

**МАХОВСЬКИЙ Д. С., магістрант; МИЛЕНЬКИЙ В. В., к.т.н., доц.; МІКУЛЬОНОК І. О., д.т.н., проф.**  
**Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»**

## **АВТОМАТИЗАЦІЯ ЧЕРВ'ЯЧНОЇ МАШИНИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ БОРТОВИХ КІЛЕЦЬ ПНЕВМАТИЧНИХ ШИН**

*Розроблено автоматизовану систему керування й захисту черв'ячної машини для виготовлення заготовок бортових кілець пневматичних шин під час робочого режиму й повторного пуску. Ефективність системи з ПІ-регулятором апробовано на ПАТ «Росава».*

**Ключові слова:** пневматична шина, металокорд, гумування, черв'ячна машина, пусковий період.

© Маховський Д. С., Миленький В. В., Мікульонок І. О., 2015.

**Постановка проблеми та аналіз попередніх досліджень.** Однією з проблем експлуатації гумопереробного технологічного обладнання, зокрема черв'ячних машин, є забезпечення його швидкого й безпечного з точки зору працездатності обладнання виходу на робочий режим після вимушеної зупинки (усунення поломки елементів обладнання, перехід на іншу партію гумової сировини тощо). Саме під час режиму «Повторний пуск» після зупинки заповненої гумовою сумішшю черв'ячної машини, можливий вихід неякісної або навіть бракованої продукції. І саме тому вкрай потрібною стає проблема розроблення відповідної системи керування черв'ячною машиною. При цьому, якщо питання початкового пуску черв'ячної машини, робочий канал якої вільний від гумової суміші, розглянуто достатньо [1–3], то забезпеченню ефективного режиму повторного пуску черв'ячної машини, робочий канал якої заповнений гумовою сумішшю, уваги майже не приділялося.

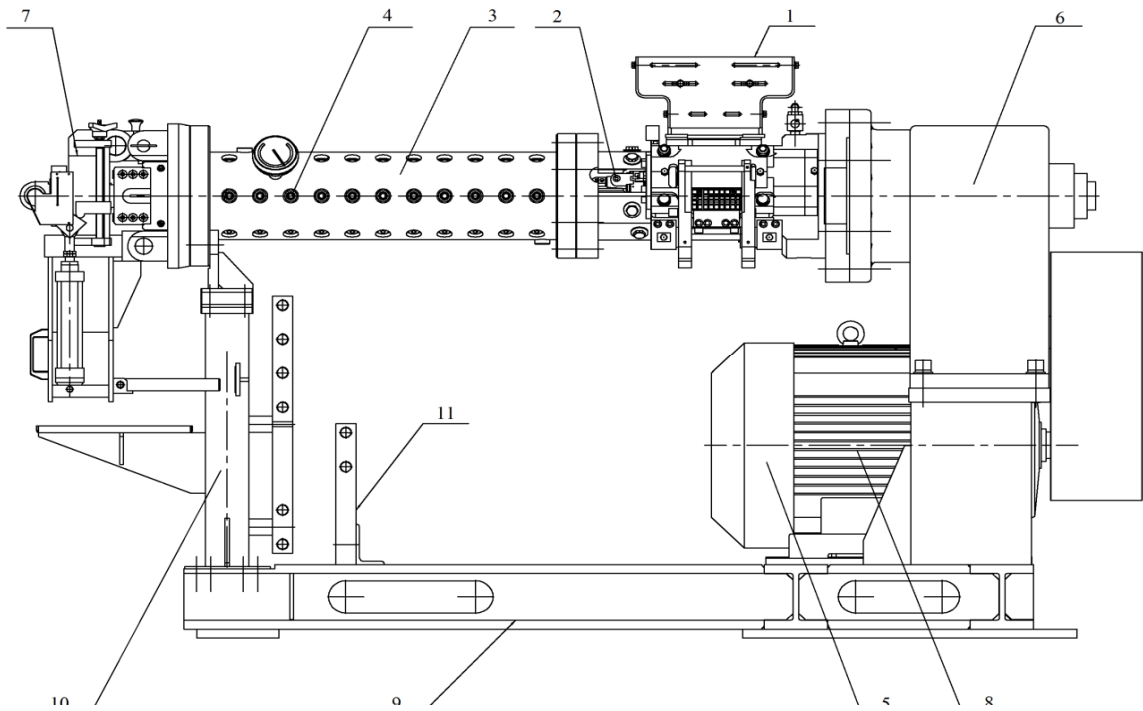
**Метою** статті є розробка ефективної системи керування й захисту черв'ячної машини для виготовлення заготовок бортових кілець пневматичних шин під час робочого режиму й повторного пуску.

**Виклад основного матеріалу.** Бортове кільце – це сталевий дріт, покритий бронзою для забезпечення хімічного зв'язку з гумою. Попередньо покритий гумою пучок (від 4 до 10 дротів) у декілька обертів (до 20) утворює прямокутне в поперечному перерізі бортове кільце. Кільця гексального поперечного перерізу утворюються з попередньо вкритих гумою і вкладених одиничних дротів.

Основною проблемою під час виробництва бортових кілець є нерівномірність покриття поверхні дротів гумовою сумішшю. Головною причиною цієї нерівномірності є змінна швидкість проходження дроту крізь головку екструдера, тоді як витрата гумової суміші залишається майже незмінною. Тому барабани відтягнення та екструдер працюють зі сталими швидкостями, причому їхнє відношення визначають так, щоб воно відповідало властивостям гумової суміші. Крім того, стрічку відбирають з компенсатора з такою швидкістю, що забезпечує її відмотування зі сталою швидкістю, і щоб компенсатор стрічки не був занадто великий.

Цикл навивки поділяють на три етапи: перехідний стан, коли рух стану навивки бортових кілець прискорюється, і ролики прискорено піднімаються; стан навивки, коли станд навивки бортових кілець працює зі сталою швидкістю, і ролики швидко і рівномірно піднімаються; перехідний стан, коли рух стану навивки сповільнюється до його повної зупинки, і відбувається викидання готового бортового кільця, причому ролики переміщуються рамою компенсатора вниз.

На ПАТ «Росава» для одночасного покриття гумою до 24 бортових дротів зі швидкістю до 150 м/хв. використовують екструзійний агрегат VA90, що є штифтовим безвідхідним екструдером із живленням холодною гумовою сумішшю (рис. 1).



1 – завантажувальна лійка; 2 – секція живлення; 3 – робочий циліндр; 4 – черв'як; 5 – двигун; 6 – редуктор;  
7 – екструзійні головки; 8 – змащувальний агрегат; 9 – рама; 10 – стійка; 11 – розподіл води

**Рис. 1 – Схема екструзійного агрегата VA90**

Задача керування в режимі нормальної експлуатації впливає з результатів аналізу конструкції екструдера як об'єкта автоматизації. Основним параметром, який впливає на якість вихідного матеріалу, є тиск суміші. Регулювання тиску під час роботи екструдера здійснюють регулюванням частоти обертання черв'яка залежно від сигналу датчика тиску (рис. 2). Також можна здійснювати регулювання тиску суміші відкриванням або перериванням випускного отвору, хоча в разі наперед заданої продуктивності екструдера такий вплив не є бажаним. Отвір відкривають і закривають, обертаючи вал, керований пневматичним циліндром і важелем.

Швидкість екструдера регулюють, порівнюючи заданий тиск суміші з виміряним (реальним). Якщо тиск в екструдера більше, ніж заданий, швидкість екструдера дорівнюватиме нулю. Чим менше тиск екструдера від заданого, тим більше швидкість обертання черв'яка екструдера (рис. 3). У разі зупинення заповненого гумовою сумішшю екструдера (наприклад з технічних причин) різниця між заданим і фактичним тиском швидко збільшується (через 1...2 хв. перевищує 20 %). Тому за повторного пуску виникає коливальний процес, що призводить до напливів гумової суміші на дротах на виході з головки екструдера та/чи спрацювання захисту. Емпіричним шляхом підібрано такі обмеження вихідного впливу (початкові коефіцієнти пропорційно-інтегрального закону регулювання), що дають змогу плавно підвищити тиск гумової суміші до заданого.

**Висновок.** Розроблено автоматизовану систему керування й захисту черв'ячної машини для виготовлення заготовок бортових кілець пневматичних шин під час робочого режиму й повторного пуску.

#### **Список використаної літератури**

1. *Машина одночервячная для переработки резиновых смесей типа МЧХ-160-Л-СБ: Паспорт. – 241361. – К. : Киевский завод «Большевик», 1978. – 100 с.*
2. *Экструзионный агрегат «VA 90» : техническое описание, руководство по обслуживанию и уходу D-5644-08. – Т. 2. – [Б. м. : б. и. : б. г.], 10 с.*
3. *Кольцеделательное оборудование для изготовления бортовых колец для легковых автомобилей «ЛИБЕПАЛ» мод. 610 : руководство по обслуживанию и уходу, 09/2008, код 610-10. – [Б. м. : б. и. : б. г.], 40 с.*

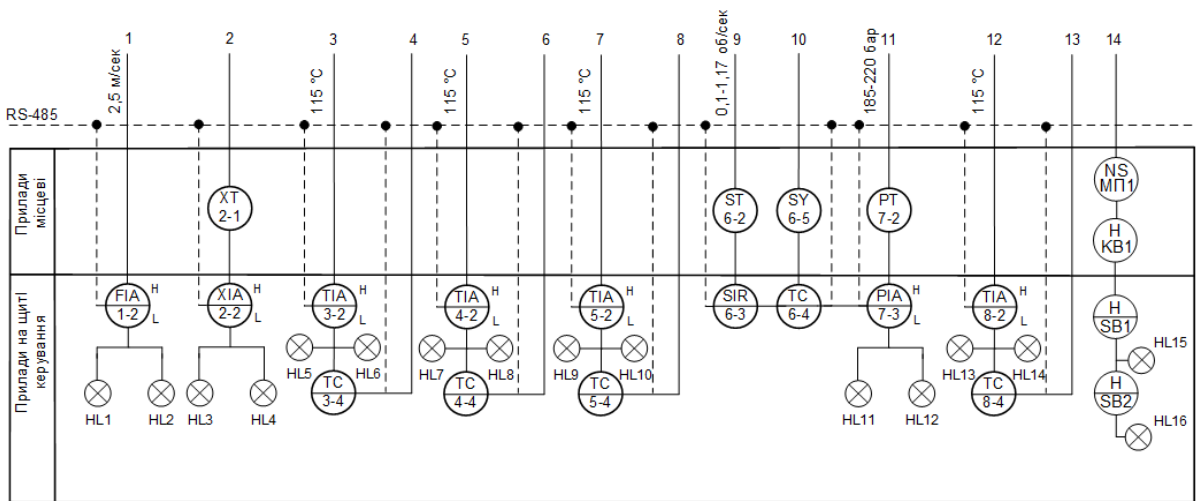


Рис. 2 – Функціональна схема автоматизації екструзійного агрегата VA90

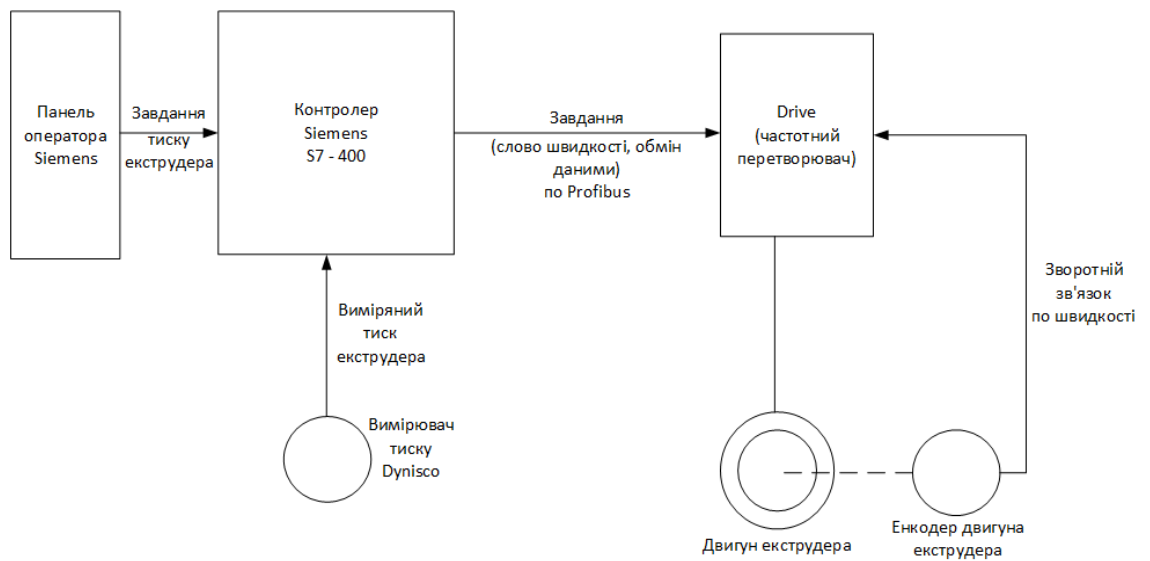


Рис. 3 – Схема регулювання швидкості екструзійного агрегата VA90