

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗОЭНТРОПНОГО КПД ТУРБОДЕТАНДЕР

И.И. Титов

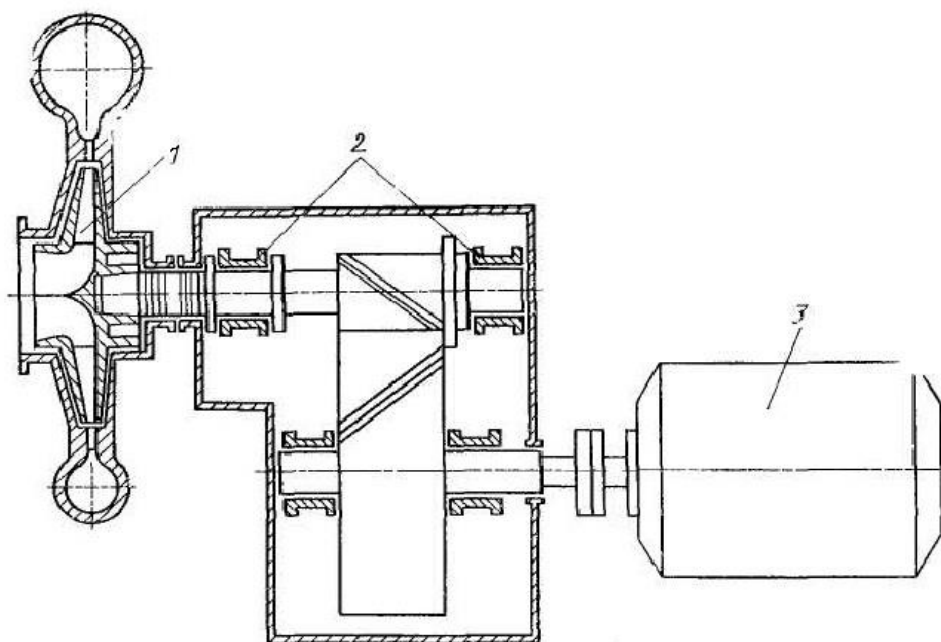
Научный руководитель профессор В.И. Хижняков

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Изоэнтروпийное (адиабатное) расширение газа является процессом с отводом работы на сторону при отсутствии теплообмена. Близкий к изоэнтропийному процесс осуществляется в турбодетандерах.

Турбодетандер — машина для понижения энтальпии газообразного или жидкого рабочего тела посредством отдачи внешней работы. Схема турбодетандера приведена на рис. 1. Необходимым условием отдачи внешней работы является понижение давления рабочего тела. Рабочее колесо с помощью валопровода соединяется с нагрузочным устройством, которому от турбинной ступени передается внешняя работа. Рабочий процесс в турбодетандере происходит с большой скоростью движения расширяемого газа. Скорость потока, поступающего на рабочее колесо турбинной ступени, в большинстве случаев близка к скорости звука. Средняя абсолютная скорость потока в рабочем колесе в зависимости от параметров машины и рода расширяемого газа может составлять от 100 до 300 м/с.

Теоретический изоэнтропийный КПД турбодетандеров очень высок и достигает величин, равных 0,86—0,90.



*Рис. 1. Схема турбодетандера: 1 – турбинная ступень; 2 – подшипники системы подвески; 3 – электрогенератор*

Изоэнтропный КПД  $\eta_S$  определяется по формуле:

$$\eta_S = \eta_c - \alpha_{m\theta} = 0,684 - 0,007 = 0,677,$$

где  $\eta_c$  – гидравлический КПД;  $\alpha_{m\theta}$  – потери на трение рабочего тела.

Один из вариантов технологической схемы с детандером приведен на рис. 2.

В данной схеме работа, получаемая при расширении газа в турбодетандере, передается турбокомпрессору, находящемуся на одном валу с турбодетандером (турбодетандерный агрегат), сжимающему газ низкого давления. Затраты энергии в холодильных циклах, использующих эффект Джоуля-Томсона или изоэнтропийное расширение перерабатываемого газа, значительно зависят от давления сырьевого газа и давления отбензиненного (товарного) газа.

Холодопроизводительность такого цикла:

$$Q_2 = H_1 - H_3 + \Delta H_{тд}$$

где  $\Delta H_{тд}$  – разность энтальпий потока на входе и выходе турбодетандера.

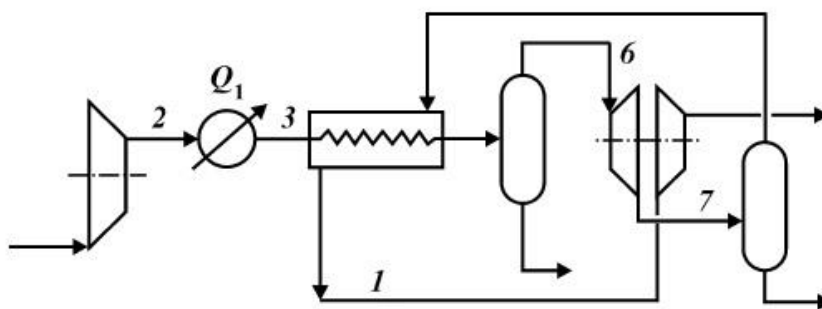


Рис. 2. Схема холодильного цикла с турбодетандером

В ряде случаев давление сырьевого газа достаточно высокое и его не требуется сжимать перед подачей на переработку, но товарный газ требуется дожимать для подачи в магистральный газопровод. В этом случае затрачиваемая работа будет зависеть от перепада давлений в дожимном компрессоре, а отвод тепла в окружающую среду ( $Q_1$ ) будет производиться в концевом (после компрессора) холодильнике.

В случаях, когда имеется свободный перепад давлений между сырьевым и товарным газом применение турбодетандерных циклов наиболее эффективно.

При помощи электрогенератора можем получать электроэнергию, которую в дальнейшем можно использовать для собственных нужд предприятия.

Исходя из стоимости электрической энергии для промышленных предприятий: 2,58 руб./кВтч, и производительность турбодетандера 6 МВт/ч определяем часовую выручку от установки:

$$S = (N_n \cdot \dot{N}) \cdot 10^3 = (6 \cdot 2,58) \cdot 10^3 = 15480 \text{ руб./час,}$$

где  $N_n$  – производительность турбодетандера МВт/ч;  $\dot{N}$  – цена 1 кВтч, руб.

Получается, что данная установка каждый час приносит предприятию прибыль за электроэнергию в количестве 15480 рублей.

#### Литература

1. Агабабов В.С. Получение экологически чистой электроэнергии при утилизации давления транспортируемого газа/ В.С. Агабабов, А.В.Корягин, Ю.Ю.Хаммер // Энергосбережение и водоподготовка, 2000. – № 1.
2. Мальханов В.П. О рациональном использовании энергии избыточного перепада давления топливного газа КС. // «Энергосбережение и водоподготовка», 2003. – № 3.
3. Люгай С.В. Повышение эффективности сжижения природного газа на газораспределительных станциях магистральных газопроводов: диссертация кад. тех. наук. – Москва, 2010.
4. Давыдов А.Б., Кобулашвили А.Ш., Шерстюк А.Н. Расчет и конструирование турбодетандеров. – М.: Машиностроение, 1987.
5. Розеноер Т.М. Расчет турбодетандера. – М.: Издательство УНЦ МГТУ им. Баумана Н.Э., 2002.

### ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕХОДОВ МАГИСТРАЛЬНОГО НЕФТЕПРОВОДА ЧЕРЕЗ ТЕКТОНИЧЕСКИЕ РАЗЛОМЫ НА О.САХАЛИНЕ.В. Тишкина

Научный руководитель доцент Н.А. Антропова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

При выборе трасс нефтепроводов и газопроводов зачастую не удается избежать пересечения с активными разломами, по которым при землетрясениях возможны единовременные смещения до нескольких метров, представляющие значительную опасность для трубопроводов. В связи с этим актуальной является разработка комплекса методов и мероприятий по обеспечению безопасности нефтепроводов на участках пересечений с тектоническими разломами [4].

Остров Сахалин расположен вдоль нечетко выраженной граничной зоны между Евроазиатской тектонической платформой и Охотской микроплитой (Североамериканской плитой). Восточной границей этого района принято считать Курильский желоб, который протягивается в северо-восточном направлении, начинаясь восточнее Хоккайдо. Вдоль всего Сахалина протягиваются три крупных разлома, в меридиональном направлении: Западно-Сахалинский, Центрально-Сахалинский (Тынь-Поронайский) и Хоккайдо-Сахалинский (Северо-Сахалинский).