

УДК 621.573

Г.К. ДУНЮШКИН

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Россия

E-mail: glebdunyushkin@yandex.ru

А.С. ЧУДИНОВ

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Россия

E-mail: chudinov-arsenii@mail.ru

И.О. САВЕЛЬЕВ

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Россия

E-mail: igorsawa@bk.ru

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ НА ПРИМЕРЕ
ВИХРЕВОЙ ТРУБЫ РАНКА-ХИЛША ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА
USING OF INNOVATIVE DEVICES ON THE EXAMPLE OF THE RANQUE-HILSCH
VORTEX TUBE TO INCREASE THE ECONOMIC EFFICIENCY OF THE FUEL AND
ENERGY COMPLEX**

Аннотация: В данной статье описываются преимущества использования вихревой трубы Ранка-Хилша с целью отделения сероводородов из состава попутного нефтяного газа. Приведено описание конструкции и основные преимущества вихревой трубы перед другими способами очистки. Показана экономическая эффективность использования данного инновационного устройства.

Abstract: This article describes the way of using Ranque-Hilsch vortex tube in purposes of separating hydrogen sulfides from associated petroleum gas. The design description and the main advantages of the vortex tube over other cleaning technologies are given.

Ключевые слова: попутный нефтяной газ, сероводороды, вихревая труба, горячий поток, холодный поток, отделение, очистка.

Key words: associated petroleum gas, hydrogen sulfide, vortex tube, hot stream, cold stream, separation, cleaning.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью внедрения в различные сектора экономики инновационных форм производства. Современные реалии развития мировой экономики таковы, что функционирование промышленности без учета инноваций приведет не просто к отставанию российской экономики, а окончательно закрепит за нами статус "сырьевой державы" [9]. Кроме того, по утверждению экспертов из Министерства природных ресурсов и экологии РФ, современные методы добычи нефти и газа являются несовершенными, так как лишь 26% из ежегодно добываемых 55 млрд.м³ попутного нефтяного газа (ПНГ) направляется в переработку [1]. Большая часть ПНГ расходуется впустую, нанося вред экологии российских регионов за счет сероводородсодержащих продуктов сгорания. Так, всего 40% идет на нужды промыслов, а 30% - сжигается в факелах [7]. Нерентабельность производства заключается в потере 15-20 млрд м³ ценных углеводородных газов. Кроме того, к затруднениям промышленной разработки месторождений нефти и газа относят наличие сероводорода в ПНГ. От этого фактора зависит высокая стоимость большинства установок сероочистки и сопутствующей им инфраструктуры. Небольшое содержание сероводорода в попутном газе (H₂S < 1% об.) приводит к интенсивной коррозии оборудования, арматуры и трубопроводов.

Для решения проблемы утилизации ПНГ требуется разработка эффективной технологии их очистки от токсичного, коррозионно-активного сероводорода, удобной

для использования в промышленных условиях, т.е. непосредственно на местах добычи нефти и газоконденсатов.

В настоящее время существует много химических, физических и физико-химических способов очистки газа от серосодержащих соединений. Однако эти процессы могут быть использованы только при больших объемах природного газа, т.к. они требуют значительных капитальных и эксплуатационных затрат.

При выходе небольшого объема попутного газа целесообразно использовать низкотемпературный метод разделения (очистки) газовых смесей, основанный на разности температур конденсации компонентов в составе ПНГ [8]. К примеру: температура конденсации сероводорода (H_2S) составляет $-60,28^{\circ}C$, а температура конденсации метана (CH_4) (одного из наиболее важных компонентов в составе ПНГ) составляет $-161,5^{\circ}C$. На данном методе основана работа вихревой трубы Ранка-Хилша, позволяющая разделить первоначальный поток на 2 составляющие: холодную и горячую и тем самым повысить степень очищения до 90-98%.

Принцип работы вихревой трубы Ранка изображен на рисунке 1.

Газ (1) под давлением направляется в цилиндрическую полость вихревого энергоделителя, где образуются два вихревых потока, напоминающие природные смерчи (торнадо). В результате сложного взаимодействия вихревых потоков между ними происходит энергетический обмен, при котором температура периферийного потока (2) возрастает, а внутреннего (осевого) (3) снижается. Внутренние охлажденные слои газа отводятся через диафрагму в виде холодного потока (4), а периферийные нагретые – в виде горячего потока (5).

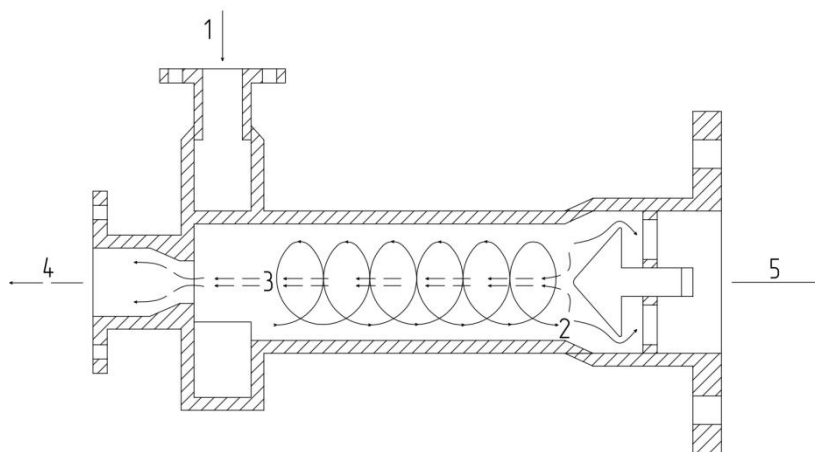


Рис. 1. Вихревая труба Ранка-Хилша

Таким образом, причиной процесса энергетического разделения газа в вихревых трубах является центробежная сепарация турбулентных элементов по величине тангенциальной скорости. Закрученный поток даёт возможность получить не только холод и тепло, но и осуществить эффективное отделение конденсата, обеспечивая одновременно очистку и осушку технологического газа [4].

К преимуществам вихревых труб относятся:

- отсутствие подвижных частей и, как следствие, надежность и долговечность, а также простота обслуживания и эксплуатация;
- возможность работать в жестких условиях: имеет относительно удобные габариты, для удобного размещения на рабочей площадке;

- расход перерабатываемого газа может варьироваться в диапазоне от долей до сотен тысяч кубических метров в час;
- пространственное положение не влияет на работоспособность.
- стоимость вихревого аппарата ниже, чем установки традиционных методов очистки.
- для исправной работы установки не требуется дополнительного сложного оборудования и не содержит в процессе химических смесей и хладагентов, что делает установку пожаробезопасной и экологичной по сравнению с другими методами.

Применение вихревых энергопреобразователей нескольких типоразмеров, позволяет применять низкотемпературный способ очистки, получая высокую степень удаления сероводородов из попутного нефтяного газа при широком диапазоне давлений.

Таким образом, вихревые трубы находят все большее применение в очистке и осушке газов. В настоящее время, в силу малого опыта использования вихревых труб, сложно конкурировать с традиционными очистными установками. Однако, малая степень изученности процесса, вызывающего вихревой эффект, пока что не позволяет создать более точную математическую модель явлений, происходящих в вихревой трубе. Решение данной проблемы, в свою очередь, даст возможность повысить эффективность установок на основе трубы Ранка-Хилша, а также позволит проводить оценку производительности разрабатываемых низкотемпературных разделителей на ранних этапах проектирования.

Список использованной литературы

1. Gaisina L.M., Barbakov O.M., Koltunova Y.I., Shakirova E.V., Kostyleva E.G. Social management systems' modeling based on the synergetic approach: methods and fundamentals of implementation // Academy of Strategic Management Journal. 2017. Vol. 16. № Specialissue 1. – pp. 83-95.
2. Gaisina L.M., Shaikhislamov R.B., Shayakhmetovs R.R., Kostyleva E.G., Goremykina L.I., Gainanova A.G. The essence and structural elements of a healthy lifestyle of students // Espacios. – 2017. – Т.40. – №21. – С.10.
3. Ustinova O.V., Rudov S.V., Kostyleva E.G., Grogulenko N.V., Kulishova N.D. The processes of globalization in the russians' views // Man in India. – 2016. – Vol. 96. – № 7. – PP. 2165-2177.
4. Азаров А.И. Вихревые трубы в промышленности. Изобретатель - машиностроению. Энергосбережение и вихревой эффект: исследование и освоение инновационных проектов. – СПб.: Изд-во ЛЕМА, 2010. – 170 с.
5. Кунсбаев У.А., Трофимов А.Ю. Модернизация водогрейной котельной// Трубопроводный транспорт – 2016. Материалы XI Международной учебно-научно-практической конференции. 2016. С.368-369.
6. Пиралишвили Ш.А., Поляев В.М., Сергеев М.Н. Вихревой эффект. Эксперимент, теория, технические решения – М.: УНПЦ «Энергомаш», 2000. – 414 с.
7. Сыромятникова К.О., Колоколова Е.А., Смородова О.В., Трофимов А.Ю. Анализ эффективности потребления природного газа на примере подразделений ОАО "Газпром" // Трубопроводный транспорт – 2006. Тезисы докладов Международной учебно-научно-практической конференции. – 2006. – С.191-192.
8. Хаит А.В. Исследование эффекта энергоразделения с целью улучшения характеристик вихревой трубы: дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук: 05.04.13 / Хаит А.В.; Уральский фед. ун-т им. первого президента России Б.Н. Ельцина. – Екатеринбург, 2012. – 199 с
9. Юсупов Р.М., Костылева Е.Г. Влияние глобализации на инновационные ориентиры развития экономики России // Проблемы и тенденции развития

инновационной экономики: международный опыт и российская практика. Материалы V Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 399-402.