

ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ И КОМПЛЕКСАХ

УДК 621.8.033.004.18

ЭЛЕКТРОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ РАЗДЕЛЕНИИ ВОЗДУХА

Ю.К. Демин, И.О. Слепова, С.В. Картавец

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова», Россия, г. Магнитогорск
dyomin.ura@yandex.ru*

Аннотация

Произведен анализ сокращения затрат электроэнергии на привод компрессора при промежуточном охлаждении сжатого воздуха жидким азотом или кислородом.

Ключевые слова: сжатый воздух, компрессор, промежуточное охлаждение, разделение воздуха.

ELECTRO SAVINGS FOR AIR SEPARATION

Ju.K. Dyomin , I.O. Slepova, S.V. Kartavcev

*Nosov Magnitogorsk State Technical University
Russia, Magnitogorsk
dyomin.ura@yandex.ru*

Abstract

The analysis reducing electricity costs to drive the compressor with intermediate cooling of compressed air with liquid nitrogen or oxygen.

Key words: compressed air, the compressor, intermediate cooling, air separation.

Актуальность работы

Спрос на продукты разделения воздуха в России постоянно увеличивается, особенно на азот и аргон. Стабильно высоким остается производство кислорода, основным потребителем которого является черная металлургия. Все крупные современные воздухоразделительные установки (ВРУ), как правило, комплексные; в них одновременно получают несколько различных продуктов, как в газообразном, так и

в жидком или сжатом виде. Многие установки позволяют переход на различные режимы, с тем, чтобы получить необходимые в данный момент продукты (жидкий азот или жидкий кислород).

Для снабжения современных крупных ВРУ сжатым воздухом в России применяют мощные турбокомпрессоры. Характерно, что затраты энергии на сжатие воздуха составляют, в зависимости от типа установок, от 70 до 90% всех энергозатрат установки [1].

Основные проблемы и решения

Для экономии энергии на привод компрессора применяют ступенчатое сжатие, с охлаждением сжатого воздуха между ступенями в специальных теплообменниках. Недоохлаждение воздуха в промежуточных охладителях турбокомпрессоров на каждые 10°С приводит к снижению производительности на 1-5%, что ведет к перерасходу электроэнергии на привод компрессора. В реальных условиях для охлаждения сжатого воздуха в качестве теплоносителя используется вода, при этом недоохлаждение в промежуточных воздухоохладителях достигает 40-50°С [2]. Таких значений оно достигает из-за несовершенства поверхностного охлаждения в воздухоохладителях и невозможности впрыска охлаждающей воды в поток сжатого воздуха. Так как это приведет к увлажнению, а следовательно дополнительным затратам на последующую осушку перед ВРУ.

Для решения этой проблемы предлагается впрыск жидкого азота или кислорода на входе в ступень сжатия. Благодаря этому сжатый воздух будет доохлажден без потери качества.

В качестве примера была рассчитана ВРУ КААр-15-3, с массовым расходом потребляемого сжатого воздуха 4,18 кг/с, при давлении 0,54 МПа. Производительность установки по жидкому кислороду - 0,278 кг/с (давление 0,2 МПа), по жидкому азоту - 0,278 кг/с (давление 0,45 МПа). Сжатие в компрессоре трехступенчатое, давление воздуха после первой ступени 0,175 МПа, после второй 0,31 МПа. Таким образом, кислород можно использовать на входе во вторую ступень, азот на входе в третью. Температура недоохлаждения была принята 10÷20°С.

Используя свойства воздуха и продуктов его разделения было рассчитано необходимое количество жидкого азота и кислорода, выигрыш в энергии привода компрессора (за счет ликвидации недоохлаждения), а также дополнительные затраты на сжатие обогащенного воздуха (за счет добавленной массы кислорода и азота). Разница между выигрышем и дополнительными затратами для одной ступени компрессора представлена на рис. 1.

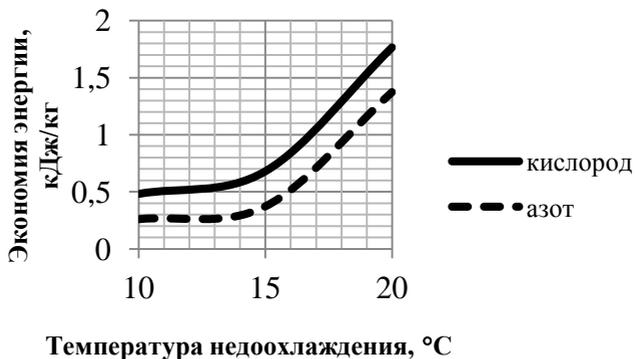


Рис. 1. Экономия электроэнергии в зависимости от температуры недоохлаждения

Из рис. 1 видно, что использование кислорода более выгодно, чем азота. Годовая экономия электроэнергии на привод одной ступени воздушного турбокомпрессора для ВРУ КААр-15-3, при температуре недоохлаждения 20°C, может составить около 50 тыс. кВт·ч для азота и 65 тыс. кВт·ч для кислорода.

Выводы

Таким образом, учитывая масштабы производства продуктов разделения воздуха, применение впрыска жидкого кислорода или азота в ступень сжатия воздушного компрессора может дать значительный энергосберегающий эффект.

Список литературы

1. Калинин Н.В., Кабанова И.А., Галковский В.А., Костюченко В.М. Системы воздушноснабжения промышленных предприятий: Учеб. пособие. - Смоленск: Смоленский филиал МЭИ (ТУ), 2005 — 122 с.
2. Рыбин А.А. Сокращение потерь энергии при производстве сжатого воздуха // Промышленная энергетика. — 2004. — № 7. — С. 33.