

УДК 621.645.5

ПЕРЕВОД НА ТРАНСПОРТИРОВКУ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НЕФТЕПРОВОДА И ОБОРУДОВАНИЯ, ПРИМЕНЯЕМОГО НА ОБЪЕКТАХ ОАО «АК «ТРАНСНЕФТЬ»

SWITCH TO THE TRANSPORTATION OF DIESEL OIL OF THE OIL PIPELINE AND EQUIPMENT, APPLIED ON THE FACILITIES OF JSC «TRANSNEFT»

П.А. Ревель-Муроз

вице-президент ОАО «АК «Транснефть»,
г. Москва

P.A. Revel-Muroz

Vice President, JSC «Transneft»,
Moscow, Russian Federation
transneft@ak.transneft.ru



А.А. Поляков

главный механик филиала
ООО «Транснефть – Балтика»
Ленинградское РНУ,
г. Санкт-Петербург

A.A. Polyakov

Chief Mechanic, LLC «Transneft Baltic»,
Leningrad Regional Department (LRPD),
Saint Petersburg, Russian Federation
baltneft@spb.transneft.ru



Ф.В. Тимофеев

к.т.н., начальник отдела методологии
товарно-транспортных операций
ООО «НИИ Транснефть»,
г. Москва

F.V. Timofeev

Candidate of Sciences, Head of the Department
of Commodity & Transport Operations Methodology,
LLC «Transneft R&D»,
Moscow, Russian Federation
TimofeevFV@niitnn.transneft.ru



Я.М. Фридлянд

первый заместитель –
заместитель генерального директора
по научной работе ООО «НИИ Транснефть»,
г. Москва

Y.M. Fridlyand

First Deputy – Deputy Director General
for Scientific Work,
LLC «Transneft R&D»,
Moscow, Russian Federation
FridlyandYM@niitnn.transneft.ru



С.Н. Замалаев

начальник отдела технологии транспорта нефти
и нефтепродуктов и оборудования линейной части
ООО «НИИ Транснефть»,
г. Москва

S.N. Zamalaev

Head of the Department of Oil and Oil Products
Transportation Technology and Linear Part
Equipment, LLC «Transneft R&D»,
Moscow, Russian Federation
ZamalaevSN@niitnn.transneft.ru



Аннотация: В данной статье рассматриваются вопросы практической реализации технологии очистки внутренней поверхности линейной части МН Ярославль – Кириши Ду700 (участок 525,4–546 км) и МН Кириши – Приморск Ду700 (участок 546–804,8 км) от остатков нефти и асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО) при подготовке к транспортировке дизельного топлива в направлении порта Приморск в рамках реализации проекта «Север».

Ключевые слова: линейная часть магистрального нефтепровода, растворитель АСПО, дизельное топливо, поршни-разделители, инертная газовая смесь, очистка внутренней поверхности.

Abstract: The article is focused on the implementation issues of the technology of cleaning of the internal surface of the Yaroslavl – Kirishi oil pipeline DN 700 (section 525,4–546 km) and the Kirishi – Primorsk oil pipeline DN 700 (section 546–804,8 km) from the remains of oil and asphalt, resin, and paraffin deposits (ARPD) of the oil trunk pipeline while preparing to the transportation of diesel oil in the direction of the Port Primorsk within the implementation of the «Sever» project.

Key words: linear part of the trunk oil pipeline, dissolver of ARPD, diesel oil, batching pig, noble-gas mixture, internal surface cleaning.

В 2014 г. в ООО «Транснефть – Балтика» в части реализации проекта «Развитие системы магистральных трубопроводов для увеличения поставок нефтепродуктов в порт Приморск до 15 млн т в год; перевод МН Ярославль – Кириши-2 и МН Кириши – Приморск к перекачке дизельного топлива» в соответствии с предложениями и рекомендациями ООО «НИИ Транснефть» [1] реализована технология очистки внутренней поверхности нефтепроводов от остатков нефти и АСПО.

Для очистки внутренней поверхности МН от АСПО требовалось обеспечить контакт растворителя с АСПО, отложившимися на внутренней поверхности нефтепровода. Выбор эффективных растворителей, способных удалить отложения с внутренней поверхности нефтепровода, осуществлялся по результатам предварительных лабораторных исследований. Сущность исследований заключалась в оценке результатов взаимодействия растворителей с образцами АСПО, характерными для участка нефтепровода Кириши – Приморск. Образцы АСПО были представлены как в виде массы отложений, так и непосредственно на образцах секций трубопровода, в том числе отдельно на образцах без сварного шва и со сварным швом. Сравнительными показателями для оценки эффективности взаимодействия растворителей с АСПО были выбраны: растворяющая способность растворителя, предельная концентрация насыщения растворителя, скорость растворения АСПО, а также влияние растворителей на качество дизельного топлива.

Растворяющая способность растворителей оценивалась как определение потери массы образца АСПО в результате контакта с растворителем при температурных условиях испытаний 0, 10 и 20 °С в объеме растворителя.

Потеря массы отложений (П), в %, определялась по формуле

$$П = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1} 100 \%, \quad (1)$$

где m_1 – масса исследуемого образца АСПО до контакта с растворителем, г; m_2 – масса нерастворенного образца АСПО после контакта с растворителем, г.

Растворяющая способность (R , г/см³) определялась по формуле

$$R = \frac{m_1 - m_2}{V}, \quad (2)$$

где V – объем растворителя, см³.

Предельная концентрация насыщения растворителя определялась как определение массы АСПО, растворившихся в объеме растворителя за время испытания. Проведение испытаний предусматривало:

- растворение АСПО в объеме растворителя в течение 24 часов в статическом режиме при температуре 20 °С;

- отбор навески раствора, помещенной навески в бюкс, доведенный до постоянного веса (m_6 – масса бюкса, г), определение массы раствора (m_p , г);

- выпаривание навески до достижения постоянного веса с последующим определением массы остатка в бюксе ($m_{ост} = m_p - m_6$) и массы испарившегося растворителя ($m_{ир} = m_p - m_{ост}$).

Расчет предельной концентрации (С) осуществлялся по формуле

$$C = \frac{m_{ост} \rho^{20}}{m_{ир}}, \quad (3)$$

где ρ^{20} – относительная плотность растворителя.

Скорость растворения АСПО определялась как среднестатистическая оценка времени удаления отложений с образцов секций трубопровода. Испытания проводились при различных температурных условиях испытаний (0, 10 и 20 °С).

Влияние растворителей на качество дизельного топлива

оценивалось по изменению значений показателей качества товарного дизельного топлива, соответствующего требованиям класса 5 по ТР ТС 013/2011 [2] при добавлении в топливо 1 % (по объему) испытуемого растворителя.

Практическое применение получил один из четырех растворителей, прошедших лабораторные исследования – «Petro Vic 2».

Растворитель представляет собой горючую жидкость и относится к легковоспламеняющимся жидкостям. Все работы с растворителем выполнялись в соответствии с паспортом безопасности, в котором указывается идентификация опасности (гигиенические нормативы для продукции (ПДК), описание опасности, меры по предупреждению опасности).

Технология очистки нефтепровода осуществлялась (в соответствии с опытом подобных работ [3]) в три основных этапа:

- 1) пропуск партий растворителя;

- 2) пропуск адсорбционных партий дизельного топлива («Евро-5»);

- 3) пропуск контрольной партии дизельного топлива («Евро-5»).

Пропуск партий растворителя и дизельного топлива осуществлялся с помощью инертно-газовой смеси (ИГС), вырабатываемой мобильными компрессорными азотными установками (МКАУ). Концентрация азота в ИГС должна быть не менее 90 %.

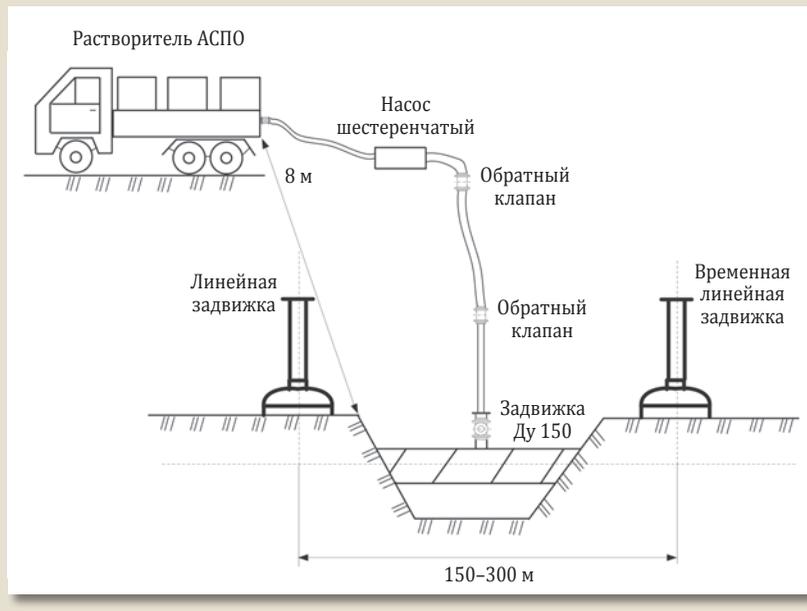
МКАУ (рис. 1) была оборудована системой управления и контроля основных параметров:



Рис. 1
Мобильная компрессорная азотная установка

Рис. 2

Схема расстановки техники при закачке растворителя в МН



- давление нагнетаемой ИГС;
- температура нагнетаемой ИГС (от 0 до 80 °С);
- производительность нагнетаемой ИГС;
- содержание кислорода в ИГС (объемная доля кислорода – не более 10 %).

В связи с особенностями технологического процесса по химической очистке внутренней полости нефтепровода от АСПО технология предусматривает правильное распределение имеющихся МКАУ по участкам с целью обеспечения скоростного

режима пробок в соответствии с рекомендациями ООО «НИИ Транснефть» [1] и основных параметров, учитывающих движение пробок (рис. 4).

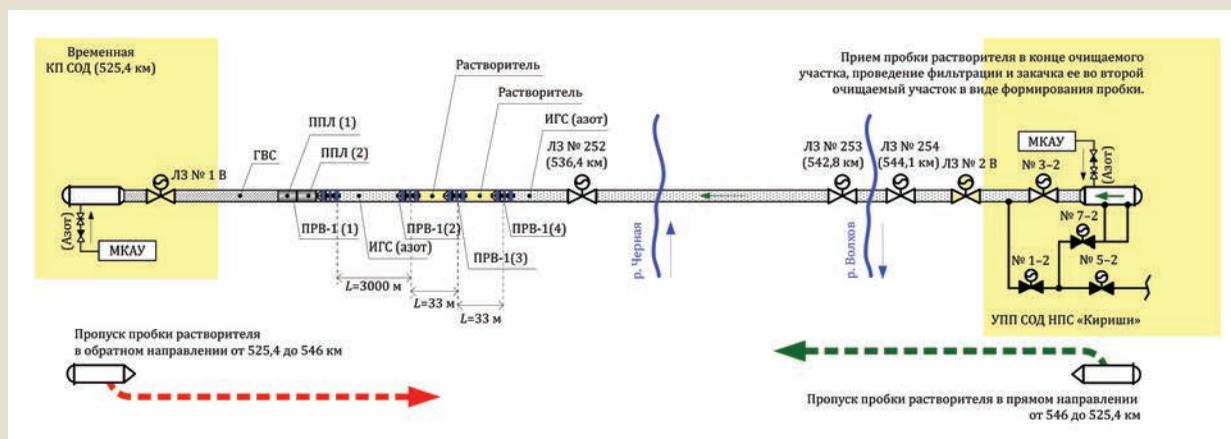
Согласно известному уравнению состояния идеального газа Менделеева – Клайперона $pV = \frac{m}{M}RT$ установлена зависимость между давлением, температурой, объемом закаченного азота.

Так как ИГС – сжимаемая среда, наблюдалась неравномерность хода очистных устройств (скачков движения), в связи с чем производился прогон пробок как в прямом, так и в реверсивном направлении (рис. 5).

Расчет количества необходимого химического реагента осуществлялся ООО «НИИ Транснефть» по результатам проведенных лабораторных исследований в зависимости от длины участков, степени насыщения реагента, минимально необходимого времени контакта с внутренней стенкой трубы, обеспечивающего удаление остатков нефти и АСПО.

Рис. 3

Пример очистки и удаления АСПО (1-й участок – 525,4–546 км)

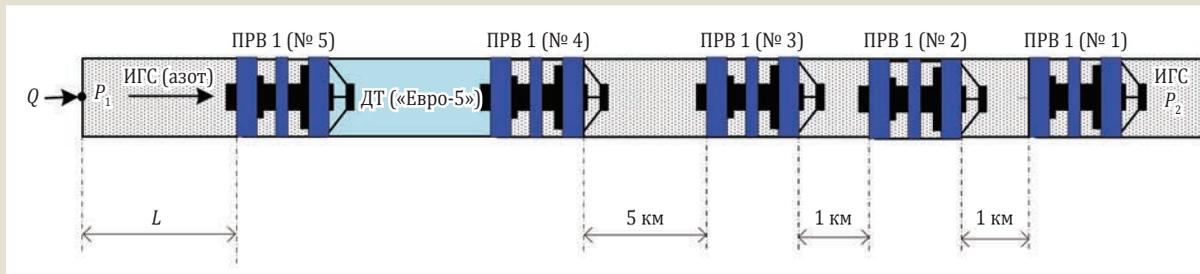


Краткая технология очистки с использованием растворителя АСПО

Запасовка в камеру пуска средств очистки и диагностики (КПП СОД) очистного устройства ПРВ-1 с двумя поршнями поролоновыми (ППЛ). Запуск МКАУ. Технологические переключения. Продвижение азотной установкой ПРВ-1 и ППЛ на 3000 м от КП СОД. Остановка МКАУ. Последовательная запасовка поршней-разделителей № ПРВ-1 (3 шт.) в камеру пуска СОД с продвижением инертной газовой смеси за секущую задвижку и созданием пробки растворителя между временной задвижкой и секущей задвижкой с заполнением пространства между поршнями растворителем через временный вантуз в расчетном объеме (рис. 2). Пропуск партии растворителя до камеры приема СОД с выпуском ИГС через временный вантуз. Прием в камеру приема СОД пробки из ПРВ-1 и ППЛ. Продвижение пробки ПРВ-1 (3 шт.) с растворителем до секущей задвижки камеры приема СОД. Остановка МКАУ. Выемка партии ПРВ-1 и ППЛ. Пропуск партии ПРВ-1 (3 шт.) в реверсивном направлении (рис. 3) [4, 5].

Рис. 4

Основные параметры при движении пробки с ДТ



Q – расход азота, м³/мин.; P_1 – давление в точке закачки, кгс/см²; P_2 – противодействие, не менее 2,0 кгс/см²; L – дистанция прохождения пробки, м; U – средняя скорость от времени запуска пробки, км/ч

Очистка внутренней части корпуса линейных задвижек осуществлялась методом пропарки с разборкой и выполнением работ в объеме среднего ремонта с последующим заполнением подшиперного пространства дизельным топливом стандарта «Евро-5».

Контроль за качеством пропускаемой контрольной партии дизельного топлива по очищенному участку нефтепровода, решение о необходимости повторной очистки и возможность его заполнения товарным дизельным топливом принималось по результатам ана-

лизов независимой аккредитованной испытательной лаборатории ходовых проб (голова, середина, хвост) по показателям:

- внешний вид (прозрачность);
- плотность;
- массовая доля серы;
- содержание водорастворимых кислот и щелочей;
- кислотность;
- фракционный состав;
- зольность;
- коксуемость 10 % остатка;
- коэффициент фильтруемости;

- содержание механических примесей и воды;
- концентрация фактических смол.

Динамика изменения качества дизельного топлива в результате прокачки по очищенному участку оценивалась путем сравнения определяемых показателей качества со значениями данных показателей, полученных в результате анализа проб, отобранных от контрольной партии дизельного топлива до начала закачки в участок нефтепровода, подвергаемого оценке качества очистки (табл. 1).

№	Наименование показателя	Ед.	Нормативное значение	Метод испытания
1	Внешний вид, цвет, прозрачность			Органолептический метод (визуально)
2	Плотность при 15 °С: • летнее • зимнее, арктическое	кг/м ³	820–845 800–840	ГОСТ Р 51069-97
3	Массовая доля серы, не более	мг/кг	10	ГОСТ Р 52660-2006
4	Содержание водорастворимых кислот и щелочей		Отсутствие	ГОСТ 6307-75
5	Кислотность, не более	мг КОН/100 см ³	5	ГОСТ 5985-79
6	Фракционный состав:			
	• летнее:			
	50 % объемных перегоняются при температуре, не выше		280	ГОСТ 2177-99
	95 % объемных перегоняются при температуре, не выше при температуре 250 °С		360	
	% (по объему), менее при температуре 350 °С	°С	65	
	% (по объему), не менее		85	
• зимнее, арктическое				
до температуры 180 °С, % (по объему), не более		10		
до температуры 340 °С, % (по объему), не более		95		
7	Зольность	%	Не более 0,1	ГОСТ 1461-75
8	Коксуемость 10 % остатка	%	Не более 0,3	ГОСТ 19932-99
9	Коэффициент фильтруемости		Не более 3	ГОСТ 19006-73
10	Массовая доля механических примесей		Отсутствие	ГОСТ 6370-75
11	Массовая доля воды	%	Отсутствие	ГОСТ 2477-65
12	Концентрация фактических смол, не более	мг/100 см ³	40	ГОСТ 8489-85

Табл. 1
Основные показатели качества очистки

Рис. 5

График изменения давления (кгс/см²) в течение времени пропуска партии (дд.мм.гг/чч.мм.сс.)

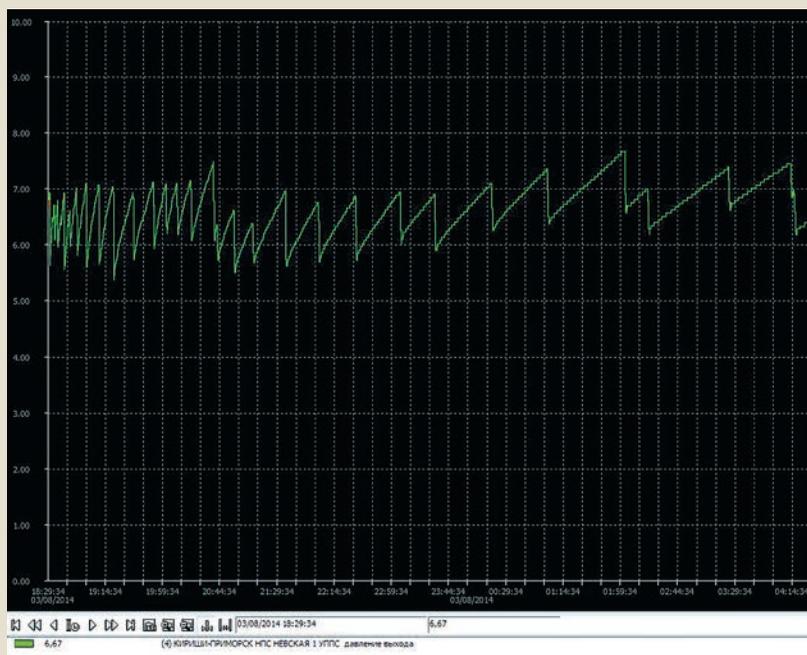
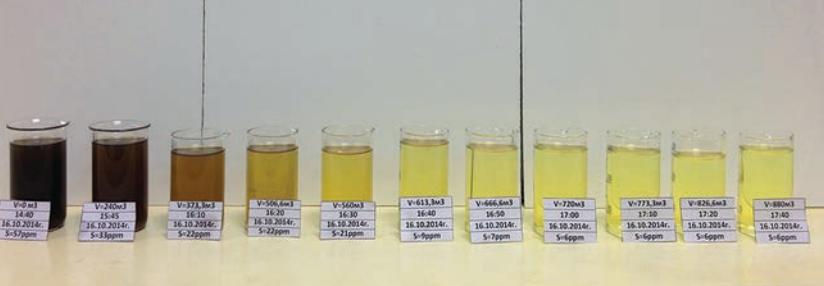


Рис. 6

Пробы ДТ на камере приема СОД (804,8 км) при заполнении МН Кириши – Приморск 647–804,8 км



После выполнения всех этапов очистки и получения положительного заключения было проведено заполнение очищенных участков дизельным топливом, поставляемым ООО «ПО «Киришинефтеоргсинтез» (рис. 6).

По результатам выполненных мероприятий можно сделать следующие выводы:

- все работы и технологические операции, предусмотренные в «Предложениях и рекомендациях...», разработанных ООО «НИИ Транснефть», на МН Ярославль – Кириши-2 525,4–546 км и МН Кириши – Приморск 546–804,8 км Ду 700 ООО «Транснефть – Балтика» выполнены в полном объеме;
- все участки (525,4–546 км МН Ярославль – Кириши-2, 546–587 км МН Кириши – Приморск,

587–647 км МН Кириши – Приморск, 647–699 км МН Кириши – Приморск, 699–749 км МН Кириши – Приморск, 749–804,8 км МН Кириши – Приморск) успешно очищены от остатков нефти и пристенных отложений и подготовлены к транспортировке дизельного топлива;

- анализ проб, отобранных от контрольной партии дизельного топлива после проведения заполнения нефтепровода, показал, что транспортируемое дизельное топливо соответствует требованиям ГОСТ Р 52368 2005 и ТР ТС 013/2011 и может быть принято в товарный парк СМНП «Приморск» без потери качества.

Первый этап расширения инвестиционного проекта «Север» за-

вершен, что позволило произвести увеличение поставок нефтепродуктов в ООО «Транснефть – Порт Приморск» до 13,1 млн т в год.

Практический опыт реализации технологии очистки от остатков нефти и АСПО с внутренней поверхности МН подтвердил правильность расчетов и выбранную технологию очистки. Данную технологию можно рекомендовать к применению на других объектах ОАО «АК «Транснефть».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Предложения и рекомендации по технологии очистки от остатков нефти и АСПО с внутренней поверхности МН Ярославль – Кириши (участок 525,4–546 км) и МН Кириши – Приморск (участок 546–804,8 км) Ду 700 ООО «Балтнефтепровод» с изменением № 1. Москва, 2014.
2. ТР ТС 013/2011. Технический регламент Таможенного Союза «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту».
3. Опыт экспериментально-практических мероприятий по подготовке линейной части нефтепровода к транспортировке дизельного топлива экологического класса 5 по ТР ТС 013/2011 / А.Н. Ченцов [и др.] // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. 2014. № 3. С. 32.
4. ОР-75.180.00-КТН-018-10. Регламент очистки магистральных нефтепроводов от асфальтосмолопарафиновых веществ (АСПВ).
5. РД-13.110.00-КТН-260-14. Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Правила безопасности при эксплуатации объектов ОАО «АК «Транснефть».

REFERENCES

- [1] Recommendations on the technology of cleaning the remains of oil and ARPD from the internal surface of the Yaroslavl – Kirishi oil pipeline (section 525,4–546 km) and the Kirishi – Primorsk oil pipeline DN 700 (section 546–804,8 km) of LLC «Transneft Baltic» with the amendment No.1, Moscow, 2014. (Russian Federation).
- [2] Customs Union Technical Regulation, TR CU 013/2011 «On requirements to automobile and aviation gasoline, diesel and marine fuel, jet fuel and heating oil».
- [3] Experience of experimental and practical arrangements regarding preparation of the linear part of oil pipeline for transportation of diesel fuel of ecological class 5 according to the technical regulation of transportation facility 013/2011. *Oil and Oil Products Pipeline Transportation: Science & Technologies*, 3(2014), p. 32, (Russian Federation).
- [4] OR-75.180.00-КТН-018-10. Industrial regulations. Regulations for the cleaning of trunk oil pipelines from asphalt, resin and paraffin deposits (ARPD). (Russian Federation).
- [5] RD-13.110.00-КТН-260-14. Regulatory documents. Oil and oil products trunk pipeline transport. Safety rules for operation of the facilities of JSC «Transneft». (Russian Federation).