УДК 533.924

А. М. Колісник, *аспірант,*
С. П. Поляков, *д.т.н., професор*
Черкаський державний технологічний університет
б-р Шевченка, 460, м. Черкаси, 18006, Україна
atrisov@yandex.ru, kolesnik2003@mail.ru

РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ ГЕНЕРАТОРА СТАНЦІЇ КОРОННОГО РОЗРЯДУ ЗА ДОПОМОГОЮ КОМП'ЮТЕРНОЇ ПРОГРАМИ

В статті аналізуються проблеми та складнощі при розрахунку потужності генератора станції коронного розряду. Авторами розроблено базу даних полімерних матеріалів. За результатами авторського дослідження вперше створено комп'ютерну програму для розрахунку потужності генератора станції коронного розряду.

Ключові слова: *коронний розряд, станція коронного розряду, генератор.*

Постановка проблеми. На сьогодні однією з найважливіших проблем при створенні нових станцій коронного розряду є розрахунок потужності генератора. Для точного розрахунку потрібно враховувати шість змінних параметрів, які нелінійно взаємопов'язані один з одним:

- ширина оброблюваної плівки;
- швидкість протягування плівки;
- кількість сторін, що оброблюються;
- тип полімерної плівки;
- метод її обробки;
- тип фарби.

Тому «ручний» розрахунок дуже складний та тривалий. Отже, створення комп'ютерної програми є актуальною та важливою задачею.

Аналіз останніх джерел досліджень і публікацій. Після аналізу останніх публікацій можна відзначити монографію [1], де наводиться формула для розрахунку потужності генератора станції коронного розряду. Недоліком є відсутність математичного апарату для розрахунку потужності генератора станції коронного розряду.

Формулювання мети. Об'єктом дослідження є генератор станції коронного розряду. Предмет дослідження – розрахунок потужності генератора станції коронного розряду. **Метою дослідження** є створення комп'ютерної програми, яка дозволить підвищити швидкість розрахунку потужності генератора. Для досягнення поставленої мети вирішуються такі задачі:

- аналіз існуючих формул для розрахунку потужності генератора;
- розробка бази даних полімерних матеріалів;
- розробка комп'ютерної програми.

Основна частина. Полімери є хімічно інертними і непористими поверхнями з низьким поверхневим натягом, через що вони несприйнятливі до зв'язування з фарбами, нанесення друкарського чорнила, покриттів та адгезивних матеріалів [1]. Тож ці матеріали найчастіше піддаються поверхневій обробці коронним розрядом для поліпшення параметрів скріплення. Завданням обробки поверхні є підвищення поверхневого натягу полімерної плівки, тобто підвищення здатності приклеюватися до фарб, розчинників та адгезивних речовин. Пристрій для обробки полімерних плівок коронним розрядом називається «Система обробки коронним розрядом», або просто «Коронатор». Тривимірна модель пристрою зображена на рис. 1. Система коронного розряду складається з двох основних частин:

- генератор;
- установка для обробки.

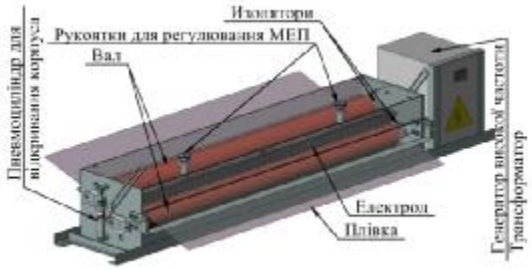

Рис. 1. Тривимірна модель станції коронного розряду

Принцип дії станції коронного розряду досить простий. Генератор перетворює промисловий змінний струм з частоти 50 Гц на 20 кГц і з напруги 380 В на 500 В. Далі струм змінює трансформатор з напруги 500 В на

20 кВ і подається на електрод. Вал, який вкритий силіконовою резиною, заземлений. При роботі станції коронного розряду наростаюча напруга іонізує повітря і створює коронний розряд в міжелектродному проміжку (рис. 2), при проходженні через який сила поверхневого натягу плівки зростає [2].

Рис. 2. Коронний розряд в міжелектродному проміжку

Вихідними даними для створення нової станції коронного розряду є:

- ширина оброблюваної плівки;
- швидкість протягування плівки;
- кількість сторін, що оброблюються;
- тип полімерної плівки;
- метод її обробки;
- тип фарби.

Потужність генератора станції коронного розряду обчислюється за формулою [3]:

$$P = W\left(\frac{Вт}{м^2 \cdot хв}\right) B(м) \cdot \upsilon(м/хв) \cdot n = Вт \quad (1)$$

де: P – потужність (Вт); W – щільність потужності (Вт/м^2/хв); B – ширина полотна (м); υ – швидкість руху полотна (м/хв); n – кількість сторін, що оброблюються.

Такі параметри, як ширина, швидкість руху полотна та кількість сторін є наочними та зрозумілими при розрахунку. Але з таким параметром, як щільність потужності виникають складнощі. Для якісного друку на полімерній плівці потрібно, щоб поверхнева енергія полімеру була такою самою або вищою, ніж сила поверхневого натягу фарби (рис. 3).

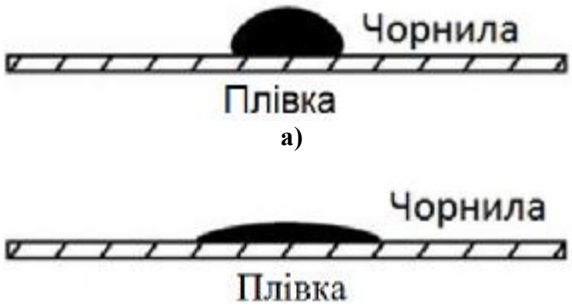

Рис. 3. Поверхнева енергія полімеру:
а) нижча за силу поверхневого натягу чорнил;
б) вища за силу поверхневого натягу чорнил

Значення поверхневого натягу чорнил або фарби вказане у технічних умовах, а полімерну плівку потрібно обробити коронним розрядом з певною щільністю потужності так, щоб значення її поверхневої енергії стало вищим за поверхневий натяг чорнил. Значення поверхневої енергії полімерної плівки, якого необхідно досягти для якісного друку, залежить від трьох основних параметрів.

Для систематизації параметрів автори розробили електронну базу даних [4], що зображена на рис. 4.

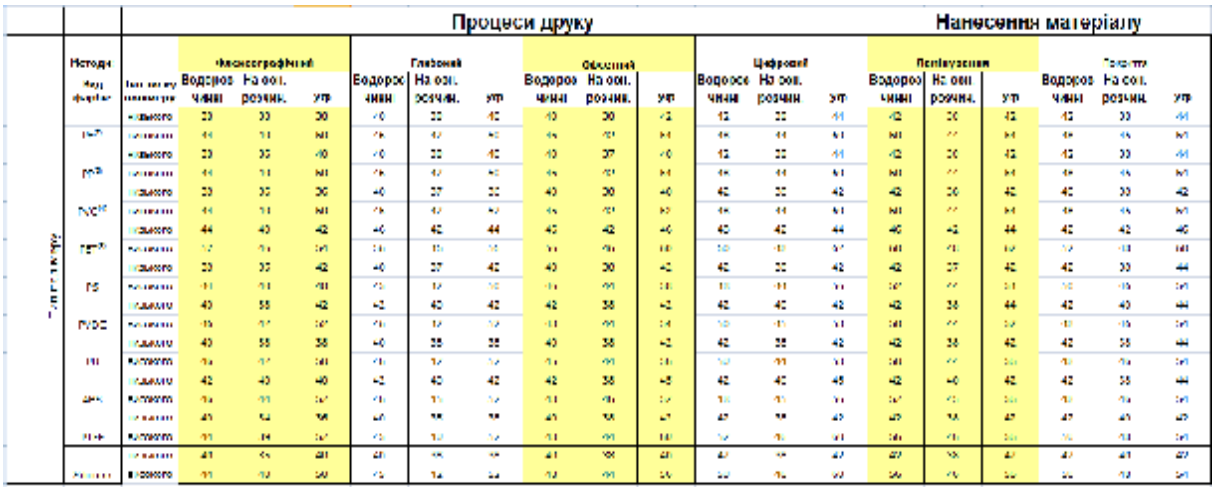

Рис. 4. Електронна база даних залежності значення поверхневої енергії полімерної плівки від типів плівки, фарби, методу нанесення фарби та типу обробки плівки

Всі методи обробки полімерної плівки розділяють на два процеси:

- процеси друку;
- процеси нанесення матеріалів.

У свою чергу, процеси друку поділяють на такі методи:

- флексографічний;
- глибокий;
- офсетний;
- цифровий.

У виробництві використовують три основні види фарб:

- водорозчинні;
- на основі розчинників;
- фарби, що твердіють під дією ультрафіолетових променів.

Отже, маючи вихідні дані процесу друкування комп'ютерна програма за допомогою бази даних визначає значення поверхневої енергії, якого потрібно досягти. Наприклад, потрібно на поліетилені низького тиску нанести водорозчинну фарбу методом флексографічного друку. Тоді для досягнення якісного друку потрібно, щоб значення поверхневої енергії після обробки коронним розрядом становило 38 мН/м.

Наступним етапом є визначення щільності потужності коронного розряду. Було розроблено графік залежності щільності потужності коронного розряду і поверхневої енергії полімерної плівки. Будь-якому матеріалу з бази даних відповідає одна з чотирьох кривих. Комп'ютерна програма автоматично визначає значення щільності потужності за графіком, що зображений на рис. 5, підставляючи значення поверхневої енергії з бази даних у відповідну криву.

Графік визначення щільності потужності.

Поліетилен PE (LDPE, HDPE):			
низького	гарячий	PE	Curve 1
середнього	гарячий	PE	- 2
високого	гарячий	PE	- 3
низького Slip	холодний	PE	Curve 2
середньої Slip	холодний	PE	- 3
високого Slip	холодний	PE	- 4
EMBOSSED PE		PE	- 2
POST TREAT PE (on paper or board)		PE	- 2
POLYPROPYLENE (copolymer)		PP	- 1
POLYPROPYLENE (homopolymer)		PP	- 3
ORIENTED POLYPROPYLENE		OPP	- 3
BIAXIAL ORIENTED POLYPROPYLENE		BOPP	- 4
POLYESTER (pure material)		PET	- 1
POLYESTER (with additives)		PET	- 3

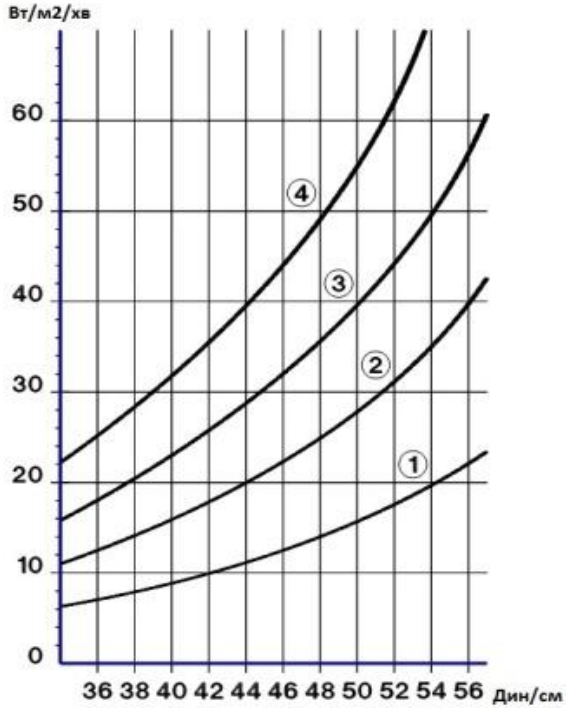

Рис. 5. Графік залежності щільності потужності від типу полімерної плівки та значення поверхневої енергії, якого потрібно досягти

Отже, тепер, маючи всі невідомі, комп'ютерна програма обчислює потужність генератора за формулою (1).

Загальний вигляд комп'ютерної програми зображено на рис. 6. При введенні вихідних даних (ширина плівки, швидкість протягування плівки, кількість сторін, що обробляються, тип полімерної плівки, процес обробки плівки, метод друкування та вид фарби) комп'ютерна програма автоматично розраховує потужність генератора станції коронного розряду.

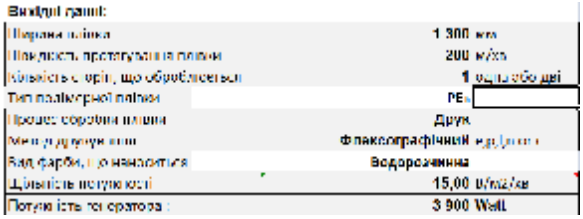

Рис. 6. Загальний вигляд комп'ютерної програми

Висновок. Створено нову комп'ютерну програму для розрахунку потужності генератора станції коронного розряду. Програма збільшує швидкість та спрощує розрахунки, а також дозволяє зберігати інформацію в окремому файлі.

Список літератури

1. Назаров В. Г. Поверхностная модификация полимеров / В. Г. Назаров. – М. : МГУП, 2008. – 474 с.
2. Токарев А. В. Коронный разряд и его применение / А. В. Токарев. – Бишкек : КРСУ, 2009. – 138 с.
3. Воздействие тлеющего низкочастотного разряда на пленки полиэтилентерефталата / А. И. Драчев, А. Б. Гильман, В. М. Пак, А. А. Кузнецов // Химия высоких энергий. – 2002. – Т. 36, №2.
4. Гуль В. Е. Структура и механические свойства полимеров : учеб. для хим.-технолог. вузов / В. Е. Гуль, В. Н. Кулезнев. – [4-е изд.] – М. : Лабиринт, 1997. – 367 с.

References

1. Nazarov, V. G. (2008) Surface modification of polymers. Moscow: MGUP, 474 p. [in Russian].
2. Tokarev, A. V. (2009) Corona discharge and its application. Bishkek, 138 p. [in Russian].
3. Drachyov, A. I., Gilman, A. B., Pak, V. M. and Kuznetsov, A. A. (2002) The impact of low-frequency glow discharge on polyethylene terephthalate films. *Khimiya vysokih energiy,* 36, No 2 [in Russian].
4. Gul, V. E. and Kuleznev, V. N. (1997) The structure and mechanical properties of polymers. 4th ed. Moscow: Labyrinth, 367 p. [in Russian].

Стаття надійшла до редакції 29.01.2014.

A. M. Kolesnik, *postgraduate,*
S. P. Polyakov, *Dr. Tech. Sc.*, *professor*,
Cherkasy State Technological University
Schevchenko blvd, 460, Cherkasy, 18006, Ukraine
atrisov@yandex.ru, kolesnik2003@mail.ru

THE CALCULATION OF GENERATOR POWER OF CORONA DISCHARGE STATION BY MEANS OF COMPUTER PROGRAM

Today one of the major problems when creating new corona discharge stations is to calculate generator power. For more accurate calculation one should take into account six variables which are nonlinearly interconnected with each other. Polymers are chemically inert and non-porous surfaces with low surface tension, because they are insusceptible to binding with paints, drawing printing ink, coatings and adhesive materials. Therefore, these materials are often subjected to corona discharge surface treatment to improve bonding parameters.

To systematize the variables developed by electronic database of polymeric materials a graph of power density corona discharge and surface energy of polymer film is developed. With initial data of printing process a computer program using a database determines the value of surface energy, which one wants to achieve, and automatically determines the value of power density.

So computer program calculates generator power of corona discharge station as follows:

$$P = W\left(\frac{W}{m^2 \cdot min}\right)B(m) \cdot \upsilon(m/min) \cdot n = \text{Вт}$$

where: P – power (W); W – power density (W/m^2· min), B – film width (m); υ – film velocity (m/min); n – a number of sides which are processed.

Key words: *corona discharge, corona discharge station, generator.*