

4. КАТАНОВ Б.А., ЛАТЫШЕНКО М.П. Гранулометрический состав буровой мелочи, полученной при бурении развием. Известия вузов. "Горный журнал", №2, 1971.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ СРАБАТЫВАНИЯ ИНЕРЦИОННОЙ МУФТЫ С ГИБКОЙ СВЯЗЬЮ

А.Н.Коршунов, Б.А.Лабковский, Е.М.Волчков, В.К.Чутов

В Кузбасском политехническом институте и институте "КузНИИшахтострой" разработаны инерционные муфты с гибкой связью (рис.1). Муфта состоит из дифференциала с водилом 1, закрепленном на ведущем валу, шкивов 2, закрепленных на ведомом валу. В подшипниках на водиле установлены валики, на которых закреплены сателлиты-шкивы 3. Каждая гибкая связь 4 охватывает шкив 2 и концами крепится к ободу шкива-сателлита. Число гибких связей равно числу шкивов на ведомом валу.

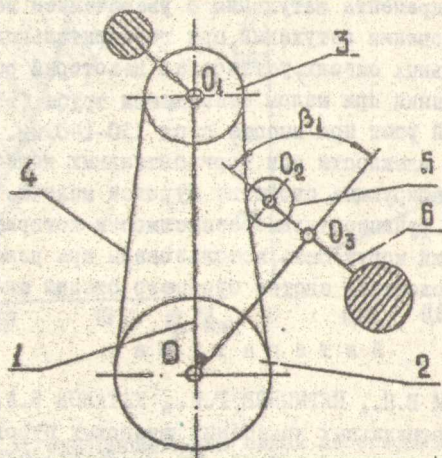


Рис.1. Схема непереворачивающейся муфты с гибкой связью.

Гибкие связи с внутренней стороны снабжены фрикционными обкладками. Натяжение гибкой связи осуществляется натяжными роликами 5, закрепленными на рычагах 6, способных вращаться в подшипниках,

установленных в цапках водила. Рычаги 6 и шкивы-сателлиты 3 неуравновешены относительно осей вращения.

В момент начала пуска двигателя центробежной силой, обусловленной вращением водила и действующей на неуравновешенный сателлит, можно пренебречь. В результате этого сцепление между шкивом 2 и гибкой связью оказывается малым и ведущий вал разгоняется при остающемся неподвижном ведомом валу. Следовательно, описываемая муфта обладает упругими свойствами. По мере увеличения скорости водила центробежная сила, действующая на сателлиты, увеличивается. Неуравновешенные шкивы-сателлиты стремятся под действием этой силы принять положение, характеризующее наибольшим удалением центра тяжести сателлита от оси вращения водила. Этому препятствует сила трения между гибкой связью и охватываемым ею шкивом, закрепленным на ведомом валу. Под действием этой силы трения и происходит разгон ведомого вала.

После того, как средняя скорость ведомого вала станет равной средней скорости ведущего вала, скольжение гибкой связи по шкиву, закрепленному на ведомом валу, прекратится. Но при этом муфта будет продолжать работать как квазиупругая со значительной податливостью.

В этом режиме работы увеличение нагрузки на ведомом валу будет сопровождаться поворотом сателлита в сторону приближения центра тяжести сателлита к оси вращения водила, а уменьшение нагрузки — удалением центра тяжести сателлита от оси вращения водила. Этим и объясняется "упругий" характер муфты.

При достижении критической величины нагрузки на ведомом валу гибкая связь начинает скользить по шкиву. Происходит срабатывание муфты. Следовательно, описываемая муфта работает и в качестве муфты предельного момента.

Важнейшей характеристикой муфты предельного момента является отбалансированность срабатывания. В муфтах с фрикционным контактом сбалансированность срабатывания определяется в основном чувствительностью момента срабатывания по отношению к коэффициенту трения в фрикционном контакте.

В обычных фрикционных муфтах момент срабатывания прямо пропорционален величине коэффициента трения. Известно, что величина последнего крайне неустойчива.

Исследуем чувствительность описанной муфты по отношению к

коэффициенту трения в контакте гибкой связи со шкивом.

Предположим, что натяжной ролик установлен в ведущей ветви. Очевидно, что положение ролика 5 относительно водила может быть охарактеризовано лишь одной координатой (например, углом поворота прямой  $\alpha_2 \alpha_3$ ). Но при заданной длине гибкой связи этот угол примет вполне определенное значение. Следовательно, в ведущей ветви гибкой связи будет все время поддерживаться постоянное натяжение  $T_1$ .

Натяжение  $T_2$  в ведомой ветви при буксовании определяется из основания закона Эйлера

$$T_2 = T_1 e^{-\mu\%}, \quad (1)$$

где  $\mu$  — коэффициент трения в контакте гибкой связи со шкивом;

$\%$  — угол обхвата гибкой связью шкива.

Момент на ведомом валу можно определить с помощью уравнения

$$M = ZR_1(T_1 - T_2) = ZR_1T_1(1 - e^{-\mu\%}), \quad (2)$$

где  $Z$  — число шкивов на ведомом валу;

$R_1$  — радиус шкива на ведомом валу.

Допустим, что  $\% = 9$ . Тогда изменение коэффициента трения от  $\mu = 0,3$  до  $\mu = 0,6$  (т.е. на 100%) приведет к изменению величины момента срабатывания от  $M = 0,809ZR_1T_1$  до  $M = 0,848ZR_1T_1$  (т.е. на 39,2%). Таким образом, вариация величины момента срабатывания в этом случае значительно меньше вариации величины коэффициента трения. Причем с увеличением угла обхвата  $\%$  увеличивается и стабильность момента срабатывания.

Однако при реверсе двигателя натяжной ролик располагается на ведомой ветви.

В этом случае постоянным оказывается натяжение в ведомой ветви  $T_2$  и величина момента срабатывания определяется уравнением

$$M_p = ZR_1T_2(e^{\mu\%} - 1). \quad (3)$$

Очевидно, что в этом случае величина момента срабатывания изменится в значительно большей мере, чем вызванное его изменение коэффициента трения.

В связи с этим в случае, если предполагается, что муфта и при реверсе должна работать в качестве муфты предельного момента, натяжные ролики рекомендуется устанавливать на обеих ветвях.

В этом случае геометрическая конфигурация системы при принятой длине гибкой связи определяется уже не одним, а двумя параметрами (углами поворота отрезков прямых  $O_2O_3$  и  $O_2'O_3'$  (рис.2). Таким образом, в муфте с двумя натяжными роликами, натяжения в обеих ветвях гибкой связи автоматически изменяются при изменении параметров системы.

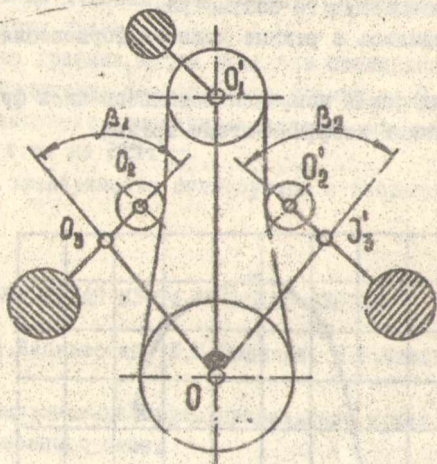


Рис.2. Схема реверсивной муфты с гибкой связью.

Так, увеличению коэффициента трения сопутствует, согласно уравнению Эйлера, увеличение соотношения усилия  $T_1$  и усилия  $T_2$ . Но, увеличение  $T_1$  по сравнению  $T_2$  при соответствующем сочетании параметров приводит к такому изменению углов  $\beta_1$  и  $\beta_2$ , при котором усилие  $T_2$  уменьшается.

Таким образом, величина момента срабатывания, определяемая уравнением (2), будет изменяться незначительно, так как увеличению  $\mu$  сопутствует уменьшение  $T_2$ .

Для определения стабильности срабатывания муфты нами был проведен эксперимент.

Экспериментальные исследования проводились на стенде. Стенд представлял собой раму, на которой смонтированы асинхронный электродвигатель, муфта и порошковый нагрузочный тормоз. Для регистрации величины крутящего момента на ведущем и ведомом валу муфты, на калиброванных участках, наклеены тензодатчики. Сигнал с тензодатчиков поступал на усилитель постоянного тока "Топаз-1"

и затем фиксировался на фотобумаге шлифового осциллографа Н-700.

Нагружение ведомого вала муфты осуществлялось посредством порошкового нагрузочного тормоза путем подачи на его обмотку постоянного тока от выпрямительного устройства с регулируемыми параметрами. Потребляемая из сети мощность двигателя регистрировалась с помощью самопишущего ваттметра.

Испытание проводились в режиме полного торможения ведомого вала муфты.

В качестве фрикционных накладок использовались фрикционные материалы с различными коэффициентами трения.

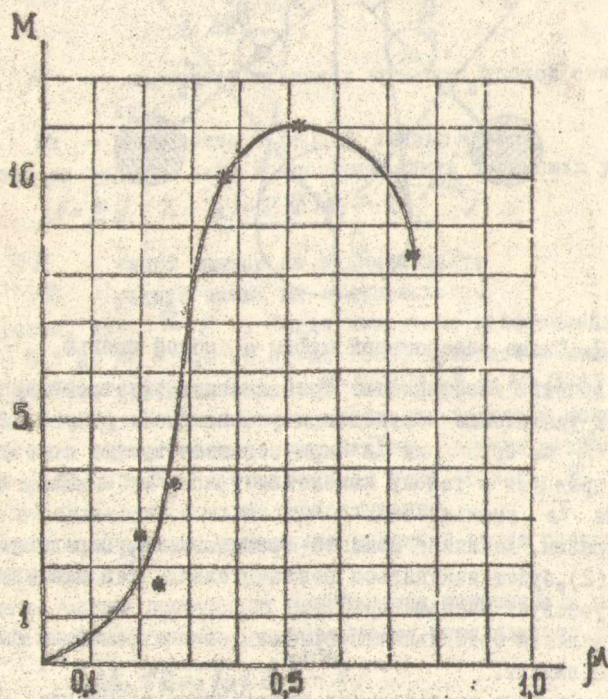


Рис.3. График зависимости момента срабатывания от величины коэффициента трения.

С целью увеличения объективности коэффициенты трения фрикци-

онных материалов определялись на установке, трущиеся элементы которой по своим параметрам аналогичны трущимся элементам муфты.

Результаты экспериментальных исследований представлены на графике (рис.3), где по вертикальной оси отложены величины крутящих моментов на ведомом валу муфты в кгс·м, а по горизонтальной — коэффициенты трения.

Как видно из графика, муфта обладает стабильностью срабатывания, так как изменению коэффициента трения от 0,35 до 0,75, т.е. на 100%, соответствует изменение крутящего момента от 9 кгс·м до 11 кгс·м, т.е. на 22%.

Результаты эксперимента согласуются с теоретическими предположениями.

### ИНЕРЦИОННАЯ МУФТА С ГИБКОЙ СВЯЗЬЮ

Б.А.Лабковский, Е.М.Волчков, Н.Р.Масленников

Известные инерционные муфты предельного момента являются муфтами комбинированного типа.

Они сочетают в себе свойства: пусковые и ограничивающие в режимах пуска и экстренного торможения, и виброизоляционные — в стационарных режимах работы. Но эти муфты имеют относительно сложную конструкцию. Кроме того, они обладают малой компенсирующей способностью.

Инерционные муфты с гибкой связью свободны от этих недостатков. Схема одной из таких муфт представлена на рис.1.

Муфта содержит водило 1, жестко закрепленное на ведущем валу. Шкивы 2 жестко закреплены на ведомом валу. В подшипниках, установленных в водило, вращаются диски — сателлиты 3 с зубчатыми 4.

Гибкая связь 5 охватывает ведомый шкив. Концы этой связи закреплены на диске-сателлите. В одной из ветвей гибкой связи установлен упругий элемент (пружина) 6. Гибкая лента армирована фрикционными накладками.

В момент начала пуска под воздействием пружины 6 неуравновешенный диск-сателлит 3 занимает положение, соответствующее наименьшей деформации пружины.

Сила прижатия гибкой фрикционной к ведомому шкиву в начале пуска мала. В связи с этим ведущий вал разгоняется вместе с водилом

КУЗБАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

# ВОПРОСЫ ГОРНОЙ МЕХАНИКИ

*СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ № 76*

Кемерово 1975

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

КУЗБАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ВОПРОСЫ ГОРНОЙ МЕХАНИКИ

Сборник научных трудов № 76

Кемерово 1975



Одобрено советом горно-  
электромеханического  
факультета 20 ноября 1974 г.

## А Н Н О Т А Ц И Я

Сборник содержит материалы исследований в области горных транспортных и стационарных установок.

Материалы сборника посвящены результатам исследований рудничных ленточных и скребковых конвейеров, подъемных, пневматических, вентиляционных и калориферных установок.

Для оптимизации некоторых параметров пневматических и транспортных систем предлагаются алгоритмы и программы для ЭВМ.

Сборник предназначен для инженерно-технических работников горнодобывающих предприятий, научно-исследовательских и проектно-конструкторских институтов и организаций, а также представляет интерес для преподавателей, аспирантов и студентов горных вузов и факультетов

### К о л л е к т и в н ы й    р е ц е н з е н т

Лаборатория механизации строительных работ  
института КузНИИшахтострой

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

В.М.ВОРОНЧИХИН	(гл. редактор)
А.Н.КОРШУНОВ	(зам. гл. редактора)
Л.Л.МОИСЕЕВ	(отв. редактор)
Ю.А.КУРНИКОВ	(зам. отв. редактора)
Г.Ф.КАПРАЛОВ, И.С.ФРЕЙДЛИХ, Н.Р.МАСЛЕННИКОВ, Г.И.ПЕРМИНОВ	

С.М.ПРОСТОВ, Алгоритмы синтеза оптимальной сети подземного транспорта . . . . .	3
К.С.ДЬЯЧЕНКО, Анализ работы автомобильно-экоквадранного комплекса в режиме уроднения руды . . . . .	7
Ю.А.КУРНИКОВ, В.М.КРЧЕНКО, В.И.НОВИКОВ. О расположении изгибающегося ленточного конвейера относительно криволинейного участка трассы . . . . .	13
Ю.А.КУРНИКОВ, В.М.КРЧЕНКО, Г.И.НОВИКОВ. К вопросу о взаимодействии конвейерной ленты с перекошенной роликоопорой. . . . .	19
Ю.А.КУРНИКОВ, В.Н.СЛИВНОЙ. К распределению магнитной проводимости в воздушном зазоре системы блок-ленты . . . . .	21
Г.И.ПЕРМИНОВ. Стойчивость движения тягового органа скребкового конвейера . . . . .	25
Г.И.ПЕРМИНОВ, Об опасности резонанса в тяговых цепях мощных скребковых конвейеров . . . . .	30
В.П.ВИСОЦКИЙ, Г.И.ПЕРМИНОВ, Б.А.КАТАНОВ. Определение демпфирующих свойств буровой малочи при продольных и крутильных колебаниях шнекового бурового стваза. . . . .	38
А.Н.КОРЖУНОВ, Б.А.ЛАБКОВСКИЙ, Б.М.ВОЛЧКОВ, В.К.ДУТОВ. Экспериментальное исследование стабильности расстывания инерционной муфты с гибкой связью . . . . .	44
Б.А.ЛАБКОВСКИЙ, Б.М.ВОЛЧКОВ, И.Р.МАСЛЕННИКОВ. Инерционная муфта с гибкой связью . . . . .	49
Б.А.ЛАБКОВСКИЙ, Б.М.ВОЛЧКОВ. К экспериментальному исследованию инерционной муфты предельного момента . . . . .	56
А.А.ВАЖНИН. Промышленные испытания рудничной пушки и дугасных снарядов беспламенного взрыва . . . . .	62
Г.Ф.КАПРАЛОВ. Эквивалентные схемы нагружения тормозных тяг при изгибе . . . . .	64
И.С.ФРЕЙДЛИХ, В.В.ЛАПТЕВ. К применению вращающейся переключателей потока в шахтных вентиляторных установках . . . . .	74
В.И.КОЛЧАНОВА. К вопросу о распределении скорости воздуха в шахтной калориферной установке . . . . .	76
В.В.ЛАПТЕВ, И.С.ФРЕЙДЛИХ. Исследования температурного режима всасывающей вентиляторной установки в производственных условиях . . . . .	79

Н.М.ДМИТРИЕНКО. Теоретические основы расчёта свободной вентиляционной струи . . . . .	85
П.И.КОКОРИН, Ю.И.ПОЛЯКОВ, С.А.РГОВСКИХ. Исследование условий торможения новым шахтным парашютом . . . . .	90
А.Х.КОРМАН. К проблеме исследования динамики и прочности гидромеханических систем горных машин . . . . .	96
Ю.И.МЕДВЕНТЬЕВ, Э.Н.ЩЕРИНОВА, А.Т.ЗАГУЗИН, А.А.БОГОРАД. Исследование влияния низких температур на усталостную прочность стальной ленты . . . . .	102
А.Н.ФИНАГИН. Безразмерный функциональный множитель для определения удельной относительной мощности на зажимах приводе компрессора . . . . .	105
А.Н.ФИНАГИН. Энергетические характеристики компрессора при регулировании периодическими остановками . . . . .	113
В.Я.БАЛАХ. Регулирование производительности разнотипных компрессорных машин . . . . .	119
В.Я.БАЛАХ. Использование вариационных рядов давления и расхода для опрадеания качества регулирования компрессорных станций . . . . .	122
В.А.ШУШПАННИКОВ, Е.А.ПАВЛЕНКО. Исследование работы калорифера при теплообмене между горячей водой и воздухом . . . . .	127
В.Б.ДОЛГОВ. О повычении надежности электродвигателей в условиях эксплуатации . . . . .	128
В.В.МИЩЕНКО. Влияние динамических характеристики контакторов на долговечность силовых контактов шахтных коммутационных аппаратов . . . . .	134
Н.И.ТВРЕХОВ, И.С.АВРААМОВ, П.Д.ГАВРИЛОВ, Ю.М.КАРАПЕТИАН. Методика исследования оптимальных режимов бурения в производственных условиях. . . . .	138
Г.Ф.МАГРАЛОВ, А.Н.ФИНАГИН. К расчетам процессов подкритического течения газов . . . . .	145
К.С.ДЬЯЧЕНКО, В.М.КИПЕРВАССЕР, Л.Л.МОИСЕВВ. Моделирование работы внутришахтного (ВШТ) транспорта методом статистических испытаний . . . . .	156
В.Н.ГОРЯЧЕВ, Л.Л.МОИСЕВВ. Программа анализа разветвленных пневматических сетей . . . . .	191
Л.Л.МОИСЕВВ. Программа анализе пневмоснабжения горного предприятия при проходке шахтных стволов . . . . .	216

ВОПРОСЫ ГОРНОЙ МЕХАНИКИ

Сборник научных трудов: КузПИ № 76

Ответственный редактор Л. Моисеев

Корректор А. Подтянигина

Подписано к печати 18 декабря 1974 г. ОП 19229.

Объем 11 печ. листов. Заказ 1843. Тираж 300 экз. Цена 1 руб. 25 коп.

Кузбасский политехнический институт

Красноармейская, 115