

## ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ПОЛИПРОПИЛЕНГЛИКОЛЯ ПРИ ОСУШКЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА

А.Н. Гурбанов

Институт «НИПИнефтегаз», Азербайджан, Аз.1012, г.Баку, Зардаби 88а,  
тел. (99412) 4307219, e-mail: direktor@sokar.az

*Статья посвящена усовершенствованию технологии добытки, збору, і підготовки природних і попутних газів до транспортування в умовах морських нафтогазових родовищ.*

*Багаторічний досвід експлуатації установок комплексної підготовки газу показав, що неякісна його обробка на промыслах пов'язана з відсутністю надійних, сучасних технологічних процесів, а також високо-ефективних доступних абсорбентів для осушування і очищення газу та інгібіторів для запобігання утворенню гідратів.*

*Наведено результати фізико-хімічних і технологічних показників розробленого нового абсорбенту на основі місцевих нафтохімічних продуктів. Також наведені результати промислових випробувань запропонованого абсорбенту як осушувача природного газу.*

*На підставі результатів впровадження поліпропіленгліколю для осушення газу вибрано оптимальний склад абсорбенту та технологічний режим роботи установки осушення газу.*

Ключові слова: абсорбент, газоконденсат, гідрат, регенерація, поліпропіленгліколь

*Статья посвящена усовершенствованию технологии добытки, збора, и подготовки природных и попутных газов к транспорту в условиях морских нефтегазовых месторождений.*

*Многолетний опыт эксплуатации установок комплексной подготовки газа показал, что некачественная его обработка на промыслах происходит из-за отсутствия надежных, современных технологических процессов, а также высокоэффективных доступных абсорбентов для осушки и очистки газа и ингибиторов для предотвращения образования гидратов.*

*Приведены результаты физико-химических и технологических показателей разработанного нового абсорбента на основе местных нефтехимических продуктов. Также приведены результаты промышленных испытаний предложенного абсорбента в качестве осушителя природного газа.*

*На основании результатов внедрения полипропиленгликоля для осушки газа выбран оптимальный состав абсорбента и технологический режим работы установки осушки газа.*

Ключевые слова: абсорбент, газоконденсат, гидрат, регенерація, поліпропіленгліколь

*The article describes the improvement of the technology of production, recovery and treatment of natural and associated gas for transportation under offshore oil and gas field.*

*Long-term experience of synthetic gas dreading production showed, that its false processing occurs because of the lack of reliable and modern technological processes and high-performance efficient accessible absorbents for gas dehumidification and treating and inhibitors for hydrants formation prevention.*

*The results of physical and chemical and technological figures of developed new absorbent on the base of local petrochemical products are shown in the article. Also the results of industrial tests of offered absorbent fs the dehumidification of natural gas, were shown.*

*On the base of the results of the absorbent optimal composition and technological mode of gas dehumidification plant operation is chosen monopropylene glycol oligomers application for gas dehumidification.*

Keywords: absorbent, rying, regeneration, gascondensate, hydrate, polypropyleneqlikol.

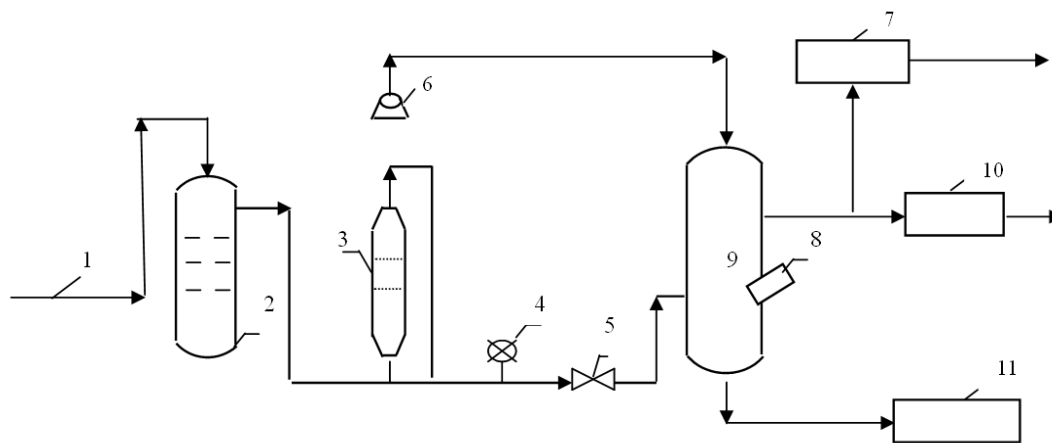
Інтенсивное развитие газовой промышленности в Республике с введением в эксплуатацию крупных морских газоконденсатных месторождений требует создания новых технологических процессов, а также эффективных сорбентов для качественной обработки природного газа с целью подготовки его к транспортировке. Опыт эксплуатации установок комплексной подготовки газа показал, что некачественная его обработка на промыслах происходит из-за отсутствия надежных, современных технологических процессов и высокоэффективных доступных абсорбентов для осушки и очистки газа, а также ингибиторов для предотвращения образования гидратов.

На большинстве нефтегазовых и газоконденсатных месторождений для осушки газа применяются в основном гликоли [1,2].

До недавнего времени для осушки природного и компримированного газа на нефтегазодобывающих промыслах Государственной Нефтяной Компании Азербайджанской Республики (ГНКАР), в частности, широко применялся триэтиленгликоль (ТЭГ).

Триэтиленгликоль, являясь хорошим абсорбентом, имеет ряд технологических и технических недостатков: сложность регенерации водных растворов, повышенная вязкость и температура замерзания, высокая стоимость, токсичность, дефицитность (в основном, закупается за рубежом, что требует больших валютных затрат, а доставка его на промысел создает большие трудности).

Поэтому возникла необходимость в исследовании и поиске, связанном с разработкой нового, доступного и эффективного абсорбента на базе производимых в республике продуктов



1 - кислотосодержащий газ, 2 - барбатер, 3 - ротаметр, 4 - манометр, 5 - регулирующий вентиль, 6 - насос для подачи абсорбента, 7 - влагомер "Байкал-3", 8 - место для термометра, 9 - абсорбер, 10 - хроматограф ЛХМ, 11 - емкость насыщенного абсорбента

**Рисунок 1 – Схема лабораторной установки по осушке природного газа**

нефтехимического синтеза, а также промышленном его испытании и внедрение для осушки природного газа взамен импортного триэтиленгликоля.

С целью разработки нового абсорбента были исследованы образцы различных реагентов, доставленных из химических заводов Республики.

На основании проведенных предварительных исследований установлено, что наиболее эффективным из имеющихся реагентов является полипропиленгликоль [3]. Основным технологическим показателем процесса подготовки газа является температура точки росы осушаемого газа. С целью определения осушающей способности полипропиленгликоля проведен ряд лабораторных исследований.

Используемый в эксперименте природный газ имел следующий компонентный состав, масс:  $\text{CH}_4$  – 93,00;  $\text{C}_2\text{H}_6$  – 2,50;  $\text{C}_3\text{H}_8$  – 2,04;  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  – 1,46;  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  – 0,5;  $\text{CO}_2$  – 0,5%. Сопоставлены результаты исследования МПГ с традиционными абсорбентами ДЭГ и ТЭГ.

В процессе промышленной обработки газа большие технологические осложнения возникают при наличии в его составе агрессивных примесей ( $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}_2$ , РСЩ), минеральных солей приводящих к образованию гидратов, коррозии промышленного оборудования, отложению солей в отдельных узлах промышленного оборудования и установок комплексной подготовки газа.

Для очистки природных и нефтяных газов от кислых компонентов, а также осушки его от влаги в мировой практике широкое распространение получил абсорбционный способ с использованием жидких поглотителей.

В зависимости от состава извлекаемых поглотителем компонентов, процессы условно разделены на следующие группы:

– физическая абсорбция: извлечение кислых компонентов из газа осуществляется за счет органических поглотителей. Этот способ позволяет произвести комплексную очистку

газа от сероводорода и серосодержащих органических соединений хемосорбция и основывается на химическом взаимодействии поглощаемых компонентов с поглотителями. Однако при этом не достигается требуемая степень очистки газа от кислых компонентов;

– смешанные абсорбенты используются для комплексной очистки и осушки газа от кислых компонентов и влаги.

С целью повышения качества подготовки и надежности транспортировки газа на морских газоконденсатных месторождениях, отвечающих требованиям отраслевого стандарта, требуется разработка новых высокоэффективных, экологически чистых абсорбентов для одновременной осушки газа и предотвращения образования гидратов в системе промышленной подготовки и транспортировки природного газа [4].

Для разработки нового состава абсорбента нами были исследованы физико-химические свойства серии реагентов, производимых химической отраслью Республики. Результаты предварительных исследований показали, что наиболее эффективными являются химические реагенты на основе полипропиленгликоля (ППГ) следующего состава: % масс.

Полипропиленгликоль (ППГ)	– 99,0
Алкан ДЕ-202	– 0,6
Вода	– 0,4

В результате эксперимента были определены следующие физико-химические показатели абсорбента:

Плотность, 293К, $\text{кг/м}^3$	– 1022-1046
Вязкость при 293К, $\text{мм}^2/\text{с}$	– 28-30
Температура застывания, К	– 213-208
Температура кипения	– 463-468
pH	– 6,8-7,0

На лабораторной установке (рис. 1) исследована степень осушки природного газа использованием предложенного состава абсорбента.

В ходе исследования выявлено, что предложенный абсорбент обладает хорошей влагопоглотительной способностью к отношению влаги и необходимо провести его промышленное испытание.

Анализ результатов экспериментальных данных показывает, что при смешении компонентов, составляющих новый абсорбент, возникает синергетический эффект, благодаря которому при использовании разработанного состава абсорбента достигается высокая степень осушки природного газа от влаги.

На основе анализа результатов проведенных исследований был выбран оптимальный состав абсорбента. Установлено, что предложенный абсорбент полностью обеспечивает соответствие качества газа требованиям отраслевого стандарта.

Выявлено, что присутствие в составе абсорбента олигомеров полипропиленгликоля благотворно влияет на процесс: улучшается контакт между абсорбентом и газом и интенсифицируется регенерация насыщенного абсорбента.

На основании положительных результатов проведенных исследований выбраны основные физико-химические, технологические показатели и оптимальное соотношение компонентов, входящих в состав абсорбента.

Промышленные испытания предложенного состава абсорбента для осушки природного газа, подаваемого в транспортную систему, проводились на действующей промышленной установке в НГДУ «Гум адасы».

Технологическая схема промышленной установки осушки газа показана на рисунке 2. Производительность установки — 1,0 млн.м<sup>3</sup> газа/сутки.

Для проведения испытаний согласно схеме, установка была заполнена 15 тоннами нового абсорбента; газ из компрессорной станции под давлением 2,0 и 3,0 МПа, при температуре 288-293К поступает в сепаратор первой ступени (С-1), где происходит грубая сепарация газа от капельной жидкости и механических примесей. Далее газ поступает в абсорбер (А), где производится окончательная осушка газа. Для осушки газа в абсорбер через дозаторный насос под давлением 3,5 МПа подается осушитель полипропиленгликоля в количестве 15-17 кг на 1000 м<sup>3</sup> газа. После контакта с газом, насыщенный влагой абсорбент, проходя через теплообменники, встречается с регенерированным абсорбентом, в результате чего происходит теплообмен. Далее насыщенный абсорбент собирается в емкости, откуда, проходя через угольный и механический фильтры, поступает в блок регенерации (БР).

После этого регенерированный абсорбент подается в абсорбер, и процесс повторяется. Осушенный газ под давлением 2,6 МПа направляется в газовый коллектор и далее — по прямому назначению.

В ходе испытания были определены следующие параметры процесса: давление, температура газа, производительность установки,

температура регенерации, количество абсорбента, впрыскиваемого в газовый поток, концентрация регенерированного и насыщенного абсорбента, точка росы осушенного газа и др.

Результаты промышленного испытания ППГ на установке осушки газа в НГДУ "Гум адасы" приведены в таблице 1.

Результаты использования ППГ в системе промышленной подготовки газа показали, что за время испытания никаких технологических осложнений в работе установки не наблюдалось.

Определены общие потери абсорбента в технологической системе осушки газа. За время испытаний установлено, что общие потери нового абсорбента во всех режимах работы установки составили 40 -70 г / 1000м<sup>3</sup> газа.

Следует отметить, что до ввода установки осушки газа в эксплуатацию при подготовке газа в НГДУ перед подачей его в магистральный газопровод с целью предотвращения гидратообразования на отдельных участках технологических линий в поток газа впрыскивался метанол, который из-за отсутствия установок регенерации полностью терялся, что приводило к потере большого количества ценного химреагента. На основании промышленных испытаний олигомеров ППГ на установке осушки газа в НГДУ "Гум адасы" был определен следующий технологический режим:

Концентрация регенерированного абсорбента, %(масс.)	– 96 - 98
Концентрация абсорбента, насыщенного водяными парами, %(масс.)	– 93 - 95
Температура регенерации абсорбента, К	– 408-418
Температура контакта газ-абсорбент, К	– 293-308
Количества абсорбента, впрыскиваемого в поток газа, кг/1000м <sup>3</sup>	– 15

Результаты проведенных опытно-промышленных испытаний также показали, что полипропиленгликоль является экономичным, эффективным, экологически чистым абсорбентом и не создает трудностей в технологии осушки газа. На основе положительных результатов испытаний олигомеры полипропиленгликоля рекомендованы для широкого внедрения на промыслах нефтегазодобывающих управлений Производственного Объединения «Азнефть», в качестве нового абсорбента для осушки газа.

### Выводы

Технико-экономический эффект, получаемый при применении нового абсорбента для осушки газа, по сравнению с существующими абсорбентами достигается вследствие:

- рационального использования природных ресурсов республики и сохранения экологии региона;
- снижения себестоимости подготавливаемого газа и исключения закупки абсорбента за рубежом.

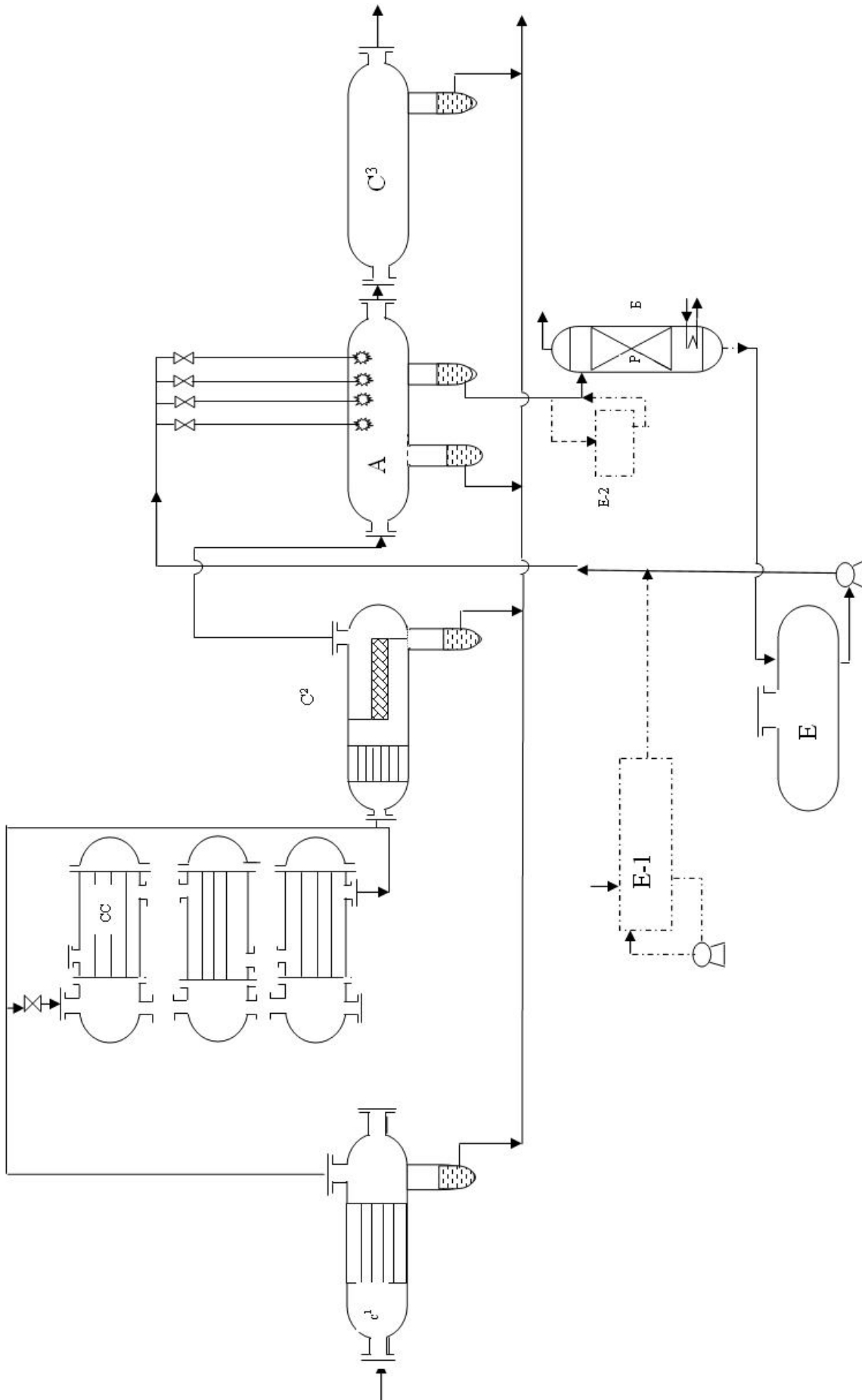


Рисунок 2 – Технологическая схема установки осушки газа в НГДУ "Гум адасы"

Таблиця 1 – Результати ввєдження нового абсорбента поліпропіленгліколя на установкє осушки газу в НГДУ "Гум адасы"

№ п/п	Производительность установки по газу, млн.м <sup>3</sup> /сут	Давление газа на входе в абсорбер, МПа	Температура газа, поступающего на осушку, К	Температура регенерации абсорбента, К	Концентрация абсорбента, %		Температура точки росы осушенного газа, К	Количество абсорбента, впрыскиваемого в поток газа, кг/ 1000м <sup>3</sup>
					насыщенного	регенерированного		
1	0,90	4,6	304	413	95	97	268	15
2	0,86	4,5	304	413	95	97	268	15
3	0,90	5,0	304	418	95	97	268	15
4	0,90	5,0	304	418	95	97	265	15
5	0,88	5,0	304	413	94	97	266	15
6	0,90	5,0	307	418	94	97	266	15
7	0,88	5,0	307	418	94	97	266	15
8	0,90	5,0	304	418	94	97	266	15
9	0,90	5,0	304	418	95	97	266	15
10	0,90	5,0	304	418	95	97	266	15

Результаты промышленных и экспериментальных исследований показали, что применение физические смешанных абсорбентов является важным направлением разработки, технологии и выбора газопромыслового оборудования для внедрения нового состава абсорбента с целью осушки газа.

#### Литература

- 1 Бекиров Т.М. Сбор и подготовка к транспорту природных газов / Бекиров Т.М., Шатапов А.Т. – М.: Недра, 1986. – 260 с.
- 2 Макагон Ю. Ф. Газовые гидраты, предупреждение их образования и использование / Ю. Ф. Макагон. – М.: Недра, 1985. – 232 с.

3 Гурбанов А.Н. Выбор и исследование нового ингибитора для подготовки газа к транспорту // Нефтепромысловое дело. – 2009. – №7. – С. 56-63.

4 Гурбанов А.Н. Разработка нового абсорбента в качестве осушителя и ингибитора гидратообразования природного газа в системе добычи и обработки / А.Н.Гурбанов // Нефть и газ Украины. – №8. – С. 57-60.

*Стаття надійшла до редакційної колегії  
12.01.12*

*Рекомендована до друку професором  
Грудзом В.Я.*