

Анализ экономической эффективности применения внутритрубных перекрывающих снарядов (ВПС) при проведении ремонтных работ на трубопроводах



ООО «АПРОДИТ»



Анализ стоимости и времени ремонта одного дефекта в трубопроводе с ШФЛУ

Рассмотрены 3 варианта ремонтов:

- 1) Выжиг всего объема ШФЛУ (участок 7 км)
- 2) Ремонт с применением технологии врезки под давлением оборудованием TDW Hot Taping с временным байпасированием ШФЛУ
- 3) Ремонт с применением внутритрубного перекрывающего снаряда ВПС, являющегося отечественным аналогом Smart Plug от TDW

Стоимость ремонтных работ складывается из следующих составляющих:

$$\mathcal{E} = T + Z + M + П + O + Д(t)$$

где

\mathcal{E} – стоимость работ

T – затраты связанные с транспортом

Z – затраты связанные с оплатой труда

M – материалы и оборудование

П – потери ШФЛУ

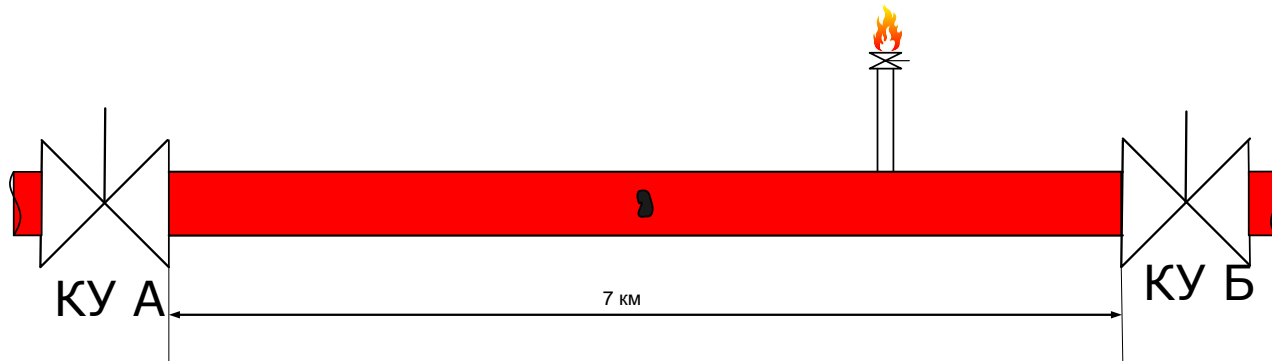
O – затраты, связанные с загрязнением окружающей среды

Д – дополнительные потери выручки компании, связанные с приостановкой перекачки ШФЛУ в зависимости от времени работ (t)

В анализе принято, что 1 т ШФЛУ стоит 9 000 руб.



Вариант 1. Выжиг всего объема ШФЛУ



1) Стоимость работ

$$\Theta_1 = 14\,019\,440 \text{ руб.}$$

$$\Theta_2 = 7\,628\,540 \text{ руб.}$$

$$T = 87\,754 \text{ руб.}$$

$$З = 100\,000 \text{ руб.}$$

$$M = 54\,000 \text{ руб.}$$

$$П_1 = 13\,776\,930 \text{ руб.}$$

$$П_2 = 7\,386\,030 \text{ руб.}$$

$$O = 755 \text{ руб.}$$

2) Потери выручки компании в связи с приостановкой перекачки ШФЛУ (Д)

$$Д_1 = 17850 \text{ тн} * 9000 \text{ руб.} = 160\,650\,000 \text{ руб.}$$

$$Д_2 = 11100 \text{ тн} * 9000 \text{ руб.} = 99\,900\,000 \text{ руб.}$$

3) Время работ

$$t_1 = 185 \text{ ч} (119 \text{ ч})$$

$$t_2 = 140 \text{ ч} (74 \text{ ч})$$

24 ч – подготовительные работы

149 ч (104 ч) – время сжигания ШФЛУ

12 ч – вырезка и замена деф. участка



Вариант 1. Расчет полного времени выжигания участка продуктопровода 7 км

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА:

- длина участка	7 км
- внутренний диаметр трубы 720x9 (V1)	0,702 м
- внутренний диаметр трубы 530x8 (V2)	0,514 м
- температура грунта	2 ° С
- плотность ШФЛУ	565 кг/м3

2. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА СЖИГАЕМОГО ШФЛУ:

- объем участка	$V1 = 0,7854 \cdot 7000 \cdot 0,702^2 = 2709$ [м3]
	$V2 = 0,7854 \cdot 7000 \cdot 0,514^2 = 1452$ [м3]
- масса ШФЛУ	$M1 = 2709,32 \cdot 565 = 1530,77$ [т]
	$M2 = 1452,52 \cdot 565 = 820,67$ [т]

3. РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ ВЫЖИГАНИЯ ШФЛУ:

- теплоемкость ШФЛУ составляет величину 1,58 кДж/кг*град.
- скрытая теплота испарения составляет величину 394,12 кДж/кг.
- коэффициент теплопередачи грунта принимается равным 2,23 кДж/м2*с*град.

Накопленная внутренняя энергия, ушедшая на испарение ШФЛУ:

$$Q1 = 1,58 \cdot 1530770 \cdot [2 - (-30)] = 77395731 \text{ [кДж]}$$

$$Q2 = 1,58 \cdot 820670 \cdot [2 - (-30)] = 41493075 \text{ [кДж]}$$

Количество ШФЛУ, которое может испариться за счет начальной тепловой энергии:

$$K1 = 77395731 / 394,12 = 196376 \text{ [кг]} = 196,4 \text{ [т]}.$$

$$K2 = 41493075 / 394,12 = 105280,3 \text{ [кг]} = 105,3 \text{ [т]}.$$

При темпе сжигания ШФЛУ 10 т/час это количество сгорит за 20 часов (10,5 часов).

На участке осталось после испарения 1334,4т (715,4т) ШФЛУ. Температура ШФЛУ в результате испарения снизилась до -30 0С и дальнейшее испарение поддерживается только за счет подвода тепла от грунта, окружающего продуктопровод.

Темп подвода тепла через стенки трубы составляет:

$$T1 = 2,23 \cdot 3,14 \cdot 0,720 \cdot 7000 \cdot [2 - (-30)] = 1129314,8 \text{ [Дж/с]} = 1129,3 \text{ [кДж/с]}.$$

$$T2 = 2,23 \cdot 3,14 \cdot 0,530 \cdot 7000 \cdot [2 - (-30)] = 831301,18 \text{ [Дж/с]} = 831,3 \text{ [кДж/с]}.$$

За счет этой энергии испарится ШФЛУ:

$$1129,315 / 394,12 = 2,865 \text{ [кг/с]} = 10,31 \text{ [т/час]}.$$

$$831,301 / 394,12 = 2,109 \text{ [кг/с]} = 7,59 \text{ [т/час]}.$$

Темп выжигания 1402,6 т (760,9 т) ШФЛУ определяется темпом испарения ШФЛУ.

$$1334,4 / 10,31 = 129 \text{ часа}$$

$$715,4 / 7,59 = 94 \text{ часа}$$

Полное время выжигания участка от ШФЛУ составляет:

$$\text{Для трубы Ду 720: } 129 + 20 = 149 \text{ [ч]} \text{ или } 6 \text{ суток.}$$

$$\text{Для трубы Ду 530: } 94 + 10,5 = 104,5 \text{ [ч]} \text{ или } 4 \text{ суток.}$$



Вариант 2. Расчет объемов и массы сжигаемого ШФЛУ

Исходные данные для расчетов:

- длина участка	5 м
- внутренний диаметр трубы 720х9 (V1)	0,702 м
- внутренний диаметр трубы 530х8 (V2)	0,514 м
- температура грунта	2 ° С
- плотность ШФЛУ	565 кг/м ³

Расчет объемов и массы сжигаемого ШФЛУ:

- объем участка	$V1 = 0,7854 * 5 * 0,702^2 = 1,9352$ [м ³]
	$V2 = 0,7854 * 5 * 0,514^2 = 1,0375$ [м ³]
- масса ШФЛУ	$M1 = 1,9352 * 565 = 1093,4$ [кг]
	$M2 = 1,0375 * 565 = 586,2$ [кг]

Масса сжигаемого ШФЛУ в варианте №2 незначительны:

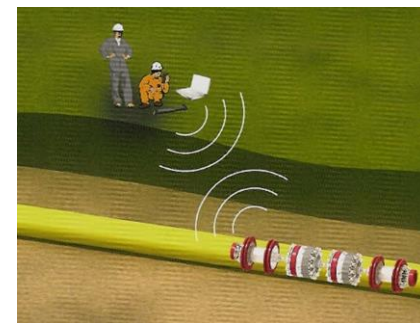
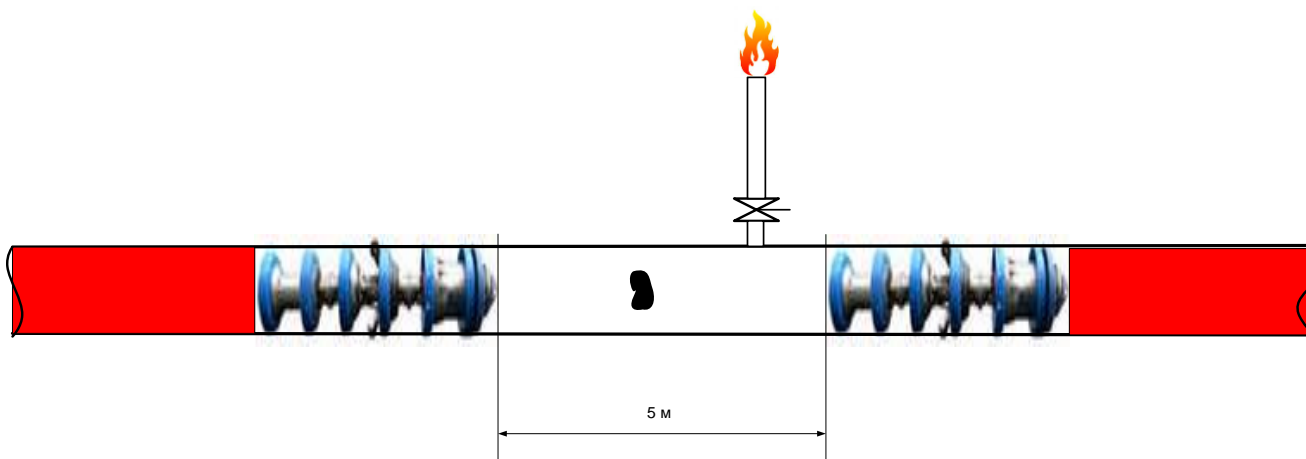
1.1 т для трубопровода 720х9

0.6 т для трубопровода 530х8

Длительность работ 144 часа (6 суток) представляет большую проблему, т.к. резервные парки на предприятиях обычно рассчитаны на сутки поддержки работы при стандартной выработке ШФЛУ.



Вариант 3. Замена дефектного места с применением двух внутритрубных перекрывающих снарядов ВПС



1) Стоимость работ

Э = 135 181 руб.

Т = 66 145 руб.

З = 60 000 руб.

М = 0

П = 9000 руб.

О = 35 руб.

2) Потери выручки компании в связи с приостановкой перекачки ШФЛУ

Д = 0 руб.

3) Время работ

t = 38ч

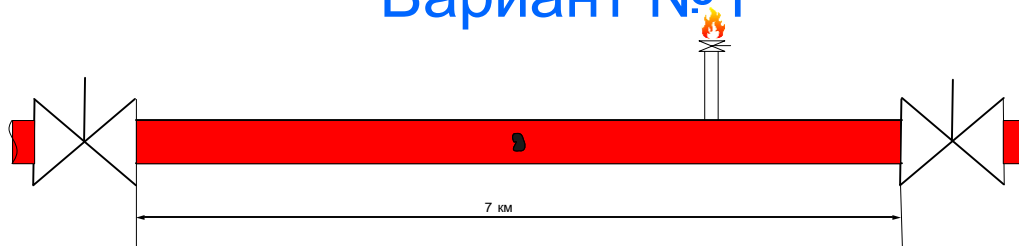
24ч – подготовительные работы

2ч – время сжигания ШФЛУ

12ч – вырезка и замена деф. участка



Вариант №1



$\mathcal{E}_1 = 14\,019\,440$ руб.

$\mathcal{E}_2 = 7\,628\,540$ руб.

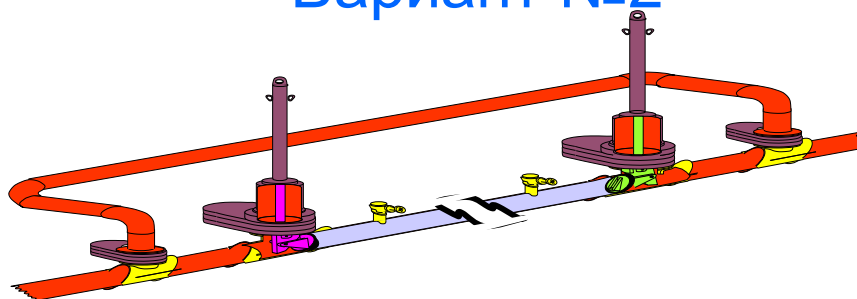
$D_1 = 160\,650\,000$ руб.

$D_2 = 99\,900\,000$ руб.

$t_1 = 185$ ч (119ч)

$t_2 = 140$ ч (74ч)

Вариант №2

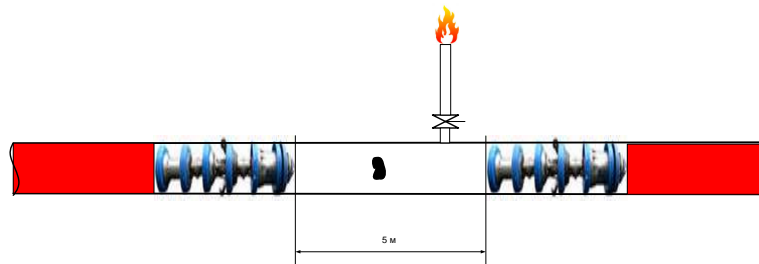


$\mathcal{E} = 6\,414\,519$ руб.

$D = 0$ руб.

$t = 144$ ч

Вариант №3



$\mathcal{E} = 135\,181$ руб.

$D = 0$ руб.

$t = 38$ ч



Преимущества внутритрубного перекрывающего снаряда ВПС

ВПС предназначен для изолирования участка трубопровода без снижения давления во всем трубопроводе или без сброса давления во всей системе трубопровода.

Преимущества ВПС:

- 1) Отсутствие необходимости вытеснения (в худшем случае сжигания) содержимого трубопровода между двумя соседними задвижками (7 км).
- 2) Минимальные выбросы газа или паров углеводородов в атмосферу.
- 3) На отремонтированном участке трубопровода не остается технологических отверстий с заглушками (места утечек в будущем).
- 4) Время и затраты на подготовку трубопроводов к ремонту (сброс давления) и повторного ввода в эксплуатацию (заполнение и поднятие давления) исключаются.
- 5) Обеспечивается изолирование коротких участков трубопроводов в любом месте трубопроводной системы (например, водные переходы).
- 6) Отсутствие затрат на транспортировку тяжелого оборудования, перекрывающего трубопровод, к месту ремонта.
- 7) **Независимость от западных сервисных компаний и санкций**



Применение внутритрубных перекрывающих снарядов ВПС отечественного производства

- 1) Ремонт дефектных мест заменой (врезкой) катушки
- 2) Замена или ремонт задвижек и шаровых кранов
- 3) Замена/установка тройников
- 4) Замена камер пуска/приема
- 5) Ремонт дефектных мест на водных переходах



Краткий обзор устройств SmartPlug (TDW Offshore Services)

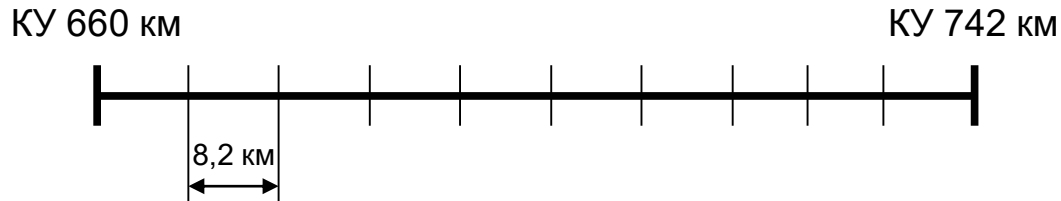
- Технология TDW SmartPlug :
 - Дистанционное управление
 - Двухнаправленный
 - Два блока перекрытия

- Два блока управления:
 - Системы связи
 - Аккумуляторы
 - Гидравлические системы



Примеры цен при привлечении компании NDT Systems & Services в 2012 году

82 км (9 мест)



- 1) С применением оборудования TDW для врезки под давлением (Hot Taping)

Стоимость работ: $9 \cdot 6\,414\,519 = 57\,730\,671$ (руб.)

- 2) С применением 2 внутритрубных снарядов TDW (Smart Plug)

Перекачка осуществлялась со скоростью 300 тн/ч.

Скорость движения снаряда 2,5 км/ч.

Стоимость аренды 2 снарядов Smart Plug на 48 ч - 3 750 000 руб. (78 125 руб./час)

Общее время ремонта дефектных мест: $9 \cdot 14 + 82/2,5 = 158,8$ ч

Стоимость работ: $158,8 \cdot 78\,125 = 12\,406\,250$ (руб.)



Спасибо за уделенное внимание.

Приглашаем к сотрудничеству
по изготовлению ВПС.

ООО «АПРОДИТ»

