

УДК 539.371

**РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ
ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОЛІМЕРНИХ ДЕТАЛЕЙ
ПОБУТОВОЇ ТЕХНІКИ****Юрченко В. М., Кулік Т. І.**

Київський національний університет технологій і дизайну

Мета. Розробити лабораторну установку для дослідження фізико-механічних властивостей полімерних деталей.

Методика. В основу роботи покладено аналіз існуючих методів визначення фізико-механічних властивостей полімерів. Теоретичним обґрунтуванням роботи є положення фізико-хімії полімерів. Експериментальні дослідження виконані на розробленому обладнанні з дотриманням чинних стандартів.

Результати. Розроблено лабораторний стенд для визначення фізико-механічних властивостей полімерних матеріалів. Установка зібрана на базі розривної машини РМ-3-1 з вмонтованим сельсин-датчиком. У якості чутливих елементів використані тензометричні датчики, сигнал з яких через тензометричний підсилювач УТ-1 передається на самописець КСП-4. Дана установка дозволяє отримувати результати експерименту у зручному наочному вигляді – у вигляді діаграми «напруження - деформація».

Наукова новизна. Запропоновано методику визначення залежності між напруженням та деформацією для полімерних матеріалів, що дозволяє визначати такі важливі характеристики, як міцність при розтягу та розриві, межу текучості та інші.

Практична значимість. Розроблена установка дозволяє проводити наукові дослідження на сучасному рівні, не втрачаючи коштів на закупівлю нового обладнання.

Ключові слова: полімерні вироби, фізико-механічні властивості, напруження, деформація, експеримент

У виробництві сучасної побутової техніки провідну роль відіграють полімерні матеріали. Використання полімерів збільшується щороку, поступово вони витісняють собою традиційні конструкційні матеріали, такі як метали та їх сплави, кераміка, скло. Це пояснюється унікальними фізико-механічними властивостями полімерів, їх економічністю та високою технологічністю, малою масою, можливістю створення деталей найрізноманітніших форм та розмірів, високими естетичними властивостями готових виробів [1, 2].

Полімерні матеріали мають комплекс характеристик, які, при вмілому їх використанні, забезпечують ефективні експлуатаційні властивості виробів і рентабельність їх виробництва. Вкрай важливим є правильний вибір полімерного матеріалу для кожної конкретної області застосування. Цей вибір обумовлюється експлуатаційними показниками матеріалів, які можуть бути визначені за результатами лабораторних випробувань [3-5].

Об'єктом дослідження є фізико-механічні властивості полімерних матеріалів, що використовуються у виробництві побутової техніки. Теоретичні дослідження базуються на основних положеннях хімії, фізики та механіки полімерних матеріалів. Доцільно виконувати дослідження при одноразовому короткочасному навантаженні. Експериментальні дослідження виконані на спеціально розробленому лабораторному обладнанні з дотриманням чинних стандартів [6, 7]. Обробка результатів експериментів виконувалася з застосуванням методів математичної статистики.

Постановка завдання

На сьогоднішній день існує великий вибір вітчизняного та зарубіжного лабораторного обладнання для дослідження властивостей полімерних матеріалів та виробів із них, але придбання такого обладнання пов'язане зі значними фінансовими затратами. Через недостатнє фінансування навчальних закладів в Україні ускладнюється обладнання їх лабораторій сучасними приладами та установками, що робить неможливим проведення наукових досліджень на сучасному рівні. Отже, мета дослідження – на основі аналізу існуючих методів визначення основних фізико-механічних характеристик полімерних матеріалів розробити лабораторний стенд для дослідження експлуатаційних показників полімерних деталей побутової техніки.

Результати досліджень

Для визначення фізико-механічних властивостей полімерних матеріалів було розроблено лабораторний стенд, на якому проводилися дослідження. На рис. 1 наведена блочна схема запропонованої у роботі установки для встановлення закономірностей між деформацією зразка та прикладеним зусиллям. Розроблений стенд представлено на рис. 2.

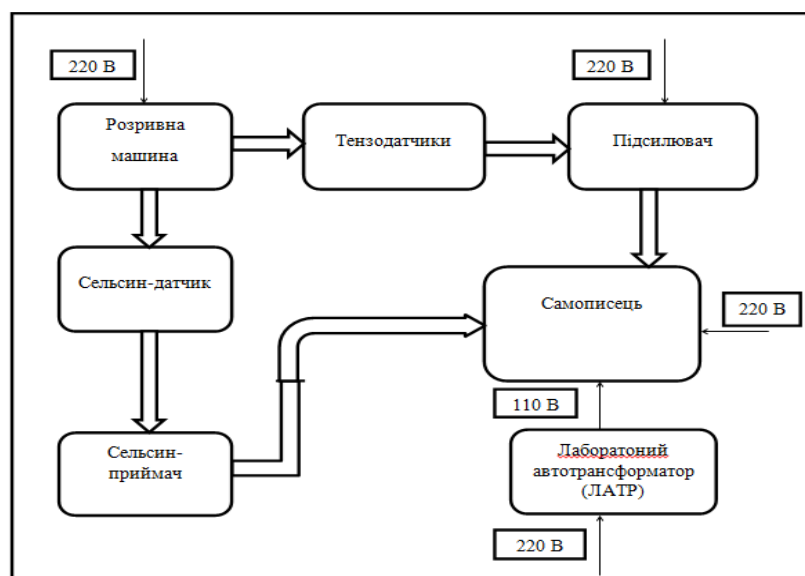


Рис. 1. Функціональна схема лабораторного стенду

Лабораторна установка зібрана на базі розривної машини РМ-3-1 з вмонтованим сельсин-датчиком. Для підсилення сигналу з тензометричних датчиків використаний тензометричний підсилювач УТ-1. Самописець КСП-4, модернізований за допомогою сельсин-приймача, дозволяє отримувати результат експерименту у вигляді графіку. Для живлення приводу промотки діаграми самописця використано лабораторний автотрансформатор з вихідною напругою 110 В.



Рис. 2. Лабораторна установка для визначення фізико-механічних характеристик полімерних матеріалів: 1 – тензометричний підсилювач УТ-1; 2 – реєструючий пристрій КСП-4; 3 – динамометр; 4 – пасивний зажим; 5 – випробувальний зразок; 6 – кнопки керування; 7 – активний зажим; 8 – розривна машина; 9 – міліамперметр

Дослідження проводяться таким чином. Зразок 5 (у нашому випадку – виготовлений з поліетилену низької щільності, з квадратним поперечним перерізом $0,36 \text{ см}^2$) закріплюється у лещатах розривної машини РМ-3-1, підключаються до мережі живлення прилади. Кнопкою керування 6 запускається електродвигун розривної

машини, який через редуктор та гвинтову передачу опускає рухомий зажим 7 зі швидкістю 50 мм/хв. Також разом з редуктором обертається сельсин-датчик, який передає кут оберту на сельсин-приймач самописця 2. Починається процес розтягу зразка. На діюче на зразок зусилля реагує динамометр 3, а також тензодатчики, які змінюють свій опір від прикладеної сили. Тензодатчики, увімкнені за напівмостовою схемою через тензометричний підсилювач УТ-1 1, змінивши свій опір зміщують виставлений баланс моста Уітстона. З'являється сигнал який посилюється даним приладом. Амплітуду отриманого підсиленого сигналу можна спостерігати на міліамперметрі 9 тензометричного підсилювача. Далі сигнал надходить до потенціометра-самописця КСП-4 2, що, в свою чергу, зв'язаний з приводом каретки пишучого механізму. На каретці закріплена чорнильниця, яка залишає слід на діаграмному папері. Рух каретки пропорційний зростаючому навантаженню на випробувальному зразку 5. Видовження зразка відповідає довжині просунутої діаграмної стрічки, що досягнуто встановленою сельсинною передачею між рухомим зажимом 7 розривної машини та приводом діаграми самописця. Таким чином отримується графік видовження-навантаження. За допомогою зафіксованих даних в самописці побудований графік, представлений на рис. 3.

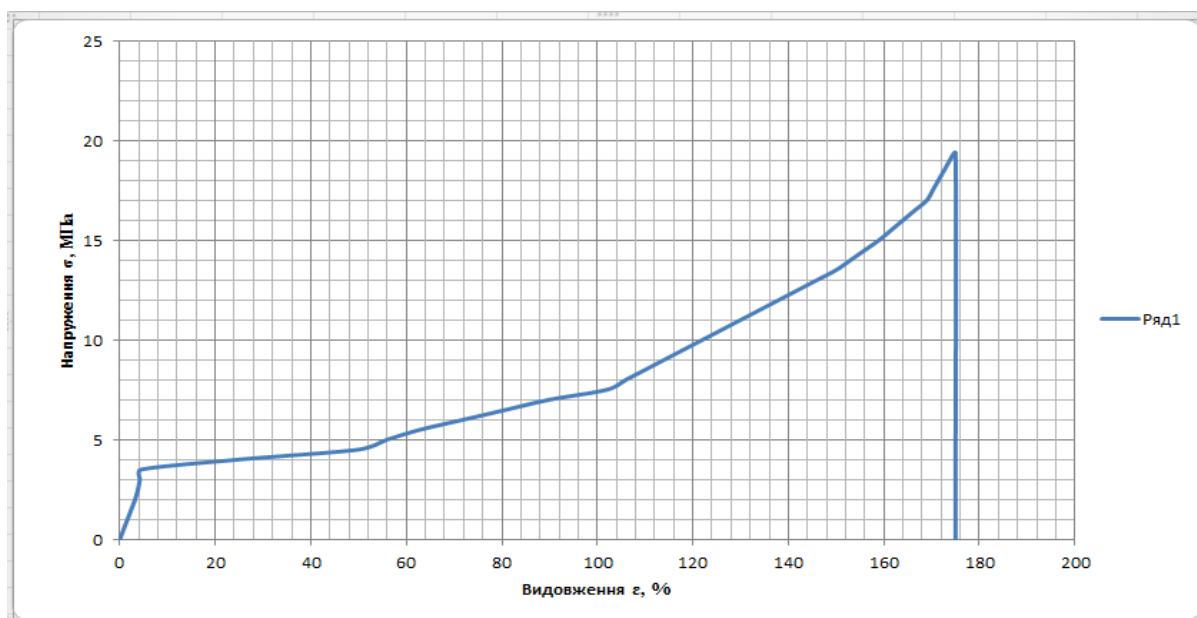


Рис. 3. Графік напруження-деформація при розтягненні зразка із поліетилену низької щільності

Висновки

Із побудованого графіка видно, що на початковій стадії, при збільшенні зусилля, видовження відбувається майже лінійно, а після границі в 3,5 МПа жорсткість матеріалу суттєво знижується, тобто для подальшого видовження необхідне менше навантаження. Також помітно, що при видовженні в 104% жорсткість підвищується. При навантаженні 19,16 МПа та видовженні 175% відбувся розрив зразка із поліетилену низької щільності.

Проведення досліджень на даній установці дозволяє перевірити на практиці міцнісні властивості полімерних матеріалів, що є дуже важливим аспектом при проектуванні та розробці деталей побутової техніки.

Список використаних джерел

1. Суберляк О. В. Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів [Текст] : підруч. для студ. вищ. навч. закл. / О. В. Суберляк, П. І. Баштанник. – Л. : Растр-7, 2007. – 376 с.
2. Технические свойства полимерных материалов [Текст]: уч.-справ. пос. / В. К. Крыжановский, В. В. Бурлов, А. Д. Паниматченко, Ю. В. Крыжановская. – СПб. : Профессия, 2003. – 240 с.
3. Тагер А. А. Физико-химия полимеров / А. А. Тагер. – Изд. 4-е, перер. и дополн. – М. : Научный мир, 2007. — 576 с.
4. Гуров Т. А. Технический контроль производства пластмасс и изделий из них [Текст]: учеб. пос. для хим.-технол. техникумов. / Т. А. Гуров. – М. : Высшая школа, 1991. – 225 с.
5. Малкин А. Я. Методы измерений механических свойств полимеров / Малкин А. Я., Аскадский А. А., Коврига В. В. – М. : Высшая школа, 1978. – 315 с.
6. Пластмассы. Метод испытания на растяжение (с Изменением № 1): ГОСТ 11262-80. – [Дата введения 1980-12-01]. – М. : Издательство стандартов, 1986. – 14 с.
7. Пластмассы. Метод испытания на статический изгиб (с Изменениями № 1, 2, 3): ГОСТ 4648-71. – [Дата введения 1973-01-01]. – М. : Издательство стандартов, 1992. – 11 с.

References

1. Suberliak O. V. Tekhnolohiia pererobky polimernykh ta kompozytsiinykh materialiv

- [Tekst] : pidruch. dlia stud. vyshch. navch. zakl. / O. V. Suberliak, P. I. Bashtannyk. – L. : Rastr-7, 2007. – 376 s.
2. Tekhnicheskiye svoistva polymernykh materyalov [Tekst]: uch.-sprav. pos. / V. K. Kryzhanovskiy, V. V. Burlov, A. D. Panymatchenko, Yu. V. Kryzhanovskaia. – SPB. : Professyia, 2003. – 240 s.
 3. Taher A. A. Fyzyko-khymyia polymerov / A. A. Taher. – Yzd. 4-e, perer. y dopoln. – M. : Nauchnyi myr, 2007. — 576 s.
 4. Hurov T. A. Tekhnicheskiy kontrol proyzvodstva plastmass y yzdelyi yz nykh [Tekst]: ucheb. pos. dlia khym.-tekhnol. tekhnikumov. / T. A. Hurov. – M. : Vysshaia shkola, 1991. – 225 s.
 5. Malkyn A. Ya. Metody yzmerenyi mekhanicheskikh svoistv polymerov / Malkyn A. Ya., Askadskiy A. A., Kovryha V. V. – M. : Vysshaia shkola, 1978. – 315 s.
 6. Plastmassy. Metod uspytaniya na rastiashenye (s Yzmeneniyem № 1): HOST 11262-80. – [Data vvedeniya 1980-12-01]. – M. : Yzdatelstvo standartov, 1986. – 14 s.
 7. Plastmassy. Metod uspytaniya na statycheskiy yzghyb (s Yzmeneniyamy № 1, 2, 3): HOST 4648-71. – [Data vvedeniya 1973-01-01]. – M. : Yzdatelstvo standartov, 1992. – 11 s.

Разработка лабораторного стенда для исследования физико-механических свойств полимерных деталей бытовой техники

Юрченко В. М., Кулик Т. И.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Разработать лабораторную установку для исследования физико-механических характеристик полимерных деталей.

Методика. В основу работы положен анализ существующих методов определения физико-механических свойств полимеров. Теоретическим обоснованием работы являются положения физико-химии полимеров. Экспериментальные исследования выполнены на разработанном оборудовании с соблюдением действующих стандартов.

Результаты. Разработан лабораторный стенд для определения физико-механических свойств полимерных материалов. Установка собрана на базе разрывной машины РМ-3-1 со встроенным сельсин-датчиком. В качестве чувствительных элементов использованы тензометрические датчики, сигнал с которых через тензометрический усилитель УТ-1 передается на самописец КСП-4. Данная установка позволяет получать результаты эксперимента в удобном наглядном виде – в виде диаграммы «напряжение - деформация».

Научная новизна. Предложена методика определения зависимости между напряжением и деформацией для полимерных материалов, что позволяет определять такие важные характеристики, как прочность при растяжении и разрыве, предел текучести и другие.

Практическая значимость. Разработанная установка позволяет проводить научные исследования на современном уровне без покупки нового дорогостоящего оборудования.

Ключевые слова: полимерные изделия, физико-механические свойства, напряжение, деформация, эксперимент

Development of the laboratory stand for the study of physical and mechanical properties of the polymeric components of household appliances/

Iurchenko V. M., Kulik T. I.

Kyiv National University of Technology & Design

Purpose. Development of a laboratory bench for research of physical and mechanical characteristics of the polymeric parts.

Methodology. The study is based on the analysis of existing methods for determining the physical and mechanical properties of polymers. The theoretical basics of the work are the provisions of physical chemistry of polymers. Experimental studies were carried out on the designed equipment in compliance with current standards.

Findings. It was designed the laboratory bench for determine the physics and mechanical properties of polymeric materials. The bench is collected on the basis of the PM-3-1 testing machine with integrated rotary encoders. As sensing elements used strain gauges, which transmit the signal through the strain gauge power VT-1 to the recorder КСП-4. This bench allows to receive experimental results in a convenient visual form – the diagram "stress - strain".

Originality. The method of determining the relationship between stress and strain for polymeric materials, which allows to determine such important characteristics as tensile strength and tear, yield strength and others.

Practical value. Designed bench allows to carry out research at the present level without buying new expensive equipment.

Keywords: polymeric products, mechanical properties, stress, strain, experiment