

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СИСТЕМАХ СЖАТИЯ КИСЛОРОДА ДЛЯ ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация. В работе рассматривается возможность выработки электрической энергии за счет охлаждения сжатого кислорода, производимого для сталеплавильных печей.

Электрические печи широко применяются в металлургии. Они используются для расплавления металлов и сплавов, восстановления металлов из руд, нагрева различных изделий и заготовок. В последнее время для ускорения расплава скрапа и снижения удельного расхода электроэнергии широкое распространение получила продувка ванны кислородом в период плавки, когда в жидкой ванне происходит окисление примесей. Так, при удельном расходе кислорода 5-10 м³/т потребление электроэнергии снижается на 10-15 %, а производительность печи возрастает на 5-10 % [1]. Таким образом, одним из мероприятий по энергосбережению является энергосбережение в комплексе производства кислорода.

Для сжатия и подачи газообразного кислорода в жидкую ванну применяют многоступенчатые центробежные компрессоры. Обязательным условием нормальной эксплуатации компрессоров является наличие промежуточного охлаждения сжатого кислорода. В процессе сжатия газа выделяется низкопотенциальное тепло, которое отводится системой охлаждения и рассеивается в атмосферу, охлаждающей средой обычно является вода. Таким образом, возникает проблема полезного использования теплоты сжатия.

В работе предлагается заменить теплоноситель на низкокипящее рабочее тело с последующей выработкой электрической энергии по органическому циклу Ренкина (ORC).

Для оценки резервов энергосбережения необходимо определить количество теплоты, вырабатываемой в промежуточных и конечных охладителях компрессорных установок. Для определения количества выделяемой теплоты при сжатии кислорода был рассчитан процесс сжатия газа в ступенях и его охлаждение в газоохладителях. Для расчетов были приняты следующие условия: сжатия газа двуступенчатое; сжатие в ступени адиабатное с коэффициентом адиабаты 1,4; $t_{вх} = 20$ °С; температура недоохлаждения в газоохладителе $\Delta t = 5$ °С; степень повышения давления $x = 1,1 \dots 5$.

По графику, представленному на рис. 1, видно, что при охлаждении сжатого кислорода можно получить свыше 220 кДж/кг теплоты, а при степени сжатия $x = 1,8$ – около 66 кДж/кг теплоты.

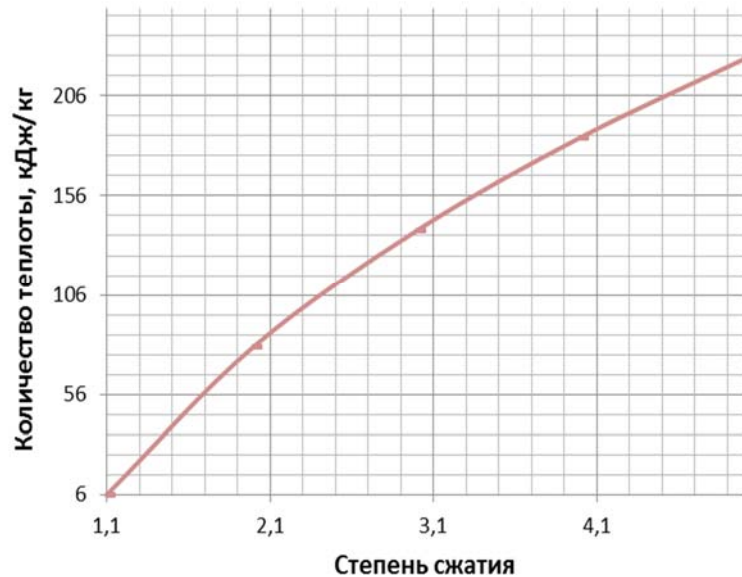


Рис. 1. График зависимости количества выделяемой теплоты при охлаждении сжатого кислорода от степени сжатия – x

Для оценки потенциала вырабатываемой электрической энергии по ORC, был принят КПД органического цикла Ренкина 20 % [2] и рассчитано количество электрической энергии в киловатт-часах на килограмм сжимаемого кислорода.

Из графика, представленного на рис. 2, видно, что при охлаждении сжатого кислорода можно получить до 0,025 кВт·ч электрической энергии на каждый килограмм сжимаемого кислорода, а для степени сжатия $x = 1,8$ можно получить более 0,007 кВт·ч/кг электрической энергии.

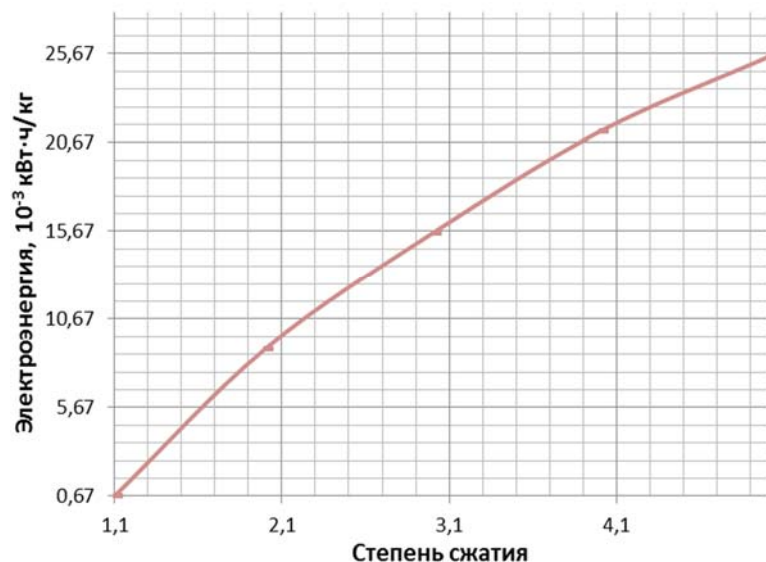


Рис. 2. График зависимости количества вырабатываемой электрической энергии при охлаждении сжатого кислорода и азота от степени сжатия – x

Таким образом, при использовании теплоты сжатия кислорода для генерации электрической энергии по органическому циклу Ренкина открывается значительный резерв энергосбережения.

Список использованных источников

1. Кривандин В. А. Теория, конструкции и расчеты металлургических печей. М. : Металлургия, 1986. 479 с.
2. Абдулнужина И. Р., Демин Ю. К., Матавеев С. В., Картавец С. В. Исследование возможности полезного использования теплоты стали в зоне вторичного охлаждения машины непрерывного литья заготовок // Энергосбережение: теория и практика. Т. 1. М. : МЭИ, 2014. С. 35-36.

УДК 622.691.4.052

Соболев А. А., Седунин В. А.
Уральский федеральный университет
sobolew-andrei@mai.ru

РАЗРАБОТКА ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩЕГО АГРЕГАТА ДЛЯ ОПУСТОШЕНИЯ ГАЗОПРОВОДОВ ПРИ РЕМОНТЕ

Аннотация. В работе рассматриваются вопросы разработки компрессорной станции для выкачки газа из магистральных газопроводов при проведении плановых ремонтных работ. Проанализированы варианты компоновки оборудования.

Расстояние от газовых месторождений до потребителя составляет несколько сотен километров. По мере прохождения газа по газопроводу происходит снижение давления, связанное с гидравлическими потерями. В связи с этим по трассе газопровода сооружают компрессорные станции. Компрессорные станции магистральных газопроводов предназначены для поддержания в них рабочего давления, обеспечивающего транспортировку газа в предусмотренных проектами объемах. Расстояние между ними составляет 125 км. К агрегатам КС (головной и промежуточным) газ поступает под давлением около 4 МПа. Здесь он очищается от примесей, осушается, компримируется, охлаждается и под давлением 7,5 МПа подается в газопровод.

Срок эксплуатации магистрального газопровода составляет несколько десятков лет, за это время требуется проведение планового обслуживания и ремонтов. Используя специальные внутренние дефектоскопы для нахождения дефектов работники газотранспортной службы выделяют участки газопровода, подлежащие замене или ремонту. Любые работы, связанные со вскрытием газопровода сопровождаются полным стравливанием газа в атмосферу из участка трубы длиной около 30 км (расстояние между крановыми площадками).

Общая протяженность газотранспортной системы на территории России составляет 170,7 тыс. км. Один плановый ремонт предполагает выброс газа в количестве 2,4 млн. м³, из расчета, что в течение 10 лет будет выполнен ремонт по