

порядка 4 атм. Паровые турбины были известны уже давно, в них пуск пара происходил вдоль оси, у Капицы же пуск газа осуществлялся вдоль радиуса турбины, что впервые позволило использовать силу Кориолиса. Лабораторные результаты были очень хорошими: КПД установки достигал 0,7–0,8. Ввиду отсутствия высоких давлений, эксплуатация ее проще, безопаснее и экономичнее [3].

Капица создал новую конструкцию, которая, по словам изобретателя, была «как бы компромиссом между водяной и паровой турбиной». Главная особенность турбодетандера Капицы в том, что воздух в ней расширяется не только в сопловом аппарате, но и на лопатках рабочего колеса. При этом газ движется от периферии колеса к центру, работая против центробежных сил.

Высокая энергетическая эффективность турбодетандерных агрегатов определяется, прежде всего, следующим. Несмотря на то, что в турбодетандере происходит преобразование внутренней энергии рабочего тела в механическую, в основе его действия не лежит циклический процесс, как того требует классическое определение теплового двигателя, для обеспечения работы которого, согласно второму закону термодинамики, необходимо отдавать часть подведенной теплоты холодному источнику. Природа турбодетандера такова, что почти вся подведенная к нему энергия (за исключением механических потерь и потерь от необратимости теплообмена) может быть преобразована в механическую энергию [4-6].

Список использованной литературы:

1. Гафуров А.М. Энергоутилизационный комплекс по производству электроэнергии на газораспределительной станции для нужд газотранспортной системы России. // Энергетика Татарстана. – 2013. - № 3 (31). – С. 12-17.
2. Гафуров А.М. Утилизация низкопотенциальной теплоты для дополнительной выработки электроэнергии при турбодетандировании природного газа в системе газораспределения. // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2014. – №1 (20). – С. 28-36.
3. Гафуров А.М. Комбинированная газотурбинная установка системы газораспределения. // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2013. – №3. – С. 15-19.
4. Гафуров А.М. Газотурбинная установка НК-16СТ с обращенным газогенератором и низкокипящим рабочим контуром. // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2012. – №4-1. – С. 78-83.
5. Гафуров А.М., Гафуров Н.М. Пути повышения эффективности современных газовых турбин в комбинированном цикле. // Энергетика Татарстана. – 2015. - № 1 (37). – С. 36-43.
6. Гафуров А.М., Осипов Б.М. Турбодетандирование природного газа на газораспределительной станции с последующим его сжижением. // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2011. – №2 (9). – С. 6-11.

© Багаутдинов И.З., Кувшинов Н.Е., 2016

УДК 662.767

И.З. Багаутдинов

младший научный сотрудник научно-исслед. лаборатории госбюджетных НИР

Н.Е. Кувшинов

магистрант 1 курса института теплоэнергетики, кафедры «КУПГ»

Казанский государственный энергетический университет

Г. Казань, Российская Федерация

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПРОЦЕССЫ РАЗДЕЛЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ

Аннотация

В статье рассматриваются низкотемпературные процессы разделения углеводородных газов.

Ключевые слова

Углеводородные газы, низкотемпературные процессы, холодильные циклы

Процессы разделения углеводородных газов основаны на различии физико-химических свойств компонентов газа. Наиболее важный показатель, влияющий на технологические параметры процессов разделения, – давление насыщенных паров компонентов. Четкость разделения углеводородных газов в значительной степени определяется относительной летучестью компонентов: $\alpha = \gamma_1 p_1 / \gamma_2 p_2 = K_1 / K_2$, где γ_1, γ_2 – коэффициенты активности разделяемых компонентов; p_1, p_2 – давление насыщенных паров компонентов; K_1, K_2 – константы фазового равновесия. Компоненты или фракции углеводородов, имеющие наибольшую разность значений летучести, разделяются с меньшей затратной энергии.

Значения относительной летучести для бинарной системы не являются постоянными, а увеличиваются с понижением температуры и уменьшаются с повышением давления. Если увеличивать давление при постоянной температуре, то в жидкую фазу будет переходить большее количество легких углеводородов, т.е. четкость разделения будет снижаться. Если же понижать температуру при постоянном давлении, то четкость разделения компонентов повышается.

Следовательно, для более четкого разделения компонентов газа предпочтение следует отдавать понижению температуры. На практике разделение углеводородных газов проводят при повышенном давлении, что позволяет вести процесс при умеренном охлаждении [1, 2].

В современных процессах газопереработки используются различные холодильные циклы (ХЦ), обеспечивающие температуры от близких к температуре окружающей среды до температуры жидкого гелия [3].

В настоящее время в низкотемпературных процессах используются технологические схемы: с внешним ХЦ, когда применяются специальные вещества – хладагенты, совершающие круговой процесс в холодильном цикле; при этом могут использоваться не только однокомпонентные хладагенты (пропан, этан, этилен, аммиак и т.д.), но и многокомпонентные, смешанные (например, смесь легких углеводородов); для глубокого охлаждения используют каскадные холодильные циклы, которые основаны на использовании соединенных последовательно нескольких холодильных циклов с различными хладагентами, отличающимися по температурам кипения; с внутренним ХЦ, когда используется непосредственное охлаждение технологических потоков путем их дроссельного (изоэнтальпийного) или детандерного (изоэнтропийного) расширения; с комбинированным ХЦ, например с использованием внешнего хладагента на начальном этапе с последующим дросселированием или детандированием потока [4-6].

Выбор технологии подготовки (обработки) газа определяется в первую очередь требуемой глубиной извлечения целевых компонентов. Предпочтительные области применения различных технологических процессов представлены в таблице 1, где НТС – низкотемпературная сепарация:

Таблица 1

Процесс	Глубина охлаждения, °С	Степень извлечения, %		
		С ₂	С ₃	С ₄
Низкотемпературная абсорбция	-40	40	90	97
НТС + пропановый ХЦ	-40	40	90	97
НТС + пропан-этановый ХЦ	-80	80	95	99
НТС + детандер + пропановый ХЦ	-90	90	95	99
НТС + детандер + этан-этиленовый ХЦ	-120	95	95	99

Список использованной литературы:

1. Гафуров А.М. Газотурбинная установка НК-16СТ с обращенным газогенератором и низкокипящим рабочим контуром. // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2012. – №4-1. – С. 78-83.
2. Гафуров А.М., Гафуров Н.М. Пути повышения эффективности современных газовых турбин в комбинированном цикле. // Энергетика Татарстана. – 2015. - № 1 (37). – С. 36-43.

3. Гафуров А.М. Комбинированная газотурбинная установка системы газораспределения. // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2013. – №3. – С. 15-19.
4. Гафуров А.М. Утилизация низкопотенциальной теплоты для дополнительной выработки электроэнергии при турбодетандировании природного газа в системе газораспределения. // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2014. – №1 (20). – С. 28-36.
5. Гафуров А.М. Энергоутилизационный комплекс по производству электроэнергии на газораспределительной станции для нужд газотранспортной системы России. // Энергетика Татарстана. – 2013. - № 3 (31). – С. 12-17.
6. Гафуров А.М., Осипов Б.М. Турбодетандирование природного газа на газораспределительной станции с последующим его сжижением. // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2011. – №2 (9). – С. 6-11.

© Багаутдинов И.З., Кувшинов Н.Е., 2016

УДК 621.438

И.З. Багаутдинов

младший научный сотрудник научно-исслед. лаборатории госбюджетных НИР

Н.Е. Кувшинов

магистрант 1 курса института теплоэнергетики, кафедры «КУПГ»

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, РФ

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ВЫБРОСОВ НА ТЭС

Аннотация

В статье рассматриваются основные преимущества от использования теплоутилизующих установок на низкокипящих рабочих телах.

Ключевые слова

Энергетические установки, сбросная теплота, низкокипящие рабочие тела

Технология использования сбросной теплоты газотурбинных установок на основе парогазовых установок, где реализуется два рабочих цикла – газовый Брайтона и пароводяной Ренкина, достаточно хорошо разработана и нашла широчайшее применение при выработке электроэнергии в большой энергетике. Однако в условиях быстрого роста цен на органическое топливо энергосбережение во всех отраслях промышленности является важнейшим фактором снижения себестоимости производства продукции и повышения ее конкурентоспособности. Во-первых, энергосбережение предполагает внедрение новых технологических процессов, в основе которых заложена меньшая энергоёмкость по сравнению с существующими технологиями. Во-вторых, - использование низкопотенциальной энергии, которая на современном уровне развития энергетики ещё мало применяется, что приводит к снижению коэффициента использования теплоты сгорания топлива в различных технологиях, основанных на применении органического топлива, как источника тепловой энергии. Кроме того, сброс низкопотенциальной энергии вызывает тепловое загрязнение окружающей среды [1, 2].

Таким образом, для энергетических установок, утилизирующих низкопотенциальную энергию, применяют низкокипящие рабочие тела (НРТ), которые имеют достаточно высокие давления насыщенных паров при низких температурах, и поэтому давно привлекают внимание разработчиков в различных областях энергетики и, в частности, в геотермальной энергетике. В качестве НРТ применяют фреоны, пентан, изопентан, бутан, изобутан [3, 4].

Эффективность перехода на низкокипящие рабочие тела обеспечивает целый ряд преимуществ: отсутствие вакуума в установке, меньшие габариты и более высокие значения КПД турбомашин, возможность использования прямоточного котла, упрощающего энергетическую установку, отсутствие