



УДК 678.074.06

**Бахмат В.О., Хорольський М.С.**

ДП "Український науково-дослідний конструкторсько-технологічний інститут еластомерних матеріалів і виробів". Україна, Дніпропетровськ

## ДЕЯКІ ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ УЩІЛЬНЮВАЧІВ З АНТИФРИКЦІЙНИМ ПОКРИТТЯМ ДЛЯ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД

### 2. Розробка ущільнювачів для гідротехнічних споруд з антифрикційним покриттям робочої поверхні; проблема кріплення фторопластового шару до поверхні гумового виробу

#### *Анотація*

*Проведено дослідження з підвищення надійності кріплення антифрикційної фторопластової стрічки до гуми спеціальною обробкою їхніх поверхонь.*

#### *Abstract*

*Research is conducted from the increase of reliability of fastening ftors a layer of a layer to a surface of a rubber product.*

На поточний момент питання підвищення надійності і довговічності вузлів тертя гідротехнічних споруд набуває все більшого значення. Ця проблема вирішується як за рахунок створення нових конструкційних матеріалів, так і використання відомих полімерів і спеціальних добавок, які забезпечують отримання необхідного комплексу трибологічних, фізико-механічних та інших експлуатаційних характеристик. В результаті аналізу літературних даних встановлено наступне: при виборі матеріалів для пар тертя в першу чергу слід враховувати той факт, що зниження коефіцієнта тертя забезпечується, в

основному, шляхом зменшення адгезії пари полімер-метал. Для досягнення цієї мети використовують модифікацію поверхонь, що труться. Ефективним методом підготовки поверхні є її фторування, тому що воно сильно зменшує адгезію пари тертя без зміни об'ємних і конструкційних властивостей.

Із великої кількості полімерних матеріалів, які задовольняють економічні і експлуатаційні вимоги, тільки деякі полімери доцільно використовувати в якості антифрикційних матеріалів: термопласти, фторопласти, поліаміди, поліолефіни [1]. Відомо, що фторопласт характеризується досить низькими фрикційними властивостями. Його коефіцієнт тертя має значення нижче 0,1. Для більшості інших полімерів він знаходиться в межах 0,2–0,8.

В багатьох випадках успішно можуть конкурувати з фторопластом відносно нові полімери — поліаміди. Встановлено, що використання поліамідів ефективно в тонкошарових полімерних покриттях. Такі покриття можна отримувати з розчинів, суспензій, паст, аеродисперсій, розплавів. Великий вплив на властивості покриттів має товщина його шару. Близькою до оптимальної

вважається шар поліамідного покриття товщиною 0,3 мм. Зниження товщини супроводжується зниженням демпфіруючої здатності покриття. При товщині, яка перевищує оптимальне значення, коефіцієнт тертя зростає.

Основною перевагою антифрикційних матеріалів на основі термопластів є висока технологічність, низька вартість, хороші демпфіруючі властивості.

Поліетилен високого тиску, який наповнено оксидами свинцю й міді, має властивості подібно фторопласту в певних умовах тертя [2]. Однак, він не може використовуватись у високо навантажених вузлах тертя з причини досить низького значення температури розм'якшування (~100°C).

Літературні дані свідчать, що в антифрикційних вузлах тертя найбільшу перевагу за властивостями має фторопласт [3]. Унікальні властивості цих полімерів висунули їх в число провідних полімерних матеріалів.

Клас фторопластів містить різноманітні за властивостями продукти: жорсткі пластики, еластомери і еластопласти, нерозчинні і ненабрякаючі полімери, антикорозійні покриття. На поточний момент випускають більше ніж 20 видів і більше 40 марок фторполімерів [4].

Фторопласти являють собою полімери фторпохідних етилену. Вони в основному мають кристалічну структуру, що і визначає характерні особливості їх фізико-механічних властивостей.

Використання фторопласта як антифрикційного матеріалу обумовлено його перевагою з ряду чинників:

- низький коефіцієнт тертя і висока зносостійкість;
- зниження параметрів хвилеподібного руху при переміщенні з малою швидкістю;
- можливість використання деяких композицій в середовищах різних рідин і газів в широкому діапазоні температур (-250÷250°C);
- здатність до вирівнювання навантаження, зниження питомого тиску і величини зносу.

Фторопласти і композиції на їх основі широко використовують при виготовленні деталей машин, які працюють в умовах тертя. Фторопластові елементи можуть працювати в механізмах без використання спеціального змащувального середовища, що визначає перспективність їх використання в техніці.

На основі викладеного представляє інтерес дослідити можливість використання фторопластового покриття для зниження коефіцієнта тертя в реальному вузлі з гумовими ущільнювачами. Однак, вузьким місцем при реалізації цього проекту може стати проблема кріплення фторопластового шару до поверхні гумового виробу.

Відомо, що хімічно інертні полімери, такі як поліетилен і фторопласт, відносяться до матеріалів, які важко склеюються. Склеювання фторопласта з поверхнею матеріалу можливе тільки після попередньої спеціальної обробки їхніх поверхонь. Найпростішим способом підготовки поверхонь таких матеріалів для склеювання є дублювання їх зі склотканиною, або скловолокном. Цей процес можна виконувати в пресах чи на каландрах при визначеній температурі. Для покращення здатності до склеювання деталей із фторопласта-4 в зону з'єднання вводять наповнювачі – оксид заліза, кварцову муку, порошки металів.

Один із методів підготовки поверхонь полімерів передбачає їх обробку натрій-нафталіновим або натрій-антраценовим комплексами, дисперсією натрію в рідкому аміаку, чи розплавленим ацетатом калію.

Ефективна також обробка поверхонь поліетиленових, фторопластових і поліетилентерефталатних плівок коронарним розрядом у високо-частотному пристрої при частоті струму 20 кГц. При цьому на адгезійну міцність впливає напруга струму при обробці і відстань між електродами. З підвищенням напруги ефективність обробки покращується тим сильніше, чим ближче розташовані електроди. Склеювання поверхонь слід виконувати безпосередньо після обробки їх коронарним розрядом. Виконання цієї операції через деякий час потребує повторної активації поверхонь при не дуже високій напрузі.

Обробка поверхонь пучком електронів або УФ-випромінюванням дозволяє суттєво підвищити адгезійні властивості поліетилену і фторопласта. При УФ-опроміненні поліетилену тривалість обробки складає 8–10 хв. Електронний вплив на фторопласт проводять протягом 30 хв. тиском 6,7 Па.

Адгезійна міцність деяких інертних матеріалів (поліетилен і пентапласт) може бути підвищена також при металізації поверхні, а також введенням до складу цих матеріалів сполук, що містять одночасно епоксидні і інші кисневмісні групи. При цьому стійкість поліетилену до термокисневої деструкції не погіршується.

Вибір типу обробки має базуватися на експлуатаційних властивостях виробів з модифікованими поверхнями. Так, в умовах штучного тропічного клімату з інтенсивним УФ-випромінюванням із дослідженого ряду полімерів кращу стійкість показали фторопластові плівки, поверхня яких оброблена ацетатом натрію чи тліючим розрядом.

На поточний момент в гідротехнічних спорудах найбільш вузьким місцем є затвори елементів, які також широко використовують в аналогічних вузлах об'єктів енергетики, меліорації,



комунального і водного господарств, судноремонту. Герметичність контуру таких затворів в гідротехнічних спорудах досягається установкою спеціальних гумових ущільнювачів. Існуючий ущільнювач гідрозатвору представляє собою довгомірний профільний виріб складного перерізу, колоподібна частина якого плавно з'єднується з прямокутною полицею, що призначена для фіксації виробу в місці його установки. Механічна міцність ущільнювача забезпечується міцністю гуми або внутрішнім армуванням по всьому контуру виробу кордною тканиною, яка служить основним силовим елементом цієї конструкції. Тканинний шар сприймає основну навантаження при експлуатації ущільнювача, забезпечує необхідну його жорсткість, підвищує витривалість при багатократних згинаннях. Захист тканинного шару від дії зовнішніх факторів забезпечується гумовою обкладкою з матеріалу, який характеризується високим рівнем показників пружно-міцнісних властивостей.

Принцип роботи ущільнювача затвору полягає в тому, що його сферична частина "ковзає" по металевій контактній поверхні при дії притискуючого зусилля в десятки тонн на квадратний метр. Такі жорсткі умови роботи приводять до руйнування ущільнювачів.

Причини їхніх руйнувань можна пояснити основними принципами теорії тертя для полімерних матеріалів в вискоеластичному стані. Основними недоліками еластомерних матеріалів є наявність високого коефіцієнта тертя і суттєвого рівня адгезії до контактуючих металевих поверхонь. При цьому в умовах дії великого зовнішнього тиску спостерігається не тільки заповнення еластомерним матеріалом поверхневих мікронерівностей, а і взаємодія зовнішнього шару поверхні гумового ущільнювача з металевою поверхнею. Рівень цієї взаємодії зростає з підвищенням тривалості нерухомого контакту, що приводить до підвищення початкової сили зсуву при відносному переміщенні ущільнювача в робочому вузлі.

Аналіз літературних даних показує, що ущільнювачі, які мають в своєму складі армуючі елементи, виготовляють формовим способом, комбінованим (спочатку виготовляється неформовий профіль з наступним приклеюванням антиадгезійного шару), або на спеціальному обладнанні.

Аналіз умов роботи еластомерних ущільнювачів затворів гідротехнічних споруд показав, що існуючий гумовий або гумотканинний виріб

характеризується рядом недоліків. Основними з них є обмежена швидкість ковзання і високий коефіцієнт тертя, який зростає з підвищенням тривалості нерухомого контакту. Ці фактори суттєво знижують надійність і роботоздатність вказаних ГТВ і, відповідно, роботу вузлів в цілому.

За результатами літературних даних і патентних матеріалів встановлено, що найбільш оптимальним рішенням цієї проблеми є створення конструкції ущільнювача з поверхневим шаром із антифрикційного матеріалу. У зв'язку з викладеним роботі зі створення ущільнювача з антифрикційним покриттям (УАП) рекомендується виконувати в наступних напрямках:

- розроблення конструкції ущільнювача з антифрикційним покриттям, який буде поєднувати високі міцнісні, противібраційні, антифрикційні, зносостійкі властивості з коефіцієнтом сухого тертя по сталевій поверхні при навантаженні не вище 0.15 од;

- розроблення і відпрацювання технології виготовлення ущільнювачів з антифрикційним покриттям і необхідного оснащення для її впровадження;

- дослідження для підтвердження роботоздатності УАП;

- розроблення нормативно-технічної документації на новий тип ГТВ.

Виконання цієї науково-дослідної і конструкторсько-технологічної роботи зі створення і впровадження у виробництво нового типу гумового технічного виробу дозволить вирішити питання забезпечення будівництва нових та реконструкції існуючих гідротехнічних споруд України вітчизняними конкурентноспроможними ГТВ. Опанування виробництва УАП значно підвищить експортну складову національної гумотехнічної продукції.

#### Література

1. Панин Ю.А., Малкевич С.Г., Дунаевская У.С. Фторопласты. — Л. Химия, 1978.

2. Тризно В.Л., Бугоркова Н.А., Бляхман Е.М. и др. Свойства и применение защитных покрытий на основе фторлонов и фторлоно-эпоксидных композиций. — Л.: ЛДНТП, 1975. — 21 с.

3. Погосян А.К. Трение и износ наполненных полимерных материалов. — М.: Наука, 1977. — 77 с.

4. Каталог "Фторопласты". — Черкассы: НИИТЭХИМ, 1983. — 210 с.