

УДК 622.7.012.7

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ДЛЯ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Сульдина И.С., студент гр. АЭб-171, IV курс
Научный руководитель: Котляров Р. В., к.т.н., доцент
Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева, филиал в г. Кемерово
г. Кемерово

Воздухообмен на территории горных выработок обеспечивается посредством использования главных вентиляторных установок (ГВУ). Мощность электродвигателей вентилирующего оборудования, входящего в состав ГВУ в количестве двух единиц, варьируется в диапазоне от 500 до 3200 кВт. Проблемой остаются высокие энергозатраты на обеспечение проветривания, составляющие до 2% от общего объема энергогенерации в России. Энергозатраты на обеспечение воздухообмена, рассчитанные на тонну добытого угля, достигают 35 кВт·ч [1]. В стране на текущий момент функционируют около 1200 ГВУ. Необходимо учитывать недостаточный эксплуатационный КПД установок, лежащий в диапазоне 0,27 – 0,35, что свидетельствует о наличии потерь электроэнергии, достигающих 73 % [2].

Динамика поступления вредных компонентов (угольной пыли, элементов сгорания взрывчатых соединений, метана) в область рабочей зоны рудников или шахт является неравномерной. Изменения в содержании вредных компонентов в воздухе обусловлены уровнем концентрации работ на горных выработках, современными технологиями извлечения ископаемых, использованием высокопроизводительной техники высокой мощности. Несоответствие работы систем вентиляции и динамики поступления вредных составляющих является одной из причин роста времени и частоты простоев очистных и подготовительных забоев с высокопроизводительными горно – шахтными машинами. Регулирование и снижение загрязнений рабочей зоны требует введения новых или дополнительных мощностей ГВУ, что, в свою очередь, обуславливает рост энергозатрат. Перспективным решением задачи экономии электроэнергии и сокращения ее потребления двигателем ГВУ при проветривании является применение частотного преобразователя [3].

1. Вычисление расходов на закупку средств автоматизации (СА) [4].

В целях калькуляции затрат на обеспечение установки приборами и СА применены прайс – листы фирм, занимающихся производством и реализацией средств автоматизации. Затраты на приобретение приборов и СА представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Затраты на приобретение приборов и средств автоматизации

Наименование и марка приборов и СА	Число единиц	Цена за ед., руб.	Всего затрат, руб.
1	2	3	4
Датчик температуры ТСПУ Метран – 276 Exd	3	2800	8400
Датчик избыточного давления Метран – 55 – Ex – ДИ	1	9030	9030
Расходомер Метран – 350 – SFA – Ex	1	57400	57400
Преобразователь измерительный напряжения переменного трехфазного тока E3855	1	15630	15630
Программируемый логический контроллер ПЛК160 [M02]	1	33480	33480
Барьер искробезопасности ПС – 02	2	4200	8400
Преобразователь частоты Sinamics Perfect Harmony GH180E	1	1226195	1226195
Взрывозащищенный телефон ТАШ1-15А	1	46880	46880
Источник питания СПИН	2	4430	8860
Промышленный компьютер НР 15.6"-da0481ur	1	30999	30999
ИТОГО	-	-	1445274

2. Вычисление капитальных затрат на внедрение системы автоматизации.

Капитальные затраты на внедрение системы автоматизации определяются по формуле (1):

$$K = C_0 + P_T + P_{з/ч} + P_{заг} + P_{т.у} + P_M + P_d \quad (1)$$

На рисунке 1 приведен состав и расшифровка затрат, входящих в формулу 1.

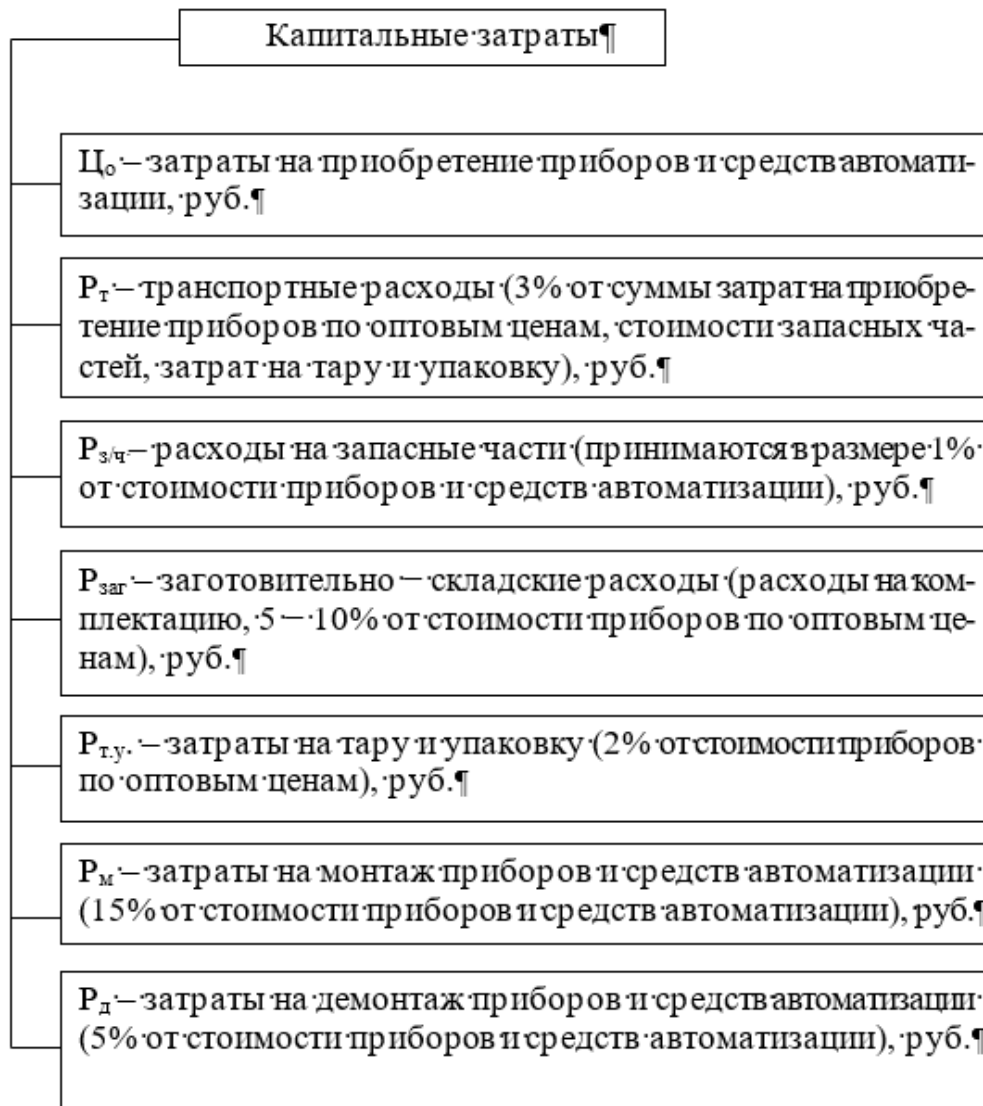


Рисунок 1 – Состав капитальных затрат

Статьи затрат, включаемые в расчет величины капитальных вложений K на внедрение СА, систематизированы в таблице 2.

Таблица 2 – Расчет величины капитальных вложений на внедрение системы автоматизации

Статья капитальных затрат	Капитальные затраты
1. Оптовая цена приборов, руб.	1445274
2. Транспортные расходы, руб.	43358,22
3. Расходы на запасные части, руб.	14452,74
4. Заготовительно-складские расходы, руб.	72263,70
5. Затраты на тару и упаковку, руб.	28905,48
6. Расходы на монтаж, руб.	216791,10
7. Расходы на демонтаж, руб.	72263,70

Таблица 2 – Расчет величины капитальных вложений на внедрение системы автоматизации

Статья капитальных затрат	Капитальные затраты
ИТОГО:	1893308,94

3. Расчет условно – годовой экономии от внедрения СА.

Условно – годовая экономия представляет собой прирост прибыли. В результате внедрения автоматизированной системы вентиляции рабочих зон горных выработок ожидаются изменения в следующих статьях текущих расходов [5]:

- электро – и теплоэнергия;
- ремонт СА;
- амортизация СА.

Энергетические затраты зависят от потребления электроэнергии приборами и СА (таблица 3). Тариф за 1 кВт·ч электроэнергии равен 3,65 руб.

Таблица 3 – Мощность приборов и средств автоматизации

Наименование и марка приборов и СА	Мощность ед., Вт	Число ед.	Суммарная мощность, Вт
Датчик температуры ТСПУ Метран – 276 Exd	0,5	3	1,5
Датчик избыточного давления Метран – 55 – Ex – ДИ	1	1	1
Расходомер Метран – 350 – SFA – Ex	1	1	1
Преобразователь измерительный напряжения переменного трех-фазного тока E3855	4,2	1	4,2
Программируемый логический контроллер ПЛК160 [M02]	45	1	45
Барьер искробезопасности ПС – 02	0,48	2	0,96
Преобразователь частоты Sinamics Perfect Harmony GH180E	2400000	1	2400000
Взрывозащищенный телефон ТАШ1-15А	3300	1	3300
Источник питания СПИН	6	2	12
Промышленный компьютер HP 15.6"-da0481ur	45	1	45
ИТОГО:	-	-	2403410,66

Изменение расходов на электроэнергию КИПиА определяется по формуле (2):

$$P_3 = N \cdot T \cdot C_3, \quad (2)$$

где N – суммарная мощность приборов и СА, кВт·ч;
 T – годовой фонд рабочего времени ($T = 8760$ часов);
 C_3 – тариф электроэнергии (3,65 руб.).

$$P_3 = 2403,41 \cdot 8760 \cdot 3,65 = 76846631,34 \text{ руб.}$$

Значение отчислений на амортизацию и величина отчислений на текущий ремонт СА устанавливается в процентах от суммы капитальных вложений на их приобретение. Принятые нормы отчислений для СА, в год: на амортизацию – 15%, на текущий ремонт и содержание – 3..5%.

$$P_{\text{ремонт}} = 0,05 \cdot 1893308,94 = 94665,45 \text{ руб.}$$
$$P_{\text{амортизация}} = 0,15 \cdot 1893308,94 = 283996,34 \text{ руб.}$$

Таким образом, суммарные расходы составят 378661,79 руб.

Экономия средств может быть получена:

- от снижения потребления электроэнергии двигателем за счет использования частотного преобразователя, который снижает энергопотребление на 10%;

Экономия от использования частотного преобразователя определяется по формуле (3):

$$\mathcal{E}_3 = 0,1 \cdot N \cdot T \cdot C_3, \quad (3)$$

где N – мощность электродвигателя, кВт;
 T – годовой фонд рабочего времени ($T = 8760$ часов);
 C_3 – тариф электроэнергии (3,65 руб.).

$$\mathcal{E}_3 = 0,1 \cdot 2400 \cdot 8760 \cdot 3,65 = 7673760 \text{ руб.}$$

Условно – годовая экономия определяется как разность между суммой статей экономии и суммой статей расходов:

$$\mathcal{E}_{\text{у.г.}} = 7673760 - 378661,79 = 7295098,21 \text{ руб.}$$

4. Вычисление показателей экономического эффекта и эффективности, периода окупаемости затрат.

Коэффициент эффективности характеризуется величиной эффекта на единицу затрат и, в данном случае, отражает экономию от использования автоматизированной системы, приведенную к рублю капитальных вложений. Расчет коэффициента производится следующим образом по формуле (4):

$$K_{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{у.г.}}}{K} \quad (4)$$

$$K_{\text{эф}} = \frac{729509821}{189330894} = 3,85$$

Срок окупаемости капитальных вложений вычисляется по формуле (5):

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{\mathcal{E}_{\text{у.г.}}} \quad (5)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{189330894}{729509821} = 0,26 \text{ года}$$

Годовой экономический эффект вычисляется по формуле (6):

$$\mathcal{E}_{\text{г}} = \mathcal{E}_{\text{у.г.}} - E_{\text{н}} \cdot K, \quad (6)$$

где $E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент сравнительной эффективности капиталовложений ($E_{\text{н}} = 0,15$).

$$\mathcal{E}_{\text{г}} = 7295098,21 - 0,15 \cdot 1893308,94 = 7011101,87 \text{ руб.}$$

Таким образом, приведено теоретическое обоснование необходимости совершенствования вентиляционных систем в рабочих зонах горных выработок. Предложено внедрение частотного преобразователя и СА для регулирования энергопотребления и повышения энергоэффективности двигателя ГВУ. Проведен расчет затрат на приборы и комплектующие, капитальных затрат, условно – годовой экономии, окупаемости затрат и т.д. Проведенные расчеты показали, что внедрение системы автоматизации вентиляционной системы оправдано и принесет годовой экономический эффект в размере 7011101,87 руб. При этом срок окупаемости капитальных вложений на СА системы вентиляции составит 0,26 года, что отвечает нормативным требованиям.

Список литературы

1. Баскин А. И. Экономика снабжения предприятий сегодня и завтра / А. И. Баскин, Г. И. Варданын. – М.: Экономика, 2013. – 207 с.
2. Петров, Н. Н. Исследование путей снижения энергопотребления на вентиляцию шахт / Н. Н. Петров, П. Т. Пономарев, А. Н. Сергачев // Физико – технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 1996. – № 6. – С. 88 – 98.
3. Бойко, В. А. Основы теории расчета вентиляции шахт / В. А. Бойко, Н. Ф. Кременчуцкий. – М.: Недра, 1978. – 280 с
4. Гаврилов, П. Д., Автоматизация производственных процессов / П. Д. Гаврилов, Л. Я. Гимельшейн, А. Е. Медведев. – М.: Недра, 1985. – 215 с.
5. Батицкий, В. А. Автоматизация производственных процессов и АСУТП в горной промышленности / В. А. Батицкий, В. И. Лупоедов, А. А. Рыжков. – М.: Недра, 1991. – 303 с.