = 5 \text{ м; } L_5 = 5 \text{ м.}$

Довжина відгалуження $L_v = 1 \text{ м.}$

Перепад тиск на фільтрі $\Delta P_\phi = 600 \text{ Па.}$

Розрахунок

1. Густина повітря при $t = 25^\circ\text{C, } \varphi = 60\%$ і $B_d = 99325 \text{ Па, кг/м}^3$:

$$\rho_0 = 1,139.$$

2. Тиск за фільтром, на початку першої ділянки, Па :

$$P_1 = B - \Delta P_\phi,$$

$$P_1 = 99800 - 600 = 99200 \text{ Па.}$$

3. Приймаємо повітровід з оцинкованої сталі, діаметр, м:

$$D = 0,12 \text{ м.}$$

4. Густина повітря на початку першої ділянки, кг/м^3 :

$$\rho_1 = \rho_0 \frac{P_1}{B_d},$$

$$\rho_1 = 1,139 \frac{99200}{99325} = 1,138 \text{ кг/м.}$$

5. Витрати повітря на першій ділянці, м³/с:

$$V_1 = \frac{V_6}{3600} \frac{(t + 273)101,3}{P_1 273},$$

$$V_1 = \frac{50}{3600} \frac{101,3(25 + 273)}{99,2 \cdot 273} = 0,0155 \text{ м}^3/\text{с}.$$

6. Швидкість повітря на першій ділянці, м/с:

$$w_1 = \frac{4V_1}{\pi D^2},$$

$$w_1 = \frac{4 \cdot 0,0155}{3,14 \cdot 0,12^2} = 1,371 \text{ м/с}.$$

7. Кінематична в'язкість повітря, м²/с:

$$\nu = 16,19 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}.$$

8. Число Рейнольдса:

$$Re_1 = \frac{w_1 D}{\nu},$$

$$Re_1 = \frac{1,371 \cdot 0,12}{16,19 \cdot 10^{-6}} = 10160.$$

9. Абсолютна шорсткість матеріалу повітроводу, мм:

$$k = 0,15 \text{ мм}.$$

10. Коефіцієнт гідравлічного тертя визначаємо за формулою Альтшуля:

$$\lambda_1 = 0,11 \left(\frac{k}{D} + \frac{68}{Re_1} \right)^{0,25},$$

$$\lambda_1 = 0,11 \left(\frac{0,15}{120} + \frac{68}{10160} \right)^{0,25} = 0,033.$$

11. Приймаємо радіус повороту повітроводу, м:

$$R = 0,24 \text{ м}.$$

12. Коефіцієнт місцевого опору для плавного повороту на 90°:

$$\zeta_{90} = 0,05 + 0,19 \frac{D}{R},$$

$$\zeta_{90} = 0,05 + 0,19 \frac{0,12}{0,24} = 0,145.$$

13. Втрати тиску на першій ділянці, Па:

$$\Delta P_1 = \left(\zeta_{90} + \frac{\lambda_1 L_1}{D} \right) \frac{\rho_1 w_1^2}{2},$$

$$\Delta P_1 = \left(0,145 + \frac{0,033 \cdot 6,2}{0,12} \right) \frac{1,138 \cdot 1,371^2}{2} = 2 \text{ Па}.$$

14. Тиск у кінці першої ділянці, на початку другої, Па:

$$P_2 = P_1 - \Delta P_1,$$

$$P_2 = 99200 - 2 = 99198 \text{ Па}.$$

15. Втрати тиску і витрати повітря на відгалуженні такі ж самі, як на першій ділянці; виразимо швидкість через витрати повітря, тоді втрати тиску на відгалуженні, Па :

$$\Delta P_B = 8 \frac{\lambda_1 L_B}{D_{B1}} \frac{\rho_1 V_1^2}{\pi^2 D_B^4} \quad (1)$$

16. З формули (1) знаходимо необхідний діаметр відгалуження, м:

$$D_{B1} = 0,959 \sqrt[5]{\frac{\lambda_1 L_B}{\Delta P_B} \frac{\rho_1 V_1^2}{\pi^2 D_B^4}},$$

$$D_{B1} = 0,959 \sqrt[5]{\frac{0,033 \cdot 1 \cdot 1,138 \cdot 0,0155^2}{2}} = 0,082 \text{ м}.$$

17. Витрати повітря на другій ділянці, м³/с:

$$V_2 = \frac{2V_6}{3600} \frac{(t + 273)101,3}{P_2 273},$$

$$V_2 = \frac{100}{3600} \frac{101,3(25 + 273)}{99,198 \cdot 273} = 0,031 \text{ м}^3/\text{с}.$$

18. Швидкість повітря на другій ділянці, м/с:

$$w_2 = \frac{4V_2}{\pi D^2},$$

$$w_2 = \frac{4 \cdot 0,031}{3,14 \cdot 0,12^2} = 2,74 \text{ м/с.}$$

19. Густина і в'язкість повітря на другій ділянці змінюються незначно; число Рейнольдса:

$$Re_2 = \frac{w_2 D}{\nu},$$

$$Re_2 = \frac{2,74 \cdot 0,12}{16,19 \cdot 10^{-6}} = 20320.$$

20. Коефіцієнт гідравлічного тертя на другій ділянці:

$$\lambda_2 = 0,11 \left(\frac{k}{D} + \frac{68}{Re_2} \right)^{0,25},$$

$$\lambda_2 = 0,11 \left(\frac{0,15}{120} + \frac{68}{20320} \right)^{0,25} = 0,029.$$

21. Коефіцієнт місцевого опору при злитті потоків:

$$\zeta_3 = 0,9.$$

22. Втрати тиску на другій ділянці, Па:

$$\Delta P_2 = \left(\zeta_3 + \frac{\lambda_2 L_2}{D} \right) \frac{\rho_1 w_2^2}{2},$$

$$\Delta P_2 = \left(0,9 + \frac{0,029 \cdot 5,2}{0,12} \right) \frac{1,138 \cdot 2,74^2}{2} = 9 \text{ Па.}$$

23. Тиск у кінці другої ділянці, на початку третьої, Па:

$$P_3 = P_2 - \Delta P_2$$

$$P_3 = 99198 - 9 = 99189 \text{ Па.}$$

24. Втрати тиску на другому відгалуженні дорівнюють сумі втрат на першій і другій ділянці, Па:

$$\Delta P_{B2} = \Delta P_1 + \Delta P_2$$

$$\Delta P_{B2} = 2 + 9 = 11 \text{ Па.}$$

25.3 формули (1) знаходимо необхідний діаметр другого відгалуження, м:

$$D_{B2} = 0,959 \sqrt[5]{\frac{\lambda_1 L_B \rho_1 V_1^2}{\Delta P_{B2}}},$$

$$D_{B2} = 0,959 \sqrt[5]{\frac{0,033 \cdot 1 \cdot 1,138 \cdot 0,0155^2}{11}} = 0,057 \text{ м.}$$

26. Витрати повітря на третій ділянці, м³/с:

$$V_3 = \frac{3V_6}{3600} \frac{(t + 273)101,3}{P_2 273},$$

$$V_3 = \frac{150}{3600} \frac{101,3(25 + 273)}{99,189 \cdot 273} = 0,0465 \text{ м}^3/\text{с.}$$

27. Швидкість повітря на третій ділянці, м/с:

$$w_3 = \frac{4V_3}{\pi D^2},$$

$$w_3 = \frac{4 \cdot 0,0465}{3,14 \cdot 0,12^2} = 4,11 \text{ м/с.}$$

28. Число Рейнольдса:

$$Re_3 = \frac{w_3 D}{\nu},$$

$$Re_3 = \frac{4,11 \cdot 0,12}{16,19 \cdot 10^{-6}} = 30480.$$

29. Коефіцієнт гідравлічного тертя на третій ділянці:

$$\lambda_3 = 0,11 \left(\frac{k}{D} + \frac{68}{Re_3} \right)^{0,25}$$

$$\lambda_2 = 0,11 \left(\frac{0,15}{120} + \frac{68}{30480} \right)^{0,25} = 0,027.$$

30. Коефіцієнт місцевого опору при злитті потоків:

$$\zeta_3 = 0,4.$$

31.Втрати тиску на третій ділянці, Па:

$$\Delta P_3 = \left(\zeta_3 + \frac{\lambda_3 L_3}{D} \right) \frac{\rho_1 w_3^2}{2},$$

$$\Delta P_3 = \left(0,4 + \frac{0,027 \cdot 5,2}{0,12} \right) \frac{1,138 \cdot 4,11^2}{2} = 15 \text{ Па.}$$

32. Тиск у кінці третьої ділянці, на початку четвертої, Па:

$$P_4 = P_3 - \Delta P_3$$

$$P_4 = 99189 - 15 = 99174 \text{ Па.}$$

33.Втрати тиску на третьому відгалуженні дорівнюють сумі втрат на попередніх ділянках, Па :

$$\Delta P_{в3} = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3$$

$$\Delta P_{в3} = 2 + 9 + 15 = 26$$

34.З формули (1) знаходимо необхідний діаметр третього відгалуження, м:

$$D_{в3} = 0,959^5 \sqrt{\frac{\lambda_2 L_{в} \rho_1 V_1^2}{\Delta P_{в3}}},$$

$$D_{в3} = 0,959^5 \sqrt{\frac{0,033 \cdot 1 \cdot 1,138 \cdot 0,0155^2}{26}} = 0,049 \text{ м.}$$

35.Витрати повітря на четвертій ділянці, м³/с:

$$V_4 = \frac{4V_6}{3600} \frac{(t + 273)101,3}{P_3 273},$$

$$V_4 = \frac{200}{3600} \frac{101,3(25 + 273)}{273} = 0,062 \text{ м³/с.}$$

36.Швидкість повітря на четвертій ділянці, м/с :

$$w_4 = \frac{4V_4}{\pi D^2},$$

$$w_4 = \frac{4 \cdot 0,062}{3,14 \cdot 0,12^2} = 5,484 \text{ м/с.}$$

37. Число Рейнольдса :

$$Re_4 = \frac{w_4 D}{\nu},$$

$$Re_4 = \frac{5,484 \cdot 0,12}{16,19 \cdot 10^{-6}} = 40640.$$

38. Коефіцієнт гідравлічного тертя на четвертій ділянці:

$$\lambda_4 = 0,11 \left(\frac{k}{D} + \frac{68}{Re_4} \right)^{0,25}$$

$$\lambda_2 = 0,11 \left(\frac{0,15}{120} + \frac{68}{40640} \right)^{0,25} = 0,026.$$

39. Коефіцієнт місцевого опору при злитті потоків:

$$\zeta_3 = 0,3.$$

40. Перед вентилятором встановлена засувка і є поворот на 90° ; відповідні коефіцієнти місцевого опору:

$$\zeta_{90} = 0,145; \zeta_{зас} = 0,5.$$

41. Втрати тиску на четвертій ділянці, Па:

$$\Delta P_4 = \left(\zeta_3 + \zeta_{90} + \zeta_{зас} + \frac{\lambda_4 L_4}{D} \right) \frac{\rho_1 w_4^2}{2}$$

$$\Delta P_4 = \left(0,3 + 0,145 + 0,5 + \frac{0,026 \cdot 5}{0,12} \right) \frac{1,138 \cdot 5,484^2}{2} = 35 \text{ Па}$$

42. Тиск у кінці четвертої ділянки, перед вентилятором, Па:

$$P_B = P_4 - \Delta P_4$$

$$P_3 = 99174 - 35 = 99139 \text{ Па.}$$

43. На п'ятій ділянці витрати і швидкість повітря приймаємо такі, як на четвертій, нехтуємо незначними змінами густини і в'язкості. Відповідно

$\lambda_5 = \lambda_4$. На ділянці два місцевих опору – засувка після вентилятору і вихід з труби, відповідні коефіцієнти:

$$\zeta_{\text{зас}} = 0,5; \zeta_{\text{вих}} = 1.$$

44.Втрати тиску на п'ятій ділянці, Па:

$$\Delta P_5 = \left(\zeta_{\text{зас}} + \zeta_{\text{вих}} + \frac{\lambda_5 L_5}{D} \right) \frac{\rho_1 w_4^2}{2},$$

$$\Delta P_5 = \left(0,5 + 1 + \frac{0,026 \cdot 5}{0,12} \right) \frac{1,138 \cdot 5,484^2}{2} = 44 \text{ Па.}$$

45.Загальні втрати тиску на повітроводі, Па:

$$\Delta P = \Delta P_{\phi} + \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 + \Delta P_4 + \Delta P_5$$

$$\Delta P = 600 + 2 + 9 + 15 + 35 + 44 = 705 \text{ Па.}$$