

УДК 622.234:622.251(075)

**Т.М. Кумыкова, В.Х. Кумыков**  
ВКГТУ им. Д.Серикбаева, г. Усть-Каменогорск

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ РАБОТЫ  
ГОРНЫХ МАШИН**

Переход к обработке нижних горизонтов рудника приводит к увеличению протяженности пневмосети и к удалению потребителей пневмоэнергии от ее источника – компрессорной станции. Эффективность пневмосетей с увеличением их протяженности снижается в связи с ростом потерь энергии сжатого воздуха при его транспортировке к потребителю [1]. Подключение к сети группы потребителей с большим расходом сжатого воздуха, а также появление в трубопроводах непредусмотренных расчетом дополнительных сопротивлений, сверхнормативных утечек потребует введение дополнительных мощностей компрессорных станций или строительства хранилищ сжатого воздуха, либо реконструкции пневмосети, отвечающей критерию минимальных потерь пневматической энергии, критерию минимума металлоемкости и капитальных затрат на сооружение магистральных трубопроводов, обеспечивающей близкое к паспортному давление сжатого воздуха на пневмоприемниках и отвечающей оптимальным экономическим параметрам.

Объектом исследований является процесс выработки, аккумуляирования, распределения и потребления пневматической энергии с применением гидропневматического аккумулятора (ГПА) сжатого воздуха в пневмоэнергокомплексе подземного рудника.

Работа основной массы технологического оборудования (буровых станков, кареток, погрузочных машин и т.д.) по своему характеру является вероятностной, в то время как наиболее естественным режимом работы компрессорных агрегатов является непрерывный режим, что связано с трудностями пуска и остановок мощных энергетических установок. Эти обстоятельства на практике приводят к непрерывным колебаниям основных параметров сжатого воздуха (его расхода и давления) практически во всех элементах пневматической сети. При этом в наиболее невыгодном с энергетической точки зрения положении находятся элементы пневмосети, из которых происходит непосредственный забор сжатого воздуха.

В то же время параметры сжатого воздуха у технологического оборудования оказывают непосредственное влияние на производительность этого оборудования. Так, при возрастании давления сжатого воздуха на 0,1 МПа производительность бурения увеличивается в среднем более чем на 20 %, при одновременном снижении удельного расхода сжатого воздуха - более чем в 1,5 раза. В то же время снижение давления в забоях ниже номинального приводит к резкому ухудшению показателей работы пневмомеханизмов.

Некоторое сглаживающее воздействие на параметры сжатого воздуха оказывают демпферные свойства трубопровода и характеристика компрессорной станции [2]. С этой точки зрения более целесообразным на подземных рудниках является использование центробежных компрессоров, имеющих характеристику  $P_{кв} = f(Q_{кв})$  положе, чем у поршневых компрессоров. Однако и это обстоятельство не позволяет поддерживать стабильное давление у оборудования в течение всей рабочей смены.

Так, проведенное обследование пневмоэнергокомплекса Тишинского рудника (г. Риддер), который содержит в своем составе центробежные компрессоры, показало, что перепад давления сжатого воздуха у технологического оборудования в течение рабочей смены составляет более 0,2 МПа: от 0,65 МПа в начале до 0,45- 0,4 МПа в конце смены, в ее

наиболее напряженные часы [3].

Анализ пневмоэнергокомплекса рудника показал, что при общей производительности компрессорных станций  $12 \text{ м}^3/\text{с}$  дефицит сжатого воздуха в пиковые нагрузки составляет  $3,33 \text{ м}^3/\text{с}$ . Среднее давление сжатого воздуха в действующих забоях составляет  $0,4 \text{ МПа}$ , что снижает производительность пневмоприемников на  $20\text{-}30 \%$ . Продолжительность пиковых нагрузок составляет  $2,1 \text{ ч}$  в течение смены. Колебания давления в шахтной пневматической сети в течение смены находятся в пределах  $0,08\text{-}0,3 \text{ МПа}$ .

Одним из путей в устранении приведенных недостатков работы пневмоэнергокомплекса является автоматизация пневматического хозяйства шахт и рудников. Принципиально возможно построение автоматизированной системы на основе одного из следующих вариантов:

- управление характеристикой компрессорной станции  $P_{\text{КС}} = f(Q_{\text{КС}})$ ;
- управление характеристикой пневмосети  $P_{\text{ПС}} = f(Q_{\text{ПС}})$ ;
- комбинирование двух предыдущих способов.

Наиболее простой является разработка автоматизированной системы регулирования по первому из приведенных вариантов. Известные системы регулирования производительности компрессорных станций построены именно на этом принципе. Регулирование характеристики  $P_{\text{КС}} = f(Q_{\text{КС}})$  в них осуществляется путем дросселирования всасывающего воздуха, перепуском части воздуха с выхода компрессора на его вход, изменением частоты вращения приводного двигателя и т.д.

Однако нельзя не отметить то обстоятельство, что в основе работы пневмоэнергокомплекса, оснащенного подобными системами, по-прежнему остается согласование характеристики компрессорной станции с характеристикой пневмосети  $P_{\text{ПС}} = f(Q_{\text{ПС}})$ . В итоге, внедрение автоматизированных систем регулирования производительности компрессорной станции хотя и позволило в некоторой степени снизить колебания давления сжатого воздуха в шахтной пневмосети, но не дало того положительного эффекта, который от них ожидался.

Использование ГПА в системах пневмоэнергокомплексов рудников позволяет вывести их работу на принципиально новый режим.

Одним из положительных эффектов включения ГПА в состав пневмоэнергокомплекса рудника является то, что его наличие позволяет замкнуть в отдельности характеристики компрессорной станции и пневмосети на характеристику ГПА. В первом приближении характеристика ГПА представляет собой горизонтальную линию  $P_{\text{ГПА}} = \text{const}$ . Но этот режим действует только во время активной работы ГПА.

Включение ГПА в состав шахтного пневмоэнергокомплекса позволяет управлять работой компрессоров вне зависимости от потребляемого шахтной пневмосетью в каждый момент времени количества сжатого воздуха. Это дает возможность аккумулировать избытки сжатого воздуха, имеющиеся при работе компрессорной станции в междусменные перерывы, с последующим использованием их для восполнения дефицита сжатого воздуха в рабочую смену.

Помимо этого, наличие ГПА в системе пневмоэнергокомплекса дает возможность управлять работой пневмосистемы не только за счет регулирования производительности компрессорной станции, но и за счет управления режимами накопления сжатого воздуха в ГПА и согласования его работы с работой компрессорной станции во времени.

Для определения параметров сжатого воздуха использовались датчики давления и температуры, установленные на выходе из компрессорной станции, входе в шахтную пневмосеть, в пневмокамере ГПА и в точках массового забора воздуха на магистрали от

компрессорной станции до ГПА.

При работе ГПА контролируется:

- уровень воды в гидрокамере;
- давление воздуха в пневмокамере гидропневмоаккумулятора;
- давление воздуха в пневмосети.

Регистрация давления осуществлялась манометрами МПГ-270, смонтированными на 5 горизонте с записью показаний на диаграммах.

При обработке результатов замеров сжатого воздуха в пневмоэнергокомплексе без ГПА установлено следующее (рис. 1).

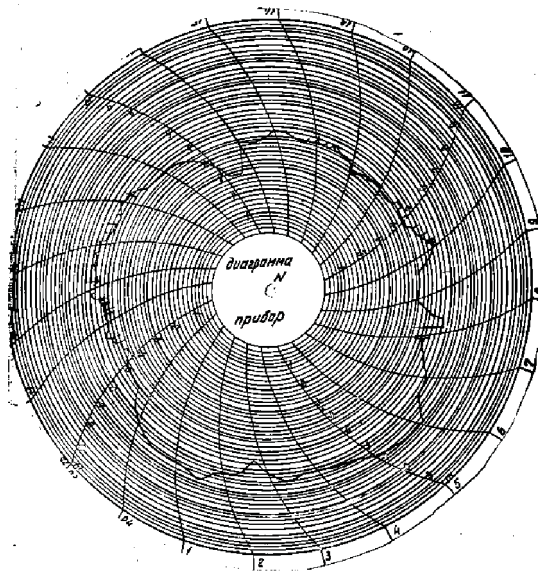


Рисунок 1 – Суточная диаграмма давления воздуха у забоя без влияния ГПА

Давление сжатого воздуха в забое при неработающих пневматических приемниках (перфораторы, буровые станки и т.д.) колеблется в пределах 0,5-0,7 МПа. Давление сжатого воздуха в действующих забоях при работающих пневматических приемниках изменяется в пределах 0,35-0,5 МПа, причем преобладающим является давление сжатого воздуха, равное 0,4-0,48 МПа. Продолжительность пиковых нагрузок в течение смены достигает 1,7-3,4 ч, а преобладающим является пиковый период продолжительностью 2,1 часа в смену.

Давление сжатого воздуха на компрессорной станции в период замеров колеблется в пределах 0,58-0,8 МПа. Преобладающим является давление, равное 0,6-0,7 МПа. Колебание давления сжатого воздуха равняется 0,22 МПа, преобладающим – 0,15 МПа. В работе находится в среднем 4÷5 компрессоров. Колебание давления сжатого воздуха в течение смены составляет 0,1÷0,3 МПа.

Обработка полученных данных при работающем ГПА (рис. 2) показала, что наиболее рациональный режим эксплуатации ГПА позволяет в течение суток работать на 3-х компрессорах, а с 8 до 9 часов и с 17 до 18 часов – на 4-х компрессорах.

При таком режиме эксплуатации компрессорной станции давление сжатого воздуха в действующих забоях равнялось 0,56-0,62 МПа, с преобладающим давлением 0,6 МПа. Колебание давления сжатого воздуха составило 0,04-0,06 МПа, с преобладающим – 0,05 МПа.

Анализ диаграмм показывает, что гидропневмоаккумулятор не работает в среднем 3,2 часа в сутки, что приводит в течение года к значительному увеличению расхода электрической энергии.

Таким образом, результаты выполненных исследований позволяют сделать вывод, что наличие в системе шахтного пневмоэнергокомплекса ГПА выводит работу пневмосистемы на принципиально новый режим работы, при котором характеристики компрессорной станции и шахтной пневмосети замыкаются каждая в отдельности на характеристику ГПА [4, 5].

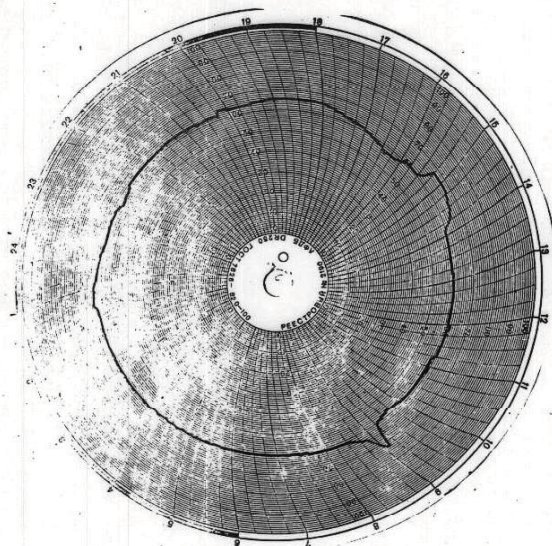


Рисунок 2 - Суточная диаграмма давления воздуха у забоя при работающем ГПА

Ввод ГПА в состав пневмосистемы позволяет реализовать систему автоматического регулирования работы пневмокомплекса на качественно новых принципах: за счет управления режимами накопления сжатого воздуха в ГПА и согласования работы компрессорной станции и ГПА во времени [6]. Работа ГПА в пневмоэнергокомплексе рудника позволяет увеличить давление сжатого воздуха в действующих забоях в течение смены с 0,4 до 0,58 МПа.

К достоинствам пневмосистем с ГПА можно отнести:

- сжатый воздух поступает к технологическому оборудованию при постоянном и повышенном давлении, это увеличивает его производительность;
- сжатый воздух поступает к пневмоприемникам более сухим, что улучшает их работу;
- постоянство давления благоприятно отражается на работе компрессоров и пневмоприемников и увеличивает срок их службы;
- компрессорные станции можно проектировать не на «пиковые» нагрузки, а с учетом аккумуляции пневматической энергии в ГПА, что дает возможность значительно снизить энергоемкость системы и в некоторых случаях уменьшить число действующих компрессоров;
- в случае кратковременного перерыва в работе компрессоров горные машины с пневмоприводом некоторое время могут работать, получая сжатый воздух из аккумулятора.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Наиболее рациональным путем выравнивания пиковых нагрузок как в пневмоси-

стеме, так и в энергосистеме является применение в пневмоэнергокомплексах подземных рудников подземных хранилищ сжатого воздуха, обеспечивающих стабилизацию и повышение давления сжатого воздуха в действующих забоях вне зависимости от количества работающих пневмоприемников.

2. Использование гидропневмоаккумуляторов сжатого воздуха на рудниках и шахтах позволит обеспечить существенную экономию электрической энергии при выработке сжатого воздуха и выровнять график суточного энергопотребления, позволяя технологическому оборудованию работать в часы пиковых нагрузок на пневмосистему на сжатом воздухе, находящемся в пневмокамерах ГПА.

#### Список литературы

1. Цейтлин Ю.А. Влияние емкости шахтной пневматической сети на колебания давления сжатого воздуха у потребителей // Горная электромеханика и автоматика. – 1974. – Вып. 25. – С. 105-110.
2. Дудин Б.И. К вопросу о зависимости расхода сжатого воздуха в шахтной сети от давления / Б.И. Дудин, Ю.А. Цейтлин // Горная электромеханика и автоматика. – 1973. – Вып. 22. – С. 142-146.
3. Исследовать состояние рудничного пневматического хозяйства на Зыряновском, Лениногорском, Иртышском комбинатах и выдать данные по его реконструкции, обеспечивающие снижение энергетических затрат на выработку сжатого воздуха на 10- 15 % // Инф. карта / ВНИИцветмет: Рук. темы В.Д. Павлов - Усть-Каменогорск, 1984. – 58 с.
4. Лисовский Г.Д. Методика стабилизации режима работы шахтной пневмосети / Г.Д. Лисовский, Т.М. Кумыкова // Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан-2030» / Тр. IV Междунар. науч. конф. – Караганда: КарГТУ, 2001. – С. 279-281.
5. Кумыкова Т.М. Энергосбережение на подземных рудниках. Бъдешето проблемите на световната наука / Т.М. Кумыкова, В.Х. Кумыков. Материали за 4-а международна научна практична конференция, 17-25 дек. – Технологии: БялГРАД-ВГ ООД – София, 2008. – Т. 23. – С. 26-28.
6. Кумыкова Т.М. Гидропневмоаккумулятор сжатого воздуха / Т.М. Кумыкова, В.Х. Кумыков. – Предварительный патент РК на изобретение № 19314. Оpubл. 15.04.2008, бюл. № 4.

Получено 2.01.10

---

УДК 622.343.12

**Е.С. Орынгожин**

Институт горного дела им. Д.А. Кунаева, г. Алматы

#### ТЕХНОЛОГИЯ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ЗОЛОТА НА СОЗДАННОМ УГЛЕВОЛОКНИСТОМ КАТОДЕ

Технологическая операция при производстве золота электрохимической технологией была разработана и испытана схема с осаждением золота на углеволокнистый катод.

Технологическая схема извлечения золота из растворов электрохимического выщелачивания с осаждением на угольноволокнистый катод (рис. 1):

- электрохимическое выщелачивание золота из сульфидосодержащей пульпы с одновременным осаждением золота на углеволокнистый катод (ткань НАТ – 100);
- направление обеззолоченной пульпы на сгущение;
- направление сгущенного продукта на хвостохранилище;
- направление верхнего слива сгущения на повторное приготовление раствора NaCl;
- съем золотонасыщенного углеволокна с катода, его сушка и обжиг;
- растворение золотосодержащего осадка в царской водке;