

казателей качества АГ. Также планируется выдать рекомендации по улучшению низкотемпературных свойств и снижения содержания серы в АГ на основе численного и экспериментального исследования процесса.

По итогам работы планируется получение свидетельства об официальной регистрации программы.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СЕПАРАЦИИ ПНГ В ЦЕНТРОБЕЖНОМ ПОЛЕ

Б.В. Пушнов, И.М. Долганов

Научный руководитель – к.т.н., доцент И.М. Долганов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, pushnovboris@gmail.com*

Сепарация газа является одним из ключевых технологических процессов при его подготовке и компримировании. Эффективность процесса сепарации во многом определяет качество газа, требуемое для последующих технологических процессов (абсорбция, НТС), надежной и долговечной работы газоперекачивающих агрегатов, безгидратной и безконденсатной транспортировки.

Это означает высокое содержание в сепарируемой среде капельной жидкости, включая газовый конденсат, нефть, воду. Наличие даже небольшого количества дисперсной жидкости в тракте компрессора может привести к выходу ГПА из строя. Для обеспечения надежности работы компрессорного оборудования стандартами СТО Газпром 2-2.1-588-2011 и СТО Газпром 2-3.5-230-2008 предъявляются жесткие требования к качеству сепарации газа:

- допустимый унос жидкости не более 5 мг/м<sup>3</sup>;
- допустимая эффективность сепарации не менее 98,5 %;
- допустимое гидравлическое сопротивление не более 20 кПа.

Перепад давления в сепараторе оценивает его энергетическую эффективность.

Качество сепарации напрямую зависят от конструкции сепарационного элемента. В работе рассмотрены вопросы, связанные с конструктивными особенностями внутренних устройств сепараторов, кратко представлены достоинства и недостатки различных типов устройств.

Моделирование процесса сепарации многофазной многокомпонентной системы в поле центробежных сил осуществляется методом конечных элементов в ПО SolidWorks Flow Simulation.

Приведены результаты моделирования процесса сепарации методом конечных элементов в среде SolidWorks Flow Simulation.

Моделирование показало, что среди типовых прямоточно-центробежных элементов устройства с радиальным завихрителем имеют наименьшее гидравлическое сопротивление.

Однако из всех типовых сепарационных элементов они имеют самую низкую сепарационную способность из-за большого вторичного уноса, который возникает в результате дробления капель жидкости за вытеснителем газового потока.

Из результатов моделирования следует, при увеличении угла закрутки  $\alpha$  эффективность сепарации возрастает, а диапазон эффективной работы снижается. Наибольшая эффективность сепарации достигается при угле установки лопаток 30°. В этом случае осевая составляющая скорости у центра возрастает, а частицы дисперсной фазы сепарируются от центра на периферию.

Таким образом, основными недостатками типовых прямоточно-центробежных элементов с осевым завихрителем, выявленными в процессе моделирования и подтвержденными опытом их эксплуатации, являются высокое гидравлическое сопротивление и повышенный унос газа с жидкостью. При этом используемые сепараторы эффективно отбивают жидкость только в узком диапазоне факторов скоростей от 8 до 45, и при изменении режима работы сепаратора, вызванным, например, естественным падением добычи, уже перестают работать.

Намечены пути дальнейшей разработки конструкции прямоточно-центробежного элемента, обладающей повышенной эффективностью при сниженном гидравлическом сопротивлении.

### Список литературы

1. Зиберт А.Г., Зиберт Г.К., Минигулов Р.М. Совершенствование сепарационного оборудования на основе учета фазового состояния газожидкостной смеси // Газовая промышленность, 2010.– №4.– С.49–52.
2. Зиберт Г.К., Зиберт А.Г. Инновационные технологии и оборудование подготовки газа подземных хранилищ // Газовая промышленность, 2012.– №S684.– С.74–75.
3. Клюйко В.В. и др. Совершенствование сепарационного оборудования за счет применения новых контактных устройств // Газовая промышленность, 2016.– №7–8.– С.56–60.
4. Зиберт А.Г., Зиберт Г.К., Валиуллин И.М. Совершенствование оборудования с прямоточными центробежными элементами // Газовая промышленность, 2008.– №9.– С.72–74.
5. Пигарев А.А. и др. Новое оборудование для очистки природного газа перед промысловой ДКС на Ямсовейском месторождении // Газовая промышленность, 2008.– №1.– С.79–81.

## ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК И ПРИСАДОК НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА БЕНЗИНОВ

Н.Д. Радченко, Д.М. Нелюбова

Научный руководитель – к.т.н., доцент М.А. Самборская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, radchenkonad@mail.ru

Автомобильный бензин – это массовый продукт нефтеперерабатывающей промышленности, для производства которого потребляется двадцать пять процентов всей добываемой в мире нефти. Кроме того, возможно получение бензина из альтернативного сырья: уголь, сланцы, битуминозные пески и, конечно же, природный газ. Как правило, бензин состоит из основного компонента-это легкие прямогонные дистилляты, высокооктановый компонент (ВОК), антидетонационные присадки и добавки (АД), а также присадки, улучшающие другие эксплуатационные характеристики.

Важнейшим показателем качества бензина является детонационная стойкость, которая характеризуется октановым числом.

Эффективность действия антидетонационной присадки будет зависеть от: своевременного разложения антидетонатора в условиях двигателя – в фазе, соответствующей преддетонационным процессам; легкости образования радикалов, способных тормозить предпламенные процессы и снижать концентрацию пероксидов [1].

Цель работы – исследование влияния АД на характеристики процесса горения и детонационную стойкость топлива.

Сложность реальных топливных композиций, содержащих множество индивидуальных углеводородов, существенно усложняет задачу разработки моделей горения топлива и исследования механизма действия добавок. Частично преодолеть эти трудности позволяет использование простых по составу химических и физических моделей топлива, т.н. «суррогатных» топлив, которые имитируют ключевые свойства реального топлива, влияющие на эффективность сгорания и выбросы. В качестве суррогатов, как правило, используют смеси, содержащие 2–3 углеводорода и, при необходимости, АД. В настоящей работе выполнены экспериментальные исследования синергетических и антагонистических эффектов оксигенатов, использующихся как компоненты АД, на различные группы углеводородов и выбраны суррогатные композиции. Исследованы свойства композиций, установлена связь с характеристиками процесса горения.

Полученные результаты позволяют вести направленный поиск добавок и разработку топливных композиций.