



УДК 677.076

## РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ТРУБ ДЛЯ ПНЕВОТРАНСПОРТУВАННЯ ГРАНУЛЬОВАНИХ ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН

Студ. Н.Р. Бицкало, гр. БПП-16  
Науковий керівник доц. Д.С. Новак  
Київський національний університет технологій та дизайну

**Мета і завдання.** Мета наукового дослідження – аналіз технологічного процесу та виготовлення труб для пневмотранспортування гранульованих вибухових речовин.

Завдання – проаналізувати процес вироблення труб для пневмотранспортування гранульованих вибухових речовин методом екструзії.

**Об'єкт та предмет дослідження.** Об'єктом дослідження є технологічний процес виготовлення труб для пневмотранспортування гранульованих вибухових речовин. Предмет дослідження: труби для пневмотранспортування гранульованих вибухових речовин одержані методом екструзії.

**Результати дослідження.** Для збільшення водостійкості та зручності в обігу вибухова речовина (ВР) повинна бути упакована в тверді пластмасові трубки, які завозять на кар'єр і заряджають шпури не доторкаючись до ВР. При цьому трубки мають бути оснащені опереним фіксатором, що дозволяє фіксувати їх між собою та в шпурах на необхідному рівні з урахуванням тріщинуватості блоку. Це дозволяє виробляти відбій блоку з мінімальним його пошкодженням. При виборі параметрів зарядів і, як слідство, геометрії їх полімерного каркасу необхідно чітко уявляти механізм руйнування масиву гірських порід під дією вибуху. Діаметр шпуру і тип ВР в ньому визначають потенційну енергію ВР, що виділяється при вибуху в даній точці масиву, і характеристику вибухового імпульсу. До вибухового складу для відбійки блочного каменя пред'являються наступні вимоги: безпека в обігу, водостійкість, швидкість детонації не вище 2000 м/с, невисока теплота вибуху, невеликий критичний діаметр детонації, надійна працездатність від штатних засобів ініціювання.

Велике значення для виконання всіх перелічених умов приділяється до полімерної оболонки К-труб. Полімерна оболонка К-труб зобов'язана зберігати цілісність та сухість розміщеного в її порожнині заряду ВР. Це може бути виконано у разі ретельного підбору полімерного матеріалу та способу його переробки в зазначений виріб. Поставлена задача ускладнюється тим, що температурний діапазон використання К-труб досить великий – від -30 до +50 °С. Крім того, обидва кінця К-труби мають бути герметично закриті, а зовнішній кінець оснащений фіксатором для з'єднання К-труб між собою, та для унеможливлення випадання із шпурів. Додатково полімерний матеріал має в повному обсязі окислюватися при значних температурах (при температурі вибуху) та не окислюватися при контакті з вибуховою речовиною, яка використовується для зарядів К-труб. Для виготовлення оболонки труб з полімерних матеріалів був за основу вибраний метод екструзії. Екструзійний метод дає можливість змінювати товщину, діаметр і довжину трубки. Можливе виготовлення труб різного діаметру та товщини стінок на одному і тому же екструдері міняючи формуючий інструмент. При виборі складу композиції були розглянуті, як можливі складові, поліетилен (ПЕ), поліаміди, полікарбонати та полістироли. Встановлено, що поліаміди, полікарбонати та полістироли мають значну температуру плавлення, а також недостатню еластичність для використання їх в оболонці К-труб. Крім того поліаміди, на відміну від поліетиленів, містять в своєму складі азот, що ускладнює їх вибухову деструкцію з повним окисленням, а полікарбонати та полістироли містять бензолні кільця, що також знижує швидкість їх окислення і деструкції та підвищує небезпеку для навколишнього середовища.



Велике значення при виготовленні циліндричної полімерної трубки для К-труб було приділено підбору екструзійної головки. Підбрана (та удосконалена) екструзійна головка містить корпус з виконаним в ньому циліндричним каналом, в якому встановлені шарнірно закріплені пластини з пристроями регулювання їх положення. Внутрішня частина формуючого каналу покрита еластичним термостійким матеріалом. Вищезазначене дозволяє стабілізувати тиск у передматричній зоні екструдера при зміні технологічних параметрів процесу в ході переробки різної вихідної полімерної сировини за рахунок автоматичної зміни прохідного перетину формуючого каналу. Випробування показали, що К-труби виготовлені з ПЕВТ 15803-020 методом екструзії являються дієздатними, надійно захищають заряд від вологого середовища, не порушують цілісності при транспортуванні, витримують попадання прямих сонячних променів. Для надання правильної форми внутрішнього діаметру трубки з ряду способів калібрування труб був вибраний спосіб охолоджуючого калібруючого дорна. Вибраний метод охолодження відформованої трубки – метод зрошувальних кілець. Даний метод має ряд переваг перед охолоджуючими ваннами: дозволяє охолодити труби різного діаметру; дає більш рівномірне охолодження плаву, що, у свою чергу, впливає на рівномірність структури по шарах полімеру і на коливання усадки; немає необхідності використовувати дорогу апаратуру для підтримки температури холодагента як у випадку охолоджуючих ванн. Рекомендовані режими екструзування ПЕВТ 15803-020, виходячи з результату досліджень, складають 150-155 °С в зонах екструдера, та 153-158 °С в екструзійній головці. Швидкість формування трубки має складати 1,8 м/хв. Далі, розрізані по необхідних розмірах трубки надходять на операцію формування днища трубки. Виготовлення днища здійснюється з гранульованого полімеру, необхідна кількість якого засипається в металевий стакан. Стакан нагрівається за допомогою електричного нагрівального пристрою. Регулювання температурі здійснюється за допомогою лабораторного трансформатора. Після приведення полімеру у в'язкий стан в стакан вставляється пластикова трубка, одягнута на спеціальний пуансон. Після витримки трубки не менш десяти секунд у такому положенні далі здійснюється пресування, після чого здійснюється охолодження стакану. Потім трубку з днищем знімають зі стакану та пуансону.

В імпорнтних аналогах на даній стадії обмежуються вальцюванням одного з кінців трубки, з наступним розміщенням усередині вальцьованих крайок пластмасової пробки, виготовленої методом лиття під тиском. Фіксуючу втулку (муфту) виготовляли із пластмасових трубок довжиною 8 см. Таку трубку одягають на спеціально виготовлену насадку. Далі трубку з насадкою опускають у гарячу воду для приведення трубки у еластичний стан і здійснюють виготовлення внутрішнього бортика на відстані 2,5 см від одного з кінців трубки. Після цього знімають трубку з насадки і розміщують біля зробленого бортика кружок з пластмаси. Далі робляться надрізи уздовж трубки для виготовлення гальмівних крилець. Після виготовлення необхідних інструментів було напрацьовано невелику кількість трубок з поліетиленів високого і низького тиску. Виготовлені дослідні зразки поліетиленових труб з внутрішнім діаметром 27 мм, товщиною стінки 1-1,5 мм, довжиною 450 мм зі стиковочними та фіксуючими елементами. Технологія дозволяє виготовляти труби будь-якої необхідної довжини. Крім того, стикувальні елементи дозволяють нарощувати труби для одержання потрібної довжини, а фіксуючі елементи дозволяють фіксувати труби в необхідному місці шпур у залежності від тріщинуватості гірничого масиву.

**Висновки.** Результати досліджень можуть бути використані для розробки та вдосконалення технології виготовлення труб для пневмотранспортування гранульованих вибухових речовин.

**Ключові слова:** полімерні труби, вибухова речовина, поліетилен.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Крысин Р. С. Современные взрывчатые вещества местного приготовления / Р. С. Крысин, В. Н. Домничев. – Днепропетровск: «Наука и образование», 1998. – 140 с.
2. Теория взрывчатых веществ / [ Сборник статей: под ред. К.К. Андреева и др.]. – М.: Оборонгиз, 1963. – 384 с.