

температурному впливу довкілля і видовжуються (вкорочуються) при нагріванні (охолодженні). Для зменшення температурних деформацій балкові переходи влаштовують у вигляді П-подібних компенсаторів, більшість з опор яких є рухомими. Опори встановлюють на берегах і всередині ріки (болота, яру, сухого русла), тому важка підймальна техніка не може бути задіяна через відсутність під'їзних шляхів. Для проведення ремонтно-профілактичних робіт з виявлення й усунення корозії потрібно підняти трубопровід над опорою, а отже, слід використовувати легкі розбірні підймальні пристрої, що обслуговуються лише декількома робітниками.

Щоб виявити, а тим більше усунути плями корозії, потрібно підняти трубопровід над опорною плитою на деяку висоту (80 – 100 мм), зафіксувати його, розкрити хомути й витягнути сідловину. Особливістю піднімання трубопроводів великого діаметра над опорною плитою є значні зусилля, що виникають при цьому. Причин декілька. Перша – значна маса двох прольотів трубопроводу – 25 – 30 т.с. Друга причина – висока жорсткість трубопроводів великого діаметра. Сили жорсткості проявляються як при підніманні (згині) трубопроводу, так і при його відхиленні від горизонту в процесі будівництва. Трапляються випадки, коли різниця вертикальних відміток сусідніх опор становить 250 – 300 мм, що істотно розвантажує занижену опору, та на стільки ж перевантажує завищену. Враховуючи це, потрібна максимальна проектна вантажність підймального пристрою – 100 т.с.

Визначення напружено-деформованого стану трубопроводу при його одночасному навантаженні силами від дії тиску та температурного перепаду, а також згинального моменту від дії гравітації і піднімання трубопроводу над опорою здійснюється за відомими методиками і не є проблемою. Проблемою є визначення локальних напружень, які виникають у місцях контактної взаємодії роликів робочого органа підйомника з трубопроводом (оболонкою) і їхні значення можуть бути досить значними. Проблема ця полягає в тому, що сучасні CAD/CAE системи, які базуються на використанні методу скінченних елементів, не можуть досліджувати контактні задачі зі змінною площиною контакту. Такі задачі на сьогоднішній день можна розв'язати лише методами аналітичної механіки, однак з допомогою CAD/CAE системи можна провести дослідження на якісному рівні.

Проведені теоретичні та експериментальні дослідження показують, що локальні напруження в трубопроводі у місцях його контактної взаємодії з робочим органом підйомника можуть набувати небезпечних для міцності трубопроводу значень. Том, враховуючи високу небезпеку ремонтних робіт таких об'єктів, виникнення локальних напружень слід обов'язково враховувати в існуючих на сьогоднішній день методиках.

## РОЗРОБЛЕННЯ ГІДРАВЛІЧНОГО ПРИВОДУ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА З ПУСКОВИМ ПРИСТРОЄМ

### HYDRAULIC DRIVE OF BELT CONVEYOR WITH STARTING DEVICE DEVELOPING

Леонід Поліщук, Роман Коцюбівський, Віктор Керничний

Вінницький національний технічний університет,  
Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021, Україна.

*The analysis of existing methods of starting conveyor belts with electric reasonably use in hydraulic drive them from triggering device that allows rational mode of starting play in which reduced dynamic loads in the loop and the length of the launch. The results of theoretical studies designed drive from triggering device and correlation to determine the structural parameters of the experimental sample.*

Аналіз фізичної картини поширення пружних деформацій у стрічці під час пуску конвеєра, яка контактує з ролюкооперами, дозволив встановити характер зміни колового зусилля на привідному барабані. Доведено, що в кінці фази зрушення  $t_{зр}$  виникає зниження колового зусилля на барабані, що може призвести до інтенсивних коливань тягового органа, а також до збільшення тривалості пуску. Для запобігання цим небажаним процесам, з метою компенсації зазначеного зниження колового зусилля, в електричних приводах конвеєрів застосовують різні способи пуску, основними недоліками яких є великі пускові струми, моменти зрушення, що викликають термічні перевантаження обмотки двигуна, великі діючі зусилля в стрічці, порівняно із зовнішнім навантаженням, які спричиняють часткове чи повне пробуксовування барабана і навіть обрив стрічки.

Для запобігання цим небажаним процесам рекомендовано використати спосіб пуску зі зміною колової сили на привідному барабані за заданим законом залежно від фази пуску, реалізація якого за допомогою електроприводу є надто складною задачею. Перспективним є застосування розробленої конструкції гідравлічного приводу з пусковим пристроєм, який дозволяє змінювати параметри руху на привідному барабані.

Гідравлічний мотор-барабан містить корпус барабана, в який вбудовано привід, виконаний у вигляді окремого гідромотора (в конструкції передбачено можливість встановлення другого гідромотора паралельно існуючому), та передавального механізму, що складається з ведучого, проміжних та коронного зубчастих коліс. Корпус барабана встановлено на осі, виконаний з двох півосей. Для підведення і відведення робочої рідини від гідромотора всередині півосей виконано осьові канали, які, за допомогою радіальних каналів і трубопроводів, з'єднані з робочою камерою гідромотора. На відведенні напірного трубопроводу встановлено пристрій керування режимом пуску. Робота пристрою полягає у спрацьовуванні кулькового клапана від тиску  $p_1$ , який вище номінального  $p_n$ , та утриманні цього тиску визначений час (від завершення фази зрушення  $t_{зр}$  до завершення фази пуску  $t_n$ ), після чого клапан пристрою різко знижує цей тиск до номінального  $p_n$  і підтримує його впродовж роботи приводу. Такий режим роботи забезпечує східчастий поршень пристрою керування, штовхач якого взаємодіє з кульковим клапаном, а східчаста поверхня змінює об'єм порожнини, яка з'єднана через регульований дросель з трубопроводом, під'єднаним до робочої камери гідромотора.

Для розробленої конструкції пускового пристрою приводу, з метою встановлення оптимальних конструктивних співвідношень його параметрів, складено математичну модель. Робота пристрою описується системою диференціальних рівнянь, яка містить рівняння балансу витрат рідини, що поступає в робочі порожнини пристрою керування, а також рівняння руху східчастого поршня. Враховується умова набору тиску до величини тиску відкриття кулькового затвора й умова досягнення рівноваги східчастого поршня після переміщення кулькового затвора на величину, що визначає номінальний тиск, який встановлюється в гідросистемі приводу. Отримані теоретичні залежності дозволяють встановити вплив конструктивних параметрів пускового пристрою на різні фази пуску гідроприводу і здійснити їх вибір для виготовлення експериментального зразка.

## ВПЛИВ ШВИДКОСТІ ОБЕРТАННЯ НА КОЛИВАННЯ ТА СТІЙКІСТЬ СТИСНУТИХ ВАЛІВ

### INFLUENCE OF THE VELOCITY OF ROTATION ON THE OSCILLATIONS AND FIRMNESS OF THE COMPRESSED BILLOWS

Петро Пукач

Національний університет «Львівська політехніка»,  
вул. С. Бандери, 12, м. Львів, 79013, Україна.

*Methodology of research of bend nonlinear vibrations of unidimensional resilient environments, that pivot with a permanent angulator, is expounded. Methodology is based on the construction of solution of corresponding boundary problems. A base for a receipt last combination to principle of single-frequency of the vibrations in nonlinear systems with the up-diffused parameters, conception of wave motion and asymptotic methods of nonlinear mechanics.*

Різні аспекти нелінійних коливальних процесів пружних систем ґрунтовно розглядалися багатьма авторами. Однак таке важливе прикладне питання, як вплив швидкості поздовжнього чи обертального руху на динаміку процесу, у них не знайшло належного висвітлення. Йдеться, в першу чергу, про згинні чи крутильні коливання бурильних колон, валів та ін. Деформації, зумовлені обертанням вказаних тіл, можуть призвести не тільки до зміни кількісних характеристик коливного процесу, але й впливають на його стійкість. З огляду на сказане, дослідження впливу швидкості обертання та деформації гнучких елементів на коливання останніх є актуальною інженерною задачею. Розроблено загальний підхід, який дає можливість дослідити вплив кутової швидкості обертання, нелінійно пружних характеристик середовищ на їхні згинні коливання.

Методика базується на поєднанні принципу одночастотності коливань у нелінійних системах з розподіленими параметрами, концепції хвильового руху та асимптотичних методів нелінійної