

УДК 621.643.03

**ДИАГНОСТИРОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ГАЗОВЫХ ПОТОКАХ****Искендеров Э.Х.***Азербайджанский Государственный Университет  
Нефти и Промышленности,  
г. Баку*DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2019.6.64.253](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.6.64.253)**DIAGNOSING STRUCTURAL CHANGES IN GAS FLOWS***E.Kh.Iskandarov**Azerbaijan State University of Oil and Industry***АННОТАЦИЯ**

Состояния разработки нефтегазовых и газоконденсатных месторождений и рациональное использование ресурсов нефти и газа, выдвинули комплекс проблем контроля, регулирования и управления технологическими процессами нефтегазодобычи, а также диагностирование возможных осложнений при этих процессах с целью повышения их эффективности. Решение этих задач требует изучения и обобщения опыта разработки эксплуатируемых месторождений, создания новых методов и подходов к анализу технологических процессов, принятия оперативных решений с позиций обеспечения энерго и ресурсосбережения. Особое внимание должно быть уделено разработке месторождений, регулированию продвижения пластовых (контурных или подошвенных) вод в пределах газовых залежей, что немислимо без оперативного контроля за процессом обводнения. В статье рассмотрена возможность диагностирования технологического состояния газопроводов, а также изменения различных параметров природных и попутных газов после их смешения по компонентному составу смеси.

**ABSTRACT**

The state of oil and gas condensate development and the rational use of oil and gas resources have put forward a set of problems for the control, regulation and management of oil and gas production processes, as well as diagnosing possible complications in these processes in order to improve their effectiveness. Solving these problems requires studying and generalizing the experience of developing exploited field, creating new methods and approaches to analyzing technological processes, and making operational decisions from the standpoint of energy and resource saving. Special attention should be paid to the development of deposits, the regulation of the movement of reservoir(planimetric or plantar)waters within the gas deposits, which is unthinkable without operational control over the watering process. Article deals with the possibility of diagnosing the technological state of gas pipeline ,as well as changes in various parameters of natural and associated gases after they are mixed according to the component composition of the mixture.

**Ключевые слова:** состав газа, газопровод, структурное изменение, попутный газ, газовые смеси, образование жидких фаз, технологические состояние.

**Key words:** gas composition, pipeline, structural change, associated gas,gas mixture, formation of liquid phases, technological state.

**Введение.** Опыт эксплуатации нефтяных и газовых месторождений показывает, что состав природного газа является диагностирующим признаком для оценки различных технологических процессов и параметров нефтегазодобычи [1, 2, 3, 4]. На примере месторождения Каламкас Казахстана была проверена возможность диагностирования изменения параметров природных и попутных газов после их смешения косвенным путем - по компонентному составу смеси. Также были исследованы свойства газа (плотность, относительная плотность, влагосодержание, точка росы по воде, а также механические примеси) [5].

**Постановка вопроса.** Было установлено что при транспортировке смеси природного и

попутного газов по трубопроводу длиной L=62 км (рисунок 1) ощутимо меняются состав и свойства газов. Для отбора проб были выбраны указанные на рисунке точки 1, 2, 3 соответственно для природного, попутного газа и их смесей. В таблице 1 представлены изменения свойств газов и их смесей. Как видно из таблицы 1, значения параметров смеси природного и попутного газов (80:20%), вычисленные по правилу аддитивности и сопоставление их с фактическими значениями показывают, что больше всех претерпевают изменениям параметры C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub>+ (тяжелые фракции) влага и механические примеси в составе газа, а также точка росы.

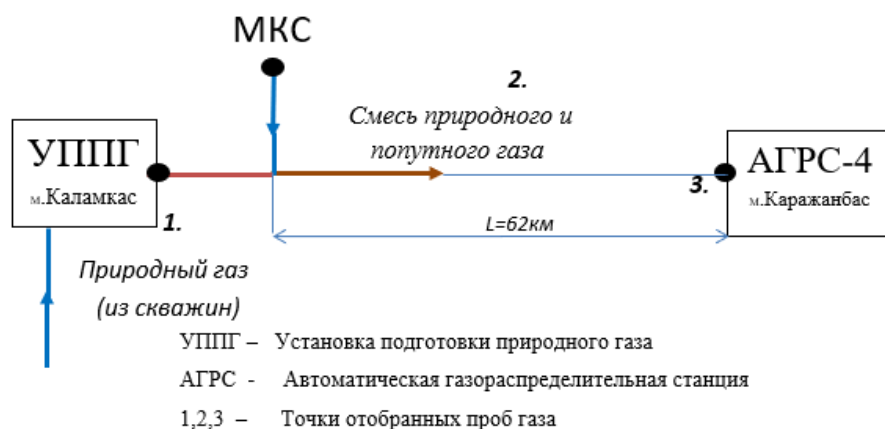


Рис. 1. Точки отбора проб природного и попутного газов и их смеси

Результаты анализов структурных изменений смеси транспортируемых газов показали, что компонентный состав углеводородного газа может служить диагностирующим признаком образования жидких фаз, изменения исходного содержания компонентов в смеси при транспортировке природных и попутных газов, а также их смесей.

С помощью этой методики также были исследованы свойства смесей природных и

попутных газов транспортируемых по газопроводам Азербайджана (рисунок 2). Для отбора проб газа были выбраны указанные на рисунке 2 пункты «А» (природный газ), «Б» (попутный газ) и «О» (их смеси). Результаты анализов показали, что транспортируемые природные и попутные газы имеют одинаковые составы:  $C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6+, CO_2, N_2$ .

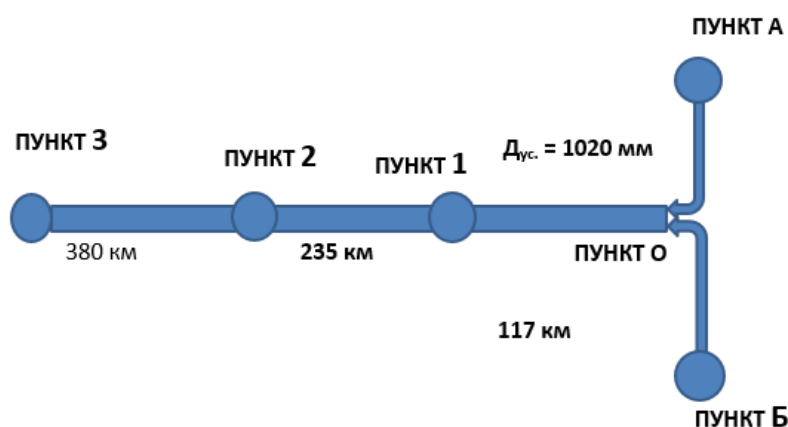


Рис. 2. Пункты отбора проб для анализа газов и их смесей

**Изменения свойств природного и попутного газов и их различных смесей**  
**Таблица 1**

№№	Наименование параметра	Природный газ Точка 1	Попутный Газ Точка 2	Смесь природного и попутного газов				Погрешность при сравнении данных фактической смеси газов с данными вычисленными по правилу аддитивности					
				Фактическая смесь газов Точка 3	Значения вычисленные по правилу аддитивности								
					30% прир. газ + 70% попут.газ (М-1)	50% прир. газ + 50% попут.газ (М-2)	70% прир. газ + 30% попут. газ (М-3)						80% прир. газ + 20% попут. газ (М-4)
1	Кислород	0,0288	0,0270	0,0257	0,0275	0,0279	0,0283	0,0284	7,16	8,56	9,96	10,66	
2	Углекислый газ	0,1883	1,3085	0,4035	0,9724	0,7484	0,5244	0,4123	141,00	85,48	29,95	2,19	
3	Азот	5,7984	2,4297	4,8997	3,4403	4,1141	4,7878	5,1247	29,79	16,03	2,28	4,59	
4	Метан	92,0752	81,0170	88,6936	84,3345	86,5461	88,7577	89,8636	4,91	2,42	0,07	1,32	
5	Этан	0,6310	5,7403	1,7729	4,2075	3,1857	2,1638	1,6529	137,32	79,69	22,05	6,77	
6	Пропан	1,1823	2,9122	1,5933	2,3932	2,0473	1,7013	1,5283	50,21	28,49	6,78	4,08	
7	Бутан	0,0131	3,0575	0,7167	2,1442	1,5353	0,9264	0,6220	199,18	114,22	29,26	13,21	
8	Пентан	0,0829	3,5078	1,7145	2,4803	1,7954	1,1104	0,7697	44,67	4,72	35,23	55,11	
9	Плотность газа при 20°С, кг/м3	0,6941	0,7550	0,7130	0,7367	0,7246	0,7124	0,7063	3,33	1,62	0,09	0,94	
10	Относительная плотность по воздуху	0,5763	0,6269	0,5920	0,6117	0,6016	0,5915	0,5864	3,33	1,62	0,09	0,94	
11	Точка росы по воде, °С	-10	35	-12	21,5	12,5	3,5	-1	279,17	204,17	129,17	91,67	
12	Влагосодержание, мг/л	0,2230	4,7994	0,3539	3,4265	2,5112	1,5959	1,1383	868,21	609,58	350,95	221,64	
13	Мех.примеси, мг/л	0,5733	0,0788	0,6453	0,2272	0,3261	0,4250	0,4744	64,80	49,47	34,15	26,48	

**Решение и обсуждение проблемы.** Результаты исследований динамики структурных изменений природных и попутных газов и их смесей, а также их режимных параметров показали, что параметры  $C_1$ ,  $C_3$ ,  $C_{6+}$ ,  $CO_2$ ,  $N_2$ ,  $\rho$  и  $q$  подвергаются характерным изменениям. Были определены интервалы изменений этих

параметров, после чего проведено ранжирование интервалов по 5 бальной системе. Параметры, характеризующие состав и свойства газа и их ранги представлены в таблице 2, а определенные согласно таблице 2 суммарные ранги для каждого суток анализов газа и их изменения по пунктам в таблице 3.

Таблица 2

### ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ СОСТАВ ГАЗА И ИХ РАНГИ

$C_1$	$C_3$	$C_{6+}$	$CO_2$	$N_2$	$\rho_q$	Ранги
< 88	< 1,0	< 0,1	< 1	< 0,5	< 0,74	1
82-90	1,0-1,5	0,1-0,15	1,5-2,0	0,5-1,0	0,74-0,76	2
91-92	1,6-2,0	0,16-0,20	2,1-3,0	1,1-1,5	0,77-0,78	3
93-94	2,1-2,5	0,21-0,25	3,1-4,0	1,6-2,0	0,79-0,80	4
> 94	> 2,5	> 0,25	> 4,0	> 2,0	> 0,8	5

Таблица 3

### ИЗМЕНЕНИЯ РАНГОВ (R) ПО ПУНКТАМ

Сутки	Пункт "А"	Пункт "В"	Пункт 1	Пункт 2	Пункт 3
1	11	18	16	13	16
2	11	18	16	13	16
3	11	18	16	15	16
4	11	18	16	15	16
5	11	18	16	15	16
6	11	18	16	16	16
7	11	18	16	15	16
8	11	18	16	17	17
9	11	18	16	16	16
10	11	17	16	16	16
11	11	17	16	14	16
12	11	17	16	14	16
13	11	17	16	13	17
14	11	17	16	15	16
15	11	17	16	15	17

Таким образом, по результатам исследований была построена зависимость изменения рангов во времени (рисунок 3).

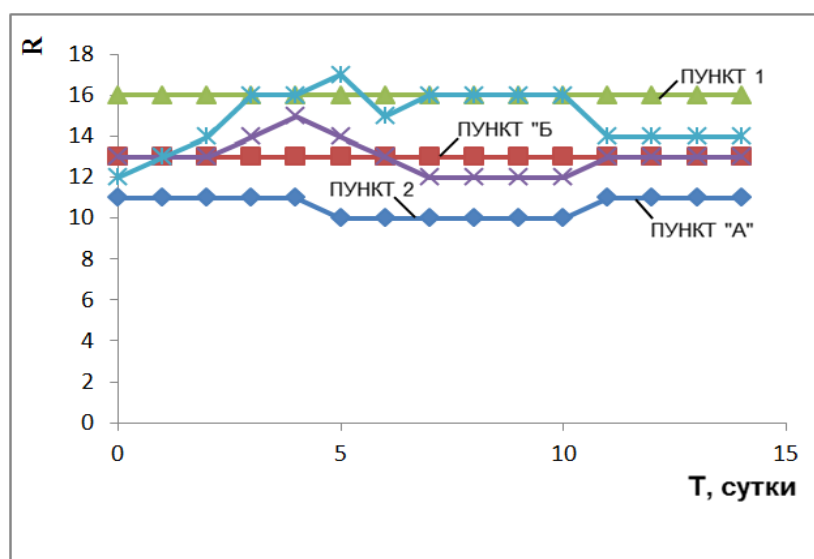


Рис. 3. Зависимость динамики изменений рангов

**Заключение.** Анализы структурных изменений смеси транспортируемых газов показывают, что компонентный состав углеводородного газа может служить диагностирующим признаком образования жидких фаз, изменения исходного содержания компонентов в смеси в условиях промышленного сбора и транспортировки природных и попутных газов, а также их смесей. Неаддитивный характер процессов, происходящих при смещении природных и попутных газов, можно объяснить выделением жидкой фазы и возникновением ретроградных явлений в трубопроводе. Характеристикой обратного испарения в трубопроводе является возрастание значений ранга, а снижение ранга является показателем обратной конденсации, т. е. накоплении жидкой фазы в трубопроводе.

Таким образом, проведенными исследованиями обоснована методика диагностирования технологического состояния трубопроводов, при помощи которой возможно диагностировать внутреннее состояние трубопроводов при перекачке смесей природных и

попутных газов косвенным путем - по компонентному составу газа.

### Литература

1. Гриченко А.И. Исследование влияния воды на фазовые превращения газоконденсатных смесей. Газовое дело, 1964, №4 с.3-11.
2. Мирзаджанзаде А.Х., Аметов И.М., Басниев К.С. и др. Технология добычи природных газов, М. Недра, 1987, 414 с.
3. Влияние обводнения многопластовых газовых и газоконденсатных месторождений на их разработку / Г.В.Рассохин, И.А.Леонтьев, В.И.Петренко и др., М.Недра, 1973, 262с.
4. Исмаилов К.К. Диагностирование режимов работы нефтяного пласта по компонентному составу газа. Изв. ВУЗов «Нефть и газ», 1982, №6, с. 80-81.
5. Исмаилов К.К. О корреляции между режимом залежи и составом добываемого газа. Материалы III Всесоюзной науч. конф. и Применение вероятно-статистических методов в бурении нефтедобыче. Баку, 1981, С.65.

## ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ С ПОМОЩЬЮ СОРБЕНТОВ.

**Петухова Ю.Н.**

студентка 4 курса

кафедры мембранной технологии факультета инженерной химии,  
Российский Химико-Технологический университет  
им. Д.И. Менделеева, Российская Федерация

**Ильина С.И.**

доцент кафедры процессов и аппаратов химической технологии,  
доцент кафедры мембранной технологии,  
кандидат технических наук,  
Российский Химико-Технологический университет  
им. Д.И. Менделеева, Российская Федерация

**Фурсенко А.В.**

выпускница кафедры  
мембранной технологии факультета инженерной химии,  
Российский Химико-Технологический университет  
им. Д.И. Менделеева, Российская Федерация

**Носырев М.А.**

доцент кафедры процессов и аппаратов химической технологии,  
кандидат технических наук  
Российский Химико-Технологический университет  
им. Д.И. Менделеева, Российская Федерация  
DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2019.6.64.254](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.6.64.254)

### АННОТАЦИЯ

В работе проведен краткий обзор применения сорбентов из вторичного сырья для извлечения ионов тяжелых металлов из сточных вод. Приведена сравнительная характеристика целлюлозосодержащих сорбентов по сравнению с активированным углем и катионообменными смолами.

### ABSTRACT

The paper provides a brief overview of the use of sorbents from secondary raw materials for the extraction of heavy metal ions from wastewater. The comparative characteristic of cellulose sorbents in comparison with activated carbon and cation exchange resins is given.

**Ключевые слова:** сточные воды, сорбенты, биополимеры

**Key words:** waste water, sorbents, biopolymers

В настоящее время одной из важных проблем является утилизация отходов. Причем этот вопрос

требует решения во всех отраслях народного хозяйства.