

622.6
B68

МЕХАНІКА ДВОФАЗНИХ ПОТОКІВ
У ЧОТИРЬОХ ТОМАХ

ТОМ
4

О.І. Волошин, С.М. Пономаренко

МЕХАНІКА ДВОФАЗНИХ ПОТОКІВ

у пневмотранспортних
системах ежекторного
типу

НАЦІОНАЛЬНА
АКАДЕМІЯ НАУК
УКРАЇНИ

•

ІНСТИТУТ ГЕОТЕХНІЧНОЇ
МЕХАНІКИ ім. М. С. ПОЛЯКОВА
НАН УКРАЇНИ

МЕХАНІКА ДВОФАЗНИХ ПОТОКІВ

У ЧОТИРЬОХ ТОМАХ

За редакцією
члена-кореспондента НАН України
О. І. ВОЛОШИНА

КИЇВ 2020

ТОМ 4

О.І. ВОЛОШИН, С. М. ПОНОМАРЕНКО

**МЕХАНІКА
ДВОФАЗНИХ
ПОТОКІВ
У ПНЕВМОТРАНСПОРТНИХ
СИСТЕМАХ
ЕЖЕКТОРНОГО ТИПУ**

НАУКОВА ДУМКА

УДК 622.648.6:621.867.8:621.694.2

Механіка двофазних потоків: У чотирьох томах / За ред. О. І. Волошина. — Т. 4. О. І. Волошин, С. М. Пономаренко. Механіка двофазних потоків у пневмотранспортних системах ежекторного типу. — Київ: Наукова думка, 2020. — 168 с. ISBN 978-966-00-1752-8

У четвертому томі наведено результати теоретичних та експериментальних досліджень механіки руху аеросуміші в трубопровідних пневмотранспортних системах ежекторного типу. Викладено специфічні особливості ежекторних пристроїв, які використовуються в системах пневмотранспорту, та розглянуто питання енергетичних спроможностей різних конструктивних форм ежекторів. Побудовано та проаналізовано математичну модель віброаеродинамічного способу завантаження сипкого матеріалу в пневмотранспортну систему з кільцевим ежектором. Досліджено механіку транспортування сипких матеріалів по трубопроводу в полі дії віброаеродинамічних сил з урахуванням ежекування атмосферного повітря. Розглянуто методи розрахунків технологічних та конструктивних параметрів вібропневмотранспортного обладнання з кільцевим ежектором.

Для інженерів і конструкторів, які займаються проектуванням і розробленням трубопровідних пневматичних систем широкого профілю, що транспортують сипкий матеріал, а також для студентів вишів за спеціальностями «Транспортні системи», «Промисловий транспорт», «Механіка рідини, газу та плазми», «Піднімально-транспортні машини», «Гірничі машини».

In a fourth volume the results of theoretical and experimental studies of mechanics of motion of air mixture in the pipeline pneumatic transport ejector type systems are shown. Exposition of specific features of the ejector type devices which are used in the systems of pneumatic transport is given, and the questions of power possibilities of different constructive forms of ejectors are considered. The mathematical model of vibro-aerodynamic method of load of friable material in the pneumatic transport system with annular ejector is elaborated and analyzed. Transportation mechanics of friable materials inside a pipeline in the field of action of vibro-aerodynamic forces taking into account atmospheric air ejection is studied. The methods of calculations of technological and constructive parameters of vibropneumatic transport equipment with annular ejector are given.

For engineers and constructor the design and development of pneumatic the pipeline systems a wide profile for transport bulk material engaged as well as for students in the field of «Transport systems», «Industrial transport», «Mechanics of liquid, gas and plasma», «Lifting-transport machines», «Mining machines».

Рецензенти :

доктор технічних наук, професор С. О. Кириченко,
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» МОН України,
доктор технічних наук, професор Б. О. Блюсс,
Інститут геотехнічної механіки ім. М. С. Полякова НАН України

*Затверджено до друку вченою радою Інституту геотехнічної механіки
ім. М. С. Полякова НАН України (протокол № 15 від 16.09.2019 р.)*

**Видання здійснено за кошти Цільової комплексної програми
«Створення та розвиток науково-видавничого комплексу НАН України»**

Науково-видавничий відділ фізико-математичної та технічної літератури

Редактор *В. В. Вероцька*

ISBN 978-966-00-1673-6 (т. 1-4)
ISBN 978-966-00-1752-8 (т. 4)

© О. І. Волошин, С. М. Пономаренко, 2020
© НВП «Видавництво “Наукова думка”
НАН України», дизайн, 2020

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА ДО ЧЕТВЕРТОГО ТОМУ.....	7
ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1 СПЕЦИФІКА РУХУ АЕРОСУМІШІ В ТРУБОПРОВІДНИХ СИСТЕМАХ ПНЕВМОТРАНСПОРТУ	15
1.1. Пневмотранспорт сипких матеріалів. Загальні положення	15
1.2. Характеристики руху аеросуміші в горизонтальному трубопроводі	21
1.3. Ежекторні пристрої в пневмотранспортних системах	27
1.4. Розвиток пневмотранспортних систем ежекторного типу	33
РОЗДІЛ 2 ЗАКОНОМІРНОСТІ РУХУ АЕРОСУМІШІ В ЕЖЕКТОРНИХ ПРИСТРОЯХ ПНЕМОРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ	42
2.1. Рівняння енергетичного балансу для зони змішування аеросуміші в кільцевому ежекторі пневмотранспортної установки.....	42
2.2. Втрати енергії під час взаємодії ежекувального та ежектованого потоків повітря	49
2.3. Особливості процесу ежекування в пневмотранспортних системах	54
2.4. Закономірності робочих характеристик кільцевого ежектора ПТС	59
2.5. Особливості режимів витоку стисненого повітря з кільцевого ежектора ПТС	65
РОЗДІЛ 3. ЗАКОНОМІРНОСТІ РУХУ АЕРОСУМІШІ НА ЗАВАНТАЖУВАЛЬНІЙ ДІЛЯНЦІ ПТС ЕЖЕКТОРНОГО ТИПУ	73
3.1. Механіка руху аеросуміші на завантажувальній ділянці ПТС з центральним ежектором.....	73
3.2. Механіка руху аеросуміші на завантажувальній ділянці ПТС з кільцевим ежектором	83
3.2.1. Математична модель руху аеросуміші на вібраційному лотку ПТС з кільцевим ежектором	84
3.2.2. Швидкість віброаеродинамічного завантаження сипкого матеріалу в ПТС з кільцевим ежектором.....	92
3.2.3. Вплив гранулометричного складу твердої фази аеросуміші на характеристики процесу вібропневмотранспортування	98
3.3. Особливості руху аеросуміші в ПТС з кільцевим ежектором та вібраційним завантажувальним лотком	101
РОЗДІЛ 4. МЕХАНІКА РУХУ ДВОФАЗНИХ ПОТОКІВ У ТРАНСПОРТНОМУ ТРУБОПРОВІДІ ПТС ЕЖЕКТОРНОГО ТИПУ	108
4.1. Закономірності руху аеросуміші в транспортному трубопроводі ПТС ежекторного типу	108
4.2. Оцінка сил опору руху аеросуміші в ПТС ежекторного типу.....	117

Зміст

4.3. Вплив розсіювання енергії повітряного потоку на витратні характеристики кільцевого ежектора ПТС	119
4.4. Вплив характеристик твердої фази аеросуміші на технологічні параметри ПТС з кільцевим ежектором	124
Р О З Д І Л 5. МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ВІБРОПНЕВМОТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ ЕЖЕКТОРНОГО ТИПУ	133
5.1. Параметри процесів завантаження та транспортування сипкого матеріалу в ВПМ з кільцевим ежектором.....	133
5.2. Конструктивні схеми та параметри соплового пристрою кільцевих ежекторів ПТС.....	139
5.3. Розрахунок конструктивних та технологічних параметрів транспортування сипких матеріалів ВПМ з кільцевим ежектором	145
ВИСНОВКИ	155
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	159
СПИСОК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ.....	163