

Д. Ю. Тижук
М. В. Філіпова

Аналіз параметрів системи автоматизованого контролю керування процесом виробництва кабельної продукції

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Важливим елементом більшості технічних систем є канали зв'язку, що містять лінії зв'язку, в яких зазвичай використовуються провідні кабелі: радіочастотні, коаксіальні та кабелі передачі даних. Їх виробництво є безперервним багатоопераційним процесом, що має всі властивості складної системи. Більшість компаній-виробників кабелю використовують програмовані логічні контролери зі звичайними контролерами для керування швидкістю лінії під час екструзії кабелю. Ці традиційні контролери мають труднощі з підтриманням постійної швидкості лінії, викликаючи дефекти поверхні на екструдованих кабелях і впливаючи на якість виготовлених кабелів. Щоб подолати ці проблеми, необхідно проаналізувати контрольовані параметри та встановити причини дефектів. Під час виробництва кабелю необхідно застосовувати контролер адаптивної нейросистеми нечіткого висновку для забезпечення постійної швидкості лінії під час процесу екструзії кабелю. Адаптивна нейросистема нечіткого висновку — це багаторівнева мережева комбінація алгоритмів навчання штучних нейронних мереж і систем нечіткого логічного висновку для відображення певних вхідних параметрів на виході. Вона використовує звичайний інтерфейс і здатність до навчання за рахунок штучних нейронних мереж для покращення знань систем. Найбільш використовуваною моделлю є модель Такагі-Сугено, оскільки вона ефективна з точки зору обчислень і добре працює з методами оптимізації та адаптації. В роботі було описано процес нанесення ізоляції на дріт методом екструзії, запропоновано систему керування швидкістю лінії. В результаті аналізу параметрів, які є визначальними для покращення якості виробництва кабелів було запропоновано систему керування швидкістю екструзії. Це дасть змогу в по-далшому реалізувати та змодельовати роботу контролера адаптивної нейросистеми нечіткого висновку, який буде розроблятися в подальшому. Після його розробки та моделювання буде виконано порівняння з із вже існуючими аналогами.

Ключові слова: слова: автоматизована система контролю, діагностика, екструзія, електричний кабель, кабель зв'язку.

Вступ

Важливим елементом більшості технічних систем є канали зв'язку, що містять лінії зв'язку, в яких, зазвичай, використовуються провідні кабелі: радіочастотні, коаксіальні та кабелі передачі даних. Їх виробництво є безперервним багатоопераційним процесом, що має всі властивості складної системи. Виготовлення провідних кабелів зв'язку з необхідними експлуатаційними характеристиками неможливе без автоматизації всіх операцій технологічного процесу його виробництва, стабілізації технологічних режимів і оптимізації систем управління технологічними процесами.

Основним етапом технологічного процесу виготовлення провідних кабелів зв'язку є операція ізолювання струмопровідної жили полімерним покриттям, що здійснюється на екструзійних лініях. На операції накладання полімерної ізоляції значною мірою формуються найважливіші параметри провідних кабелів зв'язку (параметри передачі та параметри впливу), що визначають надалі якість готового кабелю як лінії зв'язку. Ці параметри в кінцевому підсумку і визначають застосовність виготовленого кабелю в тому чи іншому частотному діапазоні сигналів, що передаються.

Результати дослідження

Технологічний процес ізолювання струмопровідної жили здійснюється на шнекових пресах екструзійних ліній. Температурне поле розплаву полімеру у вихідній зоні циліндра екструдера, а також температурне поле ізолюваної жили, що охолоджується у водяних ваннах, суттєво змінюються в осьовому та радіальному напрямках. Так, температура

розплавленого полімеру, накладеного на мідний провідник, на виході з кабельної головки має величину порядку 160°C , а на виході з водяних ванн охолоджуючих перед намотуванням на приймальний барабан температура твердого полімеру не може перевищувати 50°C .

Успішно вирішити задачу автоматичного управління технологічним процесом накладання ізоляції на екструзійній лінії при виготовленні провідних кабелів зв'язку можна тільки з урахуванням просторової розподіленості керованих величин та керуючих впливів. Необхідно розглядати процес, що автоматизується, як об'єкт управління з розподіленими параметрами і створити алгоритм управління об'єктом за допомогою системи розподіленого управління.

Нехтування контролем фізичних властивостей керованого процесу призведе або до суттєвих помилок при розробці системи автоматичного управління процесом накладання кабельної ізоляції.

У процесах виробництва електричних кабелів першою стадією є волочіння дроту. Волочіння дроту зменшує товщину вихідного дроту на певну величину. Наступним етапом є процес відпалу, під час якого дроти проходять термічну обробку для подальшого підвищення їх провідності. Після відпалу дроти можна склеювати разом для формування багатожильного провідника, попередньо нагрітого та покритого ізоляційними матеріалами, такими як полівінілхлорид (ПВХ), поліетилен (ПЕ) і зшитий поліетилен (ЗШП). Стадія покриття досягається за допомогою процесу, який називається екструзією. Екструзія є важливою частиною виробничого процесу, оскільки вона захищає провідник від механічних пошкоджень, екологічної небезпеки та зменшує втрати міді в кабелях. Після екструзії ізольовані дроти охолоджуються під час проходження через охолоджувальний жолоб і контролюються вимірювальним приладом для перевірки відповідності діаметра ізольованого кабелю та іскровим тестером для виявлення дефектів у покритті. Нарешті, кабелі розрізають на стандартні відрізки, упаковують у кабельні котушки та надають клієнтам. Функціональна схема процесу виробництва електричного кабелю із зображенням екструзійної лінії показана на рис. 1.

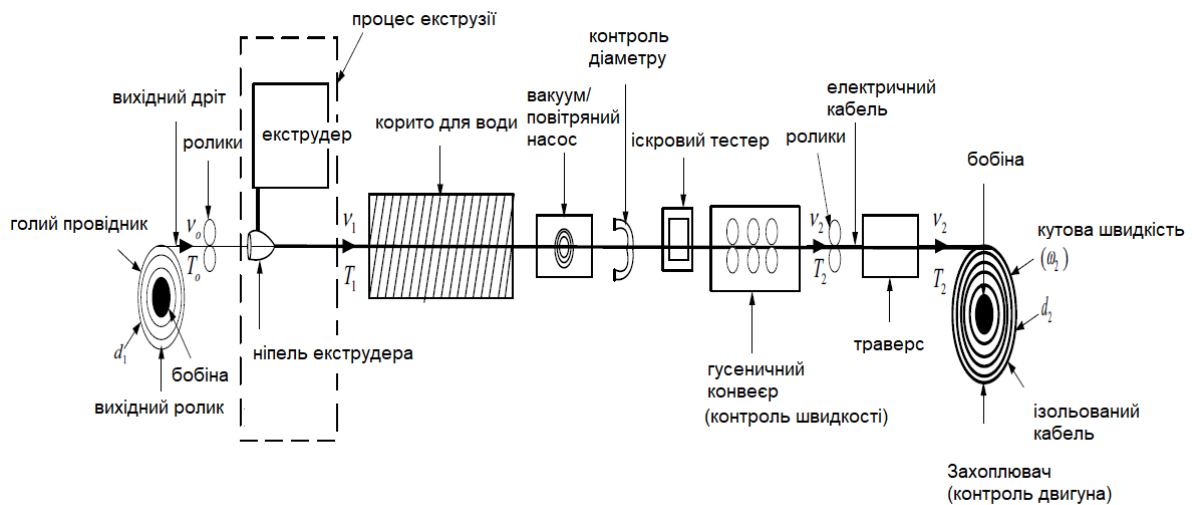


Рис. 1. Функціональна схема лінії екструзії електричного кабелю

Параметрами, які контролюються є натяг дроту та швидкість роликів на вхідній та вихідній бобінах, процес екструзії (температура та подача дроту, розплавленого полімеру), контроль температурних режимів в різних зонах сопла, процес охолодження дроту, контроль цілісності ізоляції, тестування на пробій. Визначальними параметрами в цьому процесі є температура екструзії, швидкість та натяг дроту. Ці параметри необхідно регулювати з врахуванням один одного. Для ефективного регулювання такого процесу найчастіше застосовують пропорційно-інтегрально-диференціальний закон регулювання (ПІД), метод скінченних елементів, прогностичний ПІД, ПІД нечіткого налаштування намотування, тощо [1-5].

Для керування процесом екструзії ми пропонуємо застосувати контролер адаптивної нейросистеми нечіткого висновку для забезпечення постійної швидкості лінії під час процесу екструзії кабелю. Дослідження показали, що він легко впроваджується в багатьох складних програмах, а також може обробляти величезні дані та знаходити найкраще рішення в найкоротші терміни. Методи штучного інтелекту мають широке застосування в системах управління. При використанні класичних контролерів через перерегулювання та великий час встановлення їх продуктивність стає менш ефективною. Однак інтелектуальні контролери, включаючи контролери нечіткої логіки і адаптивної нейросистеми нечіткого висновку, використовуються для досягнення високої продуктивності.

Контролер нечіткої логіки — це інтелектуальна техніка, яка забезпечує засоби для роботи з нелінійними функціями за допомогою мови та принципів мислення, подібних до того, як люди вирішують проблеми. Причина їх розробки полягала в тому, що попередні контролери потребували математичних моделей процесів, яким необхідно керувати. Неточні математичні моделі впливатимуть на продуктивність контролера здебільшого для нелінійних і складних задач керування. Контролер нечіткої логіки не потребує математичних моделей або експертних знань.

Адаптивна нейросистема нечіткого висновку — це багаторівнева мережева комбінація алгоритмів навчання штучних нейромереж і систем нечіткого логічного висновку для відображення певних вхідних параметрів на виході. Вона використовує звичайний інтерфейс і здатність до навчання за рахунок штучних нейромереж для покращення знань систем. Найбільш використовуваною моделлю є модель Такагі-Сугено, оскільки вона ефективна з точки зору обчислень і добре працює з методами оптимізації та адаптації [6].

Для контролю швидкості екструзійної лінії необхідно контролювати та синхронізувати швидкості на вході та виході екструдера, а також на виході перед кінцевим намотуванням. Для цього використовуються двигун постійного струму, що приводить в дію плату, яка поступово розмотує дріт на екструзійній лінії для покриття ізоляційними матеріалами, двигун постійного струму для приводу відведення, який витягує покритий дріт з екструзійної лінії, трифазний серводвигун змінного струму і трифазний асинхронний серводвигун для приводу втягування, яке намотує дріт або кабель з покриттям на бобіни. Структурна схема системи керування, для якої буде розроблятися контролер адаптивної нейросистеми приведено на рис. 2.

Обидві моделі приводів відведення та приймання складаються з опорної швидкості як заданої швидкості, біполярного транзистора з ізольованим затвором (IGBT) як схеми перетворювача, який регулює напругу живлення, що подається на відповідні двигуни. Модель також складається з блоку схеми керування, що містить головний контролер і генератор імпульсів, які генерують необхідний імпульс затвора для IGBT для регулювання напруги, що подається на відповідні двигуни на малюнку 4. Еталонна швидкість, що використовується для різних контролерів, становить 63 м/хв для кабелю діаметром 25 мм².

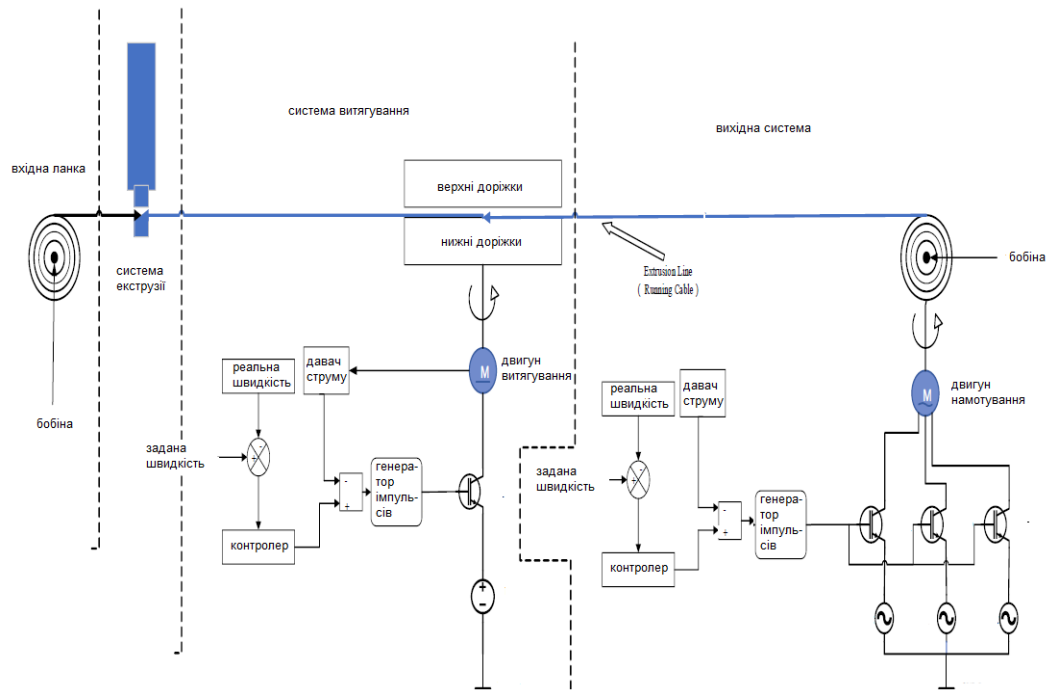


Рис. 2. Пропонована реалізація системи керування швидкістю екструзії

Висновки

В результаті аналізу параметрів, які є визначальними для покращення якості виробництва кабелів було запропоновано систему керування швидкістю екструзії. Це дасть змогу в подальшому реалізувати та змоделювати роботу контролера адаптивної нейросистеми нечіткого висновку, який буде розроблятися в подальшому. Після його розробки та моделювання буде виконано порівняння з із вже існуючими аналогами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] M. Thirumarimurugan, S. Subramanian, M. Ramasubramanian. Performance evaluation of extrusion process. Journal of Applied Science Research. vol. 12, 2016. p. 65-70.
- [2] S. Subramanian, M. Thirumarimurugan. Performance enhancement of the extrusion process with smith predictor and AWPI. Asian Journal of Research in Social Sciences and Humanities. vol. 6, 2016. p. 485-489.
- [3] C. Mbaocha, N. Amaeze, P. Eze. Design of a plastic extrusion system controller. International Journal of Scientific and Engineering Research. vol. 7, 2016. p. 595-598.
- [4] M. Mayda. Barrel temperature control for quality of thermoplastic polymers in the extrusion process. Control and Systems Engineering. vol. 2, 2018. p. 1-6.
- [5] C. Belavy, G. Hulko, D. Sismisova, M. Kubiss. FEM based modeling and control of temperature field in extruder barrel. Proceedings of the 29th International Conference 2018 Cybernetics & Informatics (K&I), Lazy pod Makytou. Slovakia, 2018. p.1-6.
- [6] J. T. Dzib, E. J. Alejos-Moo, A. Bassam, M. Flota-Banuelo, M. A. Escalante-Soberanis, L. J. Ricalde, and M. J. López-Sánchez. Photovoltaic module temperature estimation: a comparison between artificial neural networks and adaptive neuro fuzzy inference systems models. International Symposium on Intelligent Computing Systems. vol.10, 2016. p.46-60, 2016.

Тижук Денис Юрійович — здобувач вищої освіти ступеня магістра, denys.tyzhuk@lutsk26.ukr.education;

Філіппова Марина В'ячеславівна — кандидат технічних наук, доцент кафедри виробництва приладів.

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

D. Y. Tyzhuk
M. V. Filippova

Analysis of the parameters of the automated control system for managing the cable production process

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

An important element of most technical systems are communication channels containing communication lines, in which conductive cables are usually used: radio frequency, coaxial and data transmission cables. Their production is a continuous multi-operational process that has all the properties of a complex system. Most cable companies use programmable logic controllers with conventional controllers to control line speed during cable extrusion. These traditional control rollers have difficulty maintaining a constant line speed, causing surface defects on the extruded cables and affecting the quality of the manufactured cables. To overcome these problems, it is necessary to analyze the controlled parameters and establish the causes of defects. During the production of the cable, it is necessary to apply the controller of the adaptive neural system of the fuzzy conclusion to ensure a constant speed of the line during the process of cable extrusion. An adaptive neuro-fuzzy inference system is a multi-level network combination of artificial neural network learning algorithms and fuzzy logic inference systems to map certain input parameters to the output. It uses a common interface and the ability to learn artificial neural networks to improve the knowledge of systems. The most used model is the Takagi-Sugeno model because it is computationally efficient and works well with optimization and adaptation methods. The work described the process of applying insulation to the wire by the extrusion method, and proposed a line speed control system. As a result of the analysis of parameters that are decisive for improving the quality of cable production, an extrusion speed control system was proposed. This will make it possible to further implement and simulate the work of the fuzzy inference adaptive neurosystem controller, which will be developed in the future. After its development and modeling, a comparison with existing analogues will be made.

Keywords: automated control system, diagnostics, extrusion, electric cable, communication cable.

Tyzhuk Denys — graduate of higher education, master's degree, denys.tyzhuk@lutsk26.ukr.education;

Filippova Maryna — Ph.D., Associate Professor of the Instrument Production Department.