

Улучшение санитарно-гигиенических условий труда предполагает совершенствование техники и технологии производства с целью устранения причин, порождающих неблагоприятные условия, а также рационализацию производственного процесса с учётом комплекса санитарных и эргономических норм, стандартов и требований.

Немало важным вопросом по обеспечению безопасного производства на опреснительных установках является также организация специальной оценки условий труда, которая включает в себя единый комплекс последовательно осуществляемых мероприятий по идентификации вредных и (или) опасных производственных факторов и оценке уровня их воздействия на работника. По результатам специальной оценки труда устанавливаются классы и подклассы условий труда на рабочих местах.

В частности, в процессе работы на опреснительных установках на оператора могут воздействовать опасные и вредные производственные факторы, например, токсическое действие хлора, фтора, извести, соды при попадании в дыхательные пути. Поэтому оператор должен знать технологическую схему хлорирования и фторирования, порядок включения и выключения оборудования, устройство, принцип работы и правила его эксплуатации; защитные средства, способы устранения утечек хлора, фтора, извести, соды и дегазации контейнеров и баллонов; способы и средства индивидуальной защиты от поражения токсическими веществами, способы оказания помощи при отравле-

нии; физико-химические свойства хлора и фтора; правила хранения токсических, взрывоопасных веществ.

В понятие метеорологических условий производственной среды или микроклимата входят: температура воздуха, его влажность и скорость движения, атмосферное давление и тепловое излучение от нагретых поверхностей, которые должны соответствовать «Санитарным правилам и нормам».

В соответствии с положениями ст. 212 ТК РФ обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда в организации возлагаются на работодателя. Помимо работодателя определёнными обязанностями в области охраны труда обладает сам работник.

Улучшение условий труда требует как организационных мероприятий, так и финансовых затрат. При создании семейства импортозамещающих энергосберегающих установок, основанных на применении инновационных технологий для опреснения морской воды и получения дистиллята из сточных вод производительностью до 10 м куб./час в том числе требуется и разработка инструкций по обслуживанию установок, должностных инструкций, определяющие права и обязанности персонала с учетом местных условий эксплуатации, памятки по технике безопасности и создание методических указаний по санитарному контролю по применению и эксплуатации установок. Все вышеперечисленное является темой для дальнейшей разработки.

УДК 628.165

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО ЦИКЛА УСТАНОВОК, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОЕ ТЕПЛО СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА

© 2018 Е.В. Благин, О.В. Терещенко, Д.А. Угланов

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

OPTIMIZATION OF THE THERMODYNAMIC CYCLE OF ENERGY PLANTS UTILIZING COLD ENERGY OF LIQUID NATURAL GAS

Blagin E.V., Tereschenko O.V., Uglanov D.A. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

This article deals with parametric optimization of low-potential energy plant utilizing cold energy of liquid natural gas. Power plant with Rankine cycle and carbon dioxide was selected for optimization. Optimization shows that optimal pressure ration is 5.5 and COP of such plant is equal to 16%.

В настоящее время в различных системах аэрокосмической техники, транспорта, а также в энергетических комплексах различного назначения использование низкопотенциального тепла криогенных жидкостей приобретает всё большее распространение. Это объясняется увеличением объёмов производства сжиженного природного газа (СПГ), удобством их хранения, улучшением экологических характеристик и увеличением ресурса работы техники.

В данной работе представлена оценка эффективности установок, работающих по циклу Ренкина. На рис. 1 представлена схема реализации цикла Ренкина. Цикл состоит из четырёх процессов: повышение давления насосом 5-6, испарение жидкости в испарителе 6-3, расширение в турбине 3-4 и конденсация в конденсаторе 4-5. Процесс 1-2 – теплообмен с окружающей средой, процесс 7-8 – подача холодного теплоносителя.

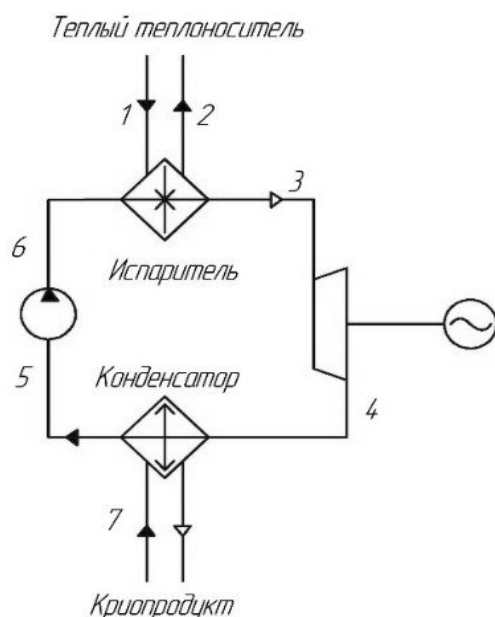


Рис. 1. Принципиальная схема реализации цикла Ренкина для утилизации низкопотенциального тепла криопродукта

Достоинством представленной схемы является малый расход рабочего тела и возможность реализации цикла при высоких степенях повышения давления π_k . К недостаткам относится сложность выбора рабочего тела, которое сможет обеспечить высокую эффективность работы установки во всём рассматриваемом диапазоне температур.

Так как условно считаем, что теплоносителя с температурой окружающей среды можно получить бесконечно много, то также

считаем, что возможно догреть рабочее тело в цикле Ренкина до температуры окружающей среды. С точки зрения расчёта это означает, что $T_3=300$ К.

Расчёт начинается с определения параметров точки 5. Она должна быть расположена на кривой насыщения (линии жидкости) как можно ближе по температуре к температуре СПГ (112 К). При этом необходимо помнить, что нужно сохранить определённую температурную разницу между рабочим телом и холодным теплоносителем.

После этого необходимо задать давлением p_6 , которое будет получено в насосе.

Далее найдём работу насоса по повышению давления:

$$l_n = \frac{(p_6 - p_5)}{\rho \cdot \eta_n}$$

где P_6 – это давление, полученное в насосе.

Тогда величина энтальпии в точке 6 будет определяться как

$$i_6 = i_5 + l_n$$

По известным значениям i_5 и p_5 определяется температура T_5 . После этого определяется температура в точке 6:

$$T_6 = T_5 + \frac{i_6 - i_5}{c_{ж}}$$

Значение этой температуры не должно превышать критического значения.

Давление в точках 3 и 6 одинаково, поэтому по известному давлению и температуре (300 К) определяем энтальпию i_3 .

После этого определяем работу расширения в турбине:

$$l_m = \eta_{om} \frac{k}{k-1} RT_3 \left(1 - \frac{1}{\left(\frac{p_3}{p_4}\right)^{\frac{k-1}{k}}} \right)$$

Для первоначального оценочного этапа работу расширения можно определить по формуле для адиабатного расширения. В дальнейшем это выражение будет заменено на реальный процесс расширения.

Затем определяем энтальпию в точке 4:

$$i_4 = i_3 - l_m$$

Если получившееся значение i_4 меньше значения энтальпии, соответствующей пару на линии насыщения, то необходимо опре-

делить влажность пара на выходе из турбины:

$$\psi = \frac{i_n - i_4}{i_n - i_{жс}}$$

Если значение влажности больше определенной величины (0,1), то давление p_6 выбрано слишком высоким и необходимо задаться более низким значением.

После определения параметров цикла определяется КПД цикла:

$$\eta_{th} = 1 - \frac{i_4 - i_5}{i_3 - i_6}$$

Также можно определить предельный и эксергетический КПД цикла соответственно:

$$\eta_c = 1 - \frac{T_5}{T_3}; \eta_{ex} = \eta_{th} \cdot \eta_c$$

Оптимизация проводилась для случая, когда рабочим телом паротурбинной установки является углекислый газ. Для неё оптимальным значением повышения давления является 5,5, что соответствует значению термического КПД цикла 0,16.

УДК 628.165

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ УСТАНОВОК, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОЕ ТЕПЛО СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА

© 2018 Е.В. Благин, Р.А. Паньшин, Д.А. Угланов

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

COMPARATIVE ANALYSIS OF DIFFERENT PLANTS UTILIZING COLD ENERGY OF LIQUID NATURAL GAS

Blagin E.V., Panshin R.A., Uglanov D.A. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

This article deals with comparative analysis of the energy plants, utilizing cold energy of liquid natural gas. Comparative analysis require development of certain criteria which must take into account generated energy, degree of liquid natural gas cold energy utilization etc. Analysis shows that one of the most effective ways to utilize cold energy is thermal compression.

За последние десятилетия добыча природного газа увеличилась вдвое. Такие темпы обуславливаются повышенным интересом использования природного газа как топлива для различных бытовых, промышленных и энергетических нужд.

Природный газ представляет собой преимущественно метан с различными примесями. Под этими примесями могут представляться, как и углеводороды-гомологи метана (этан, пропан, бутан) так и совершенно другие элементы (водород, гелий, углекислый газ, азот).

Для упрощения транспортировки и хранения природный газ переводят в сжиженное состояние – СПГ. СПГ – это криогенная жидкость, не имеющая запаха и цвета, полученное в результате охлаждения природного газа до температуры, равной

температуре конденсации (-161,5°C) с последующим сжатием. Одним из преимуществ СПГ является то, что при сжижении он уменьшает объём примерно в 600 раз, что на практике означает что, например, при давлении в 20 МПа при одинаковом объёме в сосуде может содержаться в 3 раза больше СПГ чем компримированного природного газа. СПГ, как и иные криогенные вещества, ввиду своих химических и тепловых свойств является экономически выгодным рабочим телом для использования в различных тепловых установках, работающих на таких типовых циклах как:

- Цикл Стирлинга;
- Цикл Ренкина;
- Цикл Брайтона.

Целью работы является создание методики сравнительной оценки различных уста-