

УДК:622.235

## АНАЛИЗ СПОСОБОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТУРБОКОМПРЕССОРОВ

**Перебейнос А.А., студент, Гавриленко Б.В. доцент, к.т.н.**

*(Донецкий национальный технический университет,  
г. Донецк, Украина)*

Пневматическая энергия является одним из основных видов энергии, применяемой при подземной разработке месторождений. В настоящее время около 70% шахт и рудников применяют пневматическую энергию при ведении горных работ. Энергия сжатого воздуха используется в приводе добычных, проходческих, бурильных и погрузочных машин, лебедок, конвейеров, толкателей, стопоров и затворов, эжекторных установок [1]. Сжатый воздух применяется для транспортирования закладочных материалов по трубопроводам в горные выработки, выдачи измельченного полезного ископаемого и т.п. Производство сжатого воздуха на шахте осуществляется компрессорной станцией, включающей несколько компрессорных агрегатов. Поэтому для отлаженной и правильной работы необходимо эффективное регулирование производительности турбокомпрессоров, работающих в сети.

Основная задача регулирования режима работы компрессорных агрегатов и станций состоит в поддержании постоянного заданного давления сжатого воздуха в пневмосети путем изменения производительности компрессоров в соответствии с потреблением сжатого воздуха. В общем случае такое регулирование может быть осуществлено воздействием на коммуникации, компрессор или его привод. Наибольшее распространение получили следующие способы: регулирование дросселированием на всасывании и регулирование производительности компрессоров воздействием на их привод (рис. 1) [2].

Регулирование дросселированием на всасывании предусматривает установку во всасывающем трубопроводе управляемого дросселирующего устройства (заслонки). Уменьшая проходное сечение дросселя, увеличивают его сопротивление и снижают дав

ление воздуха, поступающего в компрессор. При плавном изменении давления воздуха также плавно изменяется и производительность компрессора. Из характеристик турбокомпрессоров при различных углах поворота  $\alpha$  дроссельной заслонки (рис.1) следует, что диапазон регулирования ограничивается с одной стороны естественной характеристикой, отражающей зависимость конечного давления  $P_k$  от объемного расхода  $Q_k$  при заданных условиях всасывания без регулирования, а с другой стороны – зоной помпажа (неустойчивой работы) [3]. Расширение диапазона регулирования может быть осуществлено выпуском воздуха в атмосферу с помощью противопомпажного клапана.

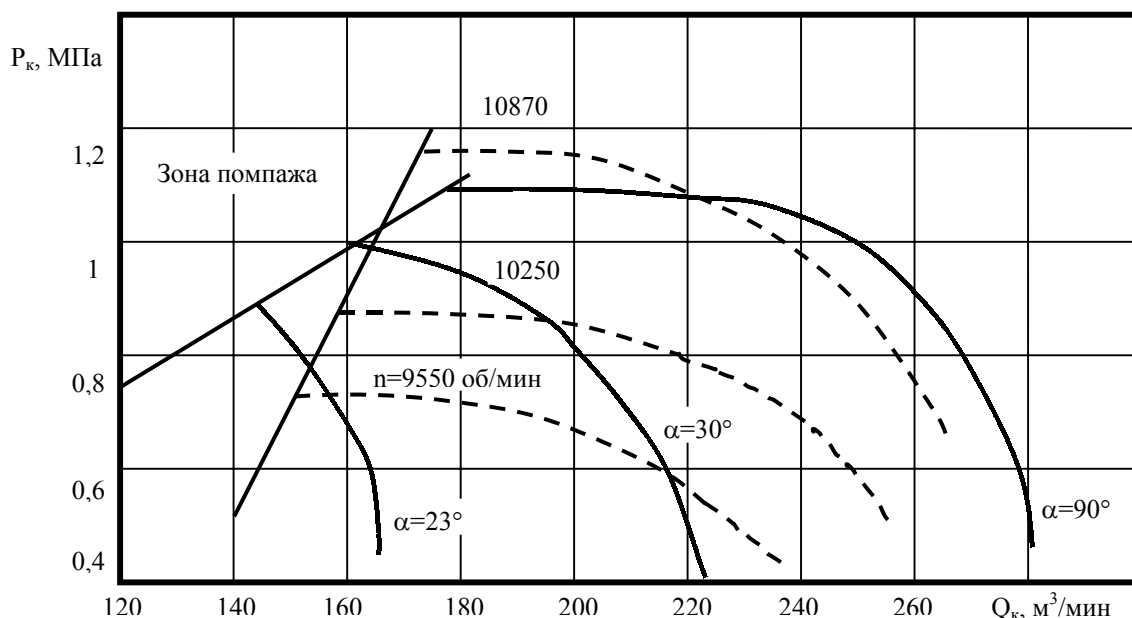


Рисунок 1- Газодинамические характеристики турбокомпрессора K250-61-2

— при регулировании дросселированием на всасывании;  
 ..... при регулировании изменением частоты вращения.

Преимуществом этого способа является простота реализации, а недостатком - не экономичность регулирования.

Вместе с тем плавное и экономичное регулирование производительности компрессоров в широких пределах может быть обеспечено путем изменением частоты вращения приводного электродвигателя [5]. При этом производительность турбокомпрессора изменяется пропорционально угловой скорости вращения приводного электродвигателя.

В установках средней и большой мощности, к которым относятся компрессорные агрегаты, используют регулирование частоты вращения приводных электродвигателей путем полезного расхода энергии скольжения. Этот способ в настоящее время реализуется с помощью схем асинхронно-вентильных каскадов (АВК) (рис. 2) [5], когда изменение частоты вращения двигателей производится изменением встречной ЭДС, вводимой в роторную цепь асинхронного электродвигателя от инвертора, входящего в комплект АВК. Принцип работы вентильного каскада аналогичен работе каскадных схем. Трансформатор 7 служит для согласования напряжения ротора с напряжением питающей сети, а инвертор 5 – преобразует с частотой сети постоянное напряжение ротора в переменное значение.

Регулирование величины противо-э. д. с., а с ней и частоты вращения асинхронного двигателя производится изменением угла открывания тиристоров инвертора. При угле открывания тиристоров равном 90 электрических градусов приводной асинхронный электродвигатель работает с максимальной частотой вращения, а его уменьшение приводит к уменьшению угловой скорости привода.

В такой схеме энергия скольжения ротора асинхронного двигателя (за вычетом потерь) передается в сеть, а зависимость частоты вращения электродвигателя от встречной ЭДС имеет вид:

$$n = \frac{kE_{2ном} - E_d}{kE_{2ном}} n_c \quad (1)$$

где  $n_c$  - синхронная частота вращения асинхронного двигателя;  $k$  - коэффициент схемы включения роторного выпрямителя;  $E_d$  - добавочная ЭДС;  $E_{2ном}$  – номинальная ЭДС ротора.

Из (1) следует что, изменяя величину добавочной ЭДС  $E_d$ , можно плавно регулировать частоту вращения приводного асинхронного электродвигателя в широких пределах.

Таким образом, при анализе способов регулирования производительности турбокомпрессора, исходя из условия поддержания постоянного заданного давления сжатого воздуха в пневмосети установлено, что наиболее целесообразным является регулирование производительности турбомашины путем изменения угловой скорости вращения её приводного электродвигателя по схеме асинхронно-вентильного каскада.

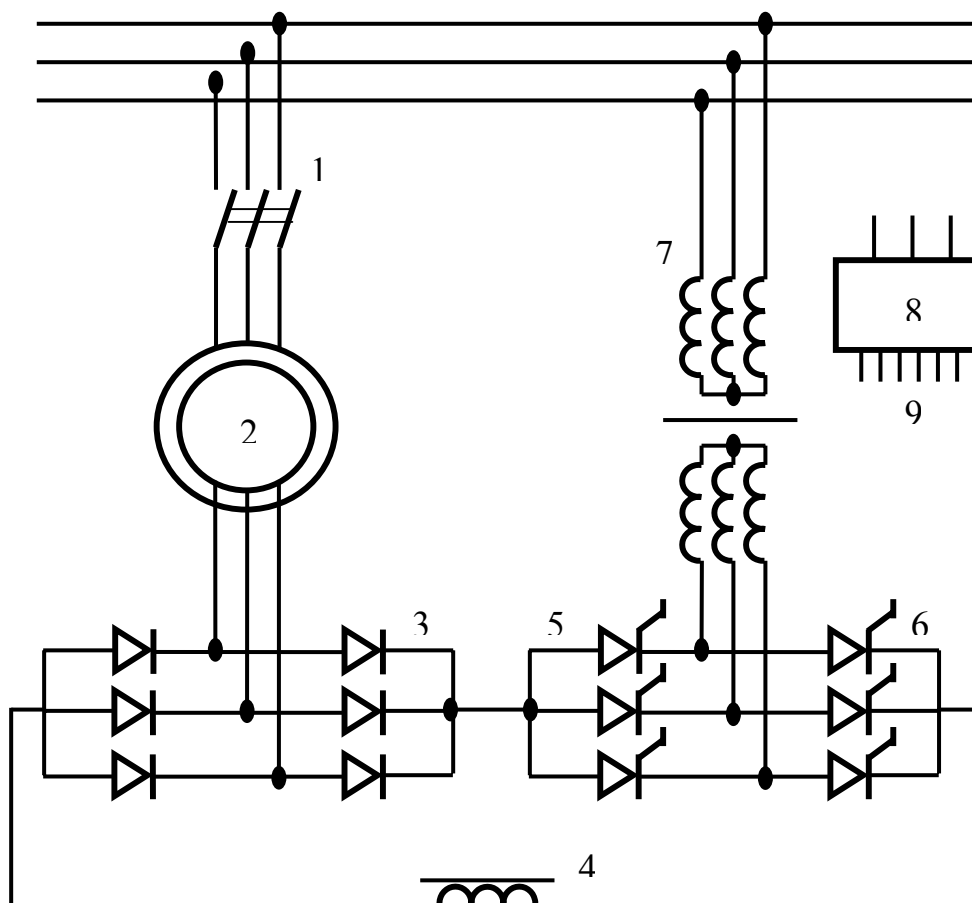


Рисунок 2.- Принципиальная схема АВК

1. Коммутационный аппарат;
2. Асинхронный двигатель с фазным ротором;
3. Выпрямитель;
4. Сглаживающий дроссель;
5. Инвертор;
6. К СИФУ;
7. Трансформатор;
8. Система импульсно-фазового управления
9. К тиристорам инвертора.

#### Перечень ссылок

1. Мурзин В.А., Цейтлин Ю.А. Рудничные пневматические установки. – М.: Недра, 1981. – 315 с.
2. Кантор С.А. Регулирование турбомашин. – М.: Машгиз, 1956. – 200с.
3. Казакевич В.В. Автоколебания (помпаж) в компрессорах. – М.:Машиностроение, 1980. – 213с.
4. Системы электропривода и автоматики рудничных стационарных машин и установок/ В.М. Чермалых, Д.И. Родькин, В.В. Каневский.- М.: Недра, 1971. – 398 с.