

Птащенко А. А.
студент гр. ГМ-18-1у,
Рутковский Ю. А.
к.т.н., проф. каф. ПГМ,
Рутковский А. Ю.
к.т.н., доц. каф. ГЭМО
ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР, gem2007@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПОРШНЕВЫХ КОМПРЕССОРОВ МЕХАНИЧЕСКИМ И ДИНАМИЧЕСКИМ НАДДУВОМ

Повышение производительности поршневых компрессоров, эксплуатируемых в металлургической, химической и горной промышленности, является актуальной задачей, так как от величины производительности зависит эффективность работы пневматического оборудования предприятия.

Поршневые компрессоры относятся к объемным машинам и при неизменных размерах цилиндра и частоте вращения коленчатого вала количество подаваемого в сеть газа зависит исключительно от давления газа в цилиндре во время всасывания, а следовательно, от плотности его, определяющей массовую производительность компрессора.

Повысить давление в цилиндре при всасывании можно двумя способами. Первый способ заключается в использовании специального нагнетателя, устанавливаемого во всасывающей системе и создающего повышенное давление на протяжении всего периода всасывания. В этом случае способ называется механическим или принудительным наддувом. В качестве наддувочного агрегата может быть использован вентилятор, газодувка или газгольдер. Организация наддува может быть осуществлена как на одиночном компрессоре, так и на группе поршневых компрессоров, что определяется технологией производства.

При испытании компрессоров в производственных условиях установлено, что при повышении давления газа на всасывании на 10 КПа, то есть на 10 % выше атмосферного получены следующие результаты: увеличение производительности составило 6,5 %, удельный расход электроэнергии возрос на 1,5 % [1]. Преимуществом способа является возможность повышения производительности группы компрессоров независимо от конструкции цилиндров (простого или двойного действия). Недостатком — увеличение потребляемой электроэнергии и дополнительные затраты на ремонт и обслуживание установки.

Вторым способом повышения производительности является динамический наддув (или акустический, резонансный наддув), когда для повышения производительности машины используются колебания давления во всасывающей системе, возникающие при периодических процессах всасывания.

Как показали испытания, амплитуда колебания давления при резонансе главной гармоники для компрессоров с цилиндрами двухстороннего действия в первой ступени достигает значений 0,05 МПа и прибавка производительности может составить 15–16 % [2]. При этом возрастает и потребляемая мощность на приводе компрессора, однако удельный расход остается практически постоянным или снижается на 4 % в зарезонансных областях длин всасывающего трубопровода.

Экспериментально установлено два оптимальных режима работы поршневых компрессоров с цилиндрами двухстороннего действия в первой ступени: а) режим с максимальной производительностью, когда длина всасывающего трубопровода $L_{вс}$ равна его резонансной длине $L_{рез}$, т. е. $=L_{рез}$ и б) режим с минимальной удельной мощностью при $L_{вс} = (1,1 \dots 1,2) L_{рез}$. В этой области длин всасывающего трубопровода происходит сдвиг фазы колебания давления относительно мертвых точек положения поршня, способствующий уменьшению на 40 % затрат мощности на всасывание газа в цилиндр и одновременно к наддуву цилиндра газом при обратном движении поршня.

Для определения оптимальных режимов получены формулы:

– режим а)

$$L_{рез} = 7,5 \frac{C_{зв}}{n} - 2,24 \left(\frac{D}{d_{тр}} \right)^2 R, \text{ м,}$$

где $C_{зв}$ — скорость звука в газе, м/с;

n — частота вращения коленчатого вала, об/мин;

D — диаметр поршня первой ступени, м;

$d_{тр}$ — диаметр всасывающего трубопровода, м;

R — радиус кривошипа, м;

– режим б)

$$L_{рез} = (1,1 \dots 1,2) L_{рез}, \text{ м.}$$

В работе определены резонансные длины наиболее распространенных воздушных поршневых компрессоров. В заключение скажем, что к интересным практическим результатам могут привести исследования совместного влияния механического и динамического наддува на производительность действующих компрессоров.

Общий экономический эффект от внедрения резонансного наддува и клапанов нового поколения составляет на одну компрессорную станцию, состоящую из 4-х поршневых компрессоров типа L ВП-50/8М составляет более 2 млн руб. в год [3].

Причем, внедрение резонансного наддува на действующих компрессорах не требует капитальных затрат — оно достигается путем установки всасывающего трубопровода с резонансными параметрами: оптимальной длиной $L_{вс} = L_{рез}$ и диаметром, равным диаметру всасывающего патрубка.

Библиографический список

1. Литинский, М. А. Интенсификация компрессорных установок химических производств / М. А. Литинский. — М. : Химия, 1987. — 71 с.
2. Смирнов, А. В. Основные направления совершенствования углекислотных поршневых компрессоров промышленного назначения / А. В. Смирнов, В. Н. Фесенко, В. А. Оболоник, В. В. Найчук, Ю. А. Рутковский // Технические газы, 2013. — № 2. — С. 35–42.
3. Рутковский, Ю. А. Резонансные характеристики поршневых компрессоров с самодействующими клапанами нового поколения и их роль в повышении эффективности пневматического оборудования промышленного производства / Ю. А. Рутковский, В. В. Найчук, А. Ю. Рутковский // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. — Донецк : ДОНИЖТ, 2016. — № 43. — С. 43–59.