

## КОМПЛЕКС ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ НТС

Иванов А.В., Стратов В.Д.

*ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», Тюмень, Российская Федерация, (625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38), e-mail: Ivanow\_AV@mail.ru*

Опыт эксплуатации установок комплексной подготовки газа Бованенковского НГКМ показал, что при эксплуатации турбодетандерного агрегата на УКПГ-2 на некоторых агрегатах отмечается существенное снижение эффективности работы турбодетандера, связанное с выработкой алюминиевых уплотнительных колец, что в свою очередь требует проведения внепланового технического обслуживания. Вероятной причиной является поступление жидкости, которая с ростом частоты вращения попадает в полости ТДА. Это подтверждается тем фактором, что при продувках корпуса ТДА и сменной проточной части наблюдается скопление жидкости и грязи в полостях сетчатых элементов, особенно на входе в турбодетандер. Проведение продувки не позволяет гарантировать качество очистки трубопроводов, поэтому в процессе эксплуатации требуется проведение регулярных замеров содержания жидкости и механических примесей на входе в ТДА. В данной работе рекомендую установить на промежуточный сепаратор дополнительную тарелку с фильтр-патронами. Данное технологическое решение позволяет увеличить коэффициент отделения капельной жидкости, что повлияет на общую нагрузку оборудования ТДА. При проведении технологического расчета по модернизации промежуточного сепаратора было установлено, что аппарат сократил унос остаточной капельной жидкости в соответствии с требованиями к эксплуатации ТДА. Положительные результаты модернизированного аппарата с применением фильтрующих патронов позволяют обеспечить максимальную пропускную способность и безаварийную работу ТДА.

Ключевые слова: турбодетандерный агрегат, промежуточный сепаратор, фильтрующий патрон.

## A SET OF TECHNICAL SOLUTIONS AIMED AT IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE NTS

Ivanov A.V., Strats V.D.

*Federal state budget higher professional educational institution "Tyumen State Oil and Gas University", Tyumen, Russian Federation (625000, Tyumen, Volodarskogo street, 38), e-mail: Ivanow\_AV@mail.ru*

Experience in operating systems of complex preparation gas and condensate field Bovanenkovskoye showed that the operation of the turbo-expander unit for Unit 2 on some units there is a significant reduction in the efficiency of the turbo-expander associated with the generation of aluminum O-rings that This requires a corrective maintenance. Probable cause yavlyaetsyapostuplenie liquid that with increasing speed enters the cavity of the TDA. This is confirmed by the factor that purges the body of the TDA and replacement flow passages is observed accumulation of fluid and dirt in the cavities of mesh elements, especially at the entrance to the expansion turbine. Purging can not guarantee the quality of pipeline cleaning, so during the operation requires regular measurements of the content of the liquid and solids inlet TDA. In this paper we recommend to install the interim additional separator plate with filter cartridges. This technological solution can increase the ratio of droplet separation that affect naobschuyu load equipment TDA. In carrying out the process of calculating the modernization of the intermediate separator, it was found that the device reduced the residual droplet entrainment in accordance with trebovaniyamik operation TDA. The positive results of the upgraded machine using filter cartridges allow for maximum throughput and trouble-free operation of the TDA.

Keywords: Turbo-expander unit, an intermediate separator filter cartridge.

Опыт эксплуатации установок комплексной подготовки (осушки) газа Бованенковского НГКМ показал, что при эксплуатации турбодетандерного агрегата [1; 3] (ТДА) на УКПГ-2 (1-й модуль) на некоторых агрегатах отмечается существенное снижение эффективности работы турбодетандера, связанное с выработкой алюминиевых уплотнительных колец, что в свою очередь требует проведения внепланового технического обслуживания.

Вероятной причиной является поступление жидкости, которая с ростом частоты вращения попадает в полости ТДА. Это подтверждается тем фактором, что при продувках корпуса ТДА и сменной проточной части (СПЧ) наблюдается скопление жидкости и грязи в полостях сетчатых элементов, особенно на входе в турбодетандер. Проведение продувки не позволяет гарантировать качество очистки трубопроводов, поэтому в процессе эксплуатации требуется проведение регулярных замеров содержания жидкости и механических примесей на входе в ТДА.

Исходя из вышеизложенного, а также в рамках реализации программы по увеличению суточной производительности ТДА было принято решение по сбору статистических параметров работы агрегата. Целью данного анализа является определение значений перепадов, увеличение которых для агрегата приводит к внеплановым остановкам. В таблице 1 представлены значения характеристик технологических ниток.

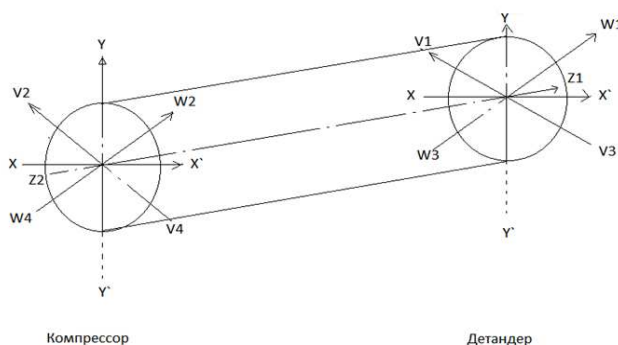
Значения частот вращения ротора ТДА, исходя из таблицы 1, не всегда соответствуют значению рабочей частоты агрегата, которая составляет 13,2 тыс. оборотов в минуту. Среднее значение полученной частоты вращения меньше показателей технологических параметров работы агрегата. Максимальное значение частоты вращения составляет 17 тыс. оборотов в минуту.

**Таблица 1**

Допустимые параметры работы агрегата

| Номер технологической нитки НТС | Частота вращения ротора (об./мин.) | Максимальное значение перемещений при данных оборотах |    |
|---------------------------------|------------------------------------|---|----|
| Модуль - 1                      |                                    |   |    |
| 101                             | 13500                              | W24   | 81 |
| 102                             | 13000                              | W24   | 60 |
| 103                             | 13000                              | W24   | 72 |
| 104                             | 13000                              | V24   | 63 |

На рисунке 1 представлена осевая координатная система смещения вала турбодетандера. Заданное движение вдоль осевой координатной системы воспроизводится путем движения привода одной физической силы.



*Рис. 1. Осевая координатная система*

В ходе наблюдений за эксплуатацией ТДА, а также исходя из анализа полученного материала, были определены наиболее перспективные пути решения сложившейся проблемы:

- установка датчиков наличия воды и мехпримесей перед входом в ТДА;
- модернизация промежуточного сепаратора за счет установки дополнительной тарелки фильтр-патронов;
- повышение эффективности работы фильтра, размещенного перед входом в ТДА.

В рамках настоящей работы проведены расчеты технологических и технико-экономических показателей, направленных на повышение продуктивности работы промежуточного сепаратора (20С-1) за счет установки дополнительной тарелки с фильтр-патронами.

Промежуточный сепаратор предназначен для выделения капельной влаги, в которой растворены нестабильный углеводородный конденсат и насыщенный метанол [4]. Природный газ поступает в среднюю часть промежуточного сепаратора и ударяется в отклоняющую пластину узла входа с коагулятором. Пластина устанавливается перпендикулярно потоку движения газа, что, в свою очередь, приводит к резкому изменению направления и скорости газового потока. За счет изменения скорости газа происходит частичное выделение капельной влаги, которая стекает вниз по стенкам сепаратора. Для дальнейшего отделения капельной влаги от газового потока служит тарелка с центробежными элементами. Проходя тарелку с центробежными элементами, газовый поток неоднократно изменяет свое направление, что приводит к выделению капельной влаги.

Опыт эксплуатации промежуточного сепаратора показал неэффективную работу аппарата, в частности низкую степень отделения остаточной капельной жидкости. Капельная жидкость поступает в рабочие полости ТДА и приводит к повышению значений по перемещению вала.

В данной работе рекомендую установить на промежуточный сепаратор дополнительную тарелку с фильтр-патронами [5]. Данное технологическое решение позволяет увеличить коэффициент отделения капельной жидкости, что повлияет на общую нагрузку оборудования ТДА.

Технологический расчет 20С-1 включает [2] определение числа теоретических фильтр-патронов, расчет фильтрующей секции, расчет гидравлического сопротивления тарелок, выбор расстояния между тарелками, расчет входной сепарационной секции, расчёт сепарационной тарелки, находящейся под фильтрующей секцией, гидравлический расчет

сепарационной тарелки. Размещаем тарелку с фильтр-патронами над центробежными элементами.

Исходные данные для расчета:

- рабочее давление - 10,0 МПа; - рабочая температура – 293 К; - объемная производительность сепаратора – 460 тыс. м<sup>3</sup>/час.

### Расчет фильтрующей секции

Количество фильтрующих патронов  $n_{\phi}$  принято 54.

Площадь поверхности фильтр-патрона

$$f_{\phi} = \pi \cdot d_{\phi n} \cdot l, \quad (1)$$

где  $d_{\phi n}$  - 0,105 м - наружный диаметр фильтр-патрона;  $l$  = 1,0 м - длина боковой поверхности фильтр-патрона.

Объемная производительность фильтр-патронов

$$Q = \frac{W \cdot F \cdot (T + T_0) \Gamma_0 z_0}{T_0 \cdot T \cdot z}, \quad (2)$$

где  $z, z_0$  - коэффициенты сверхсжимаемости газа;  $W$  – скорость газового потока, м/с;  $F$  – площадь тарелки, м<sup>2</sup>;  $T$  и  $T_0$  – входная температура газа и температура в стандартных условиях, соответственно, К.

Гидравлическое сопротивление фильтрующей секции

$$\Delta P_{\text{ср}} = \xi_{\phi} \frac{W^2}{2g}, \quad (3)$$

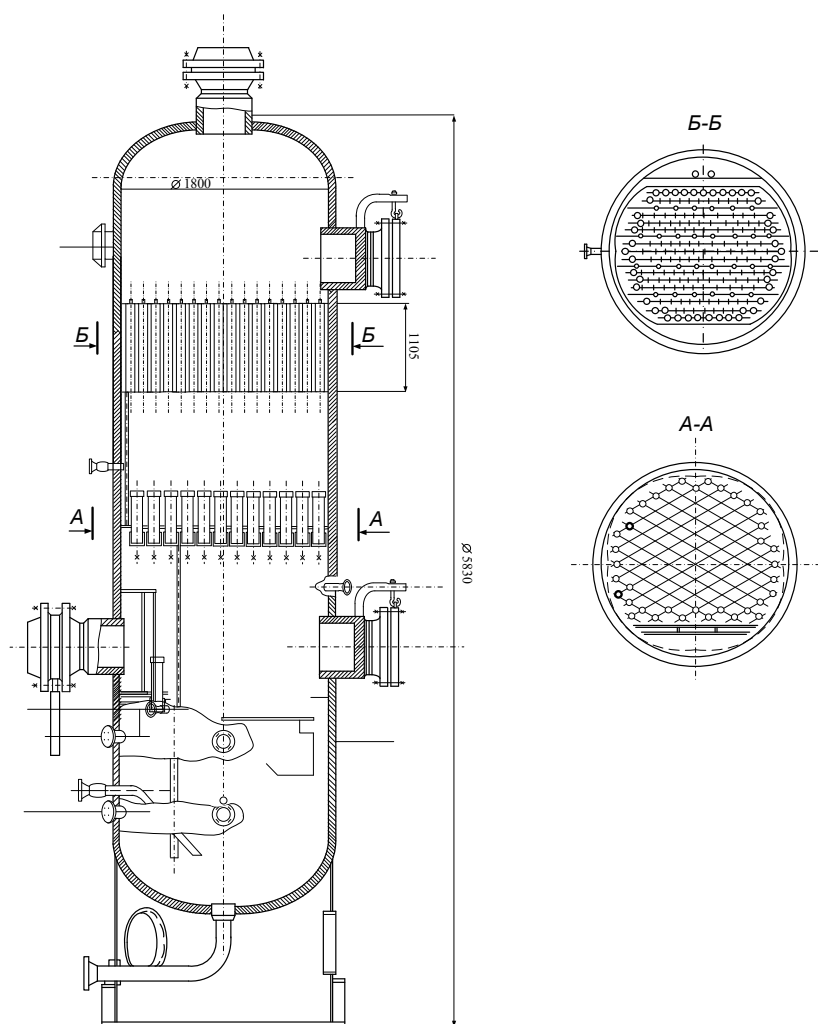
где  $\xi_{\phi} = 20$  - коэффициент сопротивления фильтр-патронов,  $W$  - действительная скорость газа в фильтр-патронах, м/с.

Результаты расчетов показали изменение гидравлического сопротивления аппарата и объемной производительности промежуточного сепаратора. Основные результаты представлены в таблице 2.

**Таблица 2**

Сравнительные показатели применения фильтр-патронов

| Показатель   | Промежуточный сепаратор |           |
|--|-------------------------|-----------|
|  | до                      | после     |
| Скорость фильтрации газа (м/с)                                 | 0,84                    | 0,73      |
| Максимальная пропускная способность (тыс. м <sup>3</sup> /час) | 680                     | 660       |
| Унос остаточной капельной жидкости (г/тыс. м <sup>3</sup> )    | 21                      | 13,5      |
| Производительность ТДА (тыс. м <sup>3</sup> /час)              | 460                     | 460       |
| Сопротивление сепарационной секции (кПа)                       | 20                      | 21        |
| Фактор производительности (%)                                  | 13                      | 20,5–22,5 |



*Рис. 2. Схема модернизированного промежуточного сепаратора*

### **Выводы**

1. При проведении технологического расчета по модернизации промежуточного сепаратора было установлено, что аппарат сократил унос остаточной капельной жидкости в соответствии с требованиями к эксплуатации ТДА. Унос капельной жидкости на всех технологических режимах не превышает 13,5 г/тыс. м<sup>3</sup>. Максимальный расход газа составил 460 тыс. м<sup>3</sup>/час при рабочем давлении 10,0 МПа, что соответствует линейной скорости в рабочем сечении и фактору скорости потока газа.

2. Положительные результаты модернизированного аппарата с применением фильтрующих патронов позволяют обеспечить максимальную пропускную способность и безаварийную работу ТДА.

### **Список литературы**

1 Гриценко А.И., Истомин В.Л., Кульков А.Н. Сбор и промысловая подготовка газа на северных месторождениях России. - М. : Недра, 1999. - 472.

- 2 Гриценко А.И., Александров И.А., Галанин И.А. Физические методы переработки и использование газа. - М., 1981. – 224 с.
- 3 Зиберт Г.К., Седых А.Д., Кащицкий Ю.А., Михайлов Н.В., Демин В.М. Подготовка и переработка углеводородных газов и конденсата. Технологии и оборудование : справочное пособ. - 2001. - 316.
- 4 Комплексный проект разработки газовых месторождений полуострова Ямал (Бованенковское, Харасавэйское, Крузенштернское). – М. : ООО «ВНИИГАЗ», 1986.
- 5 Чеботарев В.В. Расчеты основных технологических процессов при сборе и подготовке скважинной продукции. – Уфа : УГНТУ, 1995. - 331.

**Рецензенты:**

Грачев С.И., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений», Институт геологии и нефтегазодобычи, ФГБОУ «ТюмГНГУ», г. Тюмень;

Леонтьев С.А., д.т.н., профессор, профессор кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений», Институт геологии и нефтегазодобычи, ФГБОУ «ТюмГНГУ», г. Тюмень.