

фторсодержащих соединений комбинированным методом // Сборник статей республиканской научно-практической конференции “Перспективы развития инновационных технологий производства неорганических веществ и материалов в условиях глобализации”: Ташкент, 9 –10 ноября 2023 г. [Электронный ресурс] – Ташкент :ТХТИ, 2023. – 466 с. – 389.

УДК 66.012

**Дормешкин О.Б., Гаврилюк А.Н.,
Мохорт М.С., Бышик А.А.**

(Белорусский государственный технологический университет)

**ВЛИЯНИЕ СОСТАВА И КАЛОРИЙНОСТИ
ПРИРОДНОГО ГАЗА НА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ
ПОКАЗАТЕЛИ ПРОИЗВОДСТВА СИНТЕТИЧЕСКОГО
АММИАКА**

Основным видом сырья для получения синтетического аммиака как известно является природный газ, поставщиками которого на ОАО «ГродноАзот» являются российские газодобывающие компании. Согласно сложившейся практике, технико-экономические показатели цехов по производству аммиака рассчитываются исходя из усредненных качественно-количественных показателей состава поступающего природного газа. Однако, как показывает практика, состав природного газа колеблется как для различных месторождений, так и в границах одного месторождения, что неизбежно оказывает влияние на конечные показатели работы аммиачных производств. В связи с этим, авторами по заказу ОАО «ГродноАзот» выполнен комплекс исследований, целью которых явилось изучение влияния калорийности природного газа на величину расхода природного газа на тонну аммиака, в том числе влияние калорийности природного газа на величину расхода природного газа, отдельно потребляемого на технологию и отдельно потребляемого на сжигание в качестве топлива, что в свою очередь позволит заранее спрогнозировать влияние изменения состава и расхода природного газа на технологический процесс и его технико-экономические показатели.

В настоящее время на предприятии эксплуатируются два цеха по производству аммиака: «Аммиак-3» и «Аммиак-4». Метод производства

основан на переработке природного газа по энерготехнологической схеме и включает следующие стадии: компримирование природного газа и воздуха; гидрирование органических серосоединений; паровую конверсию метана в трубчатой печи (первичный риформинг) и паровоздушную конверсию остаточного метана в шахтном конвертере (вторичный риформинг); двухступенчатую конверсию окиси углерода; очистку конвертированного газа; тонкую очистку конвертированного газа; компримирование синтез-газа; синтез аммиака; захлаживание продукционного аммиака и его выдача в хранилище и потребителям. Необходимые технологические и теплотехнические расчеты выполнялись по каждой из указанных выше стадий по каждому из цехов для различных составов природного газа (табл. 1).

Таблица 1 – Составы природного газа

Содержание компонента, %	Составы природного газа		
	№1	№2	№3
CH₄	96,1868	95,6599	94,7770
C₂H₆	2,5499	2,8303	3,1796
C₃H₈	0,3360	0,5201	0,8199
C₄H₁₀	0,1170	0,1540	0,2320
C₅H₁₂	0,0217	0,0226	0,0333
C₆H₁₄	0,0186	0,0097	0,0077
N₂	0,5040	0,5401	0,8199
He	0,0097	0,0114	0,0114
H₂	0,0015	0,0023	0,0023
O₂	0,0038	0,0037	0,0050
CO₂	0,2510	0,2460	0,1120
Всего:	100,0000	100,0000	100,0000

Компонентный состав газа определялся согласно ГОСТ 23781-87. Определялись все компоненты, объемная доля которых превышает 0,005 %, кроме метана, содержание которого рассчитывалось по разности 100 % и суммы всех компонентов. Для указанных составов природных газов выполнен расчет высшей и низшей теплоты сгорания согласно требованиям ГОСТ 22667-82 «Газы горючие природные» по теплоте сгорания отдельных компонентов газа (табл.2). Для каждой технологической стадии и составов природного газа выполнены расчеты составов входных и выходных потоков, а также тепловые балансы. На основании проведенных расчётов установлена зависимость технологических показателей и расходных норм от калорийности природного газа цеха (табл.3).

Таблица 2 – Высшая и низшая теплота сгорания заданных составов природного газа

Номер состава газа	Теплота сгорания			
	высшая		низшая	
	МДж/м ³	ккал/м ³	МДж/м ³	ккал/м ³
при 0 °С				
Состав №1	40,6628093	9711,242	36,67696136	8760,298
Состав №2	40,8709274	9760,939	36,87172422	8806,816
Состав №3	41,1871049	9836,444	37,16878343	8877,768
при 20 °С				
Состав №1	37,87946	9046,319	34,14798	8156,392
Состав №2	38,07207	9092,343	34,32836	8199,492
Состав №3	38,36435	9162,177	34,60317	8265,152

Проведенные исследования влияния калорийности природного газа на величину расхода природного газа и технологические показатели производства синтетического аммиака, а также выполненные тепло-технические расчеты с учетом особенностей технологического процесса, оборудования и режимов производства аммиака цехов «Аммиак-3» и «Аммиак-4» ОАО «ГродноАзот», позволили сделать вывод, что с повышением доли гомологов метана в исходном природном газе его расход на производство одной тонны аммиака снижается. Это обусловлено образованием большего количества водорода на стадии конверсии и выделением большего количества теплоты в межтрубном пространстве трубчатой печи, ввиду более высокой теплоты сгорания гомологов метана.

Таблица 3 – Зависимость технологических показателей производств синтетического аммиака и расходных норм от калорийности природного газа

№ состава	Рассчитанная калорийность, ккал/м³	Фактическая калорийность, согласно ТЗ ккал/м³	Образуется NH₃ с 1000 м³ ПГ	Расход природного газа			
				На сжигание в трубчатой печи, м³/т NH₃	На получение пара, м³/т NH₃	На технологию, м³/т NH₃	Общий расход ПГ, м³/т NH₃
цех Аммиак-3							
1	8156,392	8154	1683,0716	451,3864	78,3062	594,1518	1123,8444
2	8199,492	8193	1690,6239	448,2494	77,1124	591,4976	1116,8594
3	8265,152	8247	1702,5371	443,2830	75,3720	587,3587	1106,0137
цех Аммиак-4							
1	8156,392	8154	1700,4541	417,8462	69,4155	588,0782	1075,3399
2	8199,492	8193	1708,4294	414,8658	68,2844	585,3329	1068,4831
3	8265,152	8247	1721,0003	410,1388	66,6395	581,0574	1057,8357

Полученные результаты позволяют заранее спрогнозировать изменение расхода природного газа на технологию и на сжигание при изменении его калорийности.