

3S-сепарация - эффективное решение для подготовки газа газоконденсатных месторождений

ООО «ЭНГО Инжиниринг»

Багиров Л.А., Имаев С.З.

Установки для подготовки газа к транспорту (УКПГ) являются важнейшей частью инфраструктуры газовых месторождений. Подготовленный на этих установках газ должен соответствовать требованиям СТО ГАЗПРОМ по нормам температуры точек росы по воде и углеводородам (УВ).

Одной из основных технологий, используемых при проектировании УКПГ, является метод низкотемпературной сепарации (НТС).

НТС на основе дросселя (J.-Т. клапана)

Принципиальная схема НТС приведена на рис. 1

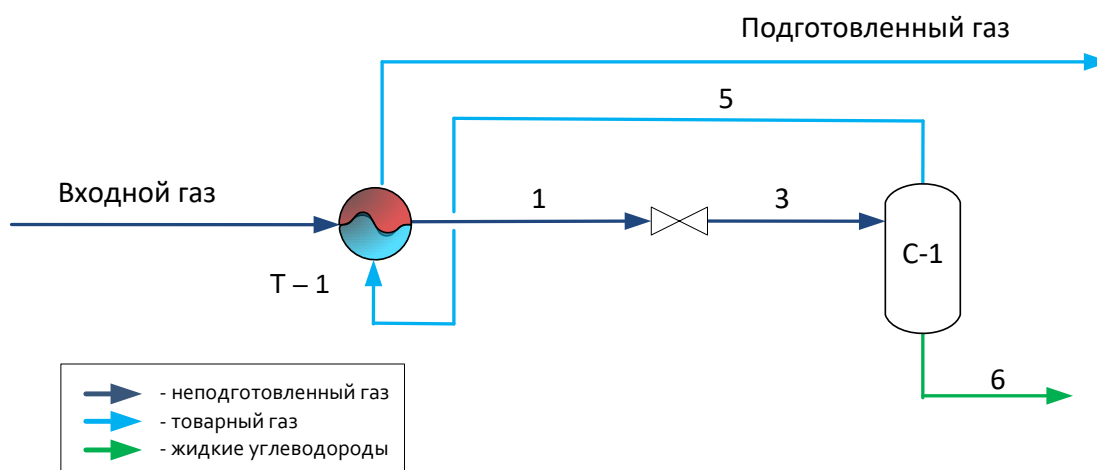


Рис.1 Принципиальная технологическая схема традиционного НТС.

Входной поток газа поступает в теплообменник Т-1, в котором происходит его охлаждение за счет холода выходного потока. Выходящий из теплообменника Т-1 поток 1 дросселируется и его температура падает. Значение температуры потока 3 определяется требуемой температурой точки росы и достигается соответствующим падением давления. В потоке 3 образуется жидкая фаза, которая отделяется от газовой фазы в сепараторе С-1. Газовый поток 5 проходит через теплообменник Т-1, где нагревается и затем направляется в газопровод. Поток нестабильной жидкости 6 направляется в установку стабилизации.

НТС на основе 3S-сепаратора (НТС -3S).

Принципиальная схема НТС-3S приведена на рис. 2.

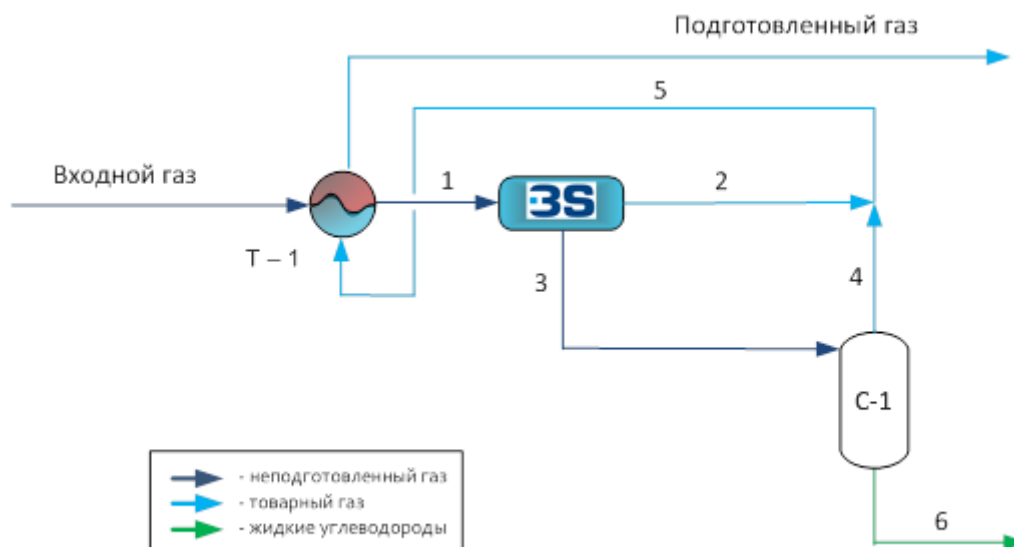


Рис.2 Принципиальная технологическая схема НТС-3S.

Входной поток газа поступает в теплообменник Т-1, в котором происходит его охлаждение за счет холода выходного потока. Выходящий из теплообменника Т-1 поток 1 подается на вход 3S-сепаратора, в котором происходит: закрутка потока и его охлаждение в сопле Лавала, сопровождающееся образованием капель конденсата и воды (водометанольного раствора), их коагуляцией дрейфом в пограничный слой и разделением потока на два. Поток 2, очищенный от конденсата и воды и поток 3, обогащенный водой и конденсатом. Обычно при реализации процесса НТС-3S соотношение расходов потоков 2 и 3 порядка 70%/30%. Конструкция 3S-сепаратора обеспечивает повышенное давление в потоке 3 (на 0,5 атм.), по сравнению с давлением в потоке 2, что обеспечивает возможность объединения потоков 2 и 4. Для поддержания сверхзвукового режима в 3S-сепараторе, перепад давления на нем должен быть больше $0.26P_{вх}$. (26% от входного давления газа), и определяется исходя из требований по величине температуры точки росы в подготовленном газе. В потоке 3 содержится жидкая фаза, которая отделяется от газовой фазы в сепараторе С-1. Газовый поток 5 проходит через теплообменник Т-1, где нагревается и затем направляется в газопровод. Поток нестабильной жидкости 6 направляется в установку стабилизации.

Следует отметить, что в рассматриваемом случае (НТС-3S), величина расхода потока 3 составляет порядка 30% расхода потока 3 в случае традиционного НТС. Соответственно, уменьшаются размеры сепаратора С-1.

НТС на основе двух 3S-сепараторов (НТС -2х3S).

Принципиальная схема НТС-2х3S приведена на рис. 3.

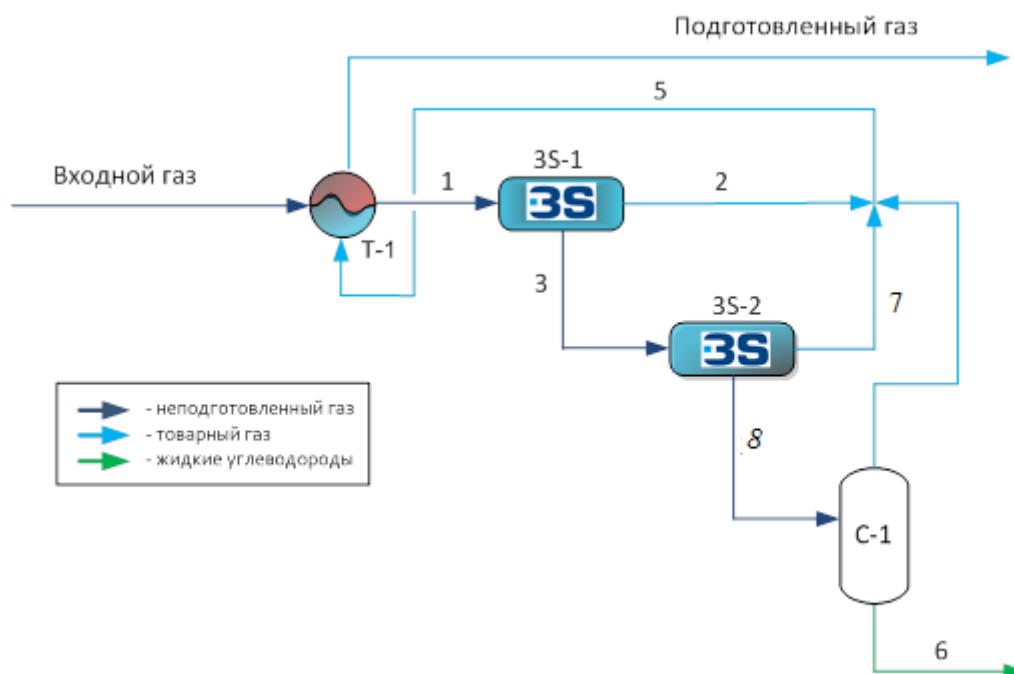


Рис.3

Принципиальная технологическая схема НТС - 2х3S.

Входной поток газа поступает в теплообменник Т-1, в котором происходит его охлаждение за счет холода выходного потока. Выходящий из теплообменника Т-1 поток 1 подается на вход первого 3S-сепаратора (3S-1), в котором происходит: закрутка потока и его охлаждение в сопле Лавала, сопровождающееся образованием капель конденсата и воды (водометанольного раствора), их коагуляцией дрейфом в пограничный слой и разделением потока на два. Поток 2, очищенный от конденсата и воды и поток 3, обогащенный водой и конденсатом. Обычно при реализации процесса НТС-3S соотношение расходов потоков 2 и 3 порядка 70%/30%. Конструкция 3S-сепаратора обеспечивает повышенное давление в потоке 3 (на 0,5 атм.), по сравнению с давлением в потоке 2, что обеспечивает возможность объединения потоков 2 и 4. Для поддержания сверхзвукового режима в 3S-сепараторе, перепад давления на нем должен быть больше $0.26P_{вх}$. (26% от входного давления газа), и определяется исходя из требований по величине температуры точки росы в подготовленном газе. Поток 3 подается во второй 3S-сепаратор (3S-2), который работает в дозвуковом режиме с минимальным перепадом давления (порядка 0,5 – 1 атм.). В этом сепараторе происходит качественное разделение потока на газожидкостный поток 8 (с небольшим количеством газа) и чисто газовый поток 7. Соотношение расходов потоков 7 и 8 порядка 80%/20%. Поток 8 содержит жидкую фазу, которая отделяется от газовой фазы в сепараторе С-1. Газовый поток 5 проходит через

теплообменник Т-1, где нагревается и затем направляется в газопровод. Поток нестабильной жидкости 6 направляется в установку стабилизации.

Следует отметить, что в рассматриваемом случае (НТС-2х3S), величина расхода потока 8 составляет порядка 6% расхода потока 3 в случае традиционного НТС. Соответственно, существенно уменьшаются размеры сепаратора С-1.

Использование для УКПГ технологической схемы НТС-2х3S позволяет существенно уменьшить размеры и вес оборудования, что дает ее применению неоспоримые конкурентные преимущества, особенно для офшорных месторождений.

Численный анализ рассмотренных выше технологических схем.

Расчеты параметров потоков для всех трех рассмотренных технологических схем проводились для входного состава газа, типичного для газоконденсатных месторождений. Он состоит из 88,6% (мол) метана, 5,1% (мол) этана и содержит C3+ - 112 г/м3 из них C5+ - 24 г/м3. Входное давление составляет 11,1 МПа.

Перед теплообменником в поток впрыскивается метанол или гликоль для предотвращения гидратообразования (в расчетах предполагался впрыск метанола).

Поставленная задача. Для каждой технологической схемы подобрать максимальное выходное давление, при котором подготовленный газ имеет температуру точки росы по воде и углеводородам (-20°C).

Как показали проведенные расчеты, для достижения поставленных целей состав подготовленного газа должен иметь 91% метана, 4,9% этана и содержит C3+ - (69-71 г/м3) из них C5+ - (7- 8 г/м3)

Результаты расчета. Точка росы по воде и УВ во всех вариантах (-20°C).

	Рвход (МПа)	Рвыход (МПа)	Объем потока в С-1 (% от входного)	Объем выходного потока (% от входного)
Ј.-Т. клапан	11,1	7,4	100	93
НТС -3S	11,1	8,3	35	94,5
НТС-2х3S	11,1	8,3	8	94,5

Геометрические размеры сепаратора С-1 для технологической линии производительностью 10 млн. н. м3/сутки.

	Диаметр	Высота	Объем
Ј.-Т. клапан	3	12	85
НТС -3S	1.5	6	11
НТС-2х3S	1	4	3,2

Выводы.

1. Сравнение 3-х технологических схем НТС показывает преимущество схемы с одним и двумя 3S-сепараторами в сравнении схемы с J.-Т. Клапаном :

- **Компактность установки за счет минимизация размеров низкотемпературного сепаратора**
- **Обеспечение необходимой температуры точки росы за счет меньшего перепада давления**
- **Большой объем подготовленного газа и соответственно меньший объем газа разгазирования (стабилизации).**

2. Сравнение технологических схем с одним и двумя 3S-сепараторами показывает преимущества схемы с двумя 3S-сепараторами, особенно для использования на морских платформах:

- **Объем С-1 меньше в 3 раза**
- **Отсутствие явления уноса конденсата за счет высокой степени очистки от капель в 3S-2 и возможностью использовать (из-за небольших размеров) более эффективных сетчатых сепараторов С-1.**