

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азаров Н.Я., Яковлев Д.В. Сейсмоакустический метод прогноза горно-геологических условий эксплуатации угольных месторождений. - М.: Недра, 1988. - 199с.
2. Korn M., Stocl H. Reflection and Transmission of Love channel Waves at Coal Seam Discontinuitis Computed with A Finite-Difference Method. -J. Gejphis., 1982, 50. p. 171-176.
3. Глухов А.А., Захаров В.Н., Рубан А.Д. Моделирование волнового поля в задачах шахтной сейсморазведки методом конечных разностей/Горный вестник, Москва, ИГД Скочинского, 1994, С. 16-18
4. Анциферов А.В. Моделирование волнового поля в задачах шахтной сейсморазведки методом конечных разностей / Збірник наукових праць №5 “Проблеми гірського тиску” 2001. С. 5-15.
5. Анциферов А.В. Теория и практика шахтной сейсморазведки. - Донецк.: изд. «Алан», 2002, - 312 с.
6. Бреховских Л.М. Распространение волн в слоистых средах. - М.: Наука, 1973.
7. Рубан А.Д., Захаров В.Н. Исследование зон повышенного горного давления (ПГД) в углепородных массивах сейсмоакустическим методом // Механика горных пород: Науч. Сообщ. / ННЦ ГП-ИГД им. А.А. Скочинского, М. - 1999.-Вып. 313. - С. 39-48.
8. Захаров В.Н., Харченко А.В. Влияние слоистого строения пород почвы и кровли на структуру полного волнового поля и параметры отдельных типов волн // Науч. сообщ. /ННЦ ГП-ИГД им. А.А. Скочинского. - М., 2002. – Вып. 321. – С.108-121.
9. Захаров В.Н. Сейсмоакустическое прогнозирование и контроль состояния и свойств горных пород при разработке угольных месторождений. М.: ФГУП ННЦ ГП – ИГД им. А.А. Скочинского, 2002. – 172 с.

**УДК 622.233.6.051.77.622.26 (088.8)**

Канд. техн. наук Н.Я. Трохимец,  
инж. С.А. Кучеренко, инж. Т.М. Уколова  
(ИГТМ НАН Украины)

### **РАБОЧИЙ ОРГАН ПРОХОДЧЕСКОГО КОМБАЙНА ДЛЯ РАСШИРЕНИЯ СКВАЖИН В КРЕПКИХ ГОРНЫХ ПОРОДАХ**

Наведено порівняльний аналіз роторних та роторно-планетарних робітничих органів прохідних комбайнів для розширення свердловин в міцних гірських породах. Надані пропозиції їх подальшого удосконалення.

### **THE WORKING PART OF BORING MACHINE FOR BORE HOLE WIDENING IN HARD ROCKS.**

The comparing analysis of the rotary and rotary-round working part of boring machine for bore hole widening in hard rocks is presented. There are recommendations for it improving in the future.

В горнорудной промышленности, в частности в Кривбассе, при проходке восстающих выработок в крепких горных породах (железистых кварцитах) путем расширения предварительно пробуренных скважин используется проходческий комбайн 2КВ конструкции НИПИрудмаш, представляющий собой ротор, на передней торцовой части которого установлены одинаковые конические многовенцовые штыревые шарошки, оси вращения которых пересекаются с осью вращения ротора. Соосно в центре ротора выполнено отверстие со шлицами, в котором закреплена специальная штанга, являющаяся звеном соединения ротора с буровым ставом комбайна [1].

Недостатком такого рабочего органа является то, что в процессе проходки он образует плоский забой с девяностоградусной угловой зоной на периферии, где, как известно, тяжелые условия разрушения горной породы. Это обуславливает низкие темпы проходки выработки.

Другим недостатком этого рабочего органа является то, что для снижения стоимости и серийности изготовления на различных окружностях переднего торца ротора установлены конические многовенцовые штыревые шарошки одинаковых геометрических размеров, что приводит к проскальзыванию части этих шарошек по забою и, как следствие, преждевременному их износу.

В ИГТМ НАН Украины был разработан и изготовлен роторно-планетарный рабочий орган к комбайну 2КВ, содержащий корпус, в кронштейнах которого установлены роторы, оси вращения которых находятся на одинаковом расстоянии от оси вращения корпуса, а их плоскости перпендикулярны оси вращения корпуса, породоразрушающие инструменты в виде цилиндрических многовенцовых штыревых шарошек, установленные на перифериях роторов под углом  $90^\circ$ , и механизм вращения роторов вокруг своих осей в виде опорного фонаря и соединенных с ним червячных редукторов соответственно количеству роторов [2].

Как показали испытания этого рабочего органа на ОАО «Запорожский железорудный комбинат» и на шахте «Октябрьская» ОАО «Кривбассруда» недостатком его является сложный и ненадежный механизм вращения роторов вокруг своих осей, что выражалось в отрыве опорного фонаря от корпуса в процессе проходки.

Другим недостатком этого рабочего органа является отсутствие регулируемой кинематической связи между роторами, что не позволяет сориентировать породоразрушающие инструменты разных роторов так, что бы за один оборот рабочего органа осуществлялась обработка всей поверхности забоя выработки. Шарошки разных роторов могут идти друг за другом и задние не производить разрушение горной породы, что снижает темпы проходки.

Третьим недостатком такого рабочего органа является то, что, цилиндрические штыревые шарошки установлены на перифериях роторов под углом  $90^\circ$  к их плоскости, что при принудительном вращении роторов вокруг своих осей приводит к проскальзыванию шарошек по забою и преждевременному их износу.

Четвертым недостатком испытанного рабочего органа является наличие в центре его корпуса червячного редуктора для вращения роторов вокруг своих осей и звено соединения корпуса с буровым ставом было выполнено в виде конического резьбового выступа соответственно конической резьбовой впадине буровой штанги комбайна. В процессе проходки конический резьбовой выступ оторвался от корпуса и испытания закончились по причине невозможности восстановить резьбовой выступ.

Несмотря на недостатки этого роторно-планетарного рабочего органа испытания показали, что износ породоразрушающих инструментов ниже, а скорость проходки выработки выше по сравнению с роторным рабочим органом, т.к., поверхность забоя выработки приобретает тороидальную форму, где породоразрушающие инструменты одного ротора плавно перемещаются от периферии к центру забоя за каждый оборот корпуса на шаг разрушения горной породы, а на периферии отсутствует вышеупомянутая девяностоградусная угловая зона.

С учетом вышеприведенных недостатков в ИГТМ НАН Украины разработана конструкция рабочего органа роторно-планетарного типа, содержащего корпус, в кронштейнах которого установлены роторы, оси вращения которых находятся на одинаковом расстоянии от оси вращения корпуса, а их плоскости перпендикулярны

оси вращения корпуса, и породоразрушающие инструменты в виде штыревых цилиндрических шарошек, установленных по окружности роторов.

В механизме вращения роторов вокруг своих осей использован принцип искривления траектории перемещения цилиндрического тела качения, каким является цилиндрическая штыревая шарошка, за счет поворота оси вращения тела качения к касательной к траектории его перемещения. Поэтому в процессе проходки выработки шарошки, находясь под определенным углом к плоскости роторов, сами совместно с последними плавно перемещаются от периферии забоя к центру на шаг разрушения горной породы за один оборот корпуса.

В этом рабочем органе выполнена регулируемая кинематическая связь между всеми роторами в виде карданных валов с регулируемыми муфтами, что позволяет сориентировать шарошки всех роторов так, что шарошки соседних роторов сдвинуты на шаг разрушения горной породы на забое, а количество роторов определяется количеством шагов разрушения между соседними шарошками на одном роторе. В центре корпуса соосно выполнено отверстие со шлицами, в котором закреплена специальная штанга, являющаяся звеном соединения корпуса с буровым ставом комбайна, которая практически не ломается в [1].

Все четыре недостатка, выявленные при испытании первого экспериментального образца роторно-планетарного рабочего органа, во втором образце полностью устранены [3].

На рис. 1 показана кинематическая схема второго образца роторно-планетарного рабочего органа для расширения скважин в крепких горных породах, вид спереди: на рис. 2 – разрез по осевой плоскости, где показана схема обработки забоя (1-1 – первый породоразрушающий инструмент первого ротора; 1-2 – тоже второго ротора и т.д.; 2-1 – второй породоразрушающий инструмент первого ротора;  $t_p$  – шаг разрушения). На рис. 3 – механизм ориентации роторов, вид сбоку.

Рабочий орган состоит из корпуса 1, со сквозным осевым шлицованным отверстием, роторов 2, карданных валов 3, соединяющий валы 4 роторов 2, породоразрушающих инструментов 5 в виде шарошек, установленных на периферии роторов 2 под острым углом к их плоскостям, и механизм ориентации роторов 2 один относительно другого в виде двух дисков 6 и 7 с отверстиями 8 по окружности жестко и соосно установленных на карданных валах 3 и соединенных между собой, например, болтами, установленными в отверстия 8.

Сориентировать роторы 2 между собой так, чтобы породоразрушающие инструменты 5 каждого ротора были сдвинуты на шаг разрушения относительно рядом установленного ротора с помощью механизма ориентации 6 и 7 можно следующим образом.

Над одним из роторов 2 в его плоскости неподвижно устанавливается шаблон в виде кольцевого сектора, внутренний диаметр которого равен диаметру ротора 2 по вершинам породоразрушающих инструментов 5, а длина дуги – расстоянию по дуге между соседними породоразрушающими инструментами 5 на роторе 2 по тому же самому диаметру. На шаблоне по дуге нанесены метки, расстояние между которыми равно шагу разрушения, зависящего от крепости горной породы и конструктивных особенностей породоразрушающих инструментов 5. Под особенностью породоразрушающих инструментов 5 понимается количество венцов

породоразрушающих элементов в нем (для наглядности на рис. 1 показана дисковая одновенцовая шарошка). Каждый ротор 2 имеет одинаковое количество породоразрушающих инструментов 5, разделяющих его диаметр на равные части. Количество роторов 2 в рабочем органе должно быть столько, сколько раз шаг разрушения вмещается по дуге между соседними породоразрушающими инструментами 5 на одном роторе 2 (на рис. 2 показано, что между соседними породоразрушающими инструментами вмещается 8 шагов разрушения, что соответствует 8 роторам, показанных на рис 1).

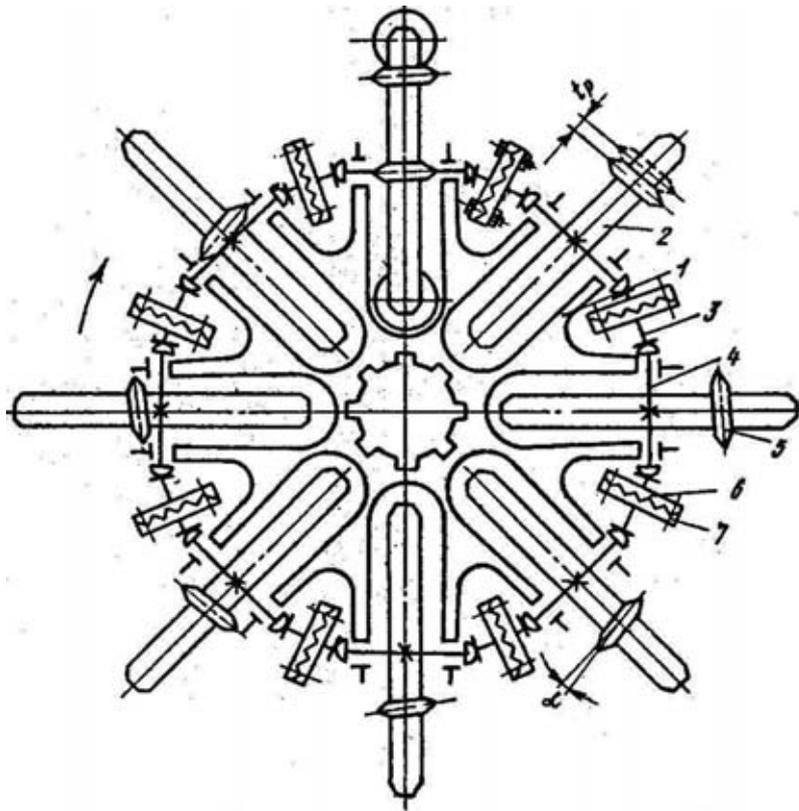


Рис. 1 – Кинематическая схема роторно-планетарного рабочего органа

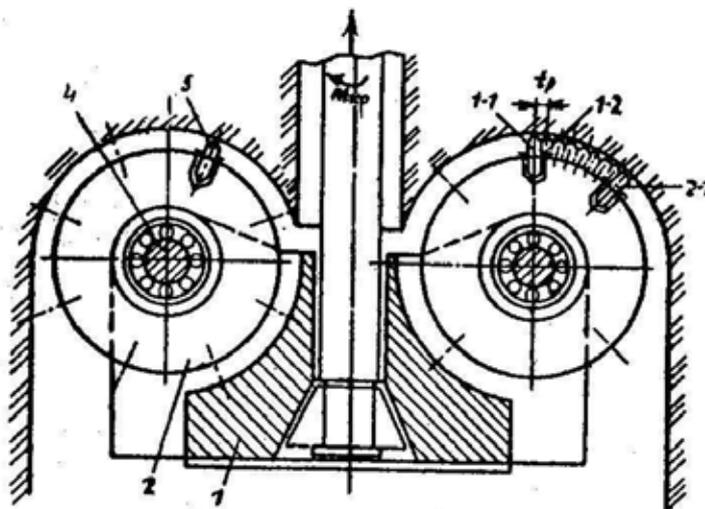


Рис. 2 – Разрез по осевой плоскости рабочего органа

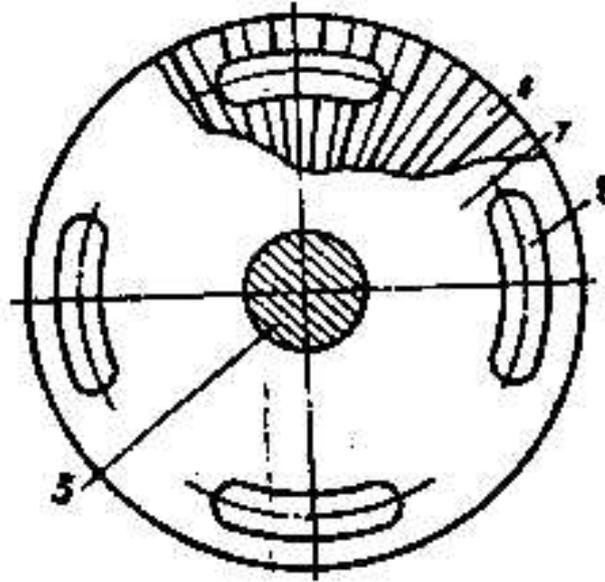


Рис. 3 – Механизм ориентации роторов рабочего органа, вид сбоку

Разъединив диски 6 и 7 всех механизмов ориентации роторов один относительно другого путем удаления болтов из отверстий 8, вращают ротор 2, над которым неподвижно установлен шаблон, вокруг своей оси до тех пор, пока один из породоразрушающих инструментов 5 этого ротора не разместится под первой меткой на шаблоне (условно первый ротор). Затем этот же ротор жестко закрепляют к корпусу 1. После этого корпус 1 поворачивают вокруг оси рабочего органа до тех пор, пока породоразрушающие инструменты следующего ротора (второго) не разместятся под шаблоном и вращают второй ротор вокруг своей оси до тех пор, пока один из его породоразрушающих инструментов не разместится под второй меткой на шаблоне. Затем и второй ротор жестко закрепляют к корпусу 1. После этого диски 6 и 7 механизма ориентации, размещенного на карданном валу 3 между первым и вторым ротором, жестко соединяют между собой путем установки болтов в отверстия 8.

Выполнив операцию закрепления дисков 6 и 7 механизма ориентации роторов между первым и вторым, снова поворачивают корпус 1 вокруг своей оси до тех пор, пока третий ротор с породоразрушающими инструментами не станет под шаблоном и, вращая последний вокруг его оси ориентируют один из его породоразрушающих инструментов под третьей меткой на шаблоне. Сориентировав, жестко соединяют диски 6 и 7 механизма ориентации роторов на карданном валу 3 между вторым и третьим ротором и т.д. После ориентации последнего ротора и соединения дисков 6 и 7 на карданном валу 3 между ним и первым ротором снимают жесткое крепление первого и второго ротора с корпусом 1.

Таким образом, породоразрушающие инструменты 5 каждого ротора 2 сдвинуты на шаг разрушения горной породы относительно соседнего ротора.

Предлагаемый рабочий орган работает следующим образом. В шлицевое отверстие корпуса 1 помещают и жестко закрепляют штангу со шлицами, а в ранее пробуренную скважину – став буровых штанг, один конец, которого прикрепляют

к специальной штанге, а другой – механизм вращения и перемещения става штанг, установленных на буровом станке. Включением механизмов вращения и перемещения става штанг рабочий орган за корпус 1, вращая, перемещают по направлению к горной породе. Породоразрушающие инструменты 5, вступив в контакт с горной породой, с усилием перемещаются по вогнутой спирали Архимеда с заданным шагом, чем достигается непрерывное разрушение породы с формированием забоя тороидальной формы.

Вывод. Предложения по дальнейшему усовершенствованию сводятся к следующему: роторно-планетарный рабочий орган комбайна для расширения скважин должен иметь механизм вращения роторов вокруг своих осей в виде карданных валов, соединяющих оси роторов и имеющих регулируемые муфты для ориентации роторов относительно друг друга, а породоразрушающие инструменты, в виде цилиндрических шарошек, должны быть установлены по окружности роторов под углом к их плоскости, обеспечивающим за один оборот рабочего органа сдвиг каждого на шаг разрушения горной породы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент США № 3917009, кл. США 175/53, 175/334, кл. СССР Е 21С 23/00, 1975.
2. Авторское свидетельство СССР № 182643, кл. Е 21 В 13/04, 1963. Бюл. № 17.
3. Авторское свидетельство СССР № 1099039, кл. Е 21 В 7/28, 1984. Бюл. № 23.

УДК [662.411.332:661.92]:662.76.032.003.13

И.Ф. Чемерис

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ МЕТАНОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ НА ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ КОГЕНЕРАЦИОННЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ**

На основі розробленого алгоритму розрахунку схем утилізації шахтного метану виконано аналіз впливу концентрації метаноповітряного струменя на вироблення електроенергії і тепла, а також прибуток когенераційного енергетичного модуля. Показано, що найбільш ефективним шляхом стабілізації роботи є подача по каналу повітряного дуття енергетичного модуля метаноповітряного струменя, який збагачений метаном до припустимої концентрації.

### **THE RESEARCH OF INFLUENCE CONCENTRATION METANE OF AN AIR MIX ON PARAMETERS OF WORK COGENERATION POWER MODULES**

On the basis of the developed algorithm calculation scheme utilization of mine metane the analysis of influence concentration metane an air jet on production the electric power and heat, and also profit cogeneration power module is executed. It is shown, that the most effective way stabilization of work is submission on the channel of air blasting the power module metane the air jet enriched with metane up to allowable concentration.

Утилизация шахтного метана в когенерационных энергетических модулях с целью получения тепловой и электрической энергий для самообеспечения угледобывающих предприятий является актуальной задачей, однако в настоящее время утилизируется лишь около 4 % каптируемого метана [1, 2]. Одной из причин