

Завод Тольяттиазот	Клиент ToAz	Код	Код документа	UAN 11-90-11213
Uhde	Модернизация Тольяттиазот			Ред. 00 Стр. 1 из 44

Исследование возможностей модернизации установок «Кемико» и «АМ 76» в «Тольяттиазот»

00			18.12.12	Кайль	19.12.12	Хойн	20.12.12	Кагаловски		
Ред.	Статус	Описание	Дата	Составил	Дата	Проверил	Дата	Утвердил	АС	
СС Категория 1 = для утверждения 2 = для пересмотра 3 = для информации 4 = только для внутреннего использования		Код статуса: А = для проектирования D = для запроса E = для заказа F = для предварительного производства G = для строительства/ производства H = Issue for work preparation I = в заводском исполнении M = общего пользования	<h1 style="margin: 0;">Исследование для Тольяттиазот</h1>				Код категории:			
АС Утверждение 1 = утверждено/ пересмотрено 2 = утверждено/ пересмотрено, как указано 3 = не утверждено 4 = только для информации 5 = not relevant to approval										

Завод Тольяттиазот	Клиент ToAz	Код	Код документа	UAN 11-90-11213
Uhde	Модернизация Тольяттиазот			Ред. 00 Стр. 2 из 44

Настоящий отчет об исследовании, вся релевантная и прилагаемая документация остаются в нашей собственности. Их копирование, воспроизведение в полном объеме или частично, а также предоставление к ним доступа, разглашение содержания третьим лицам или конкурентам запрещены без предварительного разрешения с нашей стороны.

Настоящий отчет об исследовании не заменяет комплект базовой технической документации для модернизации или внедрения изменений.

Завод Тольяттиазот	Клиент ToAz	Код	Код документа	UAN 11-90-11213
Uhde	Модернизация Тольяттиазот			Ред. 00 Стр. 3 из 44

Содержание

- 1. Техническое описание существующих установок для производства аммиака**
 - 1.1 Установки АМ 76
 - 1.2 Установки Кемико

- 2. Уже проведенные мероприятия по рационализации существующих установок**
 - 2.1 Установки АМ 76
 - 2.2 Установки Кемико

- 3. Цели мероприятий по модернизации относительно повышения эффективности производства и снижения удельного потребления природного газа**
 - 3.1 Установки АМ 76
 - 3.1.1 Минимальные цели
 - 3.1.2 Максимальные цели
 - 3.2 Установки Кемико
 - 3.2.1 Минимальные цели
 - 3.2.2 Максимальные цели

- 4. Идентификация проблем и узких мест на существующих установках**
 - 4.1 Установки АМ 76
 - 4.2 Установки Кемико

- 5. Перечень возможных мероприятий по рационализации для повышения эффективности производства и снижения удельного потребления природного газа**
 - 5.1 Установки АМ 76
 - 5.2 Установки Кемико

- 6. Оценка предложенных мероприятий по рационализации относительно потенциала усовершенствования, осуществимости и затрат**
 - 6.1. Установки АМ 76
 - 6.2 Установки Кемико

- 7. Подведение итогов, завершающие рекомендации**

- 8. Оценка затрат**

Завод Тольяттиазот	Клиент ToAz	Код	Код документа	UAN 11-90-11213
Uhde	Модернизация Тольяттиазот			Ред. 00 Стр. 4 из 44

1. Техническое описание существующих установок для производства аммиака

Фирма ОАО «Тольяттиазот» на своем объекте в Тольятти, Самарская область, осуществляет эксплуатацию всего семь установок для производства Аммониака. Четыре установки – тип «Кемико» и три установки - тип «АМ 76». «Тольяттиазот» планирует модернизацию этих установок в целях повышения суточного производства аммиака и снижения удельного потребления природного газа. При этом максимальное количество произведенного аммиака не должно зависеть от летнего или зимнего сезона. Ниже содержатся краткие технические описания существующих установок и перечень некоторых показателей.

1.1 Установки АМ 76

В настоящее время Тольяттиазот эксплуатирует три аммиачные установки типа «АМ 76» на объекте в Тольятти. Первая (агрегат № 5) была пущена в эксплуатацию в 1981 году, вторая (агрегат № 6) – в 1983 году и самая последняя (агрегат № 7) – в 1986 году. Номинальная производственная мощность составляет 1400-1450 тонн аммиака в сутки при удельном потреблении природного газа в объеме 1180-1200 нормальных кубических метров на тонну аммиака. Фактически достигнутая максимальная производительность агрегата № 5 – 1643 тонн в сутки (установлено 22.11.2009) и агрегата № 7 – 1728 тонн в сутки (установлено 20.01.2009). При этом следует учитывать, что эти установки уже были конструктивно изменены «Тольяттиазот» (см. главу 2.1). У агрегата № 6 максимально установленный тоннаж составляет 1718 тонн в сутки (установлено 15.01.2009). При этом потребление природного газа составляло 44,600 Нм³/ч, подача пара перед первичным реактором риформинга - 132 т/ч, технологический воздух во вторичном реакторе риформинга - 60,000 Нм³/ч.

В таблице 1.1 приведены некоторые типичные технологические показатели.

Дополнительный анализ циркуляционного газа на входе и выходе колонны синтеза аммиака для агрегата № 5 от 27.11.2012:

Компонент	Вход (объемн.-%)	Выход (объемн.-%)
Водород	60,5	49,3
Азот	21,2	18,2
Аргон	6,5	7,5

Завод Тольяттиазот	Клиент ToAz	Код	Код документа	UAN 11-90-11213
Uhde	Модернизация Тольяттиазот			Ред. 00 Стр. 5 из 44

Метан	8,6	10,0
Аммиак	3,2	15,0

	Агрегат 5	Агрегат 6	Агрегат 7
Первичный реактор риформинга			
Максимальная температура °С	907	928	905
Температура на выходе °С	791	799	801
Содержание метана на вь объемн. %	11,94	10,34	8,27
Проток Нм ³ /ч	39100	40223	39500
Потеря давления кг/см ²	3,7	3,58	2,8
Вторичный реактор риформинга			
Температура на выходе °С	948	976	900
Содержание метана на вь объемн. %	0,21	0,16	0,12
Потеря давления кг/см ²	не указано	0,5	0,7
Среднетемпературная конвертация СО			
Максимальная температура °С	371	387	385
Температура на выходе °С	326	325	328
СО на выходе объемн. %	2,73	2,0	1,53
Потеря давления кг/см ²	0,35	0,2	0,1
Низкотемпературная конвертация СО			
Максимальная температура °С	253	235	не указано
Температура на выходе °С	235	225	не указано
СО на выходе объемн. %	0,18	0,15	не указано
Метанол на выходе мг/л	1084	381	не указано
Потеря давления кг/см ²	0,15	0,23	не указано
Метанатор			
Максимальная температура °С	331	319	385
СО2 на выходе частей на миллион	7,9	5,9	2,7
Потеря давления кг/см ²	не указано	0,2	0,05
Колонна синтеза аммиака			
Давление на выходе кг/см ²	222	205	не указано
Потеря давления кг/см ²	5,92	4,78	не указано
Аммиак на выходе объемн. %	15,59	14,7	не указано
Производство аммиака т/н	63	61,5	не указано

Таблица 1.1: Типичные технологические параметры установок AM 76

Завод Тольяттиазот	Клиент ToAz	Код	Код документа	UAN 11-90-11213
Uhde	Модернизация Тольяттиазот			Ред. 00 Стр. 6 из 44

1.2 Установки Кемико

В настоящее время «Тольяттиазот» эксплуатирует четыре аммиачные установки типа «Кемико» на объекте в Тольятти. Первые три (агрегаты № 1, 2, 3) были введены в эксплуатацию в 1979 году, а четвертая (агрегат № 4) – в 1980 году. Номинальная производственная мощность составляет 1150 тонн аммиака в сутки при удельном потреблении природного газа в объеме 1350 нормальных кубических метров на тонну аммиака. Фактически достигнутая максимальная производительность агрегата № 1 составляет 1331 тонн в сутки (установлено 11.10.2008), агрегата № 3 – 1291 тонн в сутки (установлено 14.11.2011) и агрегата № 4 – 1292 тонн в сутки (установлено 16.11.2011). При этом следует учитывать, что эти установки уже были конструкционно изменены «Тольяттиазот» (см. главу 2.2). У агрегата № 2 максимально установленный тоннаж составляет 1355 тонн в сутки (установлено 14.04.2009). При этом потребление природного газа составляло 34,000 Нм³/ч, подача пара перед первичным реактором риформинга - 119 т/ч, технологический воздух во вторичном реакторе риформинга - 49,000 Нм³/ч. Давление синтез-газа составляет 220 кг/см², подача свежего газа в контур синтез-газа - 198,000 Нм³/ч при объеме циркуляционного синтез-газа 516,000 Нм³/ч.

В таблице 1.2 приведены некоторые технологические параметры.

Дополнительный анализ циркуляционного газа на входе и выходе колонны синтеза аммиака для агрегата № 4 от 27.11.2012:

Компонент	Вход (объемн. %)	Выход (объемн. %)
Водород	62,6	54,0
Азот	24,0	21,5
Аргон	3,5	3,9
Метан	6,8	9,3
Аммиак	3,0	11,3

Завод Тольяттиазот	Клиент ToAz	Код	Код документа	UAN 11-90-11213
Uhde	Модернизация Тольяттиазот			Ред. 00 Стр. 7 из 44

	Агрегат 1	Агрегат 2	Агрегат 3	Агрегат 4
Первичный реактор риформинга				
Максимальная температура °С	913	989	949	896
Температура на выходе °С	752	752	747	740
Содержание метана на вь объемн. %	11,44	10,35	10,37	10,44
Проток Нм³/ч	30600	36100	34900	35200
Потеря давления кг/см²	1,8	не указано	1,2	2,3
Вторичный реактор риформинга				
Температура на выходе °С	920	910	не указано	не указано
Содержание метана на вь объемн. %	0,32	0,33	0,32	0,22
Потеря давления кг/см²	не указано	0,4	0,4	0,25
Среднетемпературная конвертация СО				
Максимальная температура °С	383	411	391	395
Температура на выходе °С	321	356	329	337
СО на выходе объемн. %	3,02	1,77	1,51	1,66
Потеря давления кг/см²	0,8	1,9	1,0	1,05
Низкотемпературная конвертация СО				
Максимальная температура °С	231	224	239	228
Температура на выходе °С	210	213	219	219
СО на выходе объемн. %	0,12	0,23	0,18	0,18
Метанол на выходе мг/л	393	154	245	269
Потеря давления кг/см²	0,3	0,2	не указано	не указано
Метанатор				
Максимальная температура °С	289	311	291	299
СО2 на выходе частей на	5,1	2,65	2,9	3,6
Потеря давления кг/см²	0,22	0,34	0,6	0,4
Колонна синтеза аммиака				
Давление на выходе кг/см²	213	212,2	202,1	229,2
Потеря давления кг/см²	2,5	2,9	2,12	2,12
Аммиак на выходе объемн. %	15,16	16,39	16,17	12,3
Производство аммиака т/ч	49	53	52	52

Таблица 1.2: Типичные технологические параметры установок «Кемико»

Завод Тольяттиазот	Клиент ToAz	Код	Код документа	UAN 11-90-11213
Uhde	Модернизация Тольяттиазот			Ред. 00 Стр. 8 из 44

2. Уже проведенные мероприятия по рационализации существующих установок

Ранее фирма «Тольяттиазот» уже осуществляла изменения оригинального плана установок в целях повышения их мощности и снижения удельного потребления природного газа. Далее содержится подробное описание осуществленных изменений установок «АМ 76» и «Кемико».

2.1 Установка АМ 76

- Поставщик природного газа увеличил давление питания на границе установки до 5 МПа. Поэтому газовый компрессор 403 мог быть выведен из эксплуатации. Возможна экономия пара для привода турбины, что ведет к снижению удельного потребления природного газа. Это было реализовано в отношении агрегатов № 5,6 и 7.

- В оригинальном плане для предварительного нагрева природного газа до точки начала температурного скачка десульфурующего катализатора предусматривается подогреватель природного газа 103 на газовом топливе. В дымоходе первичного реактора риформинга был установлен дополнительный нагревательный элемент, обеспечивающий предварительный нагрев природного газа до 400 °С. Таким образом, предварительный нагреватель природного газа мог быть выведен из эксплуатации с соответствующим снижением его потребления. Это усовершенствование было реализовано в отношении агрегатов № 6 и 7.

- Фирмой «Casale» в колонне синтеза аммиака 601 осевые слои катализатора были заменены на радиальный картридж. Таким образом, возможна подача большего количества катализатора в колонну синтеза и, тем самым, повысить ее производительность. Это было реализовано в отношении агрегатов 5,6 и 7.

- Был усовершенствован процесс выделения аммиака из контура синтез-газа посредством замены одного конденсатора с простым охлаждением на два конденсатора с охлаждением от кипения аммиака. Таким образом, возможна конденсация аммиака из контура синтез-газа при более низких температурах. Тем самым, повышается количество конденсата аммиака и, следовательно, производительности. Это мероприятие было реализовано в отношении агрегатов 5,6 и 7.

- В зоне излучения первичного реактора риформинга 107 внутренний диаметр заполненных катализатором труб был увеличен с 72 до 89 мм, в то время как наружный диаметр остался неизменным 114 мм. Таким образом, в трубы может помещаться большее количество катализатора, в первичном реакторе риформинга может

Завод Тольяттиазот	Клиент ToAz	Код	Код документа	UAN 11-90-11213
Uhde	Модернизация Тольяттиазот			Ред. 00 Стр. 9 из 44

разлагаться большее количество метана, и количество производимого водорода может увеличиться. Трубы в первичных реакторах риформинга были заменены у агрегатов 5, 6 и 7. Уже запланировано увеличение внутреннего диаметра сепарационных труб до 101 мм, а наружный диаметр новых труб составит 125 мм.

- Вследствие увеличения мощности первичного реактора риформинга 107 во вторичном реакторе риформинга 107 требуется разложение большего количества метана. Для этого требуется большее количество технологического воздуха. Для этого был модифицирован компрессор технологического воздуха 402 посредством замены внутренних элементов. У агрегата № 5 мощность компрессора таким образом была увеличена до 78000 Нм³/ч при давлении всасывания 760 мм ртутного столба и температуре всасывания 20 °С. У агрегата № 7 модернизация компрессора технологического воздуха привела к увеличению производительности лишь до 72000 Нм³/ч.

- У вторичного реактора риформинга агрегата № 5 оригинальная горелка была заменена на новую горелку фирмы «Haldor Topsoe» в 2007 году. У вторичного реактора риформинга агрегата № 7 оригинальная горелка была заменена на новую горелку фирмы «Johnson Matthey». Тем самым, бала реализована адаптация к увеличению количества технологического воздуха. В отношении третьего агрегата фирмой «Тольяттиазот» уже принято решение о необходимости аналогичного мероприятия.

- Вследствие повышения производительности первичного реактора риформинга из сырьевого синтез-газа требуется выделение большего количества двуокиси углерода. При неизменной абсорбционно-десорбционной колонне это было достигнуто посредством замены старого абсорбента (MEA (моноэтаноламин) на MDEA (монодиэтаноламин). MDEA при одинаковом давлении может поглощать больше CO₂, чем MEA. Десорбция нагруженного MDEA требует меньше пара, что позволяет экономии энергии, необходимой для регенерации нагруженного абсорбента. Промыватели двуокиси углерода работают с новым абсорбентом у агрегатов 5, 6 и 7. Однако замена растворителя привела к новым проблемам, которые подробно описаны в главе 4.1.

- Хладопроизводительность воздухоохладителя в летнее время ниже из-за более высокой окружающей температуры. Было принято простое решение в виде установки спринклерной системы между разными воздухоохладителями, распределяющей частично деминерализованную воду на теплоотдающие поверхности. Отводимое при испарении тепло повышает хладопроизводительность воздухоохладителя в летнее время.

Катализаторы соответствующих реакторов были заменены по очереди. В частности:

- Реактор гидрирования 105 перед десульфуризацией, катализатор АКМ (последняя замена и количество: агрегат № 5, апрель 1987 года, 16,5 тонн; агрегат № 6, июль 2007 года, 14,2 т; агрегат № 7, январь 1986 года, 18 т)

Завод Тольяттиазот	Клиент ТоAz	Код	Код документа	UAN 11-90-11213
Uhde	Модернизация Тольяттиазот			Ред. 00 Стр. 10 из 44

- Реакторы десульфуризации 104 A/B, (адсорбент, последняя замена и количество: агрегат № 5, 104A, SG-9201, июль 2008 года, 62,4 т; агрегат № 6, 104A/B, GIAP-10, ноябрь 1982 года, 2 x 114 т; агрегат № 7, 104A, GIAP-10, март 1986 года, 92 т)

- Первичный реактор риформинга 107 (название катализатора, последняя замена: агрегат № 5, 25-4Q/57-4Q, июль 2008 года; агрегат № 6, NIAP-03-01Sch, ноябрь 2009 года; агрегат № 7, 25-4Q/57-4Q, июнь 2008 года)

- Вторичный реактор риформинга 110 (название катализатора, последняя замена и количество: агрегат № 5, март 2001 года, катализатор риформинга RKS-2-7H 26Ю5 м³; агрегат № 6, август 2007 года, защитный катализатор RKS-2P, 2 м³, катализатор риформинга RKS-2-7H 25 м³; агрегат № 7, июнь 2007 года, катализатор риформинга ReforMax 400 LDP 25 м³)

- Первый реактор-конвертер окиси углерода (среднетемпературная конвертация) 114 (название катализатора, последняя замена и количество: агрегат № 5, ноябрь 2004 года, STK-SMF, 128,4 м³; агрегат № 6, апрель 2004 года, SK-201-2, 128,4 м³; агрегат № 7, июнь 2007 года, Shift Max 120, 128,4 м³)

- Второй реактор-конвертер окиси углерода (низкотемпературная конвертация) 117 (название катализатора, последняя замена и количество: агрегат № 5, ноябрь 2011 года, LSK, 4,5 м³, LK-823 76,5 м³; агрегат № 6, сентябрь 2011 года, SK-201-2, 128,4 м³; агрегат № 7, август 2012 года, LSK, 4,5 м³, LK-823 75,5 м³)

- Метанизационный реактор 501 (название катализатора, последняя замена и количество: агрегат № 5, апрель 2001 года, NIAP-07-01, 33,3 м³; агрегат № 6, июнь 1997 года, NKM-1 20,4 м³, TO-2M, 20,4 м³; агрегат № 7, июнь 2007 года, PK-7R, 27 м³)

- Колонна синтеза аммиака 601 (название катализатора, последняя замена: агрегат № 5, август 2008 года, S-6-10R/S-6-10; агрегат № 6, октябрь 2011 года, KM1R, KM1; агрегат № 7, август 2000 года, S-6-10)

2.2 Установки Кемико

- Фирмой «Casale» в колонне синтеза аммиака H701 осевые слои катализатора были заменены на радиальный картридж. Таким образом, возможна подача большего количества катализатора в колонну синтеза и, тем самым, повысить ее производительность. Это было реализовано в отношении агрегатов 1, 2, 3 и 4.