

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ КОМПЛЕКСНОГО ЗАСОБУ ЗАХИСТУ ОРГАНІВ ДИХАННЯ І СЛУХУ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЙОГО ВИГОТОВЛЕННЯ

3.1 Розробка конструкції комплексного засобу захисту органів дихання і слуху

Виконаний аналіз умов праці, результати вивчення шкідливих факторів і їх впливу на користувача в умовах КХВ дозволили зробити висновок про те, що найбільш ефективним засобом захисту можна вважати комплексний засіб захисту органів дихання і слуху (далі – КЗЗОДС), який представлено на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1 – КЗЗОДС: 1 – корпус півмаски від газів і аерозолів; 2 – балаклава з еластичних матеріалів; 3 – елементи захисту слуху; 4 – вузол клапана видиху

КЗЗОДС складається з: балаклави з еластичного матеріалу, що закриває голову, нижню частину обличчя та шию (2), з'єднаної з корпусом фільтрувальної півмаски від газів і аерозолів (1) за допомогою хвостовика патрубку клапана видиху (4) і гайки. Щільне та надійне прилягання КЗЗОДС забезпечується використанням еластичних матеріалів для виготовлення

балаклави, а також прострочуванням еластичною ниткою в областях, де потрібно забезпечити прилягання корпусу півмаски.

Захист органу слуху забезпечується шумопоглинаючими елементами (далі – ШЕ) (3) з пакетів шумопоглинаючих матеріалів, які вмонтовані в балаклаву в області органу слуху та скроневи́х кісток.

ШЕ для комплектації КЗЗОДС було виготовлено за конструкцією, що наведена на рисунку 3.2. Ущільнювальний валик і деще виготовлені з односторонньо ламінованого тканинним полотном листового матеріалу «Неопрен» та обтягнуті трикотажем.

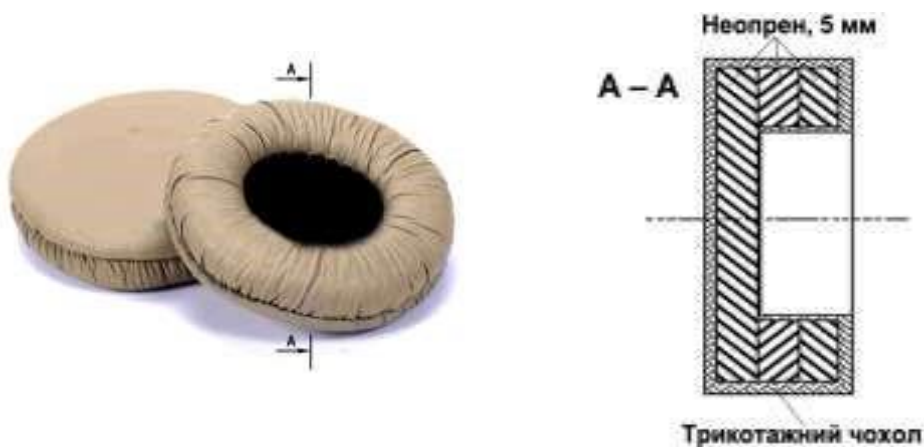


Рисунок 3.2 – Варіант конструкції ШЕ

«Неопрен» [1] – особливий вид синтетичного каучуку, основу якого складає полімер хлоропрену. Для отримання матеріалів з певними властивостями, до складу вводять спеціальні добавки – полімери, сірку. До переваг «Неопрену» можна віднести стійкість до тривалого впливу атмосферних факторів, мастил, багатьох інших хімікатів та механічних ушкоджень завдяки гнучкості та пластичності.

Структура матеріалу «Неопрен» без порушення внутрішньої структури складає в середньому 150% повітря- вологонепроникність; нешкідливість для навколишнього середовища та нейтральність при контакті зі шкірою людини.

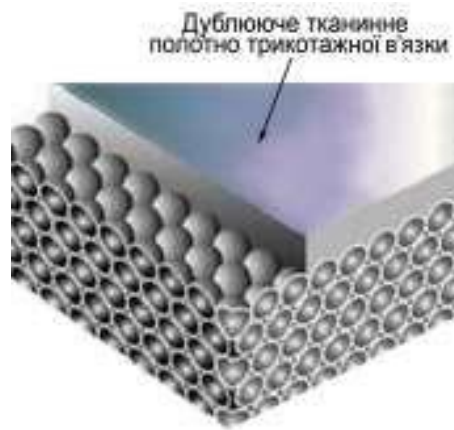


Рисунок 3.3 – Структура матеріалу «Неопрен».

«Неопрен» менш горючий, в порівнянні з багатьма типами гуми, а температурний діапазон, при якому він не втрачає своїх властивостей, дорівнює від мінус 50°C до плюс 100°C.

У перетині будова «Неопрена» нагадує бджолині стільники, в яких кожна комірка запечатана і заповнена азотом (рисунок 3.3). Така структура поряд з низькою теплопровідністю надає спіненому матеріалу і певні звукопоглинальні властивості [2, 3].

Поліпшенню звукопоглинальних властивостей сприяє можливість виготовлення матеріалу з "відкритими порами", тобто коли комірки на поверхні листа є розкритими.

Результати лабораторних випробувань ШЕ показали, що при їх застосуванні в діапазоні частот 63–1000 Гц спостерігається посилення рівня сприйманого мікрофоном сигналу у порівнянні з сигналом, котрий отриманий для «чистого» мікрофона, тобто без ШЕ (рисунок 3.4). Водночас акустична їх ефективність в діапазоні частот 2000 – 8000 Гц є достатньою.

Очевидно, це пов'язано з тим, що внутрішні стінки ущільнювального валика разом з денцем та поверхнею муляжу утворюють резонатор, в якому посилюються зазначені коливання, а роль мембрани відіграє саме денце з неопренової гуми.

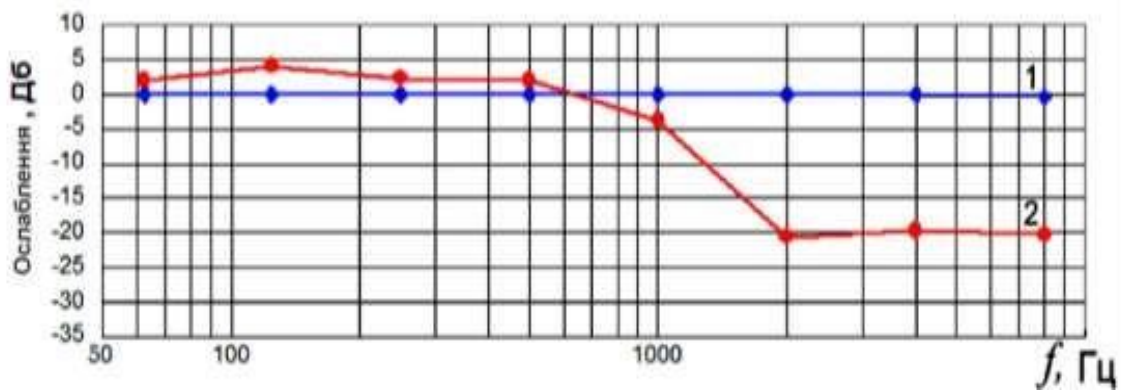


Рисунок 3.4 – Результати лабораторних випробувань ШЕ: 1 – «чистий» мікрофон; 2 – дослідний зразок ШЕ_210715

Тому було виконано ряд додаткових дослідів з метою підбору композиції шумопоглинальних шарів, ефективних у діапазоні октавних смуг (63 – 8000 Гц).

Експериментально встановлено, що найбільш прийнятні характеристики має конструкція ШЕ, яка складається з двох шарів різнорідних звукопоглинальних матеріалів на основі синтетичних каучуків («Неопрен» і «СОФТ 6») і розташованої між ними алюмінієвої пластини (рисунок 3.5).

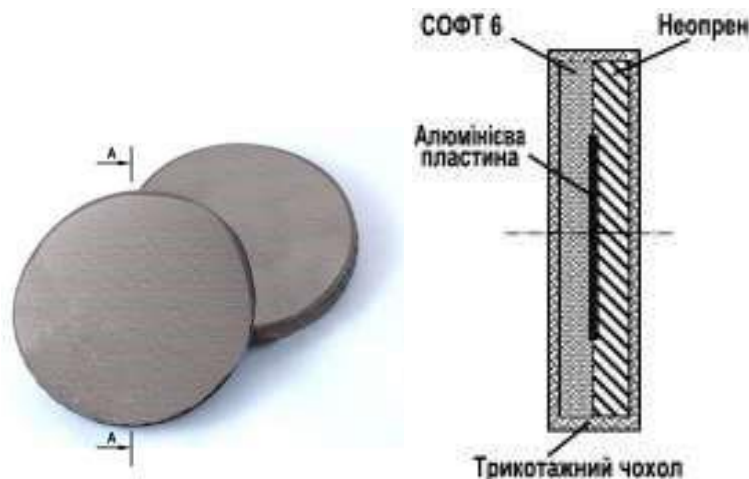


Рисунок 3.5 – Модернізований варіант конструкції ШЕ

«SOFT 6» – професійний високопластичний звуко- і теплоізолювальний матеріал на основі спіненого каучуку із закритою пористою структурою. Має демпфуючі і звукопоглинальні властивості [4,5]. Деякі технічні характеристики матеріалу наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1– Деякі технічні характеристики матеріалу «SOFT 6»

Найменування	Товщина, мм	Поверхнева щільність, г/м ²	Звукоізоляція DIN 4109, дБ(А)	Теплопровідність, Вт/мК	Токсичність
СОФТ 6	6	300	36	0,32-0,34	Не виділяє токсинів при нагріванні до 150°C

Акустична ефективність модернізованого ШЕ в діапазоні частот 63–8000Гц складає (таблиця 3.2):

Таблиця 3.2 – Результати лабораторних випробувань модернізованого варіанту ШЕ

Частота, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Зменшення рівня шуму, дБ	3,34	1,8	17,13	3,79	7,16	10,94	32,85	30,54

Близькі результати отримані і при використанні «білого шуму»: акустична ефективність склала близько 11 дБ.

Графіки залежності акустичної ефективності модернізованого ШЕ від частоти, які отримані як різниця між усередненими значеннями рівня звукового тиску для незахищеного і захищеного мікрофона, наведені на рисунку 3.6.

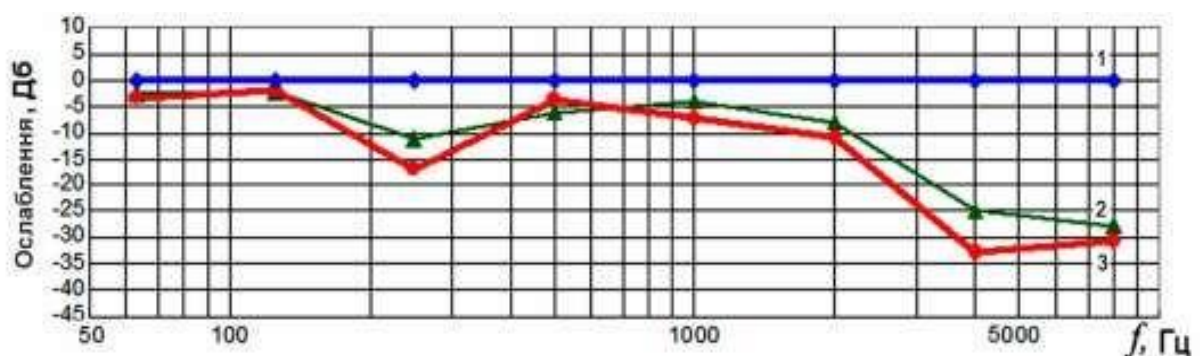


Рисунок 3.6 – Результати лабораторних випробувань модернізованого варіанту ШЕ: 1 – «чистий» мікрофон; 2 – навушники ED1N Ear Defender (Швеція); 3 – дослідний зразок ШЕ_220715

Порівняння у зіставних умовах акустичної ефективності шумозахисних навушників ED1N Ear Defender (рисунок 3.6, крива 2) і розробленого нами ШЕ

(рисунок 3.6, крива 3) свідчить, що за шумозахисними властивостями модернізований ШЕ повністю відповідає вимогам, які пред'являються до сучасних засобів захисту слуху.

Порівняння у зіставних умовах акустичної ефективності шумозахисних навушників ED1H Ear Defender (рисунок 3.6, крива 2) і розроблених нами ШЕ (рисунок 3.6, крива 2) свідчить, що останні за шумозахисними властивостями повністю відповідають вимогам, які пред'являються до сучасних засобів захисту слуху.

При виготовленні дослідної партії КЗЗОДС були використані ШЕ, результати випробування яких наведені вище. Акустична ефективність складала: на «білому шумі» – 11 дБ, в діапазоні октавних частот – 14 дБ.

Оскільки при виготовленні зразків ШЕ дослідної партії замість неопрену «попате» був використаний неопрен «5,0/відкрита пора», для оцінки відтворюваності значень акустичної ефективності, отриманих для дослідного зразка ШЕ_220715 (таблиця 3.7), був проведений вибірковий контроль якості 6 елементів, довільно відібраних з виготовленої дослідної партії в 60 шт.; статистичну обробку результатів вимірювань проводили, як рекомендовано [6].

Наведені на рисунку 3.6 і в таблиці 3.8 дані проведених досліджень свідчать:

- усереднений графік залежності акустичної ефективності від частоти, отриманий для 6 зразків ШЕ, з достатнім ступенем наближення відповідає графіку, отриманому для модельного модернізованого варіанту ШЕ (криві 1 і 2 на рисунку 3.6);

- розкид значень акустичної ефективності в діапазоні частот $63 \div 8000$ Гц для всіх зразків ШЕ не перевищує ± 2 дБ;

- за захисними характеристиками виготовлені зразки ШЕ дослідної партії відповідають сучасним вимогам, що пред'являються до засобів захисту органа слуху виробничого призначення, зокрема у коксохімічній промисловості.

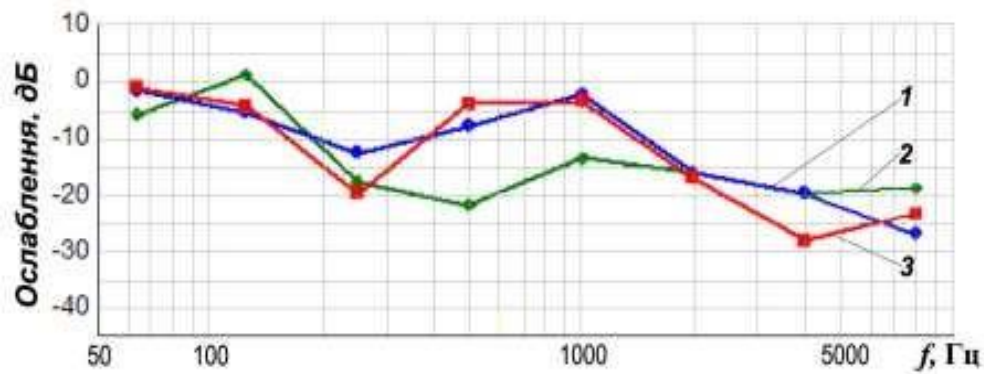


Рисунок 3.7 – Результати дослідження акустичної ефективності: 1 – середнє значення по 6 ШЕ; 2 – шумозахисні навушники ED1H Ear Defender (Швеція); 3 – дослідний зразок ШЕ_220715

Таблиця 3.3 – Узагальнені дані вимірювання акустичної ефективності зразків ШЕ з дослідної партії.

Контрольований параметр	Частота, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Акустична ефективність, дБ	1,5±0,3	5,4±0,3	12,7±1,9	8,0±1,7	2,2±0,2	16,0±1,9	19,8±1,1	26,7±0,5

КЗЗОДС комплектується півмаскою, яка одночасно є протиаерозольним фільтром, спорядженою протигазовим фільтром відповідного функціонального призначення, що виготовлений з імпрегнованих волокнистих хемосорбентів з індикацією «спрацьовування».

3.2 Виготовлення імпрегнованих волокнистих хемосорбентів з індикацією «спрацьовування»

3.2.1 Хемосорбент кислих газів

Імпрегнований волокнистий хемосорбент кислих газів з індикацією «спрацьовування» поглинальної ємності (надалі – «Екофіл-1(i)») складається з двох шарів: першого – хемосорбційного і другого – індикаторного, які виготовляються імпрегнуванням полотен-носіїв розчинами реагентів заданої концентрації. В якості хемосорбційного шару використовується імпрегнований

волокнистий хемосорбент кислих газів «Екофіл-1», виготовлений згідно з Технологічним регламентом ТР 03-02-2014.

При виготовленні індикаторного шару в просочуючий розчин додається індикатор – алізарин, який забезпечує індикацію моменту «спрацьовування» поглинальної ємності хемосорбційного шару. Шари розмежовані між собою і покриті з обох сторін нетканним матеріалом Спанбонд. Основні технічні характеристики хемосорбенту «Екофіл-1(i)» надані в таблиці 3.4 [6].

Таблиця 3.4– Основні технічні характеристики хемосорбентів

Марка хемосорбенту	Вміст хімічних реагентів, не менш	Забарвлення		Час захисної дії, хв*, не менш
		початкове	після «спрацьовування»	
«Екофіл-1(i)»	230–280	фіолетове	біле	420

*При концентрації оксиду сірки (IV) – 150 мг/м³ і лінійній швидкості ГПС – 2,0см/с; відносній вологості ГПС– 90÷95 %, температурі – 25 °С

При виготовленні індикаторного шару в якості носія використовують тканину білизняну (ДСТУ ГОСТ 29298:2008). Мінімальна кількість розчину для просочування 1 м² полотна-носія, що визначена дослідним шляхом, складає 300 г. В таблиці 3.5 надані вмісти реагентів для виготовлення просочуючого розчину для імпрегнування 1м² полотна-носія.

Таблиця 3.5 – Вмісти реагентів

№ з/п	Назва реагенту	Хімічна формула	Вміст реагентів в 300 г просочуючого розчину, г
1	Карбонат натрію	Na ₂ CO ₃	6,0
2	Гліцерин	C ₃ H ₅ (OH) ₃	9,0
3	Алізарин	C ₁₄ H ₈ O ₄	0,06
4	Спирт етиловий	C ₂ H ₅ OH	30,0
5	Вода	H ₂ O	255,0

Для отримання 300 г розчину, який використовується при виготовленні 1 м² індикаторного шару хемосорбенту «Екофіл-1(i)», у 225,0 г води розчинюють у скляній ємності при температурі 18–30°C 5,8 г карбонату натрію. При перемішуванні додають 9,0 г гліцерину. В окремій ємності змішують 30,0 г спирту етилового (96%) і 30,0 г води. Додають 0,2 г карбонату

натрію і після розчинення 0,06 г– алізаринового індикатора. Перемішують протягом 10 хвилин і фільтрують. Додають спиртовий розчин індикатора до водного розчину карбонату натрію і перемішують протягом 5 хв. Термін зберігання готового розчину 1 тиждень.

Імпрегнування полотна-носія виконується методом занурення в статичних умовах у ванну. Просочування здійснюється шляхом послідовного занурення кожного шару носія (загальна кількість 8–10 шарів), які витримуються в розчині протягом 10 хв.

Контролюються протягом усього процесу: температура розчину і час витримування заготовок полотен-носіїв у ванні.

Просочені заготовки матеріалу (8–10 шарів) разом **віджимаються** за допомогою покритих шаром хімічно стійкої гуми валків до запланованого ступеня віджиму (1,3–1,5 г розчину на 1 г носія).

Сушіння здійснюється у горизонтальному положенні при температурі не вище 40⁰ С і швидкості руху повітря не більш 0,5 м/с. Для висушування використовуються стелажі з перфорованими полицями, на яких розташовується імпрегноване полотно шаром по 8–10 шт.

3.2.3 Хемосорбент основних газів

Імпрегнований волокнистий хемосорбент основних газів з індикацією «спрацьовування» поглинальної ємності (надалі – «Екофіл-2(i)») складається з двох шарів: першого – хемосорбційного і другого – індикаторного, які виготовляються імпрегнуванням полотен - носіїв розчинами реагентів заданої концентрації. В якості хемосорбційного шару використовується імпрегнований волокнистий хемосорбент основних газів «Екофіл-2», виготовлений згідно з Технологічним регламентом ТР 03-02-2014.

При виготовленні індикаторного шару в просочуючий розчин додається індикатор – бромфеноловий синій, який забезпечує індикацію моменту «спрацьовування» поглинальної ємності хемосорбційного шару. Шари

розмежовані поміж собою і покриті з обох сторін нетканим матеріалом Спанбонд.

Основні технічні характеристики хемосорбенту «Екофіл-2(i)» надані в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Основні технічні характеристики хемосорбенту

Марка хемосорбенту	Вміст хімічних реагентів, не менш	Забарвлення		Час захисної дії, хв*, не менш
		початкове	після «спрацьовування»	
«Екофіл-2(i)»	650-750	жовте	синє	180

*При концентрації аміаку – 300 мг/м³, лінійній швидкості ГПС – 2,0см/с; відносній вологості ГПС – 90÷95 %, температурі – 25 °С

При виготовленні індикаторного шару в якості носія використовують тканину білизняну (ДСТУ ГОСТ 29298:2008). Мінімальна кількість розчину для просочування 1 м² полотна-носія, що визначена дослідним шляхом, складає 300 г. В таблиці 3.7 надані вмісти реагентів для виготовлення просочуючого розчину для імпрегнування 1 м² полотна-носія.

Таблиця 3.7 –Вмісти реагентів

№ п/п	Назва реагенту	Хімічна формула	Вміст реагентів в 300 г просочуючого розчину, г
1	Лимонна кислота	C ₆ H ₈ O ₇	9,0
2	Гліцерин	C ₃ H ₅ (OH) ₃	6,0
3	Бромфеноловий синій	C ₂₇ H ₂₉ Br ₂ O ₅	0,06
4	Спирт етиловий	C ₂ H ₅ OH	30,0
5	Вода	H ₂ O	255,0

Для отримання 300 г розчину, який використовується при виготовленні 1 м² **індикаторного шару** хемосорбенту «Екофіл-2(i)», у 255,0 г води розчинюють в скляній ємності при температурі 18–30°С 9,0 г лимонної кислоти. При перемішуванні додають 6,0 г гліцерину. В окремій ємності при перемішуванні розчиняють 0,06 г індикатора бромфеноловий синій в 30,0 г спирту етилового (96%). Додають спиртовий розчин індикатора до водного розчину лимонної кислоти і перемішують протягом 5 хв, після чого

фільтрують. Термін зберігання готового розчину складає 1 тиждень.

Подальше імпрегнування, віджимання і сушіння здійснюється аналогічно до виготовлення хемосорбенту кислих газів.

3.3 Виготовлення та дослідження ефективності фільтрувальних півмасок від аерозолів та газів і аерозолів

Для виготовлення фільтрувальних півмасок від аерозолів та газів і аерозолів були використані основні та допоміжні матеріали, перелік яких надано нижче:

- матеріал на основі поліпропіленових волокон Елефлен 5Л ТУ У 25513947.010-2000;

- полотно неткане голкопробивне для респіраторів арт. 13В233(160) Н6 ТУ У 17.5-30712238-023:2008;

- марля ГОСТ 9412-93;

- хемосорбент волокнистий імпрегнований "Екофіл-1" чи "Екофіл-2" ТУ У 33.1-01530125.032:2012;

- шнур ГОСТ 29231-91;

- поліетилен HDPE ГОСТ 16338-85. Лист з алюмінієвого сплаву 1050 Н 18 ГОСТ 21631-76;

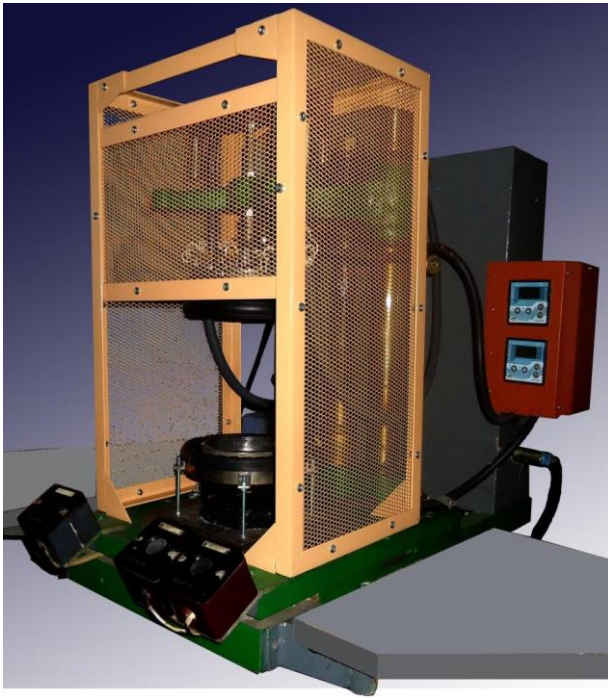
- SMS Неотекс Мед М20027-60-100-1600-1500 ТУ 2282-001-72716572-08.

В процесі виготовлення були визначені основні технологічні операції та орієнтовний час їх виконання (таблиця 3.8).

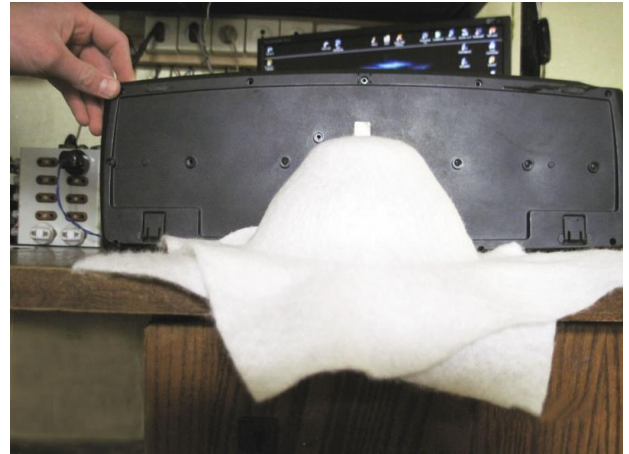
Для виготовлення формованого корпусу півмасок для захисту від аерозолів та газів і аерозолів використовували полотно неткане голкопробивне для респіраторів (ТУ У 17.5-30712238-023:2008), яке при термічному формуванні утворює об'ємну форму. На рисунках 3.9–3.11 зображено комплект технологічного обладнання для виготовлення формованих корпусів півмасок.

Таблиця 3.8 – Основні технологічні операції та час їх виконання при виготовленні фільтрувальних півмасок від аерозолів та газів і аерозолів

Назва технологічної операції	Час виконання основних технологічних операцій при виготовленні одиниці виробу, с
Фільтрувальні півмаски від аерозолів	
1 Виготовлення розпірки з сідловиною пелюстки клапана видиху	55,0
2 Виготовлення екрана	67,0
3 Виготовлення притискної пластини	52,0
4 Виготовлення настилу (Елефлен 5Л + марля) і розкрій обтачки	35,0
5 Виготовлення настилу з полотна нетканого голкопробивного для респіраторів арт. 13В233(160) Н6 і розкрій заготовок для формування корпусів півмасок	40,0
7 Виготовлення заготовок еластичного шнура	5,0
8 Виготовлення формованого корпусу півмаски	14,0
9 Обрізання корпусу півмаски по периметру	49,0
10 Свердлення отвору для монтажу вузла клапана видиху	12,0
11 Пришивання обтюратора до півмаски	20,0
12 Збирання фільтрувальної півмаски	25,0
13 Пакування	40,0



а

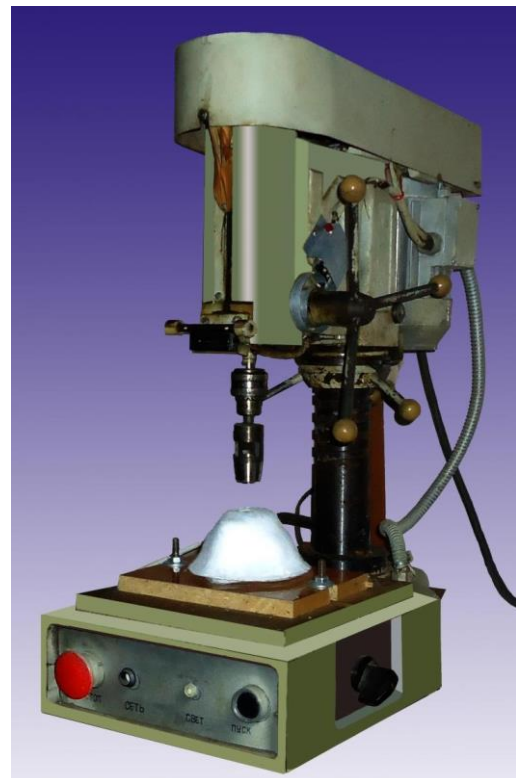


б

Рисунок 3.9 – Установка термічного формування корпусу півмаски: а – експериментальна установка термічного формування корпусу півмаски, б – корпус півмаски



а



б

Рисунок 3.10 – Експериментальна установка для зварювання кромки корпусу півмаски (а); устаткування для свердлення отворів в корпусі півмаски (б)

На рисунках 3.11 та 3.12 надано корпус півмаски, виготовлений методом термічного формування – протиаерозольний фільтр та змінний фільтр від газів.



Рисунок 3.11 – Корпус півмаски, виготовлений методом термічного формування – протиаерозольний фільтр



Рисунок 3.12 – Змінний фільтр від газів

Зразки КЗЗОДС виготовлялися відповідно до розробленої конструкторської документації з використанням наступних матеріалів:

- полотно трикотажное. Общие технические условия. ГОСТ 28554-90;
- матеріал на основі поліпропіленових волокон Елефлен 5Л. ТУ У 25513947.010-2000;
- полотно неткане голкопробивне для респіраторів арт. 13В233(160) Н6 ТУ У 17.5-30712238-023:2008;
- марля ГОСТ 9412-93;
- хемосорбент волокнистий імпрегнований «Екофіл-1» та «Екофіл-2» ТУ У 33.1-01530125.032:2012;
- шнур ГОСТ 29231-91;
- поліетилен HDPE ГОСТ 16338-85;
- лист з алюмінієвого сплаву 1050 Н 18 ГОСТ 21631-76 SMS Неотекс Мед М20027-60-100-1600-1500 ТУ 2282-001-72716572-08;
- тканина арселонова вогнезахисна арт. 07А334+ВУ ТУ ВУ 400031289.212-2007;

- пінополіуретан(ППУ) еластичний (поролон ST-223 0,5 мм) ТУ У 25.2-35055734-001:2008;

- нитка латексна 37;

- матеріал фільтруючий ФПП-15-1,5 ТУ 2568-411-05795731-2008.

Виготовлення виконувалося відповідно до перерахованих в таблиці 3.9 технологічних операцій.

Таблиця 3.9 – Перелік та час виконання технологічних операцій при виготовленні однієї одиниці КЗЗОДС

Назва технологічної операції	Час виконання основних технологічних операцій при виготовленні 1 одиниці КЗ, с
1 Виготовлення настилу з полотна трикотажного бавовняного	60,0
2 Розкрій заготовок деталей балаклави	120,0
3 Зшивання заготовок деталей балаклави	90,0
4 Обшивка панорамного вирізу смугою з трикотажного бавовняного полотна	30,0
5 Виготовлення настилу з матеріалів: полотно неткане СМС, Елефлен 5Л	50,0
6 Виготовлення настилу з поролону (5 мм)	50,0
7 Виготовлення настилу з матеріалів: полотно неткане СМС, тканина арселонова, арт. 07А334+ВУ	50,0
8 Виготовлення настилу з матеріалу СФМ-ОП	50,0
9 Розкрій заготовок елементів захисту органу слуху	150,0
10 Виготовлення елементів захисту органу слуху	300,0
11 Прострочування балаклави ниткою латексною згідно з конструкторською документацією	600,0
12 Збирання КЗ	180,0
13 Пакування	60,0

Для виготовлення елементів захисту слуху КЗЗОДС був використаний набір нижчеперерахованих матеріалів, скомплектованих наступним чином:

1 шар – тканина арселонова вогнезахисна, арт. 07А334-ВУ, ТУ ВУ 400031289212-2007;

2 шар – пінополіуретан еластичний ППУ, ТУ У 25.2-35055734-001.2008;

3 шар – матеріал фільтруючий ФПП 15-1,5 ТУ 2568-411-05795731-2008 – 2 шари;

4 шар – полотно неткане голкопробивне фільтрувальне, арт.13В239/550/Н6;

5 шар – матеріал фільтруючий на основі поліпропіленових волокон Елефлен;

6 шар – пінополіуретан еластичний ППУ, ТУ У 25.2-35055734-001.2008;

7 шар – SMS Неотекс МедМ20027-60-100-1600-1500, ТУ 2282-001-72716572-08.

3.4 Проект виробництва комплексного засобу захисту органів дихання і слуху

Виробництво здійснюватиметься на підприємстві, що обладнане необхідними засобами виробництва і має відповідну нормативно-технічну документацію для виготовлення КЗЗОДС, який повинен мати стабільно високу якість та надійність. Це можливо при відповідній технологічній підготовці і організації виробництва, ефективність роботи якого забезпечується його структурою, яка гарантує функціонування зв'язків між структурними елементами.

Структура виробництва КЗЗОДС надана на рисунку 3.13.

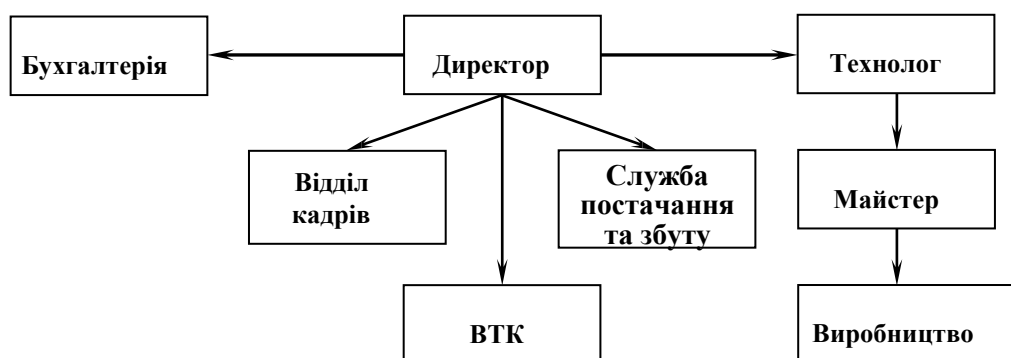


Рисунок 3.13 – Структура виробництва КЗЗОДС

Виробничі процеси будь-якого підприємства підрозділяються на основні та допоміжні. В процесі основних сировина та матеріали перетворюються в готову продукцію, а допоміжних – виготовляються вироби для основного виробництва.

При виготовленні КЗЗОДС використовуватимуться в основному технології швацького виробництва, технології формування корпусів півмасок та ті, що пов'язані з перероблюванням і зварюванням полімерних матеріалів, а також виготовлення імпрегнованих волокнистих хемосорбентів (надалі – хемосорбентів) та індикаторів «спрацьовування» поглинальної ємності (надалі – індикаторів).

Відповідно до технічної доцільності основне виробництво підрозділяється на ділянки, на яких виконуються операції з розкрою, формування, пошиття, складання та пакування КЗЗОДС [7].

Допоміжні операції виконуватимуться на ділянках з виготовлення комплектуючих виробів, хемосорбентів та індикаторів.

Перевірка відповідності до вимог нормативно-технічної документації проводитиметься в лабораторії, куди надходитимуть відібрані зразки КЗЗОДС. До додаткових функцій лабораторії відноситься проведення вхідного контролю використовуваних матеріалів.

КЗЗОДС – це вироби, які повинні мати стабільну якість, а їх виготовлення повинно здійснюватися висококваліфікованими виконавцями.

Виходячи з встановлених умов, найбільш прийнятним є виробництво одиничного типу з однозмінним режимом роботи.

До його переваг можна віднести:

- застосування уніфікованого обладнання;
- забезпечення високої якості виготовлення;
- раціональне використання обладнання завдяки його більш повному завантаженню;
- раціональне використання робочого часу завдяки виключенню пересування напівфабрикатів;

- можливість використання виробничих площ будь-якої конфігурації, що особливо важливо у випадку реконструкції наявних приміщень;
- можливість поштучного контролю якості;
- високу продуктивність праці за рахунок технологічних операцій, що багатократно повторюються.

Підприємство з виготовлення КЗЗОДС розташовуватиметься у триповерховій реконструйованій будівлі на загальній площі 661,4 м² з висотою приміщень 4,2 м.

Поповерхові планувальні рішення надані на рисунках 3.14–3.16.

На першому поверсі (рисунок 3.14) розташовуватимуться роздягальні, ділянка з виготовлення комплектуючих з полімерних матеріалів, розкроювальна ділянка.

Перший поверх матиме два виходи: основний та запасний. Загальна площа приміщень першого поверху складатиме 180,8 м².

На другому поверсі загальною площею 254,9 м² (рисунок 3.15) розташовані ділянки з виконання операцій з формування, швацьких та складально-пакувальних операцій, а також приміщення для побутового обслуговування робітників.

На третьому поверсі загальною площею 225,7 м² передбачені приміщення для виготовлення хемосорбентів та індикаторів, випробувальна лабораторія, компресорна та офісні приміщення.

Відповідно до Технічного паспорта споруда споряджена ліфтом, газовим опаленням (перший поверх), припливно-витяжною вентиляцією, кондиціонерами, системою пожежогасіння та штучним освітленням.

Характеристика приміщень надана в таблиці 3.10.

Чисельність та кадровий склад персоналу дослідного виробництва надано в таблиці 3.11.

Таблиця 3.10 – Перелік приміщень по поверхах із зазначенням площі та виду підлоги

№	Назва приміщення (ділянки)	Площа, м ²	Вид підлоги
1-й поверх			
1	Ливарно-зачисна	28,1	монолітна з магnezіального бетону
2	Розкроювальна-заготівельна	58,1	
3	Слюсарна	6,5	
4	Роздягальня	26,4	монтована з синтетичних матеріалів
5	Вестибюль	32,9	монолітна з магnezіального бетону
6	Санвузол	23,1	
7	Тепловузол	5,7	
Разом 1-й поверх:		180,8	
2-й поверх			
8	Швейна, формувальна	180,9	монтована з синтетичних матеріалів
9	Складально-пакувальна	51,5	
10	Приміщення для побутового самообслуговування робочих	22,5	
Разом 2-й поверх:		254,9	
3-й поверх			
11	Виготовлення хемосорбентів і індикаторів	71,0	монтована з синтетичних матеріалів
12	Випробувальна лабораторія	68,4	
13	Компресорна	5,2	монолітні з магnezіального бетону
14	Офісні приміщення:		монтована з синтетичних матеріалів
15	кабінет директора	24,6	
16	технолог	9,6	
17	відділ кадрів	11,4	
18	відділ збуту	13,1	
19	бухгалтер	10,6	
20	санвузол	11,8	
Разом 3-й поверх:		225,7	
Загальна площа, м ²		661,4	

Виробничі процеси проєктованого виробництва супроводжуються шумом, вібрацією, виділенням волокнистого та мінерального пилу, надлишковим теплом та вологістю.

Таблиця 3.11 – Чисельність та кадровий склад персоналу

Керівний склад та фахівці			Виробничий персонал	
№ з/п	Посади	Чисельність	Посади	Чисельність
1	Директор	1	Розкрійник	2
2	Бухгалтер	1	Швачка	11
3	Інспектор з роботи з персоналом	1	Оператор з виготовлення формованих корпусів півмасок	4
4	Фахівець з комерційних питань	1	Свердлильник	1
5	Технолог	1	Оператор з виготовлення комплектуючих виробів	2
6	Інженер	1	Складальник	4
7	Лаборант	2		
8	Майстер	1		
Загальна чисельність, чол.				33

Окрім шкідливих виробничих факторів, на підприємстві існує вірогідність виникнення виробничих травм, які трапляються завдяки наявності рухомих частин обладнання; існує можливість ураження електричним струмом, отруєння хімічними речовинами, наприклад, при виготовленні хемосорбентів та індикаторів, виникнення пожежі. Таблиця 3.12 ілюструє наявність шкідливих небезпечних факторів на кожній ділянці виробництва.

Створення умов, що відповідають вимогам виробничої санітарії, – неодмінна вимога при розробці проєкту реконструйованого підприємства.

Оптимальними для виробничих приміщень підприємств швейної промисловості прийняті:

- температура в холодний період року, °С – 19,0–21,0;
- температура в теплий період року, °С – 20,0–22,0;
- вологість повітря, % – 40–60;
- швидкість руху повітря, м/с – 0,2;
- рівень звукового тиску, дБ – 80;
- освітлення, лк – 40.

Шкідливі фактори (шум, вібрація, пил), що присутні у умовах швейного виробництва, чинять дію на функціональні системи організму працюючих і є причиною виникнення захворювань бронхолегеневої системи, зниження гостроти слуху та зору, головних болів, запаморочень, болів в суглобах та ін.

Забезпечення нормальних умов роботи буде досягнуто застосуванням системи загальнообмінної вентиляції, кондиціонування повітря, регулюванням подавання тепла, нормованим освітленням робочих місць.

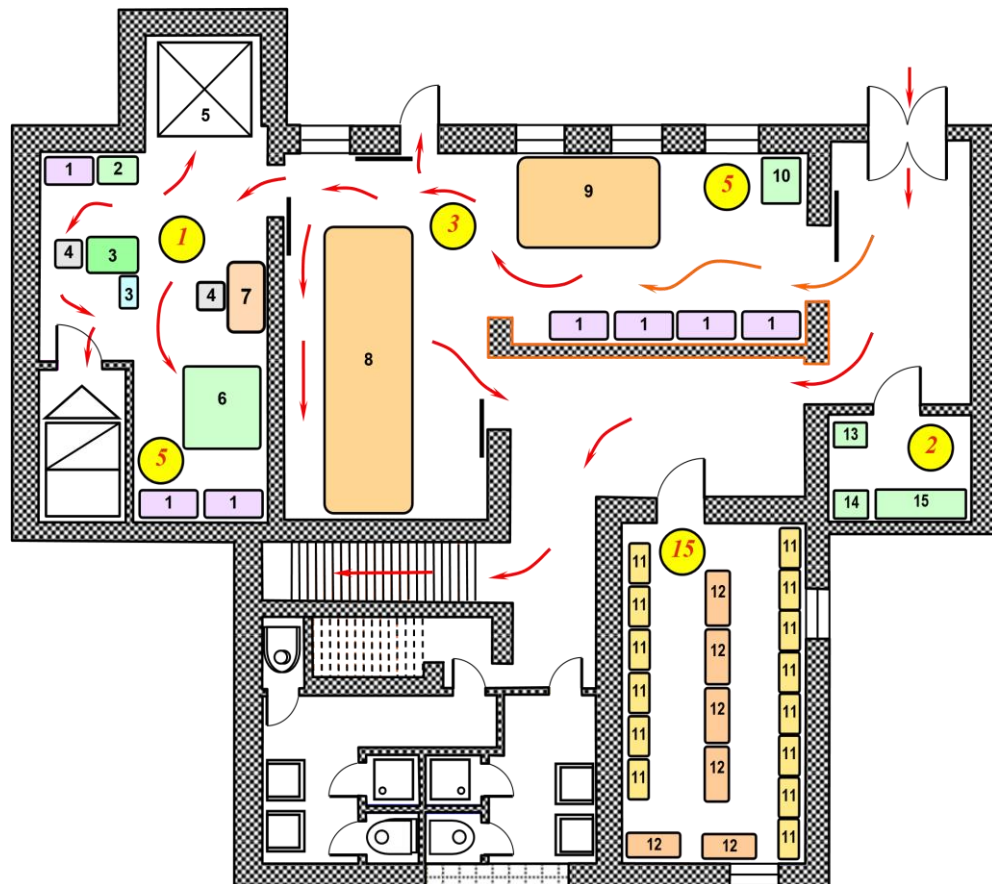


Рисунок 3.14 – Планувальне рішення ливарно-зачисної (1), слюсарної (2), розкроювально-заготівельної (3), вирубної (5) виробничих ділянок та роздягальні (15) (1-й поверх): 1 – стелаж; 2 – машина для подрібнення полімерів; 3 – машина ливарна вертикальна МЛВ-32; 4 – стілець; 5 – ліфт малий вантажний 250 кг; 6 – прес електрогідравлічний вирубний ПКП-10; 7 – стіл робочий (контролера); 8 – розкроювально-настильний стіл; 9 – розкроювальна стрічкова машина РЛ-1000-1; 10 – прес штампувальний ексцентриковий ОБ40900; 11 – шафа для робочого одягу; 12 – лава; 13 – верстат заточувальний; 14 - верстат свердлильний; 15 - стіл слюсарний.

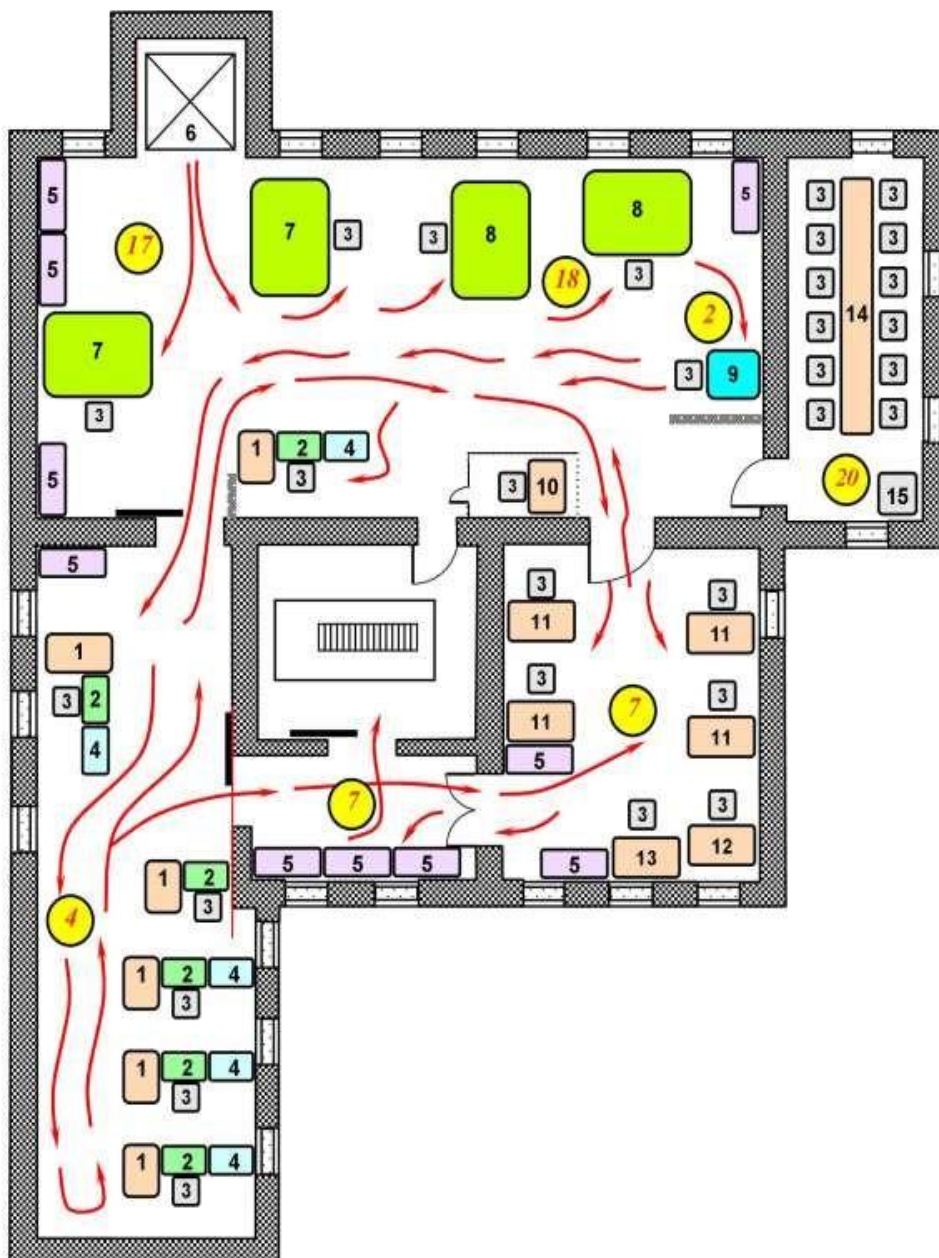


Рисунок 3.15 – Планувальне рішення ділянок дослідного виробництва КЗЗОДС (2-й поверх): свердильної (2), швейної (4), складально-пакувальної (7), формування корпусів півмасок (17), зварювання кромки корпусів півмасок (18), а також підсобного приміщення для побутового самообслуговування робочих (20): 1– стіл робочий; 2 - машина швацька промислова класу 1022М; 3 – стілець; 4 – зшивально-обметувальна машина 51-2745×3,2; 5 – стелаж; 6 – ліфт малий вантажний 250 кг; 7 – установка термічного формування корпусу півмаски; 8 – установка зварювання кромки корпусу півмаски; 9 - верстат свердильний; 10 – стіл майстра; 11 – стіл складальника; 12 – стіл контролера; 13 – стіл комплектувальний; 14 – стіл обідній; 15 – холодильник.



Рисунок 3.16 – Планувальне рішення ділянок дослідного виробництва ЗІЗОД (3-й поверх) з виготовлення хемосорбентів та індикаторів (8, 9); офісних приміщень (10), випробувальної лабораторії (12), компресорної (13). 1 – стіл лабораторний для аналітичних ваг СВ-1-0.8; 2 – стіл лабораторний СП-1П-КТ-1.5; 3 – пристрій для просочування полотен-носіїв; 4 – мийка лабораторна МЛ-2-1; 5 – шафа лабораторна ШЛ-1-0.8; 6 – стілець; 7 – стіл письмовий; 8 – шафа для одягу ШЛ-3-0.8; 9 – сейф металевий; 10 – стіл комп'ютерний; 11 – ліфт малий вантажний 250 кг; 12 – стелажі для сушіння хемосорбенту і індикатора; 13 – шафа витяжна сушильної шафи Memmert UFB-400; 14 – шафа витяжна ШВ-2- 1.5; 15 – шафа лабораторна для реактивів ШР-2-0,8; 16 – стіл лабораторний острівний СО-1пт-ЛЗ-2.2; 17 – шафа лабораторна для зберігання балонів ШБ-1-0,3; 18 – стіл лабораторний до установки «Динамика-3»; 19 – шафа витяжна ШВ-2-1.5 до установки «Динамика-3»; 20 – шафа витяжна для випробування вогнем ЗІЗОД (ДСТУ EN 13274-4:2005, ч.4); 21 - стенд для визначення концентрації CO₂ в підмасковому просторі; 22 – стенд для визначення герметичності ЗІЗОД; 23 – стіл лабораторний СП-2-ЛТ-1.5 до стенду для визначення коефіцієнта проскакування по NaCl; 24 – стенд для

визначення коефіцієнта проскакування по NaCl; **25** – стенд для визначення коефіцієнта проскакування по масляному туману; **26** - стіл лабораторний СП-2-ЛТ-1.5 до стенду для визначення коефіцієнта проскакування по масляному туману.

Таблиця 3.12 – Потенційні шкідливі виробничі небезпечні фактори на кожній з ділянок виробництва

Номер та назва ділянки	Шкідливі виробничі фактори						Небезпечні фактори			
	Тривала напруга окремих м'язових груп	Підвищена температура	Підвищений вміст пилу	Підвищена вологість повітря	Наявність звукового тиску	Наявність вібрацій	Ймовірність отримання травм від рухомих частин обладнання	Ймовірність ураження електричним струмом	Ймовірність отруєння шкідливими газами і хімічними речовинами	Ймовірність виникнення пожеж
1 Ливарно-зачисна	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+
2 Слюсарна	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
3 Розкроювальна, заготівельна	+	-	+	-	+	+	+	+	-	-
4 Швейна, формувальна	+	-	+	-	+	+	+	+	-	-
5 Вирубна	+	-	+	-	+	+	+	+	-	-
6 Зварювальна	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-
7 Складально-пакувальна	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8 Виготовлення хемосорбентів та індикаторів	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-

Для захисту від небезпечних шкідливих факторів необхідно застосовувати засоби захисту, що видаватимуться працівникам в залежності від виду виконуваних робіт.

В таблиці 3.13 наведено перелік небезпечних факторів виробництва та рекомендованих КЗЗОДС.

Згідно зі СНиП II-М.2-72 «Производственные здания промышленных предприятий. Нормы проектирования» швейні підприємства належать до

категорії В «Пожежна безпека». На випадок пожежі в будівлі проєктованого підприємства передбачені два виходи, ширина проходу між обладнанням складає 1,5 м, ширина дверей – 2 м, що відповідає питомій пропускній здатності – 50 чол./хв. Заплановано оснащення будівлі первинними засобами пожежогасіння (вогнегасники, пісок, пожежні магістралі, шанцевий інструмент) та системою пожежної сигналізації.

Таблиця 3.13 – Небезпечні фактори дослідного виробництва

Назва ділянки	Професія	Види засобів індивідуального захисту	Строк служби засобів захисту	Можливі небезпеки
Ливарно-зачисна	Оператор з виготовлення комплектуючих виробів	Фартух бавовняний з нагрудником, захисні окуляри, рукавиці, спеціальне взуття	12 міс.	Підвищена температура обладнання, дрібні частки полімерів при подрібненні
Розкрюювально-заготівельна	Розкрюювальник	Фартух бавовняний з нагрудником, захисні окуляри, спеціальне взуття	12 міс.	Пил
Слюсарна	Складальник	Фартух бавовняний з нагрудником, захисні окуляри, спеціальне взуття	12 міс.	Частки металу
Швейна, формувальна	Швачка, оператор з виготовлення формованих корпусів півмасок, свердлильник	Халат бавовняний, фартух бавовняний, головний убір	12 міс.	Пил
Складально-пакувальна	Складальник	Халат бавовняний, фартух бавовняний, головний убір	12 міс.	Пил
Виготовлення хемосорбентів та індикаторів	Лаборант	Халат бавовняний	12 міс.	Аеродисперсні частинки
		Гумові рукавички, ЗІЗОД	До зносу	
Лабораторія	Лаборант	Халат бавовняний	12 міс.	

Відповідальність з питань охорони праці та пожежної безпеки буде покладена на директора, що забезпечуватиме безпеку виробничих процесів, належний стан будівлі, обладнання, виділення коштів на охорону праці, контроль за виконанням структурними підрозділами заходів з охорони праці та дотриманням правил і норм техніки безпеки та трудової дисципліни, своєчасне виконання вказівок контролюючих органів, прийняття заходів щодо ліквідації недоліків, що маються та що виникли.

Інженер цеха контролюватиме дотримання на виробничих ділянках законодавства з охорони праці, наявність інструкції з безпечної роботи для кожної одиниці обладнання; проводитиме вступний інструктаж та перевірятиме своєчасність та якість інструктажу на робочому місці; контролюватиме своєчасність забезпечення КЗЗОДС, безпеку повітряного середовища; братиме участь в підготовці проєктів, наказів та розпоряджень директора у питаннях з охорони праці.

3.5 Результати визначення захисних і експлуатаційних характеристик фільтрувальних півмасок

3.5.1 Опис методів лабораторного дослідження ефективності комплексного засобу захисту органів дихання і слуху

В основу досліджень була покладена процедура випробувань, що включала визначення відповідно до ДСТУ EN 140 коефіцієнтів проникання та підсмоктування півмаски за тест-аерозолем – хлорид натрію на добровольцях-випробувачах.

Значення коефіцієнта проникання півмаски – K_{II} розраховували у відсотках за результатами замірів зовнішньої та підмаскової концентрації тест-аерозолю, як [8]

$$K_{II} = \frac{C_1}{C_0} 100, \% \quad (3.1)$$

де C_1 – концентрація тест-аерозолю у підмасковому просторі, $\text{мг}/\text{м}^3$; C_0 – зовнішня концентрація тест-аерозолю, тобто у випробувальній камері, $\text{мг}/\text{м}^3$.

Коефіцієнт підсмоктування за смугою обтюрації визначали як різницю між коефіцієнтами проникання півмаски та фільтра [8]

$$K_{\text{ПД}} = K_{\text{П}} - K_{\text{ПФ}} \quad (3.2)$$

де $K_{\text{ПФ}}$ – коефіцієнт проникання тест-аерозолю через фільтр, %, який визначається аналогічно $K_{\text{П}}$ за формулою (1).

Дослідження захисної ефективності КЗОДІС проводили з використанням тест-аерозолю хлориду натрію. Схема установки наведена на рис. 3.17.

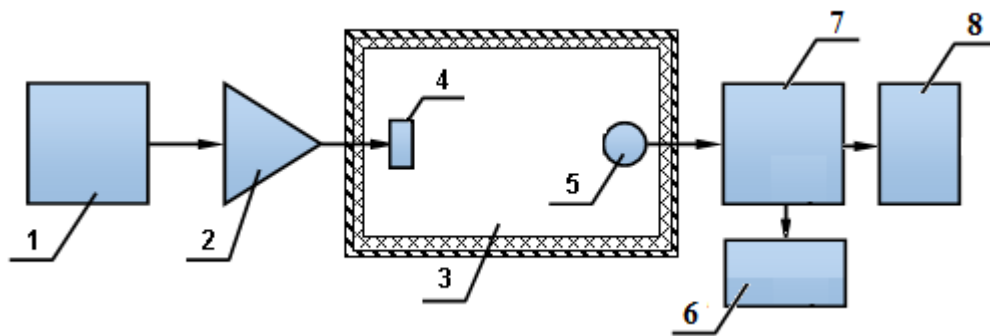


Рисунок 3.17 - Блок-схема установки для проведення випробувань з визначення захисної ефективності засобів індивідуального захисту: 1 – генератор аерозолю; 2 – змішувач; 3 – випробувальна камера; 4 – розпилювач аерозолю; 5 – манекен голови; 6 – аспіратор; 7 – спектрофотометр; 8 – комп'ютер

Сутність методу полягає у тому, що спеціально підготовлена суміш хлориду натрію у генераторі (1) (розпилювач Колісна для хлориду натрію) з концентрацією $8 - 10 \text{ мг}/\text{м}^3$ з визначною швидкістю ($100 \text{ л}/\text{хв}$), подавалась у випробувальну камеру (3) через змішувач (2) і розпилювач аерозолю (4), де забезпечується потрібна концентрація випробувальної суміші. Захисний виріб розміщується на манекені голови (5) у камері (3). За допомогою аспілятора (6) з підмаскового простору манекену зі швидкістю $95 \text{ л}/\text{хв}$. відбиралося повітря, яке направлялось до спектрофотометру Селмі С-115Е (7) для визначення

концентрації і коефіцієнту проникнення півмаски. В результаті роботи пристрою (8) зі спеціальним програмним забезпеченням обраховується коефіцієнт захисту і підсмоктування, як співвідношення концентрацій тест-аерозолю до і після КЗІЗ [9].

Стенд для визначення захисної ефективності респіраторів на людях відповідає вимогам ДСТУ EN 149:2003 «Засоби індивідуального захисту органів дихання. Півмаски фільтрувальні. Вимоги, випробування, маркування».

Добровольці під час дослідження виконували послідовно протягом 2 хв. різні дії (вправи), що імітували виробничу діяльність, а саме: звичайне дихання; глибоке дихання; повертання голови зі сторони в сторону; рухи голови вгору і вниз; розмова вголос; ходьба на біговій доріжці зі швидкістю 6 км/год. та наклони тулуба.

Концентрацію тест-аерозолю (хлорид натрію) у камері і підмасковому просторі півмасок визначали за допомогою спектрофотометру Селмі С-115Е. У випробувальній камері вона складала 8...10 мг/м³. Розподіл частинок знаходився у межах від 0,02 до 2 мкм при середньомасовому діаметрі близько 0,6 мкм.

Для виміру концентрації під маскою використовувався два пробовідбірника, одночасно розміщених у камері – один із підмаскового простору, а інший знаходився на рівні обличчя випробувача. Швидкість аспірації аерозолів і в першому, і в другому випадку складала 15 дм³/хв. У кожного випробувача проводили одразу три заміри під час кожної дії (вправи). Результат осереднювався, заносився у таблицю спеціалізованої програми AAS-2009, що додається до спектрофотометра, та виводився на монітор комп'ютера у вигляді графіків.

Спочатку визначався коефіцієнт проникання півмаски, одягненої на випробувачів без спеціальних заходів ущільнення її за смугою обтюрації. Потім визначався коефіцієнт проникання тест-аерозолю, але тільки крізь фільтр, при цьому для запобігання підсмоктування тест-аерозолю за смугою обтюрації півмаски місця стикання обличчя з обтюратором герметизувались

шляхом нанесення на шкіру обличчя медичного гелю – «Aqualaser». Після чого визначався коефіцієнт підсмоктування за формулою (3.2)

Акустичну ефективність шумопоглинальних елементів визначали за допомогою установки (рис. 3.18) методом аудіометрії на чистих тонах від 63 до 8000 Гц з кроком в одну октаву за усередненою різницею звукового тиску для незахищеного і захищеного ШЕ приймача звуку, вмонтованого на рівні слухового вушного каналу в манекен голови, що була розміщена у заглушеній камері. Таке рішення дозволило не тільки строго зафіксувати положення приймача звуку у всіх дослідах, але і, в деякому наближенні, змодельювати поширення звуку по периферійних каналах, вплив яких обумовлює відмінність фізичної та аудіометричної ефективності шумопоглинальних матеріалів на 10–15 дБ [10].

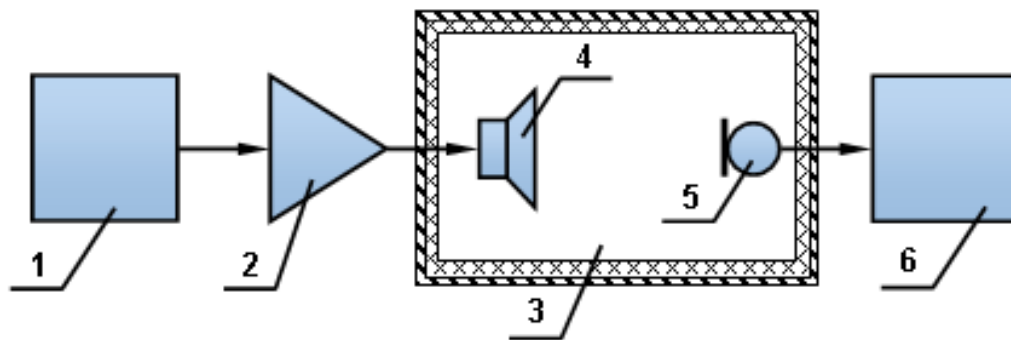


Рисунок 3.18 - Блок-схема установки для проведення випробувань акустичної ефективності ЗІЗОС: 1 – генератор сигналів; 2 – підсилювач потужності; 3 – заглушена камера; 4 і 5 – випромінювач і приймач звукових сигналів, відповідно; 6 – комп’ютер

Звукові фіксовані чисті тони постійної амплітуди відтворювали за допомогою програмного генератора сигналів 1, підсилювача потужності 2 і широкосмугового випромінювача 4 (рис. 3.19). Амплітуду, частоту і форму сигналів, що надходили від приймача звуку 5, вимірювали і обробляли за допомогою програмного пакета WaveTools (Free) [10,11].

Динаміку зміни температури під балаклавою, спорядженою ТЕ, під впливом високої зовнішньої температури вивчали на установці, блок-схему якої наведено на рис.3.19.

Для забезпечення мінімальної теплопередачі манекен голови, на якому в лобній, тім'яній та потиличній зонах під ТЕ розташувалися відкалібровані цифрові термодатчики DS18S20 [12] було виготовлено з пінополіуретану; контрольний термодатчик, що фіксував температуру повітря в камері, знаходився на зовнішній стороні балаклави поза зоною розташування ТЕ. Результати вимірювань в режимі реального часу записувалися в цифровій формі до log-файлу і оброблялися за допомогою програми «MS Excel».

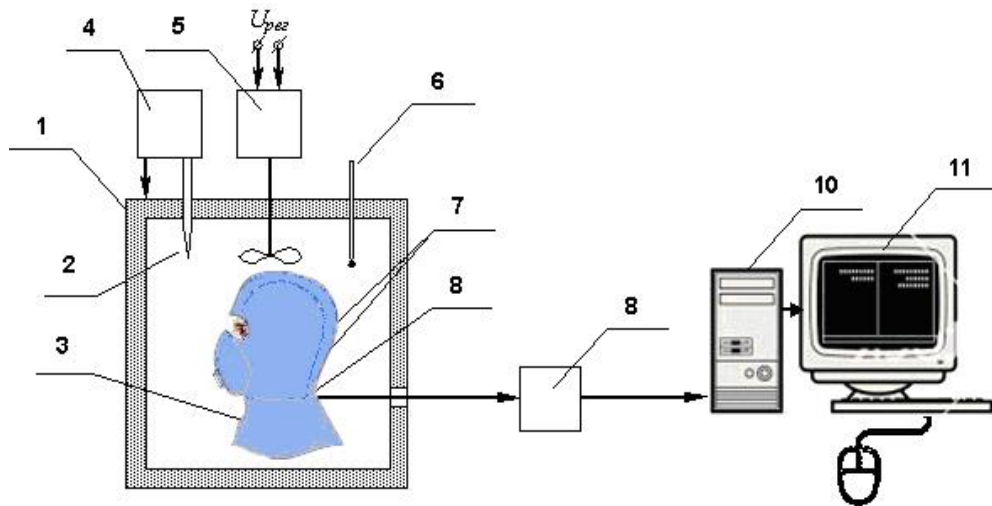


Рисунок 3.19 - Блок-схема установки для визначення динаміки зміни температури під балаклавою: 1 – камера SUP-4 с регульованим температурним режимом; 2 – регулювальна термопара; 3 – балаклава; 4 – регулятор температури Щ4538; 5 – вентилятор; 6 – контрольний термометр; 7 – цифрові термодатчики DS18S20 (показані умовно); 8 – клемна коробка; 9 – конвертер сигналів термодатчиків DS9097; 10 – системний блок; 11 – дисплей

3.5.2 Результати лабораторних досліджень ефективності фільтрувальних півмасок

Результати визначення коефіцієнта проникання і опору фільтрувальних півмасок наведені в таблиці 3.14, тоді як результати визначення опору диханню фільтрувальних півмасок на видиху наведені в таблиці 3.15.

Таблиця 3.14 – Результати лабораторних випробувань дослідних зразків фільтрувальних півмасок від аерозолів та газів і аерозолів

Назва зразка	Умови проведення випробувань	Максимальний коефіцієнт проникання тест-аерозолю, %				Максимальний опір, мбар			
		Випробування з хлоридом натрію, 95 дм ³ /хв		Випробування з парафіною оливою, 95 дм ³ /хв		за 30 дм ³ /хв	за 95 дм ³ /хв		
		Без попередньої підготовки	Після попередньої підготовки	Без попередньої підготовки	Після попередньої підготовки	Без попередньої підготовки	Після попередньої підготовки	Без попередньої підготовки	Після попередньої підготовки
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
Корпус півмаски з клапаном видиху . Виготовлений з: полотно нетканого голкопробивного для респіраторів – 1 шар, матеріалу на основі поліпропіленових волокон Елефлен – 1 шар (проти-аерозольний фільтр – АФ), хемосорбенту волокнистого імпрегнованого «Екофіл-1»– 1 шар, матеріалу SMS Неотекс Мед – 1 шар (газопилозахисний фільтр – ГПФ); ГПФ з'єднаний з корпусом півмаски	P = 102,0кПа t = 18,5°C φ = 67%	0,53	0,63	2,01	3,17	0,51	0,48	1,53	1,45

Продовження табл. 3.14

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
<p>Корпус півмаски з клапаном видиху. Виготовлений з: полотна нетканого голкопробивного для респіраторів – 1 шар, матеріалу на основі поліпропіленових волокон Елефлен 5Л – 1 шар (протиаерозольний фільтр – АФ), хемосорбенту волокнистого імпрегнованого «Екофіл-2» – 1 шар, матеріалу SMS Неотекс Мед – 1 шар (газопилозахисний фільтр – ГПФ); ГПФ з'єднаний з корпусом півмаски</p>	<p>P = 102,3кПа t = 19,0°C φ = 60%</p>	1,25	0,86	2,19	3,42	0,55	0,55	1,49	1,38

* В таблиці надані середні значення результатів випробувань

Таблиця 3.15 – Результати визначення опору диханню на видиху**

Назва зразка	Умови проведення випробувань	Опір диханню на видиху за постійного потоку повітря 160 л/хв, мбар	
		Без попередньої підготовки	Після попередньої підготовки
1	2	3	4
Корпус півмаски з клапаном видиху. Виготовлений з: полотно нетканого голкопробивного для респіраторів – 1 шар, матеріалу на основі поліпропіленових волокон Елефлен – 1 шар (протиаерозольний фільтр – АФ), хемосорбенту волокнистого імпрегнованого «Екофіл-1» – 1 шар, матеріалу SMS Неотекс Мед – 1 шар (газопилозахисний фільтр – ГПФ); ГПФ з'єднаний з корпусом півмаски	$P = 102,0$ кПа $t = 18,5^{\circ}\text{C}$ $\varphi = 67\%$	0,12	0,15
Корпус півмаски з клапаном видиху. Виготовлений з: полотно нетканого голкопробивного для респіраторів – 1 шар, матеріалу на основі поліпропіленових волокон Елефлен-5Л – 1 шар (протиаерозольний фільтр – АФ), хемосорбенту волокнистого імпрегнованого «Екофіл-2» – 1 шар, матеріалу SMS Неотекс Мед – 1 шар (газопилозахисний фільтр – ГПФ); ГПФ з'єднаний з корпусом півмаски	$P = 102,3$ кПа $t = 19,0^{\circ}\text{C}$ $\varphi = 60\%$	0,12	0,16

** В таблиці надані середні значення результатів випробувань

Коефіцієнт підсосу повітря фільтрувальних півмасок відповідно до вимог п. 7.21 ДСТУ EN 1827:2017 (пункт випробувань 8.12) визначався при випробуванні десяти одиниць, п'ять з яких після виготовлення та п'ять після температурного впливу.

У випробуванні прийняли участь десять випробувачів з відповідними розмірами обличчя (рисунок 3.20, таблиця 3.16).

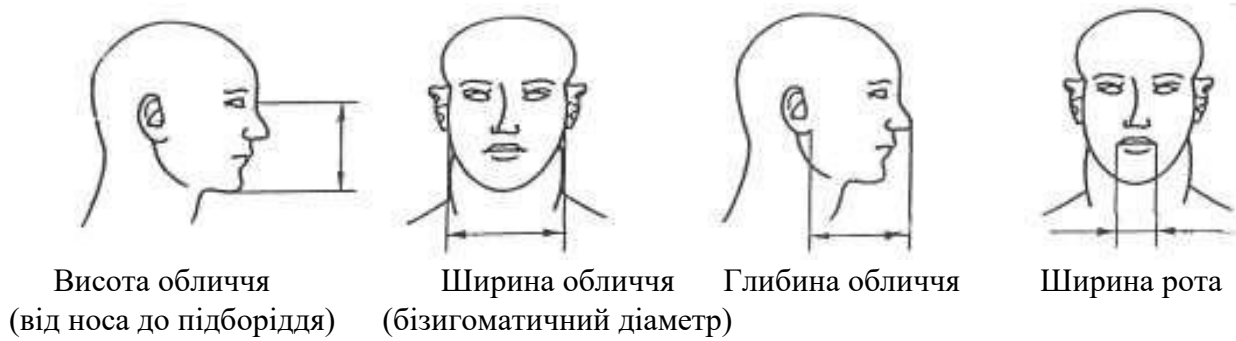


Рисунок 3.20 – Визначення розмірів обличчя випробувачів

Таблиця 3.16 – Розміри обличчя випробувачів

Номер зразка на випробувачі	Розміри обличчя (мм)			Ширина рота, мм
	Висота	Ширина	Глибина	
1	105	138	120	53
2	110	140	110	55
3	108	140	109	50
4	104	136	108	51
5	110	133	107	52
6	109	138	110	51
7	114	134	112	53
8	102	139	117	50
9	107	135	114	52
10	106	140	115	54

Результати визначення коефіцієнта підсосу тест-аерозолі хлориду натрію (%) у підмасковий простір зразків фільтрувальних півмасок для захисту від кислих газів за наступних умов: температура, °С – плюс 18,5; атмосферний тиск, кПа – 102,5; відносна вологість, % – 68; контрольна речовина – тест-аерозоль хлориду натрію, % – 2 зразків фільтрувальних півмасок для захисту від кислих газів надані в таблиці 3.17.

З таблиці 3.17 видно, що середньоарифметичне значення коефіцієнта підсосу зразків фільтрувальних півмасок для захисту від кислих газів не перевищує 2%.

Результати визначення вмісту діоксиду вуглецю у вдихуваному повітрі зразків фільтрувальних півмасок для захисту від кислих газів за наступних умов: температура, °С – плюс 18,5; атмосферний тиск, кПа – 102,0; відносна вологість повітря, % – 67 надані в таблиці 3.18.

Таблиця 3.17–Коефіцієнт підсосу зразків фільтрувальних півмасок для захисту від кислих газів

Номер зразка на випробувачі	Вид впливу	Назва справи випробувачів при носінні півмаски					Середньоарифметичне значення коефіцієнта підсосу
		Ходіння без поворотів голови та без розмови	Повороти голови зі сторони в сторону (15 разів)	Рухи голови в верх та вниз (15 разів)	Читання тексту вголос	Ходіння без виконання вправ	
73	п.п.	1,54	1,65	1,45	1,72	1,54	1,58
74	п.п.	1,48	1,58	1,50	1,70	1,48	1,55
75	п.п.	1,60	1,55	1,60	1,75	1,50	1,60
76	п.п.	1,45	1,63	1,41	1,63	1,60	1,54
77	п.п.	<u>1,52</u>	<u>1,60</u>	<u>1,43</u>	<u>1,70</u>	<u>1,42</u>	1,53
		Сер.=1,51	Сер.=1,60	Сер.=1,48	Сер.=1,70	Сер.=1,50	
78	т.в.	1,80	1,85	1,90	2,00	1,80	1,87
79	т.в.	1,60	1,90	1,75	1,90	1,90	1,81
80	т.в.	1,72	1,78	1,80	1,87	1,63	1,76
81	т.в.	1,81	1,90	1,75	1,70	1,70	1,77
82	т.в.	<u>1,75</u>	<u>1,65</u>	<u>1,70</u>	<u>1,90</u>	<u>1,85</u>	1,77
		Сер.=1,74	Сер.=1,81	Сер.=1,78	Сер.=1,87	Сер.=1,78	

Таблиця 3.18 – Результати визначення вмісту діоксиду вуглецю у вдихуваному повітрі зразків фільтрувальних півмасок для захисту від кислих газів

Номер зразка	Тип впливу	Вміст діоксиду вуглецю в повітрі підмаскового простору, що вдихається, %
1	п.в.	0,75
2	п.в.	0,65
3	п.в.	<u>0,85</u>
		Сер. = 0,75

Стійкість до займання зразків, що випробуються, визначалася відповідно до вимог п. 7.11 ДСТУ EN 149:2017 (пункт випробувань 8.6), для випробування були використані чотири одиниці виробу, дві з котрих після виготовлення, а два

піддавалися попередньому температурному впливу. Випробування проводилися з використанням установки «Сопка–2М».

Ушкодження зразків фільтрувальних півмасок для захисту від кислих газів при дії полум'я на відстані (20 ± 2) мм над вершиною полум'я з температурою $(800\pm 50)^\circ\text{C}$ не виявлено.

Маса зразків визначалася відповідно до вимог п. 7.14 ДСТУ EN 1827:2017 пункт випробувань 8.3) і складає, г – 31,7.

3.5.3 Результати порівняльних випробувань комплексного засобу захисту органів дихання і слуху та одноразових півмасок

Для проведення порівняльних досліджень використовували легкі півмаски типу «Сніжок» (рис. 3.21).



а



б

Рисунок 3.21 - Зразки засобів індивідуального захисту органів дихання, які використовувались у порівняльних дослідженнях

Під час експериментальних досліджень на стенді отримані типові графіки, що характеризують змінність визначених коефіцієнтів підсмоктування випробуваних 3-х зразків півмасок при виконанні різних дій (вправ), що наведені на рис. 3.18 (побудовані на комп'ютері з використанням програми AAS-2009).

Результати перевірки захисної ефективності запропонованого комплексного засобу захисту наведені на рис. 3.22

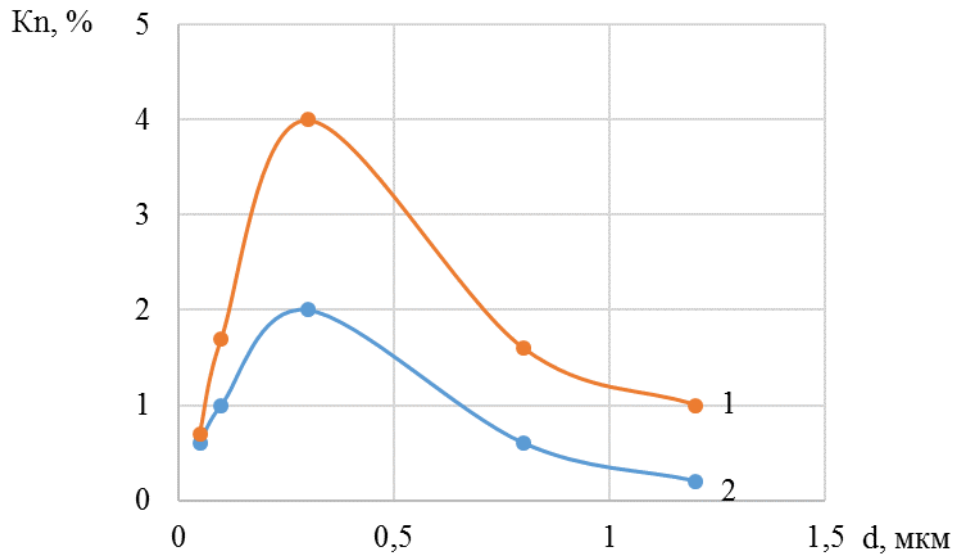


Рисунок 3.22 - Захисна ефективність від пилу: 1 – звичайної півмаски Сніжок; 2 – комплексного засобу захисту у вигляді балаклави, суміщеної з респіратором.

Отримані графіки указують на поступове з часом збільшення кількості аерозольних частинок, що проникають у підмасковий простір. Цей факт можна пояснити наявністю під маскою зони, де є застій повітря та накопичуються певна частина аерозолі, що не був видалений через клапан під час фази видиху [12].

Встановлено, чим більше ця зона, тим швидше зростає підмаскова концентрація аерозолі, особливо при глибокому диханні та нахилах тулуба, коли збільшується час фази вдихання та з'являються додаткові щілини за смугою обтюрації. В цьому випадку об'єму видиху недостатньо для забезпечення видалення всього аерозолі, оскільки відомо, що об'єм видиху дещо менший за об'єм вдиху [13].

Різниця у значеннях коефіцієнтів підсмоктування однієї півмаски, на наш погляд, зумовлена нерівномірністю розподілу притискних зусиль, чому сприяє зростання відстані між центрами прикладення нормальної і дотичної складових притискної сили F , створюваної наголів'ям півмаски. Доказом слугує те, що у першому перевіреному зразку для наголів'я використовувався вдвічі більша

пластикової смужки, ніж у другому, тоді як у третьому вона взагалі відсутня. Збільшення ж розміру пластикової смужки викликає значний момент МР відносно горизонтальної площини півмаски, що свідчить про різницю між механічним тиском в області перенісся та підборіддя [14]. Саме нерівномірність розподілу притискних зусиль і призводить до появи нещільностей за смугою обтюраторів. Найбільш вірогідне місце підсмоктувань у цієї півмаски є ротоносова зона, де тиск складає менше 2 кПа, тоді як для запобігання проникання аерозолів за смугою обтюраторів потрібно забезпечити не менше 2,5 кПа. Покращити ізолювальні властивості можна збільшенням сили натягу наголів'я, але це призведе до появи дискомфортного відчуття, оскільки на підборідді вже зафіксований максимальний тиск, що не викликає утворення наминів на обличчі [15].

Додатковою важливою умовою забезпечення рівномірного тиску за смугою обтюраторів є місце розташування кріплення наголів'я на півмасці. Експериментальні дані показують, що кращий результат має протипиловий респіратор, вмонтований у маску-балаклаву, яка забезпечує надійну фіксацію півмаски за всією смугою обтюраторів.

3.5.4 Результати досліджень амплітудночастотних характеристик «чистого» мікрофону балаклави

Відповідно до розробленої методики були визначені амплітудночастотні характеристики «чистого» мікрофону, балаклави і КЗЗОДС. Результати визначення в діапазоні частот 63÷8000 Гц надані на рисунку 3.23, з якого видно, що власне балаклава не має шумопоглинаючих властивостей.

Графіки залежності акустичної ефективності дослідних зразків КЗЗОДС, що отримані як різниця між усередненими значеннями рівня звукового тиску для незахищеного і захищеного мікрофону, які свідчать, що при використанні КЗЗОДС ослаблення шуму в діапазоні частот 2000–8000 Гц, який вважається найбільш небезпечним для органа слуху, становить від ~3 до 14 дБ.

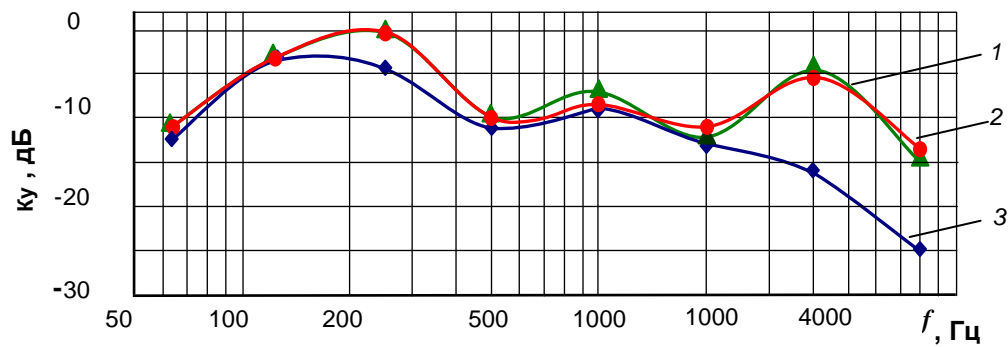


Рисунок 3.23 – Амплітудно-частотні характеристики: 1 – «чистий» мікрофон; 2 – балаклава; 3 – КЗЗОДС

Графіки залежності акустичної ефективності КЗЗОДС свідчать, що при використанні КЗЗОДС ослаблення шуму в діапазоні частот 2000–8000 Гц, який вважається найбільш небезпечним для органу слуху досягає 14 дБ.

Аналіз одержаних результатів також показав, що комплексний засіб захисту здатний мінімізувати різницю між коефіцієнтами захисту отриманими під час лабораторних і натурних випробувань. Цьому сприяє відсутність підсмоктувань нефільтрованого повітря за смугою обтюрації респіратору та зменшення впливу як оклюзійного ефекту так і ефекту Ломбарда, що покращує акустичний захист [16].

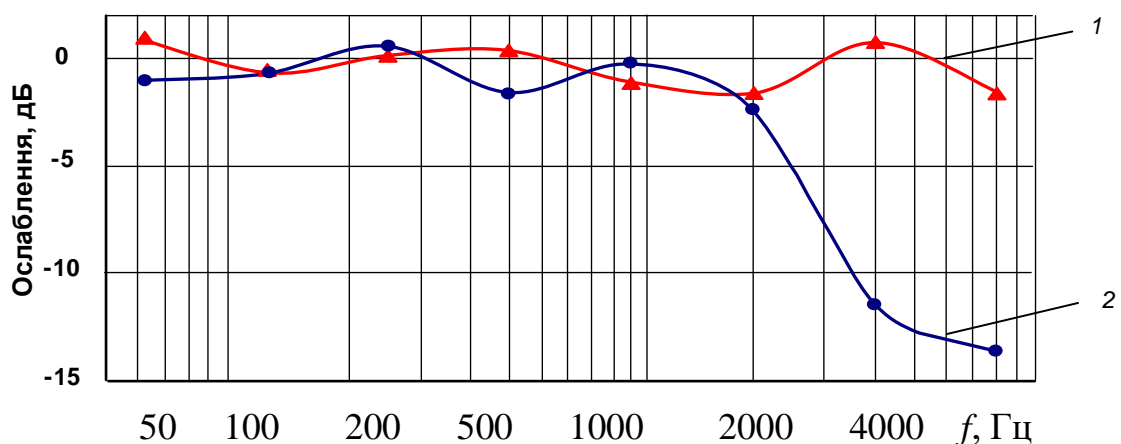


Рисунок 3.24 – Акустична ефективність: 1 – балаклави; 2 – КЗЗОДС

Проведені дослідження показали, що комплексний захисний засіб органів слуху і дихання є досить ефективним для захисту працівників від шуму і пилу. Запропонована для цього балаклава з вмонтованим протипиловим респіратором

забезпечує зниження шуму на 14 дБ у діапазоні частот 2000–8000 Гц, а коефіцієнт його протипилового захисту складає до 50 ПДК за найбільш небезпечними аерозолями [17].

3.6 Рекомендації з організаційно-технічних заходів щодо експлуатації комплексних засобів індивідуального захисту в умовах КХВ

У комплексі заходів щодо забезпечення безпеки праці та профілактики захворювань на підприємствах зі шкідливими умовами праці важливе місце займає застосування працюючими надійних КЗЗОДС, ефективність використання яких значною мірою залежить від правильного їх вибору, застосування із врахуванням особливостей і характеру робіт, що виконуються.

На суб'єктивне сприйняття і ставлення працівників до КЗЗОДС значною мірою впливає впроваджена на підприємстві культура використання ЗІЗ, зокрема і КЗЗОДС.

На підприємствах необхідний постійний контроль експлуатації КЗЗОДС з боку служб з охорони праці та технічних інспекторів профспілок. Особливо ретельно має контролюватися правильне використання ЗІЗОД багаторазового застосування, як найбільш вартісних, ефективна і економна експлуатація яких можлива лише за наявності їх централізованого зберігання, обліку, видачі робітникам і прийому від них; переспорядження та поточного ремонту.

Виконання зазначеного обсягу робіт можливо при створенні на підприємстві респіраторної служби, саме до завдань якої входить організація контролю за станом і експлуатацією КЗЗОДС, раціональним використанням замінних фільтрувальних і газопоглинальних елементів; централізована заміна поламаних або загублених елементів багаторазового використання, наприклад, клапанів вдиху і видиху; своєчасна санітарно-гігієнічна обробка респіраторів [18].

Додатковими обов'язками респіраторної служби повинні стати навчання і контроль правильного застосування робочими конкретного типу респіратора,

проведення експлуатаційних випробувань новітніх КЗЗОДС з метою вибору максимально ефективних на даній ділянці виробництва.

Основні рекомендації щодо організації респіраторної служби на КХВ полягають в наступному:

- респіраторна служба відповідає за зберігання, контроль якості збірки, видачу, облік часу напрацювання, міжзмінної обробки ЗІЗОД, що видаються робітникам в цехах, і є структурною одиницею в Дирекції з охорони праці та промислової безпеки;

- робочі приміщення (цехові «респіраторні») повинні розташовуватися біля побутових приміщень (або примикати до них) відповідних цехів; підлога і стіни «респіраторної» повинні мати вологостійке покриття для забезпечення можливості щодобового вологого прибирання;

- у проєктах прив'язки комплексу обладнання «респіраторної» обов'язково має передбачатися наявність припливно-витяжної вентиляції, штучного освітлення, що забезпечує нормальні умови роботи в період недостатнього природного освітлення;

- водопровід повинен бути забезпечений відводами для підключення шлангів для миття обладнання та прибирання приміщення. Підлога в «респіраторній» повинна мати ухил, що забезпечуватиме стік води до загальної системи каналізації;

- графік роботи «респіраторної» повинен оптимально відповідати графіку роботи цехів, а чисельність обслуговуючого персоналу визначається залежно від кількості ЗІЗОД, що стоїть на обслуговуванні;

- респіраторна служба повинна бути забезпечена набором обладнання, інструментів та матеріалів для обслуговування, ремонту та перевірки КЗЗОДС.

- приклад розміщення обладнання надано на рисунку 3.24;

- поза «респіраторної» (біля входу побутового приміщення або в іншому місці, що перебуває на шляху проходження від роздягальні до робочого місця) повинні розташовуватися накопичувальний бункер для приймання використаних респіраторів і стелажі з індивідуальними комірками для

зберігання підготовлених до експлуатації КЗЗОДС. Підхід до бункера і комірок повинен бути вільним і забезпечувати рух робітників без перешкод;

- накопичувальний бункер являє собою ящик зі зразковими габаритами 1000x500x800 мм з отвором для введення використаних респіраторів і дверцятами для їх вилучення;

- чарунки на стелажах нумеруються відповідно до номерів виданих КЗЗОДС, кожній з них присвоюється індивідуальний код.

Для забезпечення осушки КЗЗОДС до бункера (знизу) і стелажів з чарунками (з тильної сторони) необхідно підвести джерело тепла (наприклад, батарея парового або водяного опалення): нижній ряд чарунок стелажів повинен знаходитися на висоті не менш 700 мм, а накопичувального бункера – не менш 300 мм від рівня підлоги.

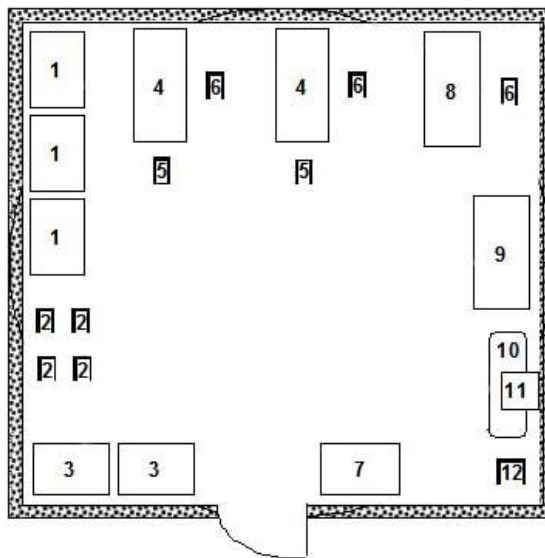


Рисунок 3.24 – Схема розміщення обладнання в умовній «респіраторній»:
 1 – шафа для зберігання запасних фільтрів, 2 – ящики для транспортування та зберігання переоснащених КЗЗОДС, 3 – шафа для одягу, 4 – стіл монтажний для збирання-розбирання КЗЗОДС, 5 – урна для відпрацьованих фільтрів, 6 – стілець, 7 – сушильна шафа; 8 – стіл канцелярський, 9 – стіл хімічний для приготування дезінфікуючих розчинів, 10 – ванна для миття фільтрів КЗЗОДС, 11 – бак для дезінфікуючого розчину, 12 – рукомийник

Близько бункера і стелажів встановлюється дошка оголошень, на якій вивішуються інструкції з експлуатації КЗЗОДС, графіки роботи

«респіраторної» і здачі респіраторів для заміни фільтрувальних елементів, телефонні номери відділу охорони праці та респіраторної служби, поточні оголошення.

Додаткові та аварійні КЗЗОДС в достатній кількості та готовності до негайного застосування повинні зберігатися в чергових та аварійних шафах на виробничих ділянках поза зоною можливого поширення аварійних викидів із зазначенням наявних засобів захисту.

У роботі «респіраторної» встановлюється порядок, при якому виключається «знеособлення» КЗЗОДС: за кожним робочим закріплюється респіратор з певним номером, виділяється відповідна чарунка на стелажі та повідомляється код замка.

Заповнення ЗІЗОД проводиться по мірі їх використання.

Використані респіратори з накопичувального бункера транспортуються співробітниками респіраторної служби в спеціальних пофарбованих у світлий колір ящиках (приблизні габарити: 600 x 400 x 560 мм) до столу збирання-розбирання, де розбираються. Відпрацьовані фільтрувальні півмаски скидаються в спеціальну урну, розташовану біля столу, а переспорядженні та підготовлені до роботи ЗІЗОД поміщаються до спеціального ящика.

Використані, але ті, що не потребують заміни фільтрувальних елементів ЗІЗОД залишаються робітниками в особистих чарунках.

Мийка, дезінфекція і розпірок з вузлом клапана видиху (з подальшим ополіскуванням водою і протиранням) здійснюється з періодичністю, яка визначається експериментально виходячи з конкретних умов експлуатації. В якості дезінфікуючих розчинів можна використовувати: 1–2%-вий водний розчин формаліну; мильно-содовий водний розчин з розрахунку 25 г мила і 5 г соди на 1л води; 5%-вий водний розчин борної кислоти; 0,5%-вий розчин хлораміну Б (в холодній воді). Конкретний вибір дезінфікуючого розчину слід узгодити з промислово-санітарною службою підприємства.

Обслуговуючий персонал респіраторної служби зобов'язаний:

- мати чіткі уявлення про призначення конкретного типу ЗІЗОД, його конструкцію і функцію кожної комплектуючої деталі; досконально знати інструкцію з експлуатації КЗЗОДС;
- вміти переспоряджати усі типи багаторазових КЗЗОДС, що використовуються в цеху; при їх складанні необхідно ретельно стежити за станом і перевіряти правильність посадки пелюстки клапана видиху. Витягати її з гнізда можна тільки в крайньому випадку – при пошкодженні або неможливості промивання;
- ретельно стежити за справністю комплектуючих КЗЗОДС, зокрема головного гарнітура, вчасно усувати несправності або замінювати пошкоджені деталі;
- вести журнал обліку респіраторів із зазначенням у ньому прізвища робітника, спеціальності, робочого підрозділу, номера індивідуальної комірки та її цифрового коду;
- вживати заходів до виконання обґрунтованих претензій робітників, вести журнал обліку вимог і пропозицій;
- проводити роз'яснювальну роботу серед робітників про необхідність використання КЗЗОДС і раціональне витрачання фільтрів.
- підтримувати чистоту і порядок в «респіраторній», не допускати в ній перебування сторонніх осіб;
- інформувати дирекцію і відділ охорони праці про наявність КЗЗОДС, їх стан і необхідність поповнення.

Обслуговуючий персонал «респіраторної» повинен пройти індивідуальний інструктаж щодо методів санітарно-гігієнічної обробки КЗЗОДС і правил експлуатації застосовуваного в ній комплексу устаткування. Про проведення інструктажу робиться відповідний запис у спеціальній книзі, де розписується інструктований працівник і особа, що проводила інструктаж.

Все обладнання «респіраторної» повинне бути надійно заземлено, а в розводці електричної мережі необхідно передбачити наявність індивідуальних і загальних вимикачів.

З мильно-лужними та іншими дезінфікуючими розчинами співробітники «респіраторної» повинні працювати в гумових рукавичках і захисних окулярах.

У приміщенні обов'язково встановлюються засоби пожежогасіння у відповідності з існуючими нормами.

Працівники респіраторної служби на протязі дня виконують наступні роботи, в тому числі:

щодня:

- обробка респіраторів (переспорядження, мийка);
- збирання відпрацьованих і розкладка по осередках підготовлених до роботи респіраторів;
- прибирання приміщення.

періодично:

- ремонт респіраторів;
- приготування дезінфікуючих розчинів;
- отримання зі складу запасних КЗЗОДС, фільтруючих елементів, комплектуючих деталей, хімічних реактивів для приготування дезінфікуючих розчинів.

Основний робочий час, який витрачається на обробку кожного типу КЗЗОДС (розбирання – складання респіратора, заміна фільтрів, мийка, дезінфекція гумових напівмасок, клапанних вузлів і т.д.) визначається експериментально.

Норми на закладку 100 одиниць ЗІЗОД до чарунок на стелажах, прибирання приміщення «респіраторної» та збір використаних КЗЗОДС, приготування дезінфікуючих розчинів складають 15, 60 і 30 хв відповідно (вказаний час є орієнтовним і визначається експериментально для кожної «респіраторної»).

Створення подібної респіраторної служби безумовно сприятиме оптимізації кількості ЗІЗОД, що витрачаються на підприємстві, а, отже, економії коштів на їх придбання; продовженню терміну служби ЗІЗОД багаторазового використання та підтримання їх у належному стані; регулярному контролю правильності використання КЗЗОДС робітниками на конкретних робочих місцях.

Однак в умовах економічної кризи, що супроводжується повсюдним скороченням, в першу чергу, обслуговуючого персоналу, створення подібної служби малоімовірно.

Оцінюючи наявний на підприємствах досвід і враховуючи сьогоденні реалії, надаємо альтернативну точку зору на питання раціонального застосування КЗЗОДС багаторазового використання. У нових суспільно-політичних і соціально-економічних умовах, коли на перший план виходить особиста відповідальність робітника за спосіб свого життя, організація респіраторної служби на шкідливих виробництвах на кшталт коксохімічних та металургійних перестав бути обов'язковою умовою раціонального застосування КЗЗОДС. Оптимальним нам представляється закріплення КЗЗОДС (або комплекту ЗІЗОД) за працівником, а місцем зберігання – особиста шафа спецодягу. Догляд та переспорядження змінними ПАФ і ПГЕ відповідно до інструкції з експлуатації здійснюється самим працівником [18].

Контроль над правильністю використання КЗЗОДС на робочих місцях та своєчасністю їх заміни по мірі «спрацьовування» або забруднення фільтрів має бути покладений на відділи охорони праці та цехові адміністрації.

3.7 Висновки за розділом 3

1. Розроблено комплексний засіб захисту органів дихання і слуху, у якому гармонійно поєднані балаклава (1), яка споряджається відповідними функціональному призначенню фільтрувальними півмасками (4), шумопоглинаючими елементами (2) та термоакумуючими елементами (3) (рис.1). З'єднання вищеперерахованих складових виконано за допомогою