

ГОРНЫЕ МАШИНЫ И КОМПЛЕКСЫ

УДК 622.232.83.054.52

А.А. Хорешок, В.В. Кузнецов, А.Ю. Борисов

КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ДИСКОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ НА РАБОЧИХ ОРГАНАХ ПРОХОДЧЕСКИХ КОМБАЙНОВ

При создании нового рабочего органа важным этапом является экспериментально-аналитическое определение нагрузок на рабочем инструменте. В данном случае речь идёт о дисковом инструменте (шарошке).

Исследования по разрушению песчано-цементных и угольных блоков дисковыми инструментами в объёмной постановке (P_x , P_y , P_z) проводились на специально созданном стенде в лаборатории горных машин и комплексов Кузбасского государственного технического университета [1, 2].

Целью лабораторных исследований являлось подтверждение теоретических выводов, установление возможности и эффективности разрушения твёрдых включений дисковыми инструментами (в сравнении с резцами) применительно к рабочим органам проходческих комбайнов, а также влияние основных конструктивных и режимных параметров с учётом углов наклона β и разворота α дисков на силовые и энергетические показатели работы проходческих и проходческо-добычных комбайнов (Continuous Miner).

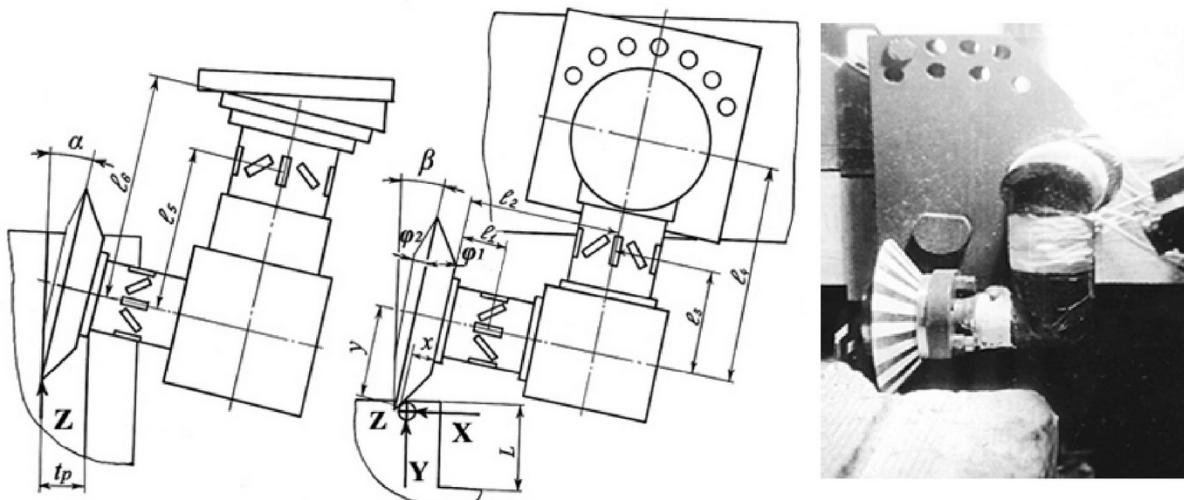
Для экспериментальных измерений была разработана и изготовлена тензометрическая головка (рис. 1) [1, 2], которая состоит из основания и трёх жестко соединённых и взаимно перпендикулярных цилиндрических стержней, на которых на-

клеены тензометрические датчики, фиксирующие изгибающие и крутящие моменты. Возникающие в процессе разрушения массива усилия P_x , P_y , P_z вызывают упругие деформации в тензометрических стержнях, приводящие к изменению сопротивления на тензодатчиках. Поворотом тензометрической головки с дисковым инструментом относительно оси, совпадающей с направлением резания, можно имитировать угловые резы.

В качестве объекта разрушения использовались песчано-цементные блоки размерами $1,2 \times 0,8 \times 0,8$ м (с пределом прочности на сжатие и разрыв соответственно: $\sigma_{ск} = 51; 62; 69$ МПа и $\sigma_p = 4,9; 5,3; 5,5$ МПа). Конструкция крепления блока на подающем устройстве экспериментального стенда позволяет изменять угол наклона разрушающей поверхности в направлении резания. За счет этого можно получить переменную глубину реза и тем самым имитировать переменное сечение стружки, наблюдаемое при работе рабочего органа комбайна.

Для разрушения блоков использовался дисковый инструмент диаметром $D = 0,14 - 0,16$ м с углами заострения четырех типов: 1) $\varphi = 30^\circ$; 2) $\varphi = 35^\circ$; 3) $\varphi = 40^\circ$; 4) зубчатый $\varphi = 35^\circ$. Диски изготавливались из стали 35ХГСА с последующей термообработкой $HRC = 45-50$.

На основе лабораторных исследований были



Rис. 1. Схема тензометрической головки

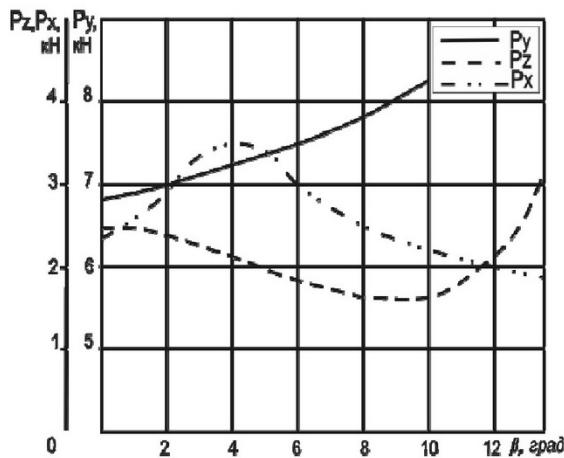


Рис. 2. Зависимость нагрузок P_x , P_y , P_z от угла наклона β

построены зависимости нагрузок P_x , P_y , P_z (рис. 2 и 3) [1], действующих на дисковый инструмент от углов наклона β и разворота α (при глубине внедрения диска $h = 0,006$ м; шаге резания $t_p = 0,03$ м; $\sigma_{сж} = 69$ МПа; с учётом радиуса скругления режущей кромки диска $r = 0,0015$ м; с передним $\varphi_1 = 25^\circ$ и задним $\varphi_2 = 5^\circ$ углами заострения $\varphi = \varphi_1 + \varphi_2$).

Анализ графических зависимостей (рис. 2) показывает существенное влияние угла β на усилия, действующие на дисковый инструмент. Наблюдается рост бокового усилия P_x при $\beta = 4-5^\circ$ с последующим спадом, а усилие перекатывания P_z постепенно снижается до $\beta = 10^\circ$ с последующим её резким ростом.

На основе анализа видно, что работа дисковых инструментов, установленных под углами наклона $\beta = 5,6-9,8^\circ$, является наиболее эффективной за счет снижения нагрузок.

При работе проходческого комбайна избирательного действия возникает необходимость внедрения рабочего органа в массив в осевом направлении для его забуривания. С целью эффективной зарубаемости рабочего органа необходимо учитывать соотношение между скоростью резания V_p и скоростью подачи V_n в осевом направлении. Так как плоскость дискового инструмента перпендикулярна вектору скорости осевой подачи, то создаваемые нагрузки на этом диске могут привести к заклиниванию в опорных кронштейнах инструмента и нарушению условий его перекатывания. Во избежание заклинивания требуется придать дисковому инструменту разворот на некоторый угол α (отклонение торцевой поверхности диска от вектора скорости перекатывания). Для определения влияния угла α на процесс резания были проведены лабораторные исследования при разных параметрах резания.

Анализ зависимостей (рис. 3) показывает, что

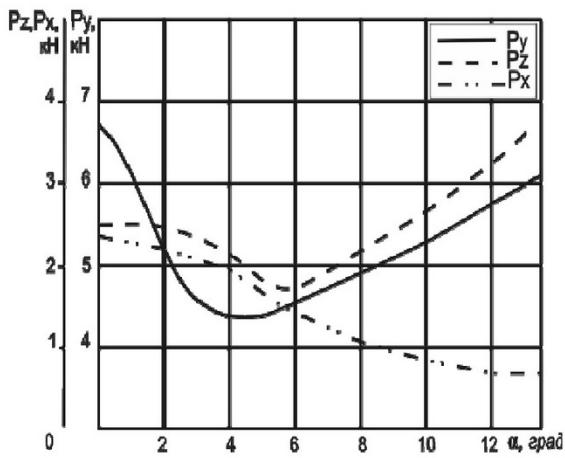


Рис. 3. Зависимость нагрузок P_x , P_y , P_z от угла разворота α

нагрузка P_x с увеличением угла α постепенно снижается, а нагрузки P_y и P_z снижаются до 35% при 4° и до 15% при 6° угла разворота α , соответственно, а затем начинают возрастать. Исходя из анализа этих графиков можно сделать вывод о том, что для процесса забуривания угол разворота α целесообразно выбирать в пределах $\alpha = 4-7^\circ$.

При проведении лабораторного эксперимента были построены зависимости нагрузок от влияния углов разворота и наклона дискового инструмента в процессе обработки основной части забоя. Графические зависимости приведены на рис. 4 [1]. Анализируя эти зависимости можно сказать, что разворот дисковых инструментов на 6° и их наклон на $5-8^\circ$ приводит к снижению усилий

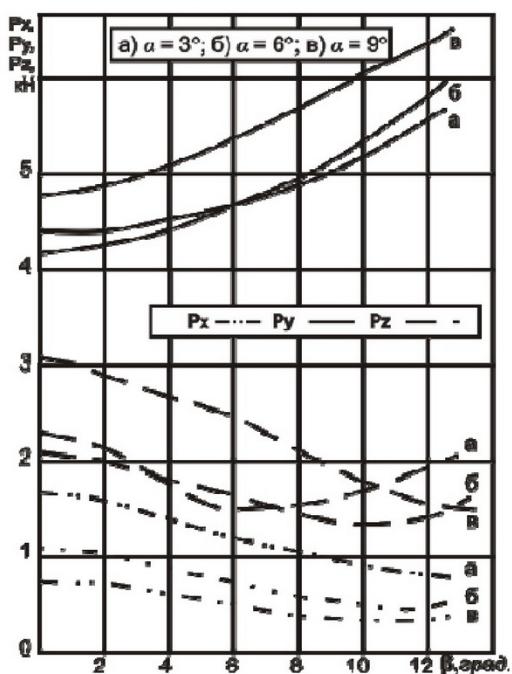


Рис. 4. Зависимости нагрузок P_x , P_y , P_z от углов разворота α и наклона β

резания Рz на 28% и бокового Рх в 2 раза [1, 3].

Проведенные лабораторные исследования позволили оценить силовые и энергетические характеристики уступного режима разрушения при углах наклона β и разворота α дискового инструмента. Установлена эффективность процесса разрушения твёрдых включений дисковыми инструментами в сравнении с резцами применительно к рабочим органам проходческих комбайнов.

В итоге накопленный материал лабораторных исследований послужит для конструктивного оформления и проектирования рабочего органа, оснащенного дисковыми инструментами, приме-

нительно к условиям и технологии проведения выработок проходческими комбайнами избирательного действия и проходческо-добычными комбайнами (Continuous Miner).

Зная рациональные геометрические и кинематические параметры разрушения, а также нагрузки, действующие на дисковый инструмент, то возможно приступить к созданию рабочего органа проходческого комбайна. При этом форма (коническая) и геометрия рабочего органа должны быть выбраны исходя из конструктивных параметров комбайна с целью обеспечения ровной поверхности почвы, бортов и кровли выработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецов, В.В. Обоснование параметров и разработка исполнительного органа проходческого комбайна, оснащенного дисковым инструментом: автореф. дис. : канд. техн. наук. – Кемерово, 1992. – 16 с.
2. Соколова Е.К. Установление нагруженности дискового скальвающего инструмента шнековых исполнительных органов выемочных машин : автореф. дис. : канд. техн. наук. – Кемерово, 1984. – 16 с.
3. Безгубов, А.П. Установление рациональных параметров процесса разрушения горных пород дисковыми шарошками в уступном забое: автореф. дис. : канд. техн. наук. – М., 1982. – 16 с.

□ Авторы статьи:

Хорешок
Алексей Алексеевич
- докт. техн. наук, проф. каф. горных
машин и комплексов

Кузнецов
Владимир Всеволодович
- канд. техн. наук, доц. каф. горных
машин и комплексов

Борисов
Андрей Юрьевич
- инженер каф. горных машин
и комплексов