

термін. У звичайних умовах міцність порід навколо виробки з плином часу знижується до 60-70% від початкової;

4. більш висока механічна міцність набризкбетона дозволяє в 2 рази зменшити товщину кріплення (порівняно з бетонною, будується за допомогою опалубки). Це, в свою чергу знижує жорсткість конструкції, а отже, покращує працездатність кріплення за рахунок кращого використання пружного опору порід, на 30-50 % скорочується вартість кріплення;
5. високий рівень механізації кріплення забезпечує збільшення продуктивності праці кріпильника в 2-3 рази. Механізований набризк суміші дозволяє з однаковим ступенем труднощі зводити як дрібні, так і масивні конструкції кріплення з набризкбетона;
6. можливість швидко і просто пристосовуватися до мінливих умов проходки шляхом зміни товщини покриття, його механічної міцності і застосування підсилюючих елементів (анкерів, арматурної сітки, металевих арок);
7. набризкбетонне кріплення знижує аеродинамічний опір виробки;

Однак воно має також ряд недоліків:

1. при набризкуванні 20-30 % компонентів суміші втрачається в результаті відскоку. Величина відскоку залежить від гранулометричного складу наповнювачів, технологічного режиму набризку, ефективності різних добавок і термінів схоплювання. При оптимальному поєднанні згаданих чинників втрати від відскоку становлять не більше 10 %;
2. використання вихідної сухої суміші обумовлює велику запиленість рудникового повітря, що вимагає застосування засобів індивідуального захисту людей, що перебувають у вибої при веденні набризкбетонних робіт;
3. при проектуванні набризк-бетону пред'являються підвищені вимоги до складових компонентів і приготування бетонної суміші, різним добавкам, до фракційного складу інертних заповнювачів [3].

Розглянувши технологію зведення, недоліки і переваги та умови в яких можна застосовувати набризкбетонне кріплення, ми можемо прийти до висновку, що воно вимагає вдосконалення з точки зору механізації основних процесів.

#### Література:

1. Гелескул М.Н. Технический прогресс в области крепления горных выработок на угольных шахтах. Шахтное строительство, 1976, №5.
2. Воронин В.С. Набрызгбетонная крепь. М.,Недра, 1980.
3. Заславский Ю.З, Быков А.В., Компонец В.Ф. Набрызгбетонная крепь, М.,Недра, 1986

#### УДК 621.83

### **ЧОТИРИЛАНКОВИЙ КУЛАЧКОВИЙ МЕХАНІЗМ ЗІ ЗМІННИМ ЗАКОНОМ РУХУ ШТОВХАЧА**

Проскуріна Я.А. (Індустріальний інститут ДВНЗ ДонНТУ),  
науковий керівник – Бабенко М.О.

*У статті розглянуто область застосування, переваги та недоліки кулачкових механізмів. У якості приклада удосконалення таких механізмів наведено конструкцію та принцип дії чотириланкового кулачкового механізму зі змінним законом руху штовхача.*

*Ключові слова:* кулачковий механізм, кулачок, штовхач, ролик, закон руху.

Кулачковим називається триланковий механізм з вищою кінематичною парою, вхідною ланкою якого є кулачок, а вихідною – штовхач (або коромисло). Такі механізми призначені для перетворення обертального або поступального руху кулачка в зворотно-обертальний або зворотно-поступальний рух штовхача. При цьому в механізмі з двома рухомими ланками можна реалізувати перетворення руху по складному закону. Застосування кулачковий механізмів дає можливість отримати практично

будь-який закон руху вихідної ланки, в тому числі, з тимчасовими зупинками останньої при безперервному русі кулачка.

Кулачкові механізми можна розділити на дві групи. Механізми першої групи забезпечують переміщення штовхача по заданому закону руху. Механізми другої групи забезпечують тільки задане максимальне переміщення вихідної ланки – хід штовхача. При цьому закон, за яким здійснюється це переміщення, обирається з набору типових законів руху в залежності від умов експлуатації та технології виготовлення [1].

Переваги кулачкових механізмів:

- можливість відтворення практично будь-якого закону руху штовхача;
- простота пристрою і зручність технічного обслуговування;
- малі габарити при складних законах руху.

Недоліки:

- великий питомий тиск в точці контакту кулачка з штовхачем, що може призвести до викришування матеріалів (пітінг);
- необхідність забезпечення замикання вищої пари; складність виготовлення кулачка [2].

Важливою перевагою кулачкових механізмів є можливість забезпечення точних вистоявань вихідної ланки. Завдяки такій перевазі кулачкові механізми отримали широке застосування в найпростіших пристроях циклової автоматики і в механічних лічильно-обчислювальних пристроях (арифмометри, календарні механізми). У машинах-автоматах із жорсткими зв'язками кулачкові механізми здійснюють «жорстке» програмування виробничого процесу. В машинах-автоматах із електричними, гідравлічними та пневматичними зв'язками кулачкові механізми найчастіше виконують функцію керування. У найпростіших випадках вони вмикають та вимикають робочі органи машин-автоматів [3].

У якості прикладу розглянемо найпростіший плоский кулачковий механізм з двома роликами (рис. 1). Такий механізм використовується в технологічному обладнанні (пружинно- і шайбонавивальних верстатах, універсально згинальних і холодноштампувальних автоматах). У цьому механізмі ми бачимо дві рухомі ланки, дві кінематичні пари п'ятого класу і дві кінематичні пари четвертого класу, тобто  $n = 2$ ,  $p_5 = 2$  і  $p_4 = 2$ . Розгорнута формула Чебишева П. Л. буде мати вигляд:

$$W = 3n - 2p_5 - p_4, \quad (1)$$

де  $W$  – рухомість механізму,

$n$  – число рухомих ланок,

$p_5$  – число кінематичних пар V класу,

$p_4$  – число кінематичних пар IV класу.

При цьому рухомість механізму дорівнює нулю  $W=0$ , тобто механізм працює лише завдяки тому, що між кулачком та роликами по чергово присутній зазор. Недоліком такого механізму є неможливість регулювання кута і відстані між опорами проміжної ланки, а також неможливість регулювання закону руху штовхача [4–5].

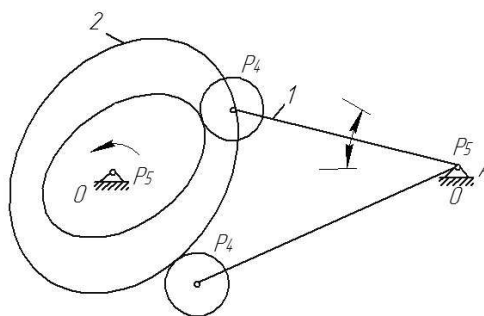


Рис. 1. Дводисковий кулачковий механізм

З метою вирішення цієї проблеми був запропонований чотириланковий кулачковий механізм зі змінною проміжною ланкою (рис. 2), що містить рухомі кулачок, штовхач, змінну проміжну ланку, а також стійку, при цьому опори змінної проміжної ланки виконані з можливістю їх відносного зміщення та фіксації за допомогою клеммових з'єднань.

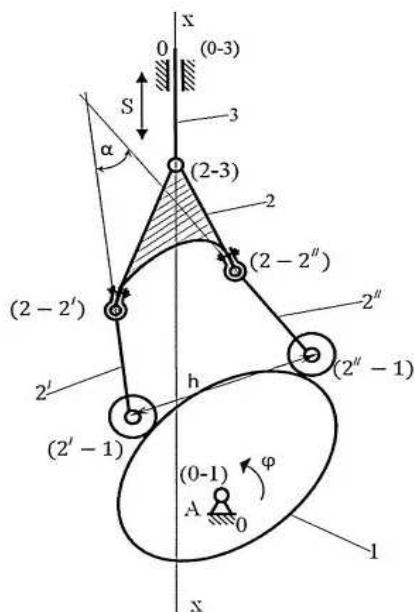


Рис. 2. Чотириланковий кулачковий механізм зі змінною проміжною ланкою

Механізм складається з кулачка 1, змінної проміжної ланки 2, штовхача 3 і стійки 0. Кулачок 1 утворює зі стійкою 0 обертальну кінематичну пару (0-1), штовхач 3 утворює зі стійкою 0 поступальну кінематичну пару (0-3), змінна проміжна ланка 2, що містить у своєму складі клеммове з'єднання еднання і з складовими елементами, входить зі штовхачем 3 у обертальну кінематичну пару (2-3) і з кулачком 1 – в дві вищі кінематичні пари (2' - 1) і (2'' - 1). Буквою А позначена точка, відносно якої здійснюється обертання кулачка, а саме: поворот кулачка на кут  $\varphi$ . Літерами хх позначена пряма, уздовж якої відбувається переміщення штовхача S,  $\alpha$  - регульований кут між опорами змінної проміжної ланки 2, h - регульована відстань між центрами роликів змінної проміжної ланки 2.

Працює чотириланковий кулачковий механізм зі змінною проміжною ланкою в такий спосіб. За допомогою клеммових з'єднань (2 - 2') і (2 - 2'') здійснюється регулювання і фіксація кута  $\alpha$  між опорами і відстані h між центрами роликів змінної проміжної ланки 2. При обертанні кулачка 1 щодо точки А, рух передається проміжній ланці 2 через вищі кінематичні пари (2' - 1) і (2'' - 1). Плоскопаралельна рухома проміжна ланка 2, в свою чергу, передає рух штовхачу 3, який в результаті отримує переміщення S уздовж осі хх [6,7].

Пропонований чотириланковий кулачковий механізм зі змінною проміжною ланкою відноситься до механізмів третього сімейства за Артоблевському І.І., тобто до плоских механізмів, рухливість яких визначається формулою (1).

У пропонованому механізмі  $n = 3$  (рухливі ланки 1, 2 і 3),  $p_5 = 3$  (кінематичні пари (0-1), (0-3) і (2-3)),  $p_4 = 2$  (кінематичні пари (2' - 1) і (2'' - 1)), і тоді за формулою (1) отримаємо

$$W = 3 \times 3 - 2 \times 3 - 2 = 1,$$

Звідки виходить, якщо задати ланці 1 рух, то всі інші ланки отримають цілком певні рухи, тобто наявність у такому механізмі клеммових з'єднань дозволяє досить простими засобами змінювати геометрію проміжної ланки і таким чином здійснювати регулювання закону руху штовхача.

#### Література:

1. Бурлака В.В Основи теорії механізмів і машин. Курс лекцій. / В.В. Бурлака, С.І. Кучеренко, Д.І. Мазоренко, Л.М. Тищенко. – Харків, 2009. – 340 с.
2. Левитський Н.І. Кулачкові механізми. – М.: Наука, 1964. – 281 с.
3. Кіницький Я.Т. Теорія механізмів і машин. К.: Наукова думка, 2001 – 660 с.
4. Попов Н.Н. Розрахунок і проектування кулачкових механізмів. 2-е вид., перероб. і доп. – М.: Машинобудування, 1980. – 214 с.
5. Решетов Л.Н. Кулачкові механізми. – М.: Машгіз, 1953. – 427 с.

6. Патент № 2456491. Чотириланковий кулачковий механізм / Двірників К. Т., Єрмолаєва М.Ю. - № 2010145405; Пріоритет 08.11.2010; опубл.20.07.2012, Бюл. № 20.
7. Суджаян А.А. Чотириланковий кулачковий механізм зі змінним законом руху штовхача // Наука і молодь: проблеми, пошуки, рішення. Праці всеросійської наукової конференції студентів, аспірантів і молодих вчених. – Новокузнецьк: Вид. центр Сібігу. – 2013. – С. 184-186. 1

## УДК 519. 677

### МІСЦЕ ПРИКЛАДНОЇ МЕХАНІКИ В ІНЖЕНЕРНІЙ ОСВІТІ В ІСТОРИЧНОМУ КОНТЕКСТІ

Проскурова В.С. (Індустріальний інститут ДВНЗ ДонНТУ)  
науковий керівник – Бабенко М. О.

*У статті розглянуто історичний розвиток прикладної механіки та її роль у формуванні нових технічних дисциплін та вузів. Висвітлено приклад застосування знань з прикладної механіки при розрахунках гірничої техніки з визначення натягу електроталі і реакції шарніра, за допомогою рівняння статичної рівноваги для плоскої системи.*

*Ключові слова: прикладна механіка, вчення про двигун, праця Л. Ейлера, науково – технічний прогрес.*

Прикладна механіка як наука про машини виникла наприкінці XVIII ст., коли розпочалося кількісне збільшення та якісне покращення машин. Впродовж XIX – XX ст. в даній науці було сформовано цілий ряд напрямів – кінематичний, динамічний, кінетостатичний аналіз механізмів машин, класифікація, структура і синтез механізмів, динаміка машин, вивчення тертя, вібрацій в машинах тощо.

Стан технічної освіти в Україні в XVIII ст. визначався рівнем викладання загальнотехнічних дисциплін, зокрема механіки та її прикладних аспектів у зазначених навчальних закладах. При вивченні машин в цей період головна увага приділялась підйомно-транспортним та гідравлічним машинам, для елементарного розрахунку яких було достатньо знання статички «простих машин». Тому саме статика «простих машин» складала не тільки основний зміст шкільної механіки, але й науку про машини в Україні у XVIII ст. Так, у Києво-Могилянській академії Ф. Прокопович першим в Україні (1707 – 1709) наводив приклади практичного застосування статички до розрахунку рівноваги та дії сил в “простих машинах», що використовувалися в будівельній, гірничій та інженерній практиці. У Львівському університеті А. Гільтенбранд викладав курс технології та сільськогосподарських наук на основі підручника «Перші основи механіки, необхідні в сільському господарстві» (1799), в якому розглядалася в основному специфіка «простих машин». У Харківському колегіумі та у створених при ньому додаткових класах особлива увага приділялась «інженерству, артилерії та геодезії», тобто практичним знанням, що включали елементи теорії «простих машин» [1]. Проте, знання про машини зосереджувалися на теорії «простих машин», а основоположні праці Л. Ейлера, Г. Монжа, Л. Карно залишалися поза увагою як іноземних, так і вітчизняних практиків.

Історія прикладної механіки першої половини XIX ст. – це фактично історія європейської прикладної механіки, оскільки її становлення і розвиток визначали в основному такі країни, як Франція, Англія, Німеччина, де на той час наука про машини мала вже загальноприйнятну схему, викладалася у вищих навчальних закладах, починала плідно працювати на науково-технічний прогрес.

У цьому процесі визначальну роль відіграли французькі вчені: А. Борнї ввів поняття прикладної механіки (1818), Г. Коріоліс та Ж. Понселе заклали основи динаміки машин (1829–1839), А. Ампер обґрунтував місце науки про рух в механіці машин і назвав її кінематикою (1834), А. Нав'є застосував механіку пружного тіла до розрахунку машин (1826), Ж. Крістіан розвинув ідею тричленного поділу машини (1822), Ф. Саварі, Т. Олів'є, М. Шаль розробили важливу складову науки про машини – кінематичну геометрію (1842–1850). В першій половині XIX ст. професор Кембріджського університету Р. Вілліс заклав (1841) основи кінематики механізмів: ввів поняття механізму, запропонував класифікацію останніх, яка стала загальноприйнятною і застосовувалася з