

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ УПРАВЛЯЕМОГО ВНУТРИТРУБНОГО ГЕРМЕТИЗИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА SMARTPLUG™**

*Степкин Н.А., Сенченко М.А.,  
(Научный руководитель: Брусник О.В., к.пед.н., доцент  
каф. ТХНГ ИПР ТПУ)*

*Аннотация.* Рассмотрена технология применения управляемого внутритрубного герметизирующего устройства SmartPlug™, позволяющая существенно снизить выбросы природного газа в атмосферу и увеличить безопасность при проведении огневых работ на линейном участке газопровода. Проведены расчеты по определению объемов выбросов природного газа в атмосферу.

*Ключевые слова:* внутритрубное герметизирующее устройство, газопровод, технология SmartPlug, природный газ.

Огневые работы, выполняемые на действующих газопроводах, проводятся с целью замены поврежденных участков трубопровода или любого другого установленного на трубопроводе оборудования. Согласно типовой инструкции, перед началом огневых работ на линейном участке газопровода необходимо отключить его от соседних участков и отводов линейными кранами и освободить от газа до давления 100-500 Па сбросом газа через свечи. При этом линейные краны устанавливаются на расстоянии, определяемом расчетом, но не более 30 км, поэтому сброс газа производится, как правило, с участка 10-30 км. [4,6]

Но в этом случае возникает ряд экологических проблем:

- Загрязнение окружающей среды;
- Опасность отравления при превышении ПДК метана в воздухе рабочей зоны.

Для решения этих проблем разрабатываются доступные и безопасные технологии, которые позволяют избежать или уменьшить сброс природного газа в атмосферу. Одной из таких технологий является технология герметизации газопровода с помощью управляемых внутритрубных герметизирующих устройств SmartPlug™, устанавливаемых на место перекрытия путем их запуска через камеры приема-запуска очистных устройств. [1 – 3]

SmartPlug™ является дистанционно управляемым внутритрубным устройством герметизации нефтепроводов и газопроводов. Технология его использования заключается в следующем:

1. Устройство SmartPlug™ запускается в трубопровод через камеру запуска очистных устройств;
2. Система SmartTrack™ отслеживает его передвижение по трубопроводу;
3. Дистанционно с помощью системы уплотнений типа «пакер» устройство SmartPlug™ фиксируется в заданном месте линейного участка;
4. После выполнения работ устройство SmartPlug™ дистанционно пе-

реводится в транспортное положение и направляется в камеру приемаочистных устройств. [3]

Герметизирующее устройство SmartPlug™ является двунаправленным. Оно состоит из двух изолирующих модулей и двух модулей очистки полости, содержащих в себе блоки управления и связи (рисунок 1).

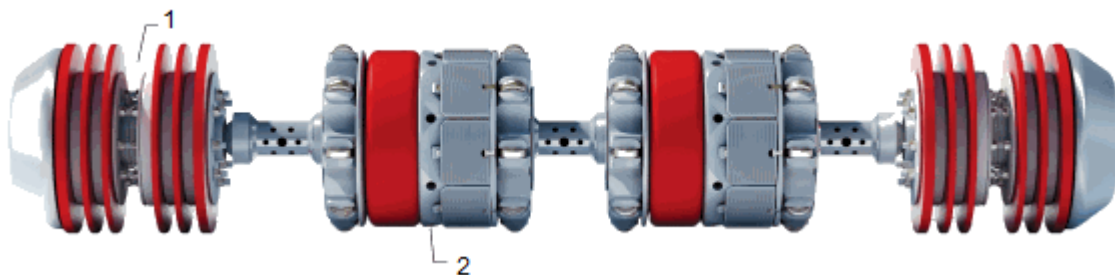


Рисунок 1.Общий вид управляемого герметизирующего устройства SmartPlug™:  
1-модуль очистки полости с блоком управления и связи; 2-изолирующий модуль.

Стандартное устройство SmartPlug™ предназначено для герметизации рабочего давления до 20 МПа. Два изолирующих модуля выполняют герметизирующую и фиксирующую функции, а также обеспечивают эти функции независимо друг от друга. При этом изолирующие модули имеют самоуплотняющуюся конструкцию, т.е. в перекрывающем положении перепад давления сохраняет или усиливает фиксацию.[7]

Управляемое внутритрубное герметизирующее устройство SmartPlug™ разработано, изготовлено и испытано под максимально допустимым рабочим давлением. Это позволяет ремонтировать и обслуживать трубопровод, снижая давление только на ремонтируемом участке. Поэтому сброс газа производится, как правило, с участка 10-50 м. [3,7]

Для определения объемов выбросов природного газа в атмосферу были проведены расчеты и рассмотрены два варианта производства работ:

1 вариант – без применения технологии SmartPlug™. Стравливание газа происходит со всего линейного участка газопровода (20 км);

2 вариант – с применением технологии SmartPlug™. Стравливание газа происходит непосредственно с ремонтируемого участка (30 м).

Исходные данные:

- Внутренний диаметр газопровода – 720 мм;
- Длина линейного участка газопровода – 20 км;
- Длина ремонтируемого участка газопровода – 30 м;
- Среднее абсолютное давление газа перед началом работы – 5,4 МПа (54 кгс/см<sup>2</sup>);
- Среднее абсолютное давление газа после опорожнения участка – 0,1 МПа (1 кгс/см<sup>2</sup>);
- Средняя температура газа – 283 К.

Объем газа, выделившегося в атмосферу при опорожнении участка трубопровода  $V_{оп}$ , м<sup>3</sup>, вычислен по формуле:

$$V_{оп} = 0,995 \cdot V^{геом} \cdot \left( \frac{P_{н.ср}}{Z_{н}} - \frac{P_{к.ср}}{Z_{к}} \right),$$

где  $V^{\text{геом}}$  - геометрический объем опорожняемого участка трубопровода, м<sup>3</sup>;  
 $P_{\text{н.ср}}, P_{\text{к.ср}}$  – соответственно среднее абсолютное давление газа перед началом работы и после опорожнения участка, кгс/см<sup>2</sup>;

$Z_{\text{н}}, Z_{\text{к}}$  – соответственно коэффициент сжимаемости газа перед началом работы и после опорожнения участка;

0,995 – эмпирический коэффициент, см<sup>2</sup>/кгс.

Коэффициент сжимаемости газа  $Z$  вычислен по формуле:

$$Z = 1 - 0,0907 \cdot P_{\text{ср}} \cdot \left( \frac{T_{\text{ср}}}{200} \right)^{-3,668},$$

где  $P_{\text{ср}}$  – среднее давление газа, МПа;

$T_{\text{ср}}$  – средняя температура газа, К.[5]

Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Объем выбросов природного газа в атмосферу

Параметр	Обозначение	1 вариант	2 вариант
Геометрический объем опорожняемого участка трубопровода	$V^{\text{геом}}, \text{м}^3$	8143,01	12,21
Объем газа, выделившегося в атмосферу при опорожнении участка трубопровода	$V_{\text{оп}}, \text{м}^3$	498914	748

Основным компонентом природного газа является метан, поэтому применение рассматриваемой технологии способствует снижению выбросов метана в атмосферу. По результатам расчетов снижение объема газа, выделившегося в атмосферу при опорожнении участка трубопровода, составляет 99,85%. Как следствие, существенно сокращается вред, наносимый окружающей среде при проведении огневых работ.

#### Литература

1. Гимадиев М.Р., Лебедева Т.Б. Разработка предложений по уменьшению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от объектов линейных сооружений// Вестник КИГИТ. 2013. №10 (40). С. 26-40.
2. Глобальные перспективы // TDWInnovations™ Magazine. 2014. №1. С.4.
3. Кондратьева О.В. Методы ремонта трубопроводов без остановки перекачки транспортируемой среды. 7 с.
4. СП 36.13330.2012 Магистральные трубопроводы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85\*.
5. СТО Газпром 11-2005. Методические указания по расчету валовых выбросов углеводородов (суммарно) в атмосферу в ОАО «Газпром».
6. СТО Газпром 14-2005. Типовая инструкция по безопасному проведению огневых работ на газовых объектах ОАО «Газпром».
7. Mark Sim. Cost and time effective repairs of faulty pipeline valves and fittings. 2006. 6 с.