

АНАЛИЗ СПОСОБОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ СКИПОВОЙ ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКИ

С. В. Задума, Б. В. Гавриленко
Донецкий национальный технический университет

Описані методи регулювання продуктивністю шахтного підйому. При аналізі теоретичних залежностей отримані параметри ймовірних режимів роботи підйомної установки та умов застосування кожного з режимів швидкостей.

Шахтный подъем является наиболее энергоемким процессом в технологической цепи добычи угля. Современные средства автоматизации позволяют увеличить производительность установки, оптимизировать диаграмму скорости, а также уменьшить величину среднего расхода электрической энергии за цикл движения подъемного сосуда за счет точности воспроизведения заданных параметров. Вместе с тем, данные решения не предусматривают управления производительностью подъемной установки с учетом суточного изменения требований по расходу электроэнергии, натяжению подъемного каната, а также в зависимости от величины среднего грузопотока на загрузочной площадке.

Так как, согласно Правилам Безопасности [1], допустимая скорость для клетевых подъемов ограничена 12 м/с, а для скиповых – определяется проектными показателями целесообразности внедрения оперативного управления параметрами подъемной установки на протяжении суток.

Суточная производительность подъемной установки определяется из выражения [2]:

$$A_c = Q_n \cdot \frac{T_c}{T_c + T_n}, \quad (1)$$

где:

A_c – суточная производительность подъемной установки, т

Q_n – грузоподъемность подъемного сосуда, т

T_c – продолжительность работы шахтной подъемной установки, с

$T_{ц}$ – длительность цикла подъемной операции с учетом времени загрузки и разгрузки подъемного сосуда, с

$T_{п}$ – время технологической паузы, с

Анализ выражения (1) показывает, что производительность подъемной установки зависит от изменения времени цикла установки:

$$T_{ц} = \frac{H}{v_{ср}},$$

где:

H – глубина ведения горных работ, м

$v_{ср}$ – средняя скорость движения подъемного сосуда за цикл, м/с

Среднее значение потребляемой активной мощности на валу приводного двигателя определяется из выражения:

$$P_{потр} = \frac{v_p}{\eta_{пу}} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n F_i^2 \cdot t_i}{t_p + 0.5 \cdot (t_a + t_s)}}, \quad (3)$$

где:

v_p – скорость равномерного движения подъемной установки, м/с

$\eta_{пу}$ – общий коэффициент полезного действия шахтного подъема, принят как 0,6

F_i – динамические силы, действующие на подъемный сосуд на заданных интервалах диаграммы скоростей, кН

t_a, t_s – продолжительность периодов ускорения и замедления соответственно.

Для обеспечения безопасной эксплуатации подъема необходим контроль максимальной силы натяжения подъемного каната:

$$F_n = 1,1 Q_n g + m_{пр} a_1, \quad (4)$$

где:

F_n – максимальная сила натяжения подъемного каната, кН,

$m_{пр}$ – приведенная к оси подъемной машины масса подъемной установки

a_2 – ускорение основного хода движения подъемного сосуда

С использованием зависимостей (1) - (4) получена сопоставительная таблица, отражающая влияние изменения параметров средней скорости и суточной производительности подъема, а также значений потребляемой приводным электродвигателем мощности в зависимости от параметров скоростного режима (таблица 1).

Таблица 1 – Расчетные технические характеристики шахтного подъема при изменении скоростного режима

Режим 1 - изменение скорости равномерного движения V_p ($a_1, a_2=0,8 \text{ м/с}^2$)								
V_p	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
V_{cp}	7,16	7,49	7,8	8,1	8,39	8,67	8,93	9,19
A	4 830	5 040	5 250	5 460	5 640	5 850	6 030	6 180
P_n	637,44	641,23	645,24	649,46	653,89	658,51	663,33	668,34
F_H	487,8	487,8	487,8	487,8	487,8	487,8	487,8	487,8
Режим 2 - изменение ускорения a_1 и замедления a_2 при $V_p=10 \text{ м/с}$								
a_1, a_2	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3
V_{cp}	7,89	8,01	8,1	8,17	8,23	8,28	8,32	8,35
A	5 310	5 400	5 460	5 520	5 550	5 580	5 610	5 640
P_n	636,3	640,5	645,2	650,5	656,3	662,6	669,5	676,8
F_H	449,6	468,7	487,8	506,9	526,0	545,1	564,2	583,3
Режим 3 - изменение замедления a_2 ($V_p=10 \text{ м/с}$, $a_1=0,8 \text{ м/с}^2$)								
a_2	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3
V_{cp}	7,16	7,49	7,80	8,10	8,39	8,67	8,93	9,19
A	5400	5430	5460	5490	5490	5520	5520	5460
P_n	632,9	641,4	649,5	657,2	664,7	672,2	679,6	690,2
F_H	487,8	487,8	487,8	487,8	487,8	487,8	487,8	487,8

Анализ таблицы 1 показывает, что в режиме 2 при изменении ускорения движения скипа линейно увеличивается динамическая сила натяжения и существенно возрастает значение потребляемой электрической мощности, а в режимах 1 и 3 сила натяжения каната остается постоянной.

При исследовании зависимости потребляемой суточной электрической мощности от производительности подъема для каждого скоростного режима (рисунок 1) установлено, что для стабилизации усилия натяжения на канат целесообразным являются применение режимов 1 и 2, и вместе с тем, наибольшая экономия электроэнергии достигается в режимах 3 и 1.

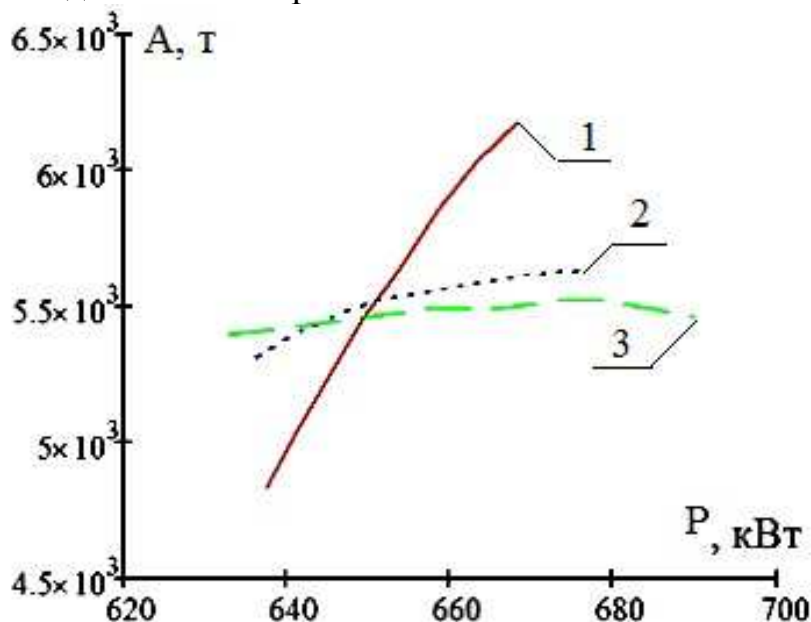


Рисунок 1 – Зависимость производительности подъема от потребляемой мощности

Таким образом, наиболее рациональным режимом работы шахтного подъема с точки зрения обеспечения заданной производительности является режим изменения скорости равномерного движения подъемного сосуда, что не противоречит требованиям действующих Правил безопасности [1]. Вместе с тем, разработка средств и систем автоматического управления режимами работы тормозной системы позволит повысить эффективность работы подъема.

Библиографический список

1. НПАОП 10.0-1.01-10 Правила безпеки у вугільних шахтах.
2. Разумный Ю.Т., Мазур С.Н. - Определение расчетной мощности шахтной подъемной установки с приводом АФ-РА.//Гірничя електромеханіка та автоматика – 2004 - №72.
3. Бежок В.Р., Дворников. Шахтный подъем: Научно-производственное издание. Под общ. ред. Б. А. Грядущего, В. А. Корсуна. - Донецк: ООО «Юго-Восток, Лтд», 2007. - 624 с, 494 ил. , 233 библиогр.