

## **ВЫБОР НА БАЗЕ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО АНАЛИЗА ПИТАТЕЛЯ ШАХТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ЛИНИЙ ПОВЫШЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ**

Скляр Н.А., канд. техн. наук, проф.,  
Засидко А.С., магистрант  
Донецкий национальный технический университет

*Приведена методика оценки и результаты выбора питателя шахтных транспортных линий повышенного технического уровня из общей совокупности питателей для выгрузки угольной массы из аккумулирующих емкостей*

Характерной особенностью современных шахт есть концентрация работ и повышение нагрузок на очистные забои. Современные угледобывающие комплексы обеспечивают высокую производительность очистных забоев, а транспортирование горной массы по выработкам от лав до скипового ствола осуществляется современными высоконадежными конвейерами.

На пути прохождения угля от лавы до скипового ствола уголь неоднократно может проходить через различные аккумулирующие ёмкости: бункеры, скаты, воронки и др. Разгрузка горной массы из емкостей осуществляется питателями.

В процессе разгрузки горной массы неоднократно возникают простои питателей из-за неисправностей в пусковой аппаратуре, повреждений силовых и контрольных кабелей, отказов приводного электродвигателя и др.

Ближайшая задача ученых, проектировщиков и эксплуатационников – обеспечить стойкий темп разгрузки горной массы из аккумулирующих емкостей путем повышения ремонтпригодности питателя и недопущения вынужденных простоев добычного участка и подъемной машины из-за питателя, связанных с отказами электрооборудования. Это можно достичь выполнением комплекса технических мероприятий:

- использованием резервного электродвигателя, кинематически связанного с быстроходным валом приводного редуктора питателя;
- осуществление питания резервного электродвигателя от резервного магнитного пускателя, подключенного от сети;
- обеспечение автоматического включения резервного двигателя при отказе рабочего;

- наличием световой индикации, которая бы сигнализировала о включении каждого электродвигателя.

Таким образом, разработка конструктивной схемы питателя повышенного технического уровня является **актуальной задачей**, решение которой весьма необходимо для высокопроизводительных шахт.

Выбор рациональной конструкции питателя повышенного технического уровня можно произвести путем сравнения питателей с моделью фиктивного эталонного питателя, который имеет наиболее высокие свойства (параметры), достигнутые в различных типах питателей.

Оценку технического уровня питателей с учетом их функционального обеспечения возможно осуществлять по методике [3].

Согласно этой методике можно рассчитать технические уровни питателей разнообразных конструкций и выбрать наилучшую.

Комплексный показатель технического уровня питателя определяется в таком порядке.

1. Определяются «удельные показатели» ( $x_{ij}$ ), которые получаются отношением частных показателей ( $b_{ij}$ ) к основному техническому параметру питателя ( $\lambda_i$ ), за который рекомендуется принимать один из показателей назначения.

$$x_{ij} = \frac{b_{ij}}{\lambda_i} \quad (1)$$

2. Для определения базовых значений «удельных показателей», рассчитанных по формуле (1), значение «удельных показателей» ( $x_{ij}$ ) заносят в таблицу-матрицу:

$$\{x_{ij}\} = \begin{vmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{i1} & \cdots & x_{n1} \\ x_{12} & x_{22} & \cdots & x_{i2} & \cdots & x_{n2} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{1j} & x_{2j} & \cdots & x_{ij} & \cdots & x_{nj} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{1m} & x_{2m} & \cdots & x_{1m} & \cdots & x_{nm} \end{vmatrix} \quad (2)$$

где  $n$  - количество частных показателей, принятых для оценки технического уровня питателя;  $m$  - число питателей в рассмотренной совокупности.

За значение "базовых удельных показателей" ( $x_{i\bar{o}}$ ) принимают максимальные значения удельных показателей, которые выбирают из каждой колонки таблицы-матрицы.

$$\{x_{i\bar{o}}\} = \max \{x_{ij}\} \quad (3)$$

где  $\{x_{i\bar{o}}\}$ - динамическая модель фиктивной эталонной машины, которая имеет наиболее высокие свойства, уже достигнутыми в разных машинах.

3. Определяются технические равные  $j$ -ой машины за частными показателями определяется по формуле:

$$\tau_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{i\bar{o}}} \leq 1, \quad (4)$$

Для базовой конструкции питателя

$$\tau_{ij} = \frac{x_{i\bar{o}}}{x_{i\bar{o}}} = 1$$

4. Определяют судьбу участия ( $m_{ij}$ ) частного показателя в их общей сумме при  $n$  избранных показателях и коэффициент участия ( $\varphi_{ij}$ ) каждого частного показателя :

$$m_{ij} = \frac{\tau_{ij}}{\sum_{i=1}^n \tau_{ij}}; \quad m_{i\bar{o}} = \frac{\tau_{i\bar{o}}}{\sum_{i=1}^n \tau_{i\bar{o}}} = \frac{1}{n}; \quad (5)$$

$$\varphi_{ij} = \frac{1 - m_{ij}}{1 - m_{i\bar{o}}}; \quad \varphi_{i\bar{o}} = \frac{1 - m_{i\bar{o}}}{1 - m_{i\bar{o}}} = 1$$

5. Суммарное значение частных показателей технического уровня  $j$ -того питателя ( $\psi_j$ ) с учетом коэффициентов участия определяем по формуле:

$$\psi_j = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\tau_{ij} \cdot \varphi_{ij})^2}; \quad \psi_{\bar{o}} = \sqrt{n}. \quad (6)$$

6. Комплексный показатель технического уровня  $j$ -того питателя ( $\Pi_j$ ) определяют по формуле:

$$P_j = \frac{\psi_j}{\psi_0} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\tau_{ij} \cdot \varphi_{ij})^2} \quad (7)$$

Согласно [ 3 ] за основной технический параметр ( $\lambda_j$ ) питателя принимаем его массу, кг.

Для оценки технического уровня приняты параметры питателя:

$B1$  - максимальная производительность,  $Q$ , м<sup>3</sup>/ч;

$B2$  - максимальная крупность куска транспортируемого материала,  $a_{max}$ , мм;

$B3$  - ширина (диаметр) грузонесущего органа, м;

$B4$  - мощность привода,  $N$ , кВт.

Определение технического уровня питателей производилось в таком порядке. Собранные по каталогам данные о технических параметрах питателей заносим в табл. 1 .

Таблица 1 - Технические данные о питателях

№ п/п	Тип питателя	Осн. техн. параметр, $\lambda \times 10^3$ , кг	$B1$ , $Q$ , м <sup>3</sup> /ч	$B2$ , $a_{max}$ , мм	$B3$ , ширина, м	$B4$ , $N$ , кВт
1	Пластинчатый ПЛ-6	3,2	300	450	1,0	17
2	Цепной	8,5	340	450	2,5	6,5
3	Вибрационный ПЕВЗ-4 х12	3,37	160	400	1,2	4,0
4	Дисковый ДЛ - 10	1,0	23	50	1,0	20
5	Качающийся ПК-10П	3,0	500	500	1,0	7,5
6	Винтовой	3,5	50	25	0,5	50
7	Плунжерный	3,0	5	300	0,45	10

Таблица 2 - Определение удельных показателей  $X_{ij} = B_{ij} / \lambda_j$

№ типа питателя	$X_{1j}$	$X_{2j}$	$X_{3j}$	$X_{4j}$
1	0,0937	0,1406	0,00031	0,0053
2	0,0400	0,0529	0,00029	0,0007
3	0,0474	0,1186	0,00036	0,0012
4	0,0230	0,0500	<b>0,00100</b>	<b>0,0200</b>
5	<b>0,1666</b>	<b>0,1666</b>	0,00033	0,0025
6	0,0142	0,0071	0,00014	0,0142
7	0,0016	0,0100	0,00015	0,0033
<i>Базовые показатели, <math>X_{i0}</math></i>	<b>0,1666</b>	<b>0,0166</b>	<b>0,00100</b>	<b>0,0200</b>

Таблица 3 - Определение технического уровня по собственным показателям  $\tau_{ij} = X_{ij} / X_{i6}$ ;  $\tau_{i6} = 1$

№ типа питателя	$\tau_{1j}$	$\tau_{2j}$	$\tau_{3j}$	$\tau_{4j}$
1	0,5624	0,8439	0,3100	0,2650
2	0,2401	0,3175	0,2900	0,0350
3	0,2845	0,7119	0,3600	0,0600
4	0,1380	0,3001	1,0000	1,0000
5	1,0000	1,0000	0,3300	0,1250
6	0,0852	0,0426	0,1400	0,7100
7	0,0096	0,0600	0,1500	0,1650
$\sum \tau_{ij}$	2,3196	3,2760	2,5800	2,3600
		<b>10,5356</b>		

Таблица 4 - Определение доли участия показателей в общем количестве  $m_{ij} = \tau_{ij} / \sum \tau_{ij}$ ;  $m_{i6} = 1 / n$

№ типа питателя	$m_{1j}$	$m_{2j}$	$m_{3j}$	$m_{4j}$
1	0,05334	0,0800	0,0294	0,0252
2	0,02270	0,0301	0,0275	0,0033
3	0,02700	0,0675	0,0342	0,0057
4	0,01310	0,0284	0,2500	0,2500
5	0,02500	0,2500	0,0313	0,0118
6	0,00810	0,0040	0,0133	0,0674

7	0,00090	0,0057	0,0142	0,0156
---	---------	--------	--------	--------

Таблица 5 - промежуточная:  $(1 - m_{ij})$

№ типа питателя	$1 - m_{1j}$	$1 - m_{2j}$	$1 - m_{3j}$	$1 - m_{4j}$
1	0,9466	0,9200	0,9706	0,9748
2	0,9773	0,9699	0,9725	0,9967
3	0,9730	0,9325	0,9658	0,9943
4	0,9869	0,9716	0,7500	0,7500
5	0,7500	0,7500	0,9687	0,9882
6	0,9919	0,9960	0,9867	0,9326
7	0,9991	0,9943	0,9857	0,9844

Таблица 6 - Определение доли участия показателей в общем количестве  $\varphi_{i\bar{6}} = 1$

№ типа питателя	$\varphi_{1j}$	$\varphi_{2j}$	$\varphi_{3j}$	$\varphi_{4j}$
1	0,7927	0,8152	0,7727	0,7693
2	0,7674	0,7732	0,7712	0,7525
3	0,7708	0,8042	0,7765	0,7542
4	0,7599	0,7719	1,0000	1,0000
5	1,0000	1,0000	0,7742	0,7589
6	0,7561	0,7530	0,7601	0,8042
7	0,7506	0,7542	0,7608	0,7618

Таблица 7 - Суммарные значения каждого показателя  $j$ -го питателя ( $\Psi_j$ ) с учетом коэффициентов участия ( $\varphi_{ij}$ )

№ типу живильника	Тип питателя	$\Psi_j$	$\psi_{\bar{6}} = \sqrt{n}$	$\Pi_j = \Psi_j / \Psi_{\bar{6}}$
1	Пластинчатый ПЛ-6	0,9370	2	0,4685
2	Цепной	0,3813	2	0,1906
3	Вибрационный ПЕВЗ-4 х12	0,7686	2	0,3843
4	Дисковый ДЛ - 10	1,4368	2	0,7184
5	Качающийся ПК-10П	1,5467	2	0,7733

6	Винтовой	0,5849	2	0,2924
7	Плунжерный	0,3907	2	0,2717

Из полученных результатов расчетов технических уровней питателей разнообразных моделей возможно сделать такой вывод:

- наилучшим питателем есть "качающийся питатель ПК-10Г" (рис. 1) , который имеет  $P_j = 0,7733$ ;

этот питатель возможно принять как базовый для разработки **питателя повышенной ремонтпригодности.**

Питатель имеет обозначение ПК-10П (П - питатель; К - качающийся; 10 - ширина подвижного лотка, дм; П - изготовление Петровского завода угольного машиностроения).

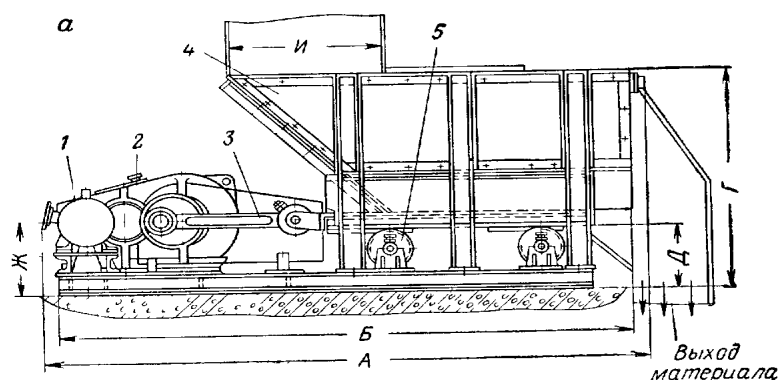


Рис.1 – качающийся питатель ПК-10П

Питатель предназначен для равномерной подачи не липкой, сыпучей горной массы из бункера на ленточный конвейер в подземных выработках угольных шахт, в том числе опасных по газу и пыли.

*Технические показатели качающегося питателя ПК-10П:*

- производительность при транспортировании горной массы с расчетной объемной массой 1,2 – 210(250)-420(500), м<sup>3</sup>/ч(т/ч);

- размеры подвижного лотка:

длина- 2165, мм;

ширина- 1000мм;

- мощность, потребляемая электродвигателем – 46,кВт;

*Устройство питателя.* Питатель состоит из короба (приемочной части), рамы, подвижного лотка, привода подачи и



затвора. Короб является несущей частью питателя, на которой установленная вся остальные части. Рама крепится к коробу с помощью болтовых соединений и может перемещаться в вертикальной плоскости относительно короба на величину 15 мм. Это перемещение обеспечивает регулирование зазора между коробом и днищем подвижного лотка. На направляющих рамы установленные катки, на которые опирается передвигной лоток. Передвигной лоток может выполнять поворотно-поступательное движение, которое сообщает ему повод подачи, смонтированный на ферме короба. Повод подачи состоит из редуктора и электродвигателя, установленного на общей раме. Упругая муфта, совмещает электродвигатель с редуктором и закрытая щитком. Шатун в сборе присоединен с помощью болтовых соединений к поперечной балке подвижного лотка, а с другой стороны, с помощью эксцентриковой втулки, к исходному валу редуктора. Ход подвижного лотка регулируется в заданных границах за счет изменения эксцентриситета соединения. Выход из короба перекрывается затвором. Рама затвора соединяется с коробом с помощью болтовых соединений. К раме шарнирно присоединенный шибер. Поворот шибера происходит по счет давления потока горной массы, выгрузной питателем. Для принудительного закрытия шибера в аварийных случаях он обеспечен двумя блоками, на которые влияет канатный повод. Короб питателя подвешивается к бункеру с помощью болтовых соединений и подвесок. Отверстия для прохода болтов в верхнем поясе короба и установка подвесок выполняется при монтаже.

*Принцип работы.* Принцип работы питателя заключается в следующем: при ходе вперед лоток перемещает относительно короба порцию горной массы. Пространство, которое освободилось под загрузочной воронкой бункера короба, заполняется за счет подпора горной массы, которая находится в бункере. При ходе лотка назад горная масса удерживается на месте за счет трения о боковины и упора в заднюю стенку бункера, т.е. происходит проскальзывание лотка относительно лежащей на нем горной массы, вследствие чего последняя выкидывается через переднюю кромку лотка в загрузочное устройство нижележащего конвейера.

Список источников.

1. Транспорт на горных предприятиях. Под общей ред. Проф. Б.А.Кузнецова. Изд. 2-е, пераб. и доп. – М.: Недра, 1976, 551 с.
2. Григорьев В.Н., Дьяков В.А., Пухов Ю.С. Транспортные машины для подземных разработок. - М.: Недра, 1984. – 384 с.

3. Методика оценки качества горных машин/ Солод В.И., Сычев Л.С., Радкевич Я.М., Лактионов Б.И.-В сб. Научные основы создания высокопроизводительных комплексно-механизированных шахт с вычислительно-логическим управлением. Под ред. Солода В.И.- М.:МГИ, 1974, с. 162 – 166.