

Розробка та дослідження характеристик насосів перистальтичного Принципу дії для транспортування пінобетонних розчинів

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розроблено класифікацію перистальтичних насосів за конструктивними особливостями. Встановлено, що найпоширенішими у світовій практиці були насоси, в яких робочий орган використовує еластичний трубопровід. Проведено аналітичні дослідження робочого процесу перистальтичного насоса, під час якого були розроблені принципи розрахунку основних параметрів насоса. На основі патенту на корисну модель (№ 71301 U Україна, МПК8 B65G 53/30) був розроблений та виготовлений повномасштабний зразок перистальтичного насоса, що використовує еластичний трубопровід, який періодично стискається внаслідок дії імпульсу іншої рідини в якій зовнішній змінний тиск генерується. Завдяки періодичному стисканню еластичного трубопроводу в ньому відбувається всмоктування та впорскування технологічної рідини - пінобетону та транспортування його до робочої зони. Проведено експериментальні дослідження характеристик перистальтичних конструкцій насосів у різних режимах роботи. За результатами яких встановлено, що результати вимірювань подачі насоса добре узгоджуються з теоретичними даними.

Ключові слова: перистальтичний насос; еластичний трубопровід; гідроімпульсний привід; пінобетон

The classification of peristaltic pumps by design features is developed. It is established that the most widespread in the world practice have been pumps, in which the working body uses an elastic pipeline. Analytical studies of the workflow of the peristaltic pump were carried out, during which the principles of calculating the basic parameters of the pump were developed. Based on the utility model patent (No. 71301 U Ukraine, MPK8 B65G 53/30), a full-scale sample of a peristaltic pump was developed and manufactured using an elastic pipeline which is periodically compressed due to the impulse action of another fluid in which external variable pressure is generated. Due to periodic squeezing of the elastic pipeline in it is the suction and injection of process fluid - foam concrete and transport it to the working area. Experimental studies of the characteristics of peristaltic pump structures in different operating modes have been carried out. According to the results of which it is established that the measurement results of the pump supply are in good agreement with the theoretical data.

Key words: peristaltic pump; elastic pipeline; hydraulic impulsive drive; foam concrete

Вступ

Існує велике різноманіття конструкцій насосів, однак незважаючи на це є ряд речовин, перекачування яких традиційними засобами в ряді випадків неефективне, тому що пов'язане з додатковими витратами та різного роду складнощами. До таких речовин відносяться високов'язкі, абразивовмісні, хімічно активні, газонасичені, токсичні, летючі, радіоактивні, а також такі, що містять велику кількість твердої фази, волокнистих включень тощо.

Для вирішення подібних завдань у багатьох країнах світу починають набувати все більшого поширення перистальтичні насоси, які, за даними першоджерел, являють собою один із типів сучасних насосів, який досить швидко розвивається. Дані насоси відрізняються простотою і мають цілий ряд переваг, що дозволяють застосовувати їх для перекачування практично будь-яких речовин. При цьому вони повністю герметичні, що особливо важливо, з огляду на постійно зростаючі міжнародні екологічні стандарти.

Широкому поширенню перистальтичних насосів в різних галузях промисловості заважає низький ресурс їх робочого органу. При цьому більшість сучасних перистальтичних насосів виготовляються по одній конструктивній схемі, що накладає обмеження на їхню подальшу модернізацію. Методом збільшення надійності перистальтичного насоса є застосування принципово нової конструктивної схеми його виконання, а також вибір оптимального режиму його експлуатації, при яких будуть забезпечені максимально сприятливі умови навантаження його робочого органу.

Створення перистальтичного насоса підвищеної надійності та розширених функціональних можливостей може сприяти його широкому поширенню в будівельній галузі для вирішення широкого спектра завдань, зокрема, для транспортування різноманітних будівельних розчинів, наприклад, пінобетону.

Результати досліджень

До складу насоса (див. Рисунок) входять: ємності 5, 6 з еластичним роздільником внутрішнього об'єму 2, трубопроводи для підведення 7 і відведення 10 транспортованої рідини та трубопровід для підведення робочої рідини 14, автоматичний клапан управління 15, який з'єднаний з привідною гідросистемою 12, що приводиться в дію електродвигуном 13, автоматичний клапан управління 15 налаштований на періодичне перекриття зв'язку трубопроводу для підведення робочої рідини 14 і з'єднання його зі зливом, причому, автоматичний клапан управління 15 сполучений з ємностями 5, 6, які утворені корпусом 1 спільно з фланцями 3, 4, а також роздільником внутрішнього об'єму 2, окрім того, трубопровід 7 для підведення транспортованої рідини – технологічного будівельного розчину, наприклад, пінобетону, який подається з резервуара 9, містить всмоктувальний клапан 8, а трубопровід для відведення 10 містить нагнітальний клапан 11.

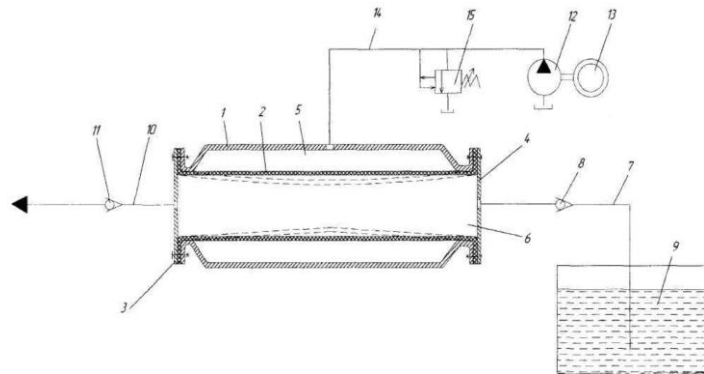


Рисунок. – Перистальтичний насос (Патент на корисну модель № 71301 U Україна)

Перистальтичний насос працює так. При включенні привідної гідросистеми 12, що приводиться в дію електродвигуном 13, робоча рідина під заданим тиском по трубопроводу 14 надходить в ємність 5, яка утворена корпусом 1 спільно з фланцями 3, 4, а також роздільником внутрішнього об'єму – еластичним трубопроводом 2, в результаті цього відбувається стиснення об'єму транспортованої рідини, наприклад, пінобетону, який знаходиться всередині роздільника внутрішнього об'єму – еластичному трубопроводі 2. Під дією зростаючого зовнішнього тиску в ємності 5 розчин із ємності 6 через нагнітальний клапан 11 по трубопроводу 10 подається до споживача. В привідній гідросистемі тиск робочої рідини падає до зливного, відбувається випрямлення ємності 6 і подальше падіння тиску нижче 10 атмосферного, в результаті цього технологічний розчин всмоктується через всмоктувальний клапан 8 трубопроводу 7 з приймального резервуара 9. При цьому тиск робочої рідини падає до зливного і робоча рідина видаляється на злив. Надалі тиск робочої рідини знову зростає і цикл повторюється в автоматичному режимі. Частоту ходів перистальтичного насоса можна змінювати налаштуванням продуктивності привідного насоса 12, а тиск в напірному 15 трубопроводі, який подає технологічний будівельний розчин, регулюється зміною величини тиску спрацювання клапана управління 15, що встановлений у привідній гідросистемі.

Розроблено математичні моделі та алгоритми розрахунку, які призначені для динамічного аналізу робочого процесу перистальтичного насоса при подачі різноманітних будівельних сумішей, зокрема, пінобетону. В результаті моделювання робочого процесу подачі будівельних сумішей запропонованим перистальтичним насосом визначені умови виходу роботи насоса на сталий режим з оцінкою впливу щільності та в'язкості перекачуваної будівельної суміші на максимальні тиски в системі та на споживану потужність.

В результаті обробки експериментальних даних отримано графічні залежності функцій, що досліджувались від вищевказаних параметрів. Це дозволило встановити діапазони раціональних параметрів робочого процесу транспортування бетонних сумішей запропонованим перистальтичним насосом. Розбіжність між результатами експериментальних та теоретичних досліджень не перевищує 12–16%.

Висновки

1. Розроблено класифікацію перистальтичних насосів за конструктивними ознаками та системами приводів. Встановлено, що найбільшого поширення в світовій практиці отримали перильстатичні насоси, в яких як робочий орган застосовуються еластичні трубопроводи. На підставі проведеного аналітичного дослідження відомих конструктивних рішень подібних насосів розроблено нове конструктивне рішення перильстатичного насоса для транспортування пінобетону з гідроімпульсним приводом (Патент на корисну модель № 71301 U Україна).

2. Проведено аналітичні дослідження роботи запропонованого перистальтичного насоса, в ході яких розроблені принципи розрахунку його основних параметрів і характеристик.

3. На основі патенту розроблений і виготовлений натурний зразок установки перистальтичного насоса та проведені експериментальні дослідження його характеристик, які співставлені із теоретичними результатами. Розбіжність між результатами експериментальних та теоретичних досліджень не перевищує 12–16%. Обрані найбільш раціональні робочі режими, які забезпечують оптимальні значення коефіцієнта корисної дії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Емельянова И. А. Перспективы использования универсального шлангового бетононасоса с гидравлическим приводом при восстановлении и возведении зданий и сооружений из монолитного железобетона / И. А. Емельянова И.А., Д. О. Чайка. Научный вестник строительства. Харьков:ХНУБА, 2017. Т.88. №2. С. 165–170.

2. Патент на корисну модель № 71301 U Україна, МПК8 В65G 53/30. Перистальтичний насос / Коц І.В., Бадьора Н.П.; заявник та власник патенту Вінницький національний технічний університет - u201115338; заявл. 26.12.2011; опубл. 10.07.2012. – Бюл. №13.

3. Коц І. В. Особливості розрахунку гідропривідного мембранного насосу при перекачуванні високов'язких середовищ / І. В. Коц, В. В. Петрусь В.В., Н. П. Бадьора // Науково-технічний збірник «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві». – 2011, № 2. – С. 72–76.

4. Коц І. В. Насоси з гідравлічним приводом для перекачування високов'язких, агресивних та абразивовмісних середовищ / І.В. Коц, В.В. Петрусь // Вінниця, 2012. – 196 с.

5. Михеев А.Ю., Султанов Б.З. Механический коэффициент полезного действия перистальтического шлангового насоса // Реализации государственных образовательных стандартов при подготовке инженеров-механиков: Проблемы и перспективы: Материалы II Всерос. учеб. науч. метод. конф. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2003. – С. 155–158.

Коц Іван Васильович – к.т.н., професор кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, Email: ivkots@i.ua.

Kots Ivan V. – Ph.D. (Engineering), Professor of Department of Engineering systems in Construction, Vinnytsia National Technical University, Email: ivkots@i.ua.