



УДК 66.074

## ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЦЕОЛИТОВ ГЛУБОКОЙ ОСУШКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА

### SELECTION OF PARAMETERS FOR TESTING ZEOLITES FOR NATURAL GAS THOROUGH DEHYDRATION

**Кошелева Юлия Глебовна**

студент,  
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина  
kosheleva.yulya1996@yandex.ru

**Гафарова Элиза Багаутдиновна**

старший преподаватель,  
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина  
iliza05@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрены характеристики цеолитов, применяемых для глубокой осушки природного газа перед сжижением. Показана важность промышленных испытаний при разработке новых или сравнении известных марок цеолитов. Приведены преимущества российских марок цеолитов перед зарубежными.

**Ключевые слова:** природный газ, осушка, цеолиты, адсорбция.

**Kosheleva Julia Glebovna**

Student,  
Gubkin University  
kosheleva.yulya1996@yandex.ru

**Gafarova Eliza Bagautdinovna**

Senior lecturer,  
Gubkin University  
iliza05@mail.ru

**Annotation.** Characteristics of zeolites used for thorough natural gas dehydration before its liquefaction are considered. The importance of industrial tests in development of new or comparison of known brands of zeolites is shown. The advantages of Russian zeolite brands versus foreign ones are demonstrated.

**Keywords:** natural gas, dehydration, zeolites, adsorption.

Для предотвращения гидратообразования при сжижении углеводородного газа требуется его глубокая осушка, также отрицательное действие присутствующей в газах влаги связано с образованием льда при её кристаллизации, что способно вызвать забивку арматуры и аппаратуры и приводит к остановкам с последующим обязательным размораживанием агрегатов [1].

К адсорбентам осушки газа для производства СПГ предъявляются довольно жесткие требования. Кроме остаточного содержания влаги в осушенном газе по точке росы не выше минус 70 °С, адсорбенты должны обладать значительной динамической емкостью и механической прочностью на истирание и раздавливание, стабильностью по извлечению влаги в течении всего времени использования, энергоэффективным процессом регенерации а также обеспечивать срок службы до замены не менее четырех лет при выполнении показателей по очистке и осушке природного газа. На импортных установках получения СПГ применяют сорбенты таких фирм, как UOP, AXENS, CECA, BASF и цеолиты данных производителей обладают высокими физико-механическими характеристиками и адсорбционной емкостью по воде. Следует отметить, что синтетические цеолиты признаны наиболее оптимальными адсорбентами для глубокой очистки и осушки газов и обладают рядом свойств, отличающих их от сорбентов других типов, из которых наиболее характерными являются способность адсорбировать пары воды при высоких температурах; существенная избирательность сорбции необходимых соединений; обеспечение глубокой степени осушки воздуха и природного газа до точки росы по влаге до минус 70 °С и ниже; сохранение высокой адсорбционной ёмкости при температурах до 60 °С, устойчивость к капельной влаге и растрескиванию, значительная скорость поглощения влаги [2, 3].

При разработке и сравнении цеолитов для осушки газа комплексы испытаний включают стадии исследования свежих адсорбентов в лабораториях; испытания отобранных, наиболее перспективных образцов в заводских условиях на пилотных установках; исследования отработанных адсорбентов после пилотных испытаний и выгружаемых из промышленных адсорберов. В процессе исследований определяются основные физико-механические и адсорбционные характеристики сорбентов, такие как средний диаметр гранул, мм; насыпная плотность, г/см<sup>3</sup>; температура точки росы по воде осушенного газа в процессе испытаний, °С; статическая емкость, % масс., динамическая адсорбционная емкость % масс., механическая прочность на истирание, % масс., механическая прочность на раздавливание, кг/шарик, кг/мм<sup>2</sup>; склонность к коксообразованию, % масс., содержание кокса.

Одной из важнейших характеристик адсорбентов является их активность. Активность адсорбента различна по отношению к разным компонентам смеси, также характеристикой адсорбентов явля-



ется время защитного действия, под которым понимают промежуток времени, в течение которого концентрация поглощаемых компонентов на выходе из слоя адсорбента не изменяется. При длительном времени работы адсорбента происходит проскок поглощаемых компонентов, который связан с исчерпанием активности адсорбента. В этом случае необходимо проводить регенерацию.

Также проводится большой объем работ по определению физико-химических и механических свойств образцов свежих адсорбентов, адсорбентов после полного цикла лабораторных испытаний и выгруженных из промышленных адсорберов установок осушки. К этим исследованиям относят рентгенофазовый анализ (определение степени кристалличности цеолита), сравнение компонентного химического состава адсорбента до и после испытаний, определение удельной поверхности, а также количества кокса на отработанных адсорбентах.

Результаты сравнительных испытаний показывают, что в последние десять лет отечественные сорбенты по основным адсорбционным, физико-химическим и механическим свойствам не уступают зарубежным аналогам, а по некоторым характеристикам могут даже превосходить их (механическая прочность на раздавливание и истирание). Поэтому в последнее время существует тенденция перехода многих газоперерабатывающих предприятий на отечественные поставки адсорбентов для глубокой осушки углеводородных газов перед низкотемпературной переработкой.

Важные данные о качестве и эксплуатационных характеристиках цеолитов можно получить после комплексных испытаний цеолитов, выгруженных из промышленных адсорберов, при учёте условий эксплуатации, изменения технологического режима, оказывающие влияние на работу адсорбента. Полученные результаты исследований способствуют более правильному выбору адсорбента и режима эксплуатации.

### Литература:

1. Карпов А.Б., Козлов А.М., Кондратенко А.Д. Технология получения малотоннажного СПГ с двумя контурами охлаждения // Деловой журнал NEFTEGAZ.RU. – 2018. – № 2. – С. 50–54.
2. Трифонова И.Н., Козлов А.М. Определение ёмкости цеолитов для глубокой очистки газа перед ожижением // Тезисы докладов 10 Всероссийской конференции «Новые технологии в газовой промышленности». – М. : РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2013. – С. 151.
3. Стенина Н.Д., Козлов А.М. Определение емкости цеолитов для подготовки природного газа к сжижению // Тезисы докладов 71 Международной конференции «Нефть и газ-2017». – М. : РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2017. – С. 453.

### References:

1. Karpov A.B., Kozlov A.M., Kondratenko A.D. Technology of the low-tonnage LNG production with two cooling circuits // Business magazine NEFTEGAZ.RU. – 2018. – № 2. – С. 50–54.
2. Trifonova I.N., Kozlov A.M., Determination of zeolite capacity for deep gas purification before liquefaction // Abstracts of the 10th All-Russian Conference «New Technologies in the Gas Industry». – M. : Gubkin Russian State University of Oil and Gas, 2013. – С. 151.
3. Stenina N.D., Kozlov A.M. Determination of zeolite capacity for preparation of natural gas for liquefaction // Abstracts of reports of the 71st International Conference «Oil and Gas-2017». – M. : Gubkin Russian State University of Oil and Gas, 2017. – С. 453.