

ТЕПЛОИЗОЛИРОВАННЫЕ ЛИФТОВЫЕ ТРУБЫ: ОТ ПРОШЛОГО К НАСТОЯЩЕМУ

УДК 621.774

В.Ю. Артеменков, ПАО «Газпром» (Санкт-Петербург, РФ)

Б.А. Ерехинский, к.т.н., ПАО «Газпром», B.Erekhinskiy@adm.gazprom.ru

Н.С. Мамедов, АО «Взрывгеосервис» (Нефтекамск, Республика Башкортостан, РФ)

И.А. Заряев, ООО «Скважинные термотехнологии» («НКМЗ ГРУПП») (Нефтекамск, Республика Башкортостан, РФ)

С.Э. Селиванов, ООО «Инвестиционный холдинг «Континент» (Нефтекамск, Республика Башкортостан, РФ)

В статье приведен опыт создания и промышленного производства теплоизолированных лифтовых труб (ТЛТ) с экранно-вакуумной изоляцией на российском предприятии. Рассмотрен опыт подбора оборудования и разработки технологии производства ТЛТ, представлена оригинальная конструкция ТЛТ с применением вакуумного клапана с барометрическим датчиком. Описана техническая возможность проведения экспресс-контроля состояния вакуума внутри ТЛТ в процессе их эксплуатации, приведены способ замера вакуума при помощи подключения к барометрическому датчику специального контрольного прибора и теплофизические и эксплуатационные характеристики ТЛТ. Описан опыт аттестации технологии производства и конструкции ТЛТ в целях определения возможности применения труб на месторождениях ПАО «Газпром».

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ТЕПЛОИЗОЛИРОВАННЫЕ ЛИФТОВЫЕ ТРУБЫ, МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫЕ ПОРОДЫ, ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ, ЭКРАННО-ВАКУУМНАЯ ИЗОЛЯЦИЯ, ГИДРАТООБРАЗОВАНИЕ В СКВАЖИНЕ.

Идея создания ТЛТ впервые возникла, когда нефтегазодобывающие компании столкнулись с проблемой освоения месторождений высоковязкой нефти и природного битума. Соотношение запасов легкой нефти, тяжелой нефти и природного битума приведено на рис. 1 [1]. Именно в это время начали активно развиваться тепловые (термические) методы воздействия на нефтяной пласт. Основной задачей ТЛТ стала задача сохране-



Рис. 1. Соотношение запасов легкой нефти, тяжелой нефти и природного битума

ния тепловой энергии флюида в скважине при различных режимах ее эксплуатации.

Одна из первых конструкций ТЛТ была запатентована в США в 1968 г. и представляла собой набор теплоизолированных обечаяек, надевающихся на насосно-компрессорные трубы (НКТ) непосредственно на скважине перед их спуском. Откачка вакуума из межтрубного пространства не предусматривалась [2]. Первое авторское свидетельство в СССР на подобную трубу было опубликовано только в 1980 г. [3].

Многолетние исследования различных способов изоляции, применяемых для ТЛТ, показали, что наиболее эффективной и, на сегодняшний день, самой совершенной является экранно-вакуумная изоляция, теплопроводность (λ) которой составляет менее 0,05 мВт/(м·К).

В процессе создания нового оборудования и поиска наиболее

эффективных конструкторских решений были изучены конструкции и технологии производства ТЛТ, уже представленных на рынке. Были проведены многочисленные консультации со специалистами по технологиям создания высокого вакуума, термической обработке, современным способам сварки, а также других областей, что в итоге позволило разработать высокотехнологичный процесс производства теплоизолированных труб (рис. 2).

Одной из особенностей вновь созданных ТЛТ является не имеющая аналогов конструкция вакуумного клапана с барометрическим датчиком. Данная конструкция позволяет проводить экспресс-контроль состояния вакуума внутри ТЛТ в процессе их эксплуатации. Контроль производится при помощи подключения к барометрическому датчику специального контрольного прибора (рис. 3). Такая конструк-

Artemenkov V.Yu., Gazprom PJSC (Saint Petersburg, RF)

Yerekhinsky B.A., Candidate of Engineering Sciences, Gazprom PJSC, B.Erekhinsky@adm.gazprom.ru

Mamedov N.S., Vzryvgeoservis JSC (Neftekamsk, Republic of Bashkortostan, RF)

Zaryaev I.A., Oilwell Thermotechnologies LTD (NKMZ GROUP) (Neftekamsk, Republic of Bashkortostan, RF)

Selivanov S.E., Investment Holding "Kontinent", LLC (Neftekamsk, Republic of Bashkortostan, RF)

Insulated lift pipes: from the past to the present

The article presents the experience of creation and industrial production of insulated lift pipes (ILP) with a thermal blanket at the Russian enterprise. The experience of selecting equipment and developing the ILP production technology is reviewed, the original ILP design with the use of a vacuum valve with a pressure transducer is presented. The technical capability to perform express control of the vacuum state inside ILP in the process of their operation is described, the procedure for measuring vacuum by connecting a special control device to the pressure transducer, as well as ILP's thermophysical and operational characteristics, are presented. The experience of attesting the ILP production and design technology is described in order to establish if it is possible to use pipes at Gazprom PJSC's fields.

KEY WORDS: INSULATED LIFT PIPES, PERMAFROST, THERMOPHYSICAL PROPERTIES, THERMAL CONDUCTIVITY THERMAL BLANKET, HYDRATE FORMATION IN A WELL.

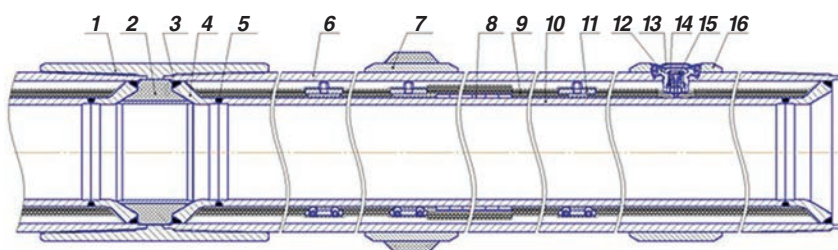


Рис. 2. Конструкция ТЛТ:

1 – муфта; 2 – вкладыш муфтовый; 3, 5 – сварные швы; 4 – переходник конический; 6 – труба внешняя; 7 – центратор наружный (по требованию заказчика); 8 – геттеры (поглотители остаточных газов); 9 – вакуумно-многослойная изоляция; 10 – труба внутренняя; 11 – центратор; 12 – вакуумный клапан; 13 – крышка; 14 – барометрический датчик (по требованию заказчика); 15 – заглушка; 16 – протектор

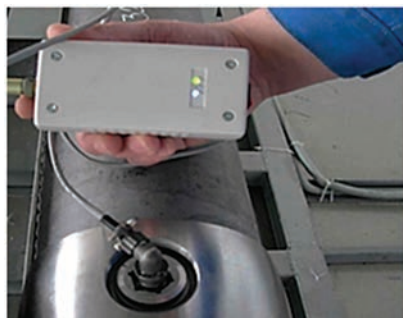


Рис. 3. Экспресс-контроль состояния вакуума внутри ТЛТ с помощью специального контрольного прибора



Рис. 4. Производственный участок для изготовления ТЛТ

Под каждую технологическую операцию подбиралось современное оборудование, разработанное и изготовленное непосредственно для решения задач по выпуску ТЛТ. Установки для очистки внутренней и внешней поверхности труб, печь для нагрева труб, транспортные и поворотная тележки проектировались по специальному техническому заданию. Под выпуск ТЛТ были разработаны технические требования и технические задания для адаптации серийно выпускаемых комплектов сварочного оборудования для выполнения углового шва и установок индукционного нагрева для отпуска сварных швов. Для проведения тепловых и гидравлических испытаний ТЛТ были спроектированы и изготовлены не имеющие аналогов специальные стенды.

Для достижения минимальных показателей теплопередачи инженерно-технической рабочей группой специалистов были определены оптимальные температурные режимы нагрева труб в процессе создания вакуума и активации газопоглотителей, была подобрана соответствующая компоновка «теплоизоляция – отражатель – геттеры». С каждым из поставщиков проводилась активная работа по определению свойств материалов, обеспечивающих минимальную газацию

ция позволяет осуществлять многократное восстановление вакуума внутри ТЛТ как перед установкой, так и при ремонтных работах в лифтовых колоннах, непосредственно в полевых условиях.

Для производства ТЛТ был создан производственный участок с технологической линией, функционирование которой основано на

принципах «белой металлургии». Этот участок площадью 2200 м² может быть задействован в режиме круглосуточной работы и способен выдавать четыре изделия в сутки. На участке предусмотрена возможность размещения дополнительного оборудования в целях увеличения объемов выпуска продукции в два и более раза (рис. 4).



Рис. 5. Установка сварки элементов ТЛТ

в среде высокого вакуума. На сегодняшний день все материалы, заложенные в конструкцию ТЛТ, прошли лабораторные, производственные испытания и доказали свое соответствие требованиям.

В результате проведенной работы были изготовлены опытные образцы ТЛТ 168 x 114 мм в хладостойком исполнении, которые были переданы в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» для проведения специальных лабораторных испытаний.

СТЕНДОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОЦЕНКЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Достигнутые показатели теплофизических характеристик: минимальное значение коэффициента теплопроводности изоляции составило 0,0043 Вт/м·°С, что на порядок превышает требования стандарта СТО Газпром 2-3.2-174-2007 (не более 0,012 Вт/м·°С) [4]. Сохранение достигнутых показателей с течением времени

подтверждают повторные испытания изделия с заводским номером 001: ухудшения значения коэффициента теплопроводности изоляции с августа 2012 г. по март 2016 г. не выявлено.

КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ

Специалисты лаборатории сварки ООО «Газпром ВНИИГАЗ» проводили технический аудит производства ТЛТ. Были выполнены контрольные сварные соединения (рис. 5). После визуального контроля образцы были направлены в лабораторию ООО «Газпром ВНИИГАЗ», где успешно прошли контрольные испытания.

КОНТРОЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ТЛТ

В присутствии представителей постоянно действующей комиссии ПАО «Газпром» по приемке новых видов трубной продукции и специалистов ООО «Газпром ВНИИГАЗ» были произведены работы по изготовлению опытного образца ТЛТ. По результатам проведенного комиссией технического аудита и положительной оценки качества и уровня производства были согласованы технические условия (ТУ 1327-001-64155881-2014) на изготовление ТЛТ.

В настоящее время разработано и освоено производство

нескольких видов теплоизолированных труб, предназначенных для различных условий добычи углеводородного сырья:

- добычи газа и нефти в условиях многолетней мерзлоты, в целях предотвращения оттаивания многолетнемерзлых пород (ММП) вокруг ствола скважины и ее обвала в процессе эксплуатации;
- для добычи газа с исключением гидратообразования в скважине;
- для сохранения температуры пластового флюида;
- для обеспечения экологического теплового баланса в зоне добычи нефти и газа из морских (шельфовых) скважин с исключением отложения парафина на стенках лифтовых труб;
- для закачки пара в скважины при добыче высоковязкой нефти.

Конструкция ТЛТ защищена патентом на полезную модель. Нарезка газогерметичной резьбы класса «Премиум» на трубы осуществляется на основании лицензионных соглашений с правообладателями. Предприятие – изготовитель ТЛТ также обладает патентом на премиальную газогерметичную резьбу собственной разработки.

Система управления качеством производства подтверждена сертификатом стандарта ISO 9001:2008 за № RU228317Q-A. Качество выпускаемых ТЛТ подтверждается сертификатом ответственности. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Николин И.В. Методы разработки тяжелых нефтей и природных битумов // Наука – фундамент решения технологических проблем развития России. 2007. № 2. С. 31–34.
2. Патент США № 3 380530. Steam Stimulation of Oil-Bearing Formations / M.F. McConnell, R.P. Cabeen, W.W. Hedstrom. 30 апреля 1968 г.
3. Патент РФ № 2129202. Теплоизолированная колонна / В.И. Кудинов, Е.И. Богомольный, М.П. Завьялов, Р.Р. Багиров. Опубл. 20.04.1999.
4. СТО Газпром 2-3.2-174-2007. Технические требования к теплоизолированным лифтовым трубам.

REFERENCES

1. Nikolin I.V. Methods for Developing Heavy Oils and Natural Bitumen. Nauka – fundament resheniya tekhnologicheskikh problem razvitiya Rossii = Science is the Foundation for Solving Technological Problems of Russia's Development, 2007, No. 2, P. 31–34. (In Russian)
2. Patent of the USA No. 3380530. Steam Stimulation of Oil-Bearing Formations. By M.F. McConnell, R.P. Cabeen, W.W. Hedstrom. Publ. on April 30, 1968.
3. Patent of the Russian Federation No. 2129202. Insulated Column. By V.I. Kudinov, E.I. Bogomolny, M.P. Zavyalov, R.R. Bagirov. Publ. on April 20, 1999. (In Russian)
4. Gazprom Company Standard 2-3.2-174-2007. Technical Requirements to Insulated Lift Pipes. (In Russian)