

вимірювань. Це дозволяє отримати адекватні результати під час математичного моделювання електромагнітних процесів в електроустановках, які захищаються ОПН.

Математичні моделі динамічних характеристик ОПН є універсальними в тому розумінні, що сформовані на основі відносних значень струмів та напруг ОПН дозволяють здійснювати моделювання ОПН для будь-яких класів напруг після перерахунку цих характеристик в іменовані одиниці.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. *Правила устройства электроустановок/ Минэнерго СССР. 6-е изд. Перераб и доп. М.: Энергоатомиздат, 1986.- 648с.:ил.*
2. *Испытания высоковольтного оборудования дуговых печей ДСП-100НЗА в режимах коммутаций: Технический отчёт (Центрэнергочермет.-1981.- Арх. №18666. – 142с.*
3. *Дослідження умов роботи апаратів глибокого обмеження перенапруг в районах з підвищеною забрудненістю оточуючого середовища та розробка обмежувачів перенапруг ОПН-6-10 кВ та брудостійкого ОПН-110кВ.- Технічна інформація з НДР тема №5773, Державний університет «Львівська політехніка», Львів-1994р.*
4. *Перенапряжения в электрических сетях. Проблемы и опыт эксплуатации. Рекомендации к применению нелинейных ограничителей перенапряжений.—Севастополь: Предприятие «Таврида Электрик», 2000.—60с.*
5. *Методичні вказівки з вибору обмежувачів перенапруг нелінійних виробництва підприємства «Таврида Електрик» для електричних мереж 6 – 35 кВ // Київ 2001.*
6. *Экспериментальное исследование на сетевом стенде тепловых и электрических процессов в резисторах и увлажнённом слое загрязнения на крышке при пяти конфигурациях ОПН. Отчёт по НИР № гос. рег. 01860041403. г. Львов-1988.-21с.*
7. *Аппроксимация характеристик намагничивание электромагнитных аппаратов // Гудим В.И., Лисяк Г.Н, Шелепеть Т.М., Чепурный Я.Я. Вестник ЛПИ „Электроэнергетические и электромеханические системы”, №204, 1986, с. 16-19. Изд-во Вища школа.*

УДК 678.675'126:746.222:746.523

*А.Б.Тарнавський, к.т.н., доц., Ю.Е.Павлюк, к.т.н., О.Ф.Бабаджанова, к.т.н., доц.
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

ТЕПЛОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТЕРМОПЛАСТІВ З ПОЛІМЕРНИМ МОДИФІКАТОРОМ

В статті наведено результати досліджень теплофізичних властивостей сумішей термопласт - полівінілпіролідон. Виявлено вплив термічної обробки готових виробів на їх теплостійкість.

Постановка проблеми. Сучасні досягнення в галузі створення нових сумішей термопластичних полімерів дають змогу регулювати експлуатаційні та технологічні властивості полімерних матеріалів та одержати вироби з цінними сорбційними, теплофізичними та фізико-механічними характеристиками, а деколи і зі специфічними властивостями. За допомогою кількісної зміни вмісту інгредієнтів суміші експлуатаційні властивості виробів на їх основі легко піддаються зміні в потрібному напрямку. Проте слід відзначити, що в деяких випадках внаслідок покращення одних експлуатаційних властивостей матеріалу можуть погіршуватися інші [1, 2], серед яких важливе місце

займають теплофізичні характеристики, такі як теплостійкість та температура топлення, що визначають температурні межі застосування виробів, поведінку в умовах пожежі при їх експлуатації і тим самим розширюють галузі їх застосування.

Крім цього слід також враховувати, що експлуатаційні властивості матеріалів на основі сумішей термопластичних полімерів суттєво відрізняються від звичайних однорідних термопластів. Їх можна в широких межах регулювати фізичним станом матеріалу, природою вихідних компонентів, характером розподілення інгредієнтів в об'ємі, тепловою обробкою та технологічними умовами переробки, які впливають на процес утворення надмолекулярних структур різного типу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останнім часом все більша увага приділяється модифікації полімерів різноманітними за своєю хімічною природою речовинами. За допомогою модифікації можна змінювати внутрішню структуру полімеру з можливістю створення комплексу необхідних властивостей матеріалу чи виробу. Насамперед, така зміна характерна при модифікації специфічними високомолекулярними сполуками до яких можна віднести полівінілпіролідон (ПВП) [3]. Вибір цього полімеру для модифікації полімерів обумовлений, перш за все підвищеною поверхневою активністю ПВП на межі контакту з іншими матеріалами, комплексом специфічних властивостей, які притаманні йому і його кополімерам, серед яких, в першу чергу, слід відзначити нетоксичність, біосумісність, селективну сорбційну здатність, здатність утворювати з іншими полімерами нові матеріали з підвищеною термостійкістю [4, 5]. Завдяки цьому ПВП досить широко використовується в медицині, текстильній та харчовій промисловості тощо.

Також, наприклад, наноккомпозити ПВП з монтморилонітрилом натрію, які одержують інтеркалюванням розчину [6] мають підвищену термостійкість, а плівки на їх основі – велику прозорість та підвищену міцність. Сумісність між компонентами зумовлена утворенням водневих зв'язків в жорстких умовах.

Мета. Встановлення теплофізичних показників промислових великотоннажних полімерів модифікованих ПВП та можливостей їх направленою регулювання.

Експериментальна частина. З метою порівняння впливу ПВП на властивості термопластів, які відрізняються за своєю природою, об'єктами досліджень були поліаміди (ПА-6 марка "Tarnamid-27", ПА-66/6 марка АК-60/40), які є частково кристалічними матеріалами, та суспензійний полістирол (ПС), який є аморфним полімером. Для дослідження теплофізичних характеристик (теплостійкість за Віка та температура топлення T_g) полімерів модифікованих ПВП ($M=12\ 000\pm 2\ 000$) готувалися суміші цих поліамідів з ПВП та полістиролу з ПВП. Виготовлення зразків для проведення теплофізичних досліджень проводилося на лабораторній литтєвій машині марки KYASY 25-32/2 з об'ємом упорскування до 32 см^3 . Вміст ПВП в сумішах становив 1-10 % мас. Термічну обробку зразків для наступних випробувань проводили в сухо-повітряній електросушарці типу 2В-131 протягом 24 год і температурі $120\pm 3\ ^\circ\text{C}$ для поліамідів та $90\pm 3\ ^\circ\text{C}$ для полістиролу. Після цього проводили повільне охолодження зразків в ексікаторі над CaCl_2 для фіксації утвореної структури [7].

Визначення теплостійкості за Віка та T_g (за допомогою термомеханічних кривих) проводилося на консистометрі Хешлера при визначенні деформації зразка у вигляді таблетки товщиною $\approx 4\text{ мм}$ зі зміною температури при дії на шток площею $23,7\text{ мм}^2$ навантаження $5,0\text{ кг}$. Початкова температура досліджень $20\ ^\circ\text{C}$. Наступні виміри деформовності проводили через кожні $2\ ^\circ$ зростання температури. Швидкість нагрівання становила $\approx 1\ ^\circ/\text{хв}$.

Деформовність зразків (таблеток) ε (при зніманні термомеханічних кривих) визначали за формулою:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{h} \cdot 100\% = \frac{l - l_0}{h} \cdot 100\%,$$

де l_0 – покази індикатора без навантаження (перед опусканням штока); l – покази індикатора після 10 с витримки під навантаженням; h – висота таблетки.

Теплостійкістю за Віка вважалася температура, при якій шток площею $0,785 \text{ мм}^2$ вдавлювався в зразок на глибину 1 мм.

Результати досліджень та їх обговорення. На рис. 1. наведений вплив вмісту ПВП в сумішах з поліамідами на їх теплостійкість.

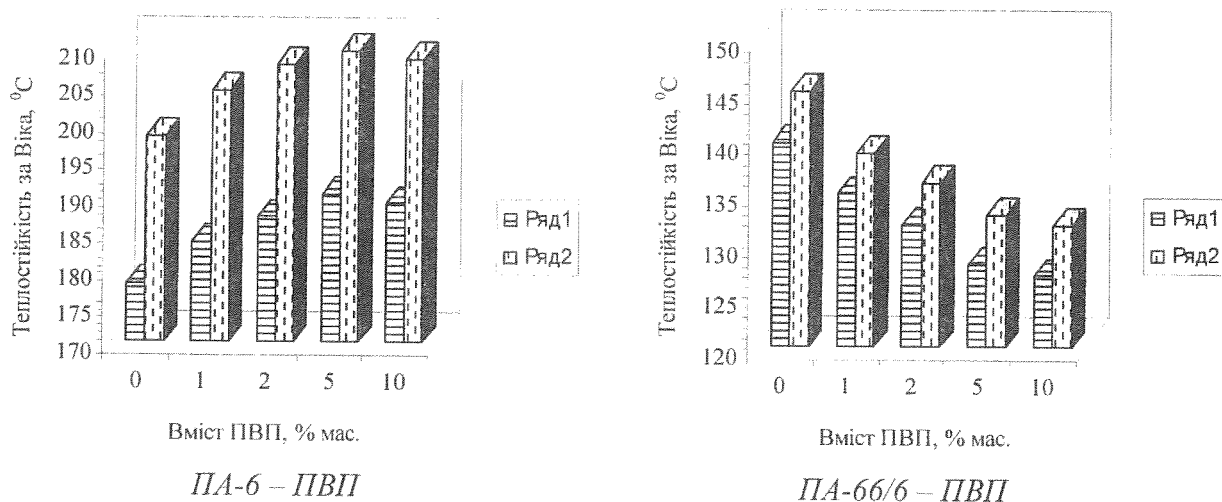


Рис. 1. Вплив вмісту ПВП на теплостійкість зразків з сумішею поліамід – ПВП.
1 – без термічної обробки; 2 – з термічною обробкою

Як видно з рис. 1., теплостійкість зразків одержаних з сумішею ПА-6 – ПВП є значно вищою, порівняно з зразками на основі сумішею ПА-66/6 – ПВП. Це пов'язано, насамперед, з природою поліаміду, відмінностями у значеннях ступеня кристалічності та характеру надмолекулярних утворень, які визначаються будовою макромолекул і міжмолекулярними взаємодіями. Зростання теплостійкості сумішею ПА-6 – ПВП зі збільшенням в них вмісту ПВП пов'язано, за рахунок утворення міжмолекулярних взаємодій у прохідних зонах, з утворенням більш впорядкованих кристалічних областей [3]. У сумішах на основі ПА-66/6 ПВП взаємодіє з блоками поліамідних макромолекул, які відрізняються своєю хімічною природою, а тому густина та регулярність цих взаємодій буде закономірно меншою. Тому теплостійкість буде визначатися, перш за все, тими блоками, які з ПВП взаємодіють в меншій мірі і мають більше ступенів свободи, а отже і більшу рухливість.

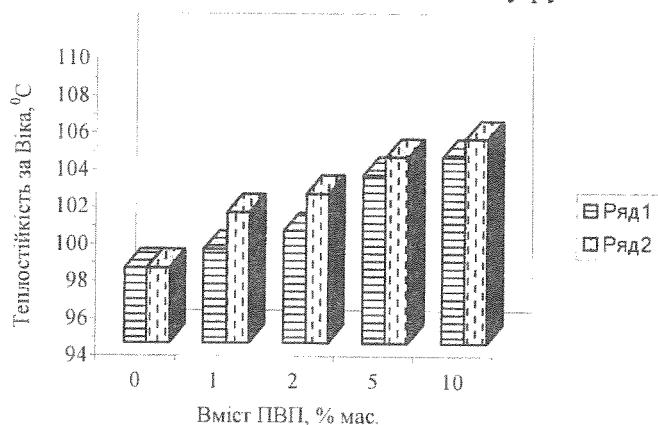


Рис. 2. Вплив вмісту ПВП на теплостійкість зразків з сумішею ПС – ПВП.
1 – без термічної обробки; 2 – з термічною обробкою

Також слід відзначити, що термічна обробка як зразків на основі сумішей ПА-6 – ПВП, так і ПА-66/6 – ПВП сприяє підвищенню їх теплостійкості. Це відбувається за рахунок впорядкування надмолекулярної структури матеріалу та підвищення його ступеня кристалічності [8].

Зростання теплостійкості сумішей ПС – ПВП зі збільшенням в них вмісту ПВП (рис. 2.), внаслідок несумісності між компонентами [9], пов'язане, ймовірно, лише з вищою температурою розм'якшення ПВП, порівняно з ПС.

Поряд з цим, попередня термічна обробка матеріалу призводить до кращої впорядкованості надмолекулярних утворень в сумішах ПС – ПВП і тим самим дещо підвищує їх теплостійкість.

Встановлення термомеханічних властивостей сумішей полімерів, з одного боку, дає можливість обґрунтовано встановити граничну температуру використання виробів та вибрати технологічний інтервал переробки матеріалу, оцінити експлуатаційні характеристики в широкому інтервалі температур, а з другого, дає уявлення про їх надмолекулярну структуру за характером кривої.

Результати термомеханічного аналізу сумішей поліамід – ПВП наведені на рис. 3.

Як видно з рис. 3, на термомеханічних кривих зразків з сумішей як ПА-6 – ПВП, так і ПА-66/6 – ПВП спостерігається дещо подібна залежність деформації від температури – однаковий екстремальний характер в області температур 50-100 °С, що пояснюється подібністю надмолекулярних утворень в системах, наявністю мікрогетерогенності та перехідного шару на межі розділу поліамід – ПВП.

Також особливу увагу слід звернути на різну поведінку матеріалів в області температур топлення: у випадку ПА-6 температура топлення зростає зі збільшенням вмісту ПВП, а у випадку ПА-66/6 – зменшується. Це, ймовірно, можна пояснити тим, що ПА-66/6 є блок-кополімером. В його структурі існують перехідні області, які містять блоки обох компонентів [10]. Тому в такій системі можуть утворюватися водневі зв'язки не тільки за участю макромолекул ПВП, але і між амідними групами жорстких та гнучких блоків ПА-66/6.

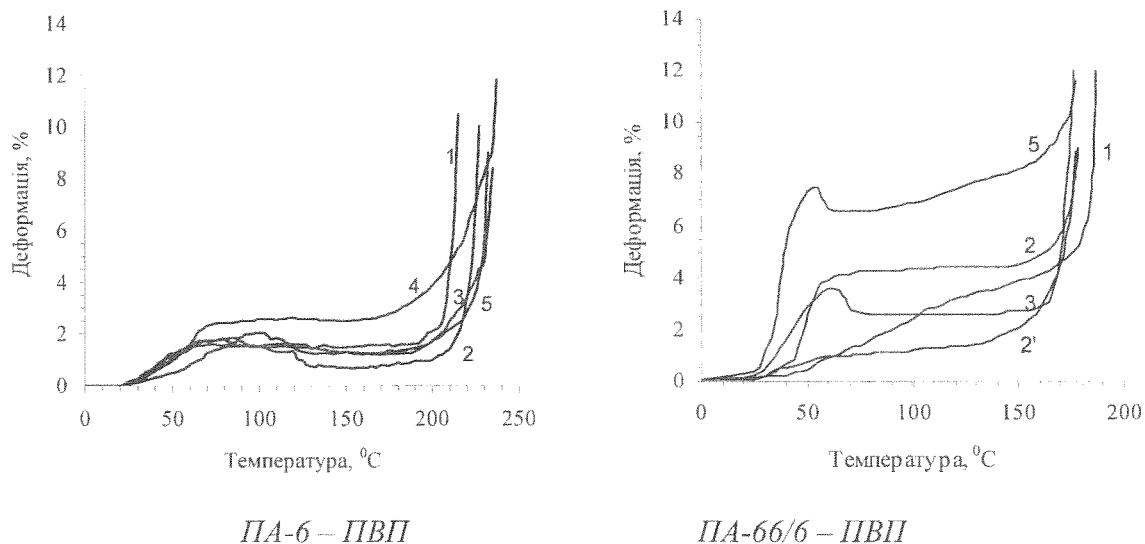


Рис. 3. Термомеханічні криві зразків з сумішей поліамід – ПВП.
Вміст ПВП, % мас.: 1 – 0; 2 – 1; 3 – 2,5; 4 – 5; 5 – 10. 2' – з термічною обробкою

Характер термомеханічної кривої для сумішей ПА-66/6 – ПВП, які були термічно оброблені, суттєво відрізняється від інших (рис. 3.). В досліджуваних зразках після термічної обробки в інтервалі температури склування зникає екстремальна залежність деформації від

температури і суттєво знижується деформація. Це свідчить [11] про зменшення розмірів надмолекулярних утворень, їх краще упорядкування, підвищення ступеня їх кристалічності та термостійкості.

Термомеханічні криві зразків з сумішшю ПС – ПВП наведено на рис. 4.

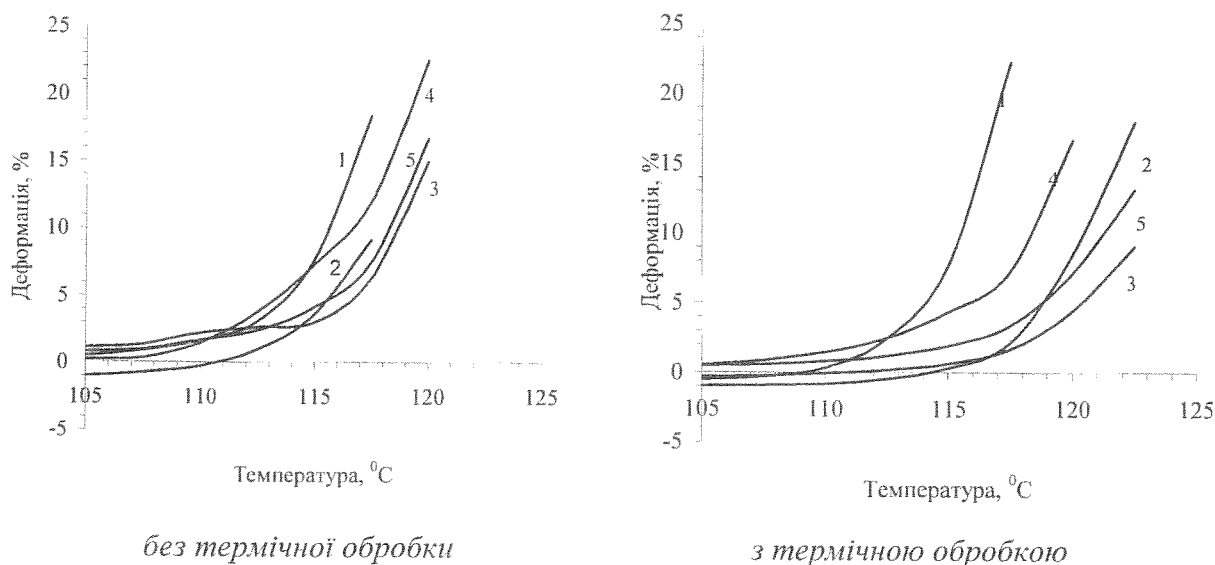


Рис. 4. Термомеханічні криві сумішшю ПС – ПВП.
Вміст ПВП, % мас.: 1 – 0; 2 – 1; 3 – 2,5; 4 – 5; 5 – 10

Як бачимо, на термомеханічних кривих зразків сумішшю ПС – ПВП, як з термічною обробкою, так і без неї спостерігається дещо подібна залежність деформації від температури. У випадку зразків із сумішшю ПС – ПВП без термічної обробки, на відміну від зразків сумішшю з термічною обробкою, не спостерігається відчутної зміни параметрів фазового переходу. Для зразків сумішшю з термічною обробкою ця зміна є більш вираженою, очевидно, за рахунок взаємної орієнтації макромолекул ПС та ПВП.

Висновки. Таким чином, теплостійкість поліамідів залежить, в першу чергу, від природи поліаміду. Вмістом ПВП в поліамідах та їх термічною обробкою теплостійкість можна змінювати в потрібному напрямку. Для несумісних сумішшю на основі полістиролу теплостійкість визначається як вмістом ПВП у сумішшю, так і термічною обробкою матеріалу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ермаков С.Н., Кравченко Т.П. Молекулярные полимер-полимерные композиции. Некоторые аспекты получения // Пласт. массы. – 2003. – №12. – С. 21-26.
2. Тагер А.А. Причины термодинамической совместимости полимеров и пути создания совместимых полимерных композиций // Композиционные полимерные материалы. – 1987. – №33. – С. 3-9.
3. Суберляк О.В., Тарнавський А.Б., Левицький В.С., Гнатівські А. Поліамід-6. Зміна температурних та технологічних властивостей під впливом полівінілпіролідону // Хімічна промисловість України. – 2005. – №5. – С. 39-43.
4. Сидельковская Ф.П. Химия N-винилпирролидона и его полимеров. – М.: Наука, 1970. – 150 с.
5. Белякова Л.Д., Курбанбеков Э., Ларионов О.Г., Муттик Г.Г., Цюрупа М.П., Павлова Л.А., Данков В.А. Исследование сорбционных свойств модифицированных поли-N-винилпирролидоном полистирольных сорбентов методом газовой хроматографии // Сорбц. и хроматограф. процессы. – 2003. – Т.3, №6. – С. 638-647.

6. Choi M.H., Nam H.T., Kim S.O., Chung I.J., Koo C.M. Characteristics of polyvinylpyrrolidone-layered silicate nanocomposites prepared by attrition ball milling // *Polymer*. – 2003. – Vol.44, №3. – P. 681-689.
7. Яковлев А.Д. *Технология изготовления изделий из пластмасс*. – Л.: Химия, 1977. – 360 с.
8. Годовский Ю.К. *Теплофизика полимеров*. – М.: Химия, 1982. – 280 с.
9. Тарнавський А.Б., Жуковська У.В., Левицький В.Є. Фізико-механічні властивості термопластів модифікованих полівінілпіролідом // *Вісник НУ "Львівська політехніка". Хімія, технологія речовин та їх застосування*. – Львів. – 2005. – № 536. – С. 261-265.
10. *Переходы и релаксационные явления в полимерах* / Под ред. Р. Бойера. – М.: Мир, 1968. – 384 с.
11. Никольская Г.Ф. *Термообработка полиамидов* // *Пласт. массы*. – 1972. – №9. – С. 32-34.

УДК 677.017.636

І.Г.Дейнека, к.т.н., доц. (Східноукраїнський національний університет імені В. Даля)

РІЖУЧИЙ ЕЛЕМЕНТ ЯК НЕБЕЗПЕЧНИЙ ФАКТОР, ЩО ВПЛИВАЄ НА СТУПІНЬ НАДІЙНОСТІ ІЗОЛЮВАЛЬНОГО КОСТЮМА

На основі аналізу умов праці газорятувальників засвідчено, що зруйноване під час аварії на хімічних підприємствах обладнання є небезпечним фактором (НФ), здатним загостреними і рваними елементами конструкцій роздирати матеріал ізолювального костюма, рукавиць, або взуття, знижуючи тим самим його надійність. Тому в роботі приведений перелік методів, приладів та устаткування, які використовуються в теперішній час для дослідження механічної деструкції анізотропних матеріалів різного функціонального призначення в процесі впливу ріжучих елементів. Отримана інформація і її аналіз свідчить про те, що єдиний методичний підхід, устаткування та критерії оцінки стійкості проб до руйнівної дії ріжучих інструментів відсутні і залежать від природи матеріалів, взятих для дослідження.

Відомо, що до комплексу заходів, які направлені на організацію створення безпечних умов праці робітників зокрема хімічної галузі промисловості належить «Положення про воєнізовану газорятувальну службу» яке було затверджене ще в 1971 році і діє дотепер. Завдяки цьому «Положенню...» на кожному хімічному комбінаті є газорятувальні команди, основними задачами яких вважається рятування робочого персоналу і надання першої допомоги потерпілим під час аварій на підприємстві, а також проведення рятувальних робіт, розбирання завалів, зруйнованої апаратури, технологічного обладнання, розірваних вибухом реакторів, цистерн, трубопроводів тощо.

Указані роботи виконуються газорятувальними підрозділами в режимі «надзвичайних ситуацій», тобто одночасно з аварією, яка може розвиватися (наприклад, пожежа), або її наслідками (наприклад, виливання аміаку із розірваної вибухом ємкості). Тому при таких ситуаціях потрібен не тільки високий професіоналізм газорятувальника, але і високоефективні засоби індивідуального захисту (ЗІЗ), до складу яких входить ізолювальний костюм з панорамним склом, герметично закріпленими рукавицями та взуттям, а також дихальний апарат (автоматична система життєзабезпечення). Указаний спеціальний одяг є складним швейним виробом як за технологією виготовлення, так і за функціональним призначенням. Так, ізолювальні костюми газорятувальників повинні на протязі роботи дихального апарата, а це 40 хв, надійно ізолювати людину від небезпечного та шкідливого