

УДК 629.331

АНАЛИЗ РАБОТЫ КОВШОВОГО ПОГРУЗОЧНОГО УСТРОЙСТВА ПРОХОДЧЕСКОГО КОМБАЙНА

Басалай Г.А.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь

Приведены результаты анализа работы ковшового погрузочного устройства проходческого комбайна в зависимости от угла поворота крестовины с ковшами.

***Ключевые слова:** проходческий комбайн, соосные буры, крестовина с ковшами, погрузочное устройство, горная порода*

OPERATIONAL ANALYSIS OF THE SCOOP LOADING DEVICE OF THE DRIVING COMBINE

Basalai G.A.

The results of operational analysis of the scoop loading device of the driving combine depending on a cross piece angle of rotation with ladles are given.

***Keywords:** driving combine, coaxial rotors, cross piece with ladles, loading device, rock formation*

Широко применяемые при разработке калийных месторождений проходческие комбайны типа ПК-8 (ПКС-8) с соосными бурами за 40-летний период эксплуатации претерпели ряд модернизаций. В конструкторском бюро Солигорского Института проблем ресурсосбережения создана и выпускается серийно на его Опытном производстве машина нового поколения – КРП-3 [1]. В проходческих комбайнах с соосными бурами для зачерпывания и подъема измельченной исполнительным органом породы к месту разгрузки её на ленточный конвейер используется ковшовое погрузочное устройство.

Эффективность работы комбайнов при проходке подземных горных выработок и добыче полезного ископаемого камерным способом в значительной степени зависит от конструктивных параметров их фрезерующе-транспортирующих исполнительных органов, а также режимов работы. Оптимизация эксплуатационных показателей комбайнов с многомоторным приводом комбинированных исполнительных органов может быть получена на основе анализа балансовых соотношений по мощности и производительности машины [2-4].

Цель – анализ работы ковшового погрузочного устройства проходческого комбайна в зависимости от угла поворота крестовины с ковшами.

Ковшовое погрузочное устройство (рис. 1) сформировано из четырех профильных ковшей, закрепленных на крестовине, а также неподвижной части в виде цилиндрической обечайки, закрепленной на отгораживающем щите, и разгрузочной воронки. Бермовые фрезы со шнеками сдвигают горную массу к центру выработки, где происходит ее зачерпывание ковшами. В верхнем положении ковшей порода разгружается через воронку на ленточный конвейер. К достоинствам ковшового устройства

относятся простота конструкции, совмещенный привод с отбойным органом, т. е. с внешним буром, безотказность и долговечность.

Для оценки затрат мощности в функции поступательной скорости комбайна, а также режимов и конструктивных параметров ковшового погрузчика в работе [5] получены формулы для определения ёмкости ковшей и производительности ковшового погрузочного устройства комбайнов серии ПК. Однако в них не учитывается циклический характер проявления сил сопротивления вращению внешнего бура в зависимости от угла поворота крестовины с ковшами.

При работе проходческого комбайна должно соблюдаться условие достаточности производительности, т. е. производительность Q_k по погрузочному устройству должна быть больше производительности Q_x по ходу машины,

$$Q_k \geq k_p \cdot Q_x, \quad (1)$$

где k_p – коэффициент разрыхления породы исполнительным органом комбайна ПКС-8 ($k_p = 1,5 \div 1,6$); $Q_x = F \cdot w$ – производительность по ходу комбайна, m^3/c ; F – площадь поперечного сечения забоя (для ПКС-8 $F = 8,03 m^3$); w – поступательная скорость комбайна ($w_{max} = 0,0034 m/c$).

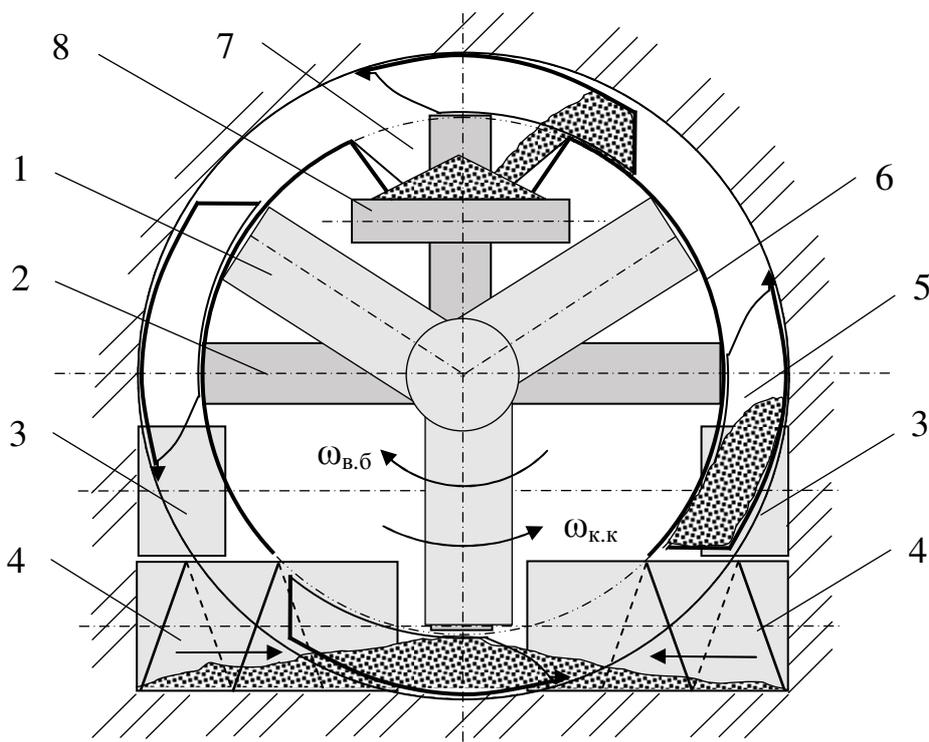


Рис. 1. Ковшовое погрузочное устройство:

- 1 – внутренний бур с забурником; 2 – внешний бур (крестовина с ковшами);
- 3 – отрезные коронки; 4 – бермовые фрезы; 5 – ковши;
- 6 – цилиндрическая обечайка; 7 – разгрузочная воронка; 8 – конвейер ленточный;
- $\omega_{в.б}$ – угловая скорость внутреннего бура;
- $\omega_{к.к}$ – угловая скорость крестовины с ковшами

Работу погрузочного устройства можно разделить на шесть характерных зон в пределах одного поворота внешнего бура. Каждая из них характеризуется определенным углом поворота каждого ковша.

Первая зона характеризуется периодом от момента прохождения ковша верхнего положения после полного освобождения породы из него под действием гравитационных сил в выгрузную воронку 7 до момента касания передней кромки ковша измельченной породы, скопившейся на почве выработки. Этот период – холостой поворот ковша, он равен углу поворота около 120° .

Вторая зона – внедрение ковша в навал из породы у почвы выработки, зачерпывание ее с подъемом. Эта зона определяется сектором поворота ковша начиная от 30° до прохождения передней кромкой ковша нижнего положения и заканчивая выходом задней стенки ковша из навала породы. На этом этапе подъема порода удерживается в ковше за счет его секторного днища и боковых стенок.

Третья зона – дальнейший подъем ковша с породой, которая по мере увеличения угла поворота крестовины интенсивно перераспределяется в ковше, смещаясь к его задней стенке. Эта зона завершается углом поворота ковша, когда его задняя стенка проходит на окружности условную точку, в которой касательная относительно горизонта составляет угол около 40° , т. е. угол, равный углу естественного откоса измельченной породы в движении. В этой зоне происходит, так называемое, транспортирование материала в ковшах, как наиболее эффективное по производительности и энергоемкости процесса.

Четвертая зона характеризуется переваливанием породы от профильного днища ковша 5 к неподвижной цилиндрической обечайке 6 ограждения. Транспортирование породы в ковше сопровождается интенсивным увеличением сопротивления повороту ковша из-за нарастающего момента сил трения породы о стенку цилиндрической обечайки. В этой зоне неизбежны потери части породы в результате ее высыпания через зазор между задней стенкой ковша и обечайкой.

Пятая зона в угловом отношении наиболее узкая по сектору и наступает в момент прохода задней стенки ковша точки на окружности, в которой касательная к ней также составляет угол около 40° к горизонту. В этой зоне происходит волочение породы задней стенкой ковша по цилиндрической обечайке (по принципу скребкового конвейера).

Шестая зона характеризуется проходом ковша 5 в опрокинутом положении над разгрузочной воронкой 7 с постепенным опорожнением от породы под действием гравитационных сил. Учитывая вытянутую конфигурацию ковша в продольной плоскости и его значительную длину по отношению к длине окружности внешнего бура, можно заключить, что пятая и шестая зоны существенно перекрывают друг друга.

Разная угловая протяженность характерных зон ковшей в процессе одного полного оборота крестовины, а также пульсации нагрузок при

движении ковшей в этих зонах являются причиной низкочастотных динамических процессов в приводе исполнительного органа.

Выводы:

1. Затраты мощности на работу ковшового погрузочного устройства складываются из мощности на зачерпывание измельченной породы ковшами из навала на почве выработки, транспортирование (подъем) ее в ковшах и волочение по цилиндрической обечайке, а также мощности на преодоление сопротивления в приводе и опорах при вращении крестовины с ковшами.

2. Совместная работа четырех ковшей обеспечивает максимальное сглаживание суммарного момента на приводном валу внешнего бура от пульсаций нагрузок на каждом ковше, находящегося в одной из вышеуказанных зон. Это обстоятельство позволяет принимать среднее значение нагрузки при определении мощности двигателя. Однако при оценке динамических процессов в приводе соосных буров следует учитывать амплитуду и частоту этих пульсаций.

Список литературы

1. Прушак В.Я. Устройство и эксплуатация проходческого комбайна ПКС-8М / Под общ. ред. В.Я. Прушака. – Минск: Тэхналогія, 2010. -175 с.

2. Казаченко Г.В., Кислов Н.В., Басалай Г.А. Особенности мощностного расчета горных машин с комбинированными исполнительными органами. Часть 1. Баланс мощности проходческого комбайна с соосными роторами. // Н-т. журнал «Горная механика», № 2, 2009. С. 77-88.

3. Кислов Н.В., Казаченко Г.В., Басалай Г.А. Обоснование мощностного расчета горных машин с комбинированными исполнительными органами. Часть 2. Численное исследование балансовых соотношений по мощности для комбайнов серии ПК. // Н-т. журнал «Горная механика», № 4, 2009. С. 60-73.

4. Кислов Н.В., Казаченко Г.В., Басалай Г.А. Использование балансовых соотношений в расчетах горных машин // Горный информационно-аналитический бюллетень (Н-т. журнал ГИАБ). Москва: «Горная книга», №9, 2013. С. 229-239.

5. Кислов Н.В., Клиничук А.Н. Определение энергозатрат на работу ковшового погрузочного устройства проходческого комбайна ПКС-8 // В сборнике: Технологическое оборудование для горной и нефтегазовой промышленности сборник трудов IX международной научно-технической конференции «Чтения памяти В.Р. Кубачека» в рамках Уральской горнопромышленной декады 7-8 апреля 2011 г. Оргкомитет: Н.М. Суслов, Ю.А. Лагунова. – Екатеринбург: УГГУ, 2011. С. 78-81.