

Шаранова Ксения Андреевна,
обучающаяся
ЧПОУ «Газпром техникум Новый Уренгой»,
г. Новый Уренгой
E-mail: larsharanova@yandex.ru

Научные руководители:
Коростылева Любовь Александровна
ЧПОУ «Газпром техникум Новый Уренгой»,
г. Новый Уренгой
E-mail: l_korr@mail.ru
Гарейшина Александра Александровна
ЧПОУ «Газпром техникум Новый Уренгой»,
г. Новый Уренгой
E-mail: Gar10-10@mail.ru

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЕМКОСТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ГОЛОВНОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ ЗАВОДА ПО ПОДГОТОВКЕ КОНДЕНСАТА К ТРАНСПОРТУ ООО «ГАЗПРОМ ПЕРЕРАБОТКА» В ПЕРИОД ВЫВОДА В РЕЗЕРВ ПРИ ПЛАНОВОМ УВЕЛИЧЕНИИ ОБЪЕМОВ ПОСТАВКИ СЫРЬЯ НЕПРОЕКТНОГО СОСТАВА

**ТОПЛИВНО-
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
КОМПЛЕКС**

УДК 66.7

В условиях непрерывного роста цен на энергоносители использование энергосберегающих технологий в нефтегазовой отрасли приобретает большое значение. Одной из важнейших технологических операций является нагрев потоков. Традиционно он осуществляется через поверхности теплообменников и других аппаратов. Зачастую нагреваемые потоки несут в себе примеси, отлагающиеся на теплопередающих поверхностях, что приводит к потерям тепла, а также к снижению качества и количества выпускаемой продукции. В связи с этим разработка устройств без теплопередающих поверхностей для нагрева жидкостей является одной из актуальных задач. В данной статье рассматриваются возможности внедрения кавитационного теплогенератора вихревого типа без теплопередающей поверхности на заводе для подогрева конденсата как наиболее энергоэффективного метода борьбы с отложениями парафинов.

In the context of continuous growth in energy prices, the use of energy-saving technologies in the oil and gas industry is of great importance. One of the most important technological operations is the heating of flows. Traditionally, it is carried out through the surfaces of heat exchangers and other devices. Often heated streams carry impurities deposited on heat transfer surfaces, which leads to heat loss, as well as to a decrease in the quality and quantity of products. In this regard, the development of devices without heat transfer surfaces for heating liquids is one of the urgent tasks. In this project, it is proposed to introduce a vortex-type cavitation heat generator without a heat transfer surface at the Condensate Heating Plant as the most energy-efficient method for controlling paraffin deposits.

Ключевые слова

Энергосберегающие технологии, конденсат, емкостное оборудование, насосная станция, сырье.

Key words

Energy-saving technologies, condensate, tank equipment, pumping station, raw materials.

На начало 21 века самая верхняя залежь Уренгойского месторождения сеноманская фактически разработана на три четверти. Примерно такая же ситуация и со второй залежью – валанжинской. Запасы первого и второго пластов постепенно истощаются, поэтому перспективным новым горизонтом освоения становится следующий пласт – ачимовские залежи, запасы которого по конденсату составляют более 400 млн/т в год.

За шесть лет работы ЗПКТ с ачимовским конденсатом выпадение парафинов незначительное, так как объемы поступающего ачимовского конденсата, участвующего в технологическом процессе, невелики и есть возможность смещения данного конденсата с валанжинским (более легким).

Исследование выполнено на основании стендовых испытаний на заводе, в условиях, приближенных к реальным.

Актуальность данной темы состоит в том, что в связи с утяжелением сырья при загрузке мощностей завода конденсатом ачимовских залежей до 3,5 млн/т в год стала важной проблема выпадения парафинов на элементах оборудования головной насосной станции (ГНС). Это связано с эксплуатацией в зимнее время емкостного оборудования ГНС (при температуре окружающего воздуха) в период вывода оборудования в резерв.

Проблема состоит в том, что при временных остановках перекачки и охлаждения транспортируемого потока образуется парафиновая структура, из-за чего углеводородная смесь переходит в вязкопластичное состояние. При возобновлении перекачки под действием возросшего перепада давления парафиновая структура разрушается и течение потока возобновляется. Однако при достаточно длительной остановке прочность парафиновой структуры может достичь критического для данного трубопровода значения, при котором возобновление перекачки окажется невозможным вследствие необходимости создания перепада давлений (для разрушения парафиновой структуры) выше предельно допустимого давления в трубопроводе. В такой ситуации, если нет возможности разогрева застывшего участка, может потребоваться даже прокладка нового трубопровода.

Возможны следующие технологические варианты борьбы с парафинистыми отложениями:

1. Обогрев теплоносителем со строительством нового центрального теплового пункта.
2. Электрообогрев трубопроводов и емкостного обо-

рудования.

3. Строительство ввода присадок с парком хранения.

4. Подогрев деэтанализованного конденсата в кавитационных вихревых теплогенераторах с циркуляцией его в резервных картах парка ГНС.

В публикации рассмотрен последний вариант решения проблемы как наиболее энергоэффективный, так как благодаря установке теплогенератора по месту полностью исключены теплопотери, неизбежно возникающие при использовании промежуточного теплоносителя и теплообменного устройства.

Исследование выполнено на основании стендовых испытаний на заводе, в условиях, приближенных к реальным.

Исходя из того, что для нагрева 2400 м³ конденсата нужно потратить 40,50 кВт, была выбрана модель кавитационного теплогенератора мощностью 55 кВт/ч (ВТГ-55) фирмы ООО «Вихревые теплосистемы», город Ижевск.

План реализации проекта внедрения ВТГ-55 на ЗПКТ предусматривает следующие этапы:

- разработка проектной, технологической документации;
- установка термогенераторного агрегата вместе с устройством плавного пуска, привязка его к технологической схеме ГНС;
- проведение пусконаладочных работ;
- вывод в рабочий режим.

Срок ввода в эксплуатацию ВТГ не превысит одного месяца с момента его установки.

Срок окупаемости при 24-часовой работе не превысит двух месяцев с момента вывода ВТГ в рабочий режим.

Расчет экономической эффективности кавитационного вихревого теплогенератора производился методом дисконтирования.

В капитальные затраты была включена стоимость ВТГ с электродвигателем – 306 тыс. руб. Агрегат рекомендуется устанавливать с устройством плавного пуска для защиты двигателя от пусковых токов и перегрузок в сети, стоимость которого – 83 тыс. руб. Дополнительный объем конденсата при увеличении мощности ГНС от 9,125 до 12,543 тыс.т/год составит 3,418 тыс.т/год. Шаг расчета – один год, расчетный период – шесть лет.

Результаты расчетов показали, что прибыль, получаемая ЗПКТ за счет увеличения объемов поставки ачимовского конденсата, покроет расходы на кавитационные теплогенераторы уже после первого месяца их эксплуатации. За первый год применения ВТГ-55 чистый дисконтированный доход ЗПКТ составит 9250,799 тыс. руб.

Основной риск был связан с возможностью эффективного нагрева углеводородного сырья – деэтанализованного конденсата кавитационным термогенератором.

Для проверки возможности применения термогенератора на ЗПКТ специалистами предприятия были проведены стендовые испытания.

Испытательный стенд содержит:

- насос консольный, моноблочный, с линейным расположением патрубков марки КМЛ 2 – 65 / 200 (расход жидкости 25 м³/ч, при напоре 50 м ст. жидкости) с асинхронным двигателем марки АИР 112 М2У2;

Таблица 1. Результаты стендовых испытаний

Время, ч./мин./сек.	Кол-во затра- ченной эл./энер- гии, кВт/ч	Температура жидкости, термопара, °С	Температура жидкости в емкости, °С	Примечания
Рабочая жидкость – вода				
0:00:00	0	12	12	Температура окружающей среды 12 °С
0:05:00	0,7	31,5	20	
0:10:00	1,2	35,4	28	
0:20:00	2,4	37,7	34	
0:30:00	3,6	40,2	38	
0:43:02	5,2	50	45	
0:54:14	6,5	55	51	
1:06:49	7,9	60	56	
1:17:32	9,2	65	61	
1:29:44		60	60	Насос выключен
1:40:35		55	59	
1:53:52		50	58	
0:00:00	0	50	58	Насос включен
0:02:37	0,3	55	58	
0:05:03	0,6	60	57	
0:09:09	1,1	65	60	
0:21:26		60	59	Насос выключен
0:32:31		55	58	
0:45:53		50	57	
0:00:00	0	50	57	Насос включен
0:02:17	0,2	55	56	
0:04:25	0,5	60	57	
0:07:43	0,8	65	58	
0:19:52		60	58	Насос выключен
0:30:35		55	57	
0:44:02		50	56	
0:00:00	0	50	56	Насос включен
0:02:19	0,4	55	56	
0:04:25	0,7	60	56	
0:08:04	1	65	58	
0:20:10		60	58	Насос выключен
0:30:40		55	57	
0:42:30		50	56	
0:00:00	0	50	56	Насос включен
0:02:20	0,4	55	56	
0:04:23	0,6	60	57	
0:08:05	1	65	58	
0:20:24		60	58	Насос выключен

0:30:44		55	57	
0:44:50		50	56	
Рабочая жидкость – керосин				
0:00:00	0	18,5	19	Температура окружающей среды 18 °С
0:05:10	0,2	26,4	20,5	
0:18:25	0,5	33,7	26,5	
0:31:50	1,0	44,5	33,0	
0:47:30	1,5	51,7	40,5	
1:01:00	1,9	52,4	41,5	
1:13:15		50,0	41,0	Насос выключен
1:22:35		45,0	41,0	
1:36:28		40,5	38,0	
0:00:00	0	40,5	38,0	Насос включен
0:05:12	0,2	46,7	38,5	
0:10:25	0,4	56,0	40,0	
0:15:40	0,7	59,0	45,5	
0:25:18	1,1	67,5	52,5	
0:35:50	1,5	70,0	56,0	
0:40:10		65,5	56,0	Насос выключен
0:50:45		61,0	55,0	
1:10:12		44,6	42,0	
0:10:25	0,4	56,0	40,0	Насос включен
0:15:40	0,7	59,0	45,5	
0:25:18	1,1	67,5	52,5	
0:35:50	1,5	70,0	56,0	
0:40:10		65,5	56,0	Насос выключен
0:50:45		61,0	55,0	
1:10:12		44,6	42,0	
1:20:35		40,0	39,5	
0:00:00	0	40,0	39,5	Насос включен
0:10:40	0,4	51,0	42,0	
0:15:19	0,6	56,5	44,5	
0:25:50	1,1	58,2	46,0	
0:30:50		57,5	46,0	Насос выключен
0:38:35		53,0	44,0	
0:47:15		50,6	41,5	
1:08:20		46,5	39,0	
0:00:00	0	43,0	38,0	Насос включен
0:08:10	0,5	43,0	39,5	
0:15:45	0,7	52,7	40,5	
0:22:18	1,2	60,0	46,0	
0:30:22		56,0	44,0	Насос выключен
0:45:15		52,5	43,0	

1:05:30		42,0	40,5	
0:00:00	0	42,0	40,5	Насос включен
0:05:20	0,2	53,0	45,0	
0:13:45	0,5	60,5	50,5	
0:25:50	0,8	67,0	54,5	
0:30:12		63,5	50,0	Насос выключен
0:50:35		50,0	47,5	
0:55:20		48,0	43,0	
0:00:00	0	48,0	43,0	Насос включен
0:08:05	0,2	55,5	44,5	
0:15:40	0,6	60,0	47,0	
0:25:55	0,9	66,5	54,0	
0:30:00		63,0	48,5	Насос выключен
0:40:15		58,5	46,5	
0:50:45		49,5	43,0	
1:12:35		45,0	41,0	

- емкость для жидкости ($V = 0,128 \text{ м}^3$);
- блок управления;
- приборы, измеряющие температуру нагретой жидкости и расход электрической энергии.

В качестве рабочей жидкости использовались вода и керосин.

При выполнении исследований производились измерения температуры, давления и расходы потоков жидкости на входе и выходе теплогенератора, количество затраченной электроэнергии.

Первый период работы теплогенератора является выходом его на установленный режим работы. Этот режим состоит из нагрева жидкости от температуры окружающей среды до заданной максимальной величины, отключения насоса при достижении этой температуры и остывания жидкости до заданной минимальной величины. Остальные периоды являются рабочим режимом действия теплогенератора, каждый из которых содержит включение и работу насоса, обеспечивающую нагрев жидкости от минимальной заданной до максимальной заданной температуры, отключение насоса и охлаждение жидкости от максимальной заданной до минимальной заданной температуры. Результаты стендовых испытаний предоставлены в таблице 1.

Результаты стендовых испытаний показали, что при мощности теплогенераторного агрегата 5,5 кВт происходит эффективный нагрев жидкости (воды и керосина $V = 0,128 \text{ м}^3$).

Нагрев рабочей жидкости от температуры окружающей среды (t_n) до максимального значения ($t_{\max}$):

- время нагрева 1 час 17 мин.,
- время нагрева 1 час 01 мин.

После остановки насоса жидкость охлаждалась до минимальной заданной температуры ($t_{\min}$), после чего включался насос и производился ее нагрев до максимально заданного значения /мин.

Положительные результаты стендового испытания

Разработка устройств без теплопередающих поверхностей для нагрева жидкостей — одна из важнейших задач предприятия

термогенераторного агрегата при работе с керосином в качестве рабочей жидкости подтвердили возможность применения его на ЗПКТ для нагрева углеводородного сырья с использованием в качестве рабочей жидкости деэтанализованного конденсата.

Подводя итоги, можно сделать вывод, что увеличение объемов поставки газового конденсата ачимовской залежи до 3,5 млн т/год неизбежно повлечёт за собой проблему парафиноотложения в ёмкостном оборудовании, трубопроводах и запорно-регулирующей арматуре ГНС и приведёт к нарушению технологического процесса. Это значит, что прибыль, получаемая ЗПКТ в результате увеличения мощностей, будет расходоваться на частый ремонт ГНС для устранения последствий отложения парафинов.

Для решения этой проблемы предлагаем установить на ГНС кавитационные теплогенераторы вихревого типа фирмы ООО «Вихревые теплосистемы», город Ижевск, для подогрева деэтанализованного конденсата в период вывода оборудования в резерв. В данном проекте представлена схема привязки ВТГ-55 к ГНС.

С экономической точки зрения данный проект эффективен, так как теплогенераторы окупятся после первого месяца ввода в эксплуатацию, а устранение проблемы отложения парафинов обеспечит планируемую прибыль ЗПКТ без затрат на внеплановые ремонты. При этом квалификация обслуживающего персонала и затраты на эксплуатацию ВТГ-55 аналогичны за-

Увеличение объемов поставки газового конденсата ачимовской залежи до 3,5 млн т/год неизбежно повлечёт за собой проблему парафиноотложения в ёмкостном оборудовании, трубопроводах и запорно-регулирующей аппаратуре ГНС и приведёт к нарушению технологического процесса.

тратам на эксплуатацию равного по мощности центрального насоса.

Эксплуатация ВТГ-55 не требует согласований с энергонадзором и котлонадзором, что является одним из его преимуществ.

Работа теплогенератора исключает использование загрязняющих окружающую среду жидких веществ и, соответственно, исключает выделение продуктов горения и распада воздуха.

Стоит также отметить, что при нагреве в ВТГ сырье подвергается кавитационной обработке, благодаря чему связи в кристаллической решетке парафинов ослабевают и создание новых кристаллов замедляется. Структура сырья становится более однородной, снижается его кинематическая вязкость, что дополнительно снижает нагрузку на перекачивающие насосы.

Список сокращений:

ЯНАО – Ямало-Ненецкий автономный округ;
ЗПКТ – Завод по подготовке конденсата к транспорту ООО «Газпром переработка»;
ГНС – головная насосная станция;
ДК – деэтанализованный конденсат;
АРН – аппарат разгонки нефти.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Генеральная схема развития газовой отрасли на период до 2030 года. – Москва. – 2008. – 145 с.
2. Проект плана социально-экономического развития и бюджета ПАО «Газпром» на 2020 год и прогноз на 2020 – 2025 годы по объектам Завода по подготовке конденсата к транспорту ООО «Газпром переработка». – 178 с.
3. Технологический регламент головной насосной станции Завода по подготовке конденсата к транспорту ООО «Газпром переработка». – 2019. – 156 с.
4. Выбор модели кавитационного теплогенератора/ООО «Вихревые теплосистемы». [Электронный ресурс] – режим доступа: www.ooo-vtg.ru
5. Расчет экономической эффективности от внедрения теплогенератора/«Методические указания по определению коммерческой эффективности новой техники в ОАО «Газпром». – ОАО «Газпром», Москва, 2015. – 105 с.
6. Регистрация в органах Ростехнадзора/Федеральная служба по экологическому и атомному надзору Ростехнадзор. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.gosnadzor.ru