

Список использованных источников

1. Агапитов А. Е., Логунова О. С. Влияние цены природного газа на себестоимость электроэнергии электростанций металлургических предприятий // Энергетики и металлургии настоящему и будущему России. Магнитогорск : МГТУ, 2015. С. 62-66
2. Кирилов Н. Г. Энергетическая безопасность России и ресурсосбережение как магистральное направление развития российской энергетики // Энергетическая политика. 2002. № 1. С. 13-20.

УДК 621.59 : 661.93

Хасанова Р. В., Дёмин Ю. К., Нешпоренко Е. Г.
Магнитогорский государственный технический университет
rezed@list.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КИСЛОРОДНО-КОМПРЕССОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация. В работе рассмотрена возможность энергосбережения в кислородно-компрессорном производстве за счет экономии энергии на привод кислородного компрессора в результате впрыска жидкого кислорода в поток сжатого кислорода после промежуточного охладителя. Для оценки эффекта от предложенного мероприятия была рассчитана экономия работы сжатия.

Ежегодно наблюдается рост промышленного производства кислорода, который широко используется для интенсификации различных технологических процессов. Применение кислорода способствует увеличению выработки продукции, улучшению ее качества, а также снижению себестоимости.

Для воздухоразделительных установок (ВРУ) характерно, что затраты энергии на сжатие газов составляют, в зависимости от типа установок, от 70 до 90 % всех энергозатрат установки [1].

Продукты разделения воздуха используются при различных давлениях. В зависимости от типа ВРУ, газы могут выдаваться непосредственно из блока разделения под избыточным давлением, либо под атмосферным давлением и далее направляться в компрессоры.

В черной металлургии, как правило, кислород применяется для продувки конвертерной стали под давлением 1,5-2 МПа (при расходе 55-60 м³ на 1 т металла), металлической ванны в дуговой печи – 0,95-1 МПа (при расходе 15-20 м³ на 1 т металла) [2]. Поэтому для сжатия кислорода применяют центробежные кислородные компрессоры, которые, в отличие от поршневых, просты по конструкции, надежны в эксплуатации, не имеют контакта со смазочным маслом.

Как известно, самым выгодным компрессорным процессом, обуславливающим наименьший расход энергии на привод, является изотермический про-

цесс. Однако уменьшение температуры сжимаемого газа до начальной температуры на входе в ступень сжатия возможно лишь при бесконечно большой теплообменной поверхности охладителя.

При этом стоит отметить, что существенным фактором, влияющим на перерасход электроэнергии компрессором, является недоохлаждение сжимаемого газа, как следствие загрязнения трубок воздухоохладителей накипью и нагаро-масляных отложений на наружной поверхности трубного пучка. Недоохлаждение газа в промежуточных охладителях турбокомпрессоров на каждые 10 °С приводит к снижению производительности на 1...1,5 % [3].

Для уменьшения недоохлаждения сжатого газа в выносных газоохладителях турбокомпрессорных установок в работе [4] было предложено осуществить дополнительное охлаждение газа путем впрыска жидкого кислорода на выходе из газоохладителя. При этом охлаждение газа будет происходить за счет теплоты испарения жидкости.

Для оценки предложенного мероприятия была рассчитана удельная экономия энергии на сжатие газа:

$$l_3 = l - l_{\text{впр}} \quad (1)$$

где l_3 – удельная экономия энергии на сжатие, кДж/кг; l и $l_{\text{впр}}$ – удельная работа сжатия без впрыска и при впрыске соответственно, кДж/кг.

Исходные данные для расчетов и его результаты представлены в таблице.

Результаты расчетов

Исходные данные		
	Единица измерения	Величина
Количество ступеней сжатия		11
Количество выносных газоохладителей		4
Начальная температура газа	К	293
Величина недоохлаждения газа	К	20
Степень сжатия		1,7
Коэффициент адиабаты для кислорода		1,395
Результаты расчетов		
Удельная работа сжатия без впрыска	кДж/кг	1167
Удельная работа сжатия при впрыске	кДж/кг	1121
Удельная экономия энергии на сжатие	кДж/кг	46,76
	кВт·ч/ кг O ₂ ^г	0,013
Удельный расход жидкого кислорода	кг O ₂ ^ж /кг O ₂ ^г	0,228

Таким образом, объемное охлаждение сжатого газа впрыском, в дополнение к поверхностному охлаждению в выносных газоохладителях, позволяет, без увеличения металлоемкости и усложнения конструкции компрессорной установки, уменьшить расход энергии на привод компрессора.

Список использованных источников

1. Системы воздухообеспечения промышленных предприятий / Н. В. Калинин, И. А. Кабанова, В. А. Галковский, В. М. Костюченко. Смоленск: Смоленский филиал МЭИ, 2005. 122 с.
2. Криогенная техника и технология / В. П. Беляков. М. : Энергоиздат, 1982. 272 с.

3. Системы воздухообеспечения предприятий / А. М. Парамонов, А. П. Стариков. СПб.: Издательство "Лань", 2011. 160 с.
4. Энергосберегающие технологии в металлургической промышленности / Материалы всероссийской молодежной конференции. М. : НИТУ "МИСИС", 2014. С. 424-427.

УДК 621.928.8

Худякова Г. И., Щелоков Я. М.
Уральский федеральный университет
energo-ugtu@bk.ru

ЧТО ЖЕ ЭТО ТАКОЕ: СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ?

Аннотация. В статье проанализированы преимущества и недостатки централизованной системы теплоснабжения, исторические предпосылки ее развития. Рассмотрены особенности современных систем теплоснабжения и их перспективы с точки зрения повышения эффективности.

Одному из соавторов этой работы довелось еще в 50-х годах прошлого столетия пройти образовательный процесс по узкоспециализированной кафедре «Теплофикация и тепловые сети». Сейчас в век бакалавров и магистров подобных кафедр и быть не может. Но, что нам делать с «наследством» тех времен, например, с системой централизованного теплоснабжения? Расположена, например, она на Урале, а ее организационно-правовой статус непонятно где и чей.

Историческая справка. Причина появления централизованного теплоснабжения очевидна – к XX веку человечество освоило в промышленных масштабах новый вид энергии – электричество. Производить электрическую энергию стали, в большинстве случаев, на тепловых электростанциях (ТЭС). При этом КПД производства электрической энергии в те годы редко превышал 25 %. Сегодня на отдельных современных тепловых электростанциях КПД максимально достигает 50 %. Остальная же часть энергетических потоков ТЭС – низкопотенциальное тепло, которое, тем не менее, следует как-то утилизировать, в том числе, и при отоплении зданий. Вот еще тогда-то и возникла идея централизованного теплоснабжения. Это направление получило название: комбинированная выработка электрической и тепловой энергии (когенерация), в русском языке – теплофикация. К сожалению, на практике в объективные физические законы периодически делаются попытки внесения отраслевых и даже «экономических» поправок. Все эти случаи имеют монопольную природу. Так, в середине XX века в СССР была выдвинута теория, которая по сути дела «откорректировала» второе начало термодинамики. Случилось такое окончательно в начале 60-х годов прошлого столетия. Исходя из этой «теории», было принято решение, что монопольное обеспечение теплом потребителей может развиваться по двум направлениям. Это, конечно, наиболее экономичным по расходу топлива методом теплофикации, а так