

УДК 39.71

## Развитие системы обеспечения сохранности качества нефтепродуктов на трубопроводном транспорте

**Ф.В. Тимофеев**

ФГБУ «Научно-исследовательский институт проблем хранения Росрезерва»,  
Российская Федерация, 111033, г. Москва, Волочаевская ул., д. 40, к. 1  
E-mail: Timofeevfv@mail.ru

**Тезисы.** Материалы статьи представляют результаты проведенного автором анализа современного состояния и перспектив развития системы обеспечения сохранности качества нефтепродуктов на магистральном трубопроводном транспорте и служат обоснованием дальнейших направлений исследований в данной области.

Одна из основных задач, решаемых при транспортировке нефтепродуктов по магистральным нефтепродуктопроводам (МНПП), – это обеспечение сохранности качества перекачиваемых товарных топлив. Особенности системы МНПП заключаются в значительных объемах транспортировки нефтепродуктов, протяженности маршрутов транспортировки, задействовании на маршруте нескольких резервуарных парков, в которых осуществляются прием, хранение и последующая откачка нефтепродуктов, последовательной перекачке нефтепродуктов разных марок методом прямого контактирования. Факторами изменения качества нефтепродуктов в процессе транспортировки могут служить как физико-химические процессы, протекающие в самих нефтепродуктах, так и особенности технологии транспортировки.

Обеспечение качества нефтепродуктов достигается за счет комплексного решения взаимосвязанных управленческих, методических и технологических задач. На повестке дня создание системы управляющих воздействий, которая позволит уменьшить или полностью устранить влияние факторов ухудшения качества нефтепродуктов. Внедрение процессов мониторинга значительно снизит риски выхода нефтепродуктов за пределы кондиции и повысит экономическую эффективность их транспортировки. К наиболее востребованным в ближайшей перспективе направлениям можно отнести: разработку эффективных методов сокращения потерь нефтепродуктов от испарения, снижение уровня окислительных процессов, сокращение объемов образования смесей при последовательной перекачке, оптимизацию грузопотоков.

### История и современное состояние вопроса

В нашей стране первые требования к обеспечению сохранности определенного уровня качества перекачиваемых по магистральным нефтепродуктопроводам (МНПП) углеводородов стали предъявляться с вводом в 1932 г. керосинопровода Грозный – Трудовая, имевшего протяженность около 850 км и несколько промежуточных насосных станций, в том числе в Ростове-на-Дону и Армавире [1]. Перекачиваемый от Грозненского нефтеперерабатывающего завода тракторный керосин должен был в пункте назначения соответствовать требованиям, предъявляемым к уровню детонационной стойкости, плотности, содержанию серы и температуре выкипания 98 % фракций, а также не содержать воды, механических примесей, водорастворимых кислот и щелочей. В 1946 г. на этом же трубопроводе с последовательной транспортировки бензина и дизельного топлива началась история последовательной перекачки нефтепродуктов различных марок по одному трубопроводу методом прямого контактирования [2]. Дальнейшая практика последовательной перекачки распространилась и на другие марки топлив. При этом в целях снижения влияния процесса смесеобразования на качество последовательно перекачиваемых нефтепродуктов в зоне их контакта рекомендовалось иметь для каждого из видов перекачиваемых топлив определенный запас качества. Качественными показателями уровня сохранности товарных свойств нефтепродуктов после перекачки и раскладки смесей считались плотность и температурные характеристики фракционного состава топлив, детонационная стойкость автомобильных бензинов и температура вспышки дизельных топлив.

**Ключевые слова:** трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов, последовательная перекачка, сохранность качества нефтепродуктов, мониторинг качества, сокращение потерь, управляющие воздействия.

По состоянию на январь 2019 г. к МНПП, протяженность которых составляет более 16,9 тыс. км, подключены 18 российских и два белорусских нефтеперерабатывающих завода (НПЗ). Деятельность МНПП обеспечивают 11 дочерних обществ ПАО «Транснефть», около 100 нефтепродуктоперекачивающих станций и 80 резервуарных парков, шесть железнодорожных эстакад, девять пунктов налива нефтепродуктов в автотранспорт. Перевалка нефтепродуктов в морские танкеры осуществляется в двух специализированных морских портах в Приморске и Новороссийске. Анализ качества нефтепродуктов осуществляется в 38 испытательных лабораториях ПАО «Транснефть», в которых в зависимости от функциональных задач организовано определение 17 показателей качества автомобильных бензинов, 13 показателей качества дизельных топлив и 23 показателя качества авиационных керосинов.

Характерными чертами современного состояния системы транспортировки нефтепродуктов трубопроводным транспортом являются:

- значительные объемы транспортируемых нефтепродуктов (в 2017 г. перекачаны 33,1 млн т, что составило 26 % производства светлых нефтепродуктов на отечественных НПЗ) [3];
- большая протяженность маршрутов транспортировки, которая может достигать 3,5 тыс. км;
- задействование на маршруте нескольких резервуарных парков, в которых осуществляются прием, хранение и последующая откачка нефтепродуктов;
- смешение нефтепродуктов одной марки, но выработанных разными заводами-производителями;
- последовательная перекачка нефтепродуктов разных марок методом прямого контактирования.

Условиями договоров на транспортировку является сдача нефтепродуктов в конечных пунктах маршрутов с уровнем качества, соответствующим требованиям нормативных документов к данной марке продукта или договоров на транспортировку.

С учетом того, что в систему магистрального трубопроводного транспорта принимают товарные нефтепродукты, в полном объеме отвечающие предъявляемым требованиям, задача сохранности качества нефтепродуктов на всем

цикле транспортировки возлагается на подразделения трубопроводного транспорта, осуществляющие их перекачку.

### **Теоретические предпосылки решения проблемы обеспечения сохранности качества нефтепродуктов**

Изменение качества нефтепродуктов в процессе транспортировки является следствием воздействия различных факторов, а именно физико-химических процессов, протекающих в самих нефтепродуктах, и особенностей технологии транспортировки. К таким факторам можно отнести испарение легких фракций нефтепродуктов в результате больших и малых дыханий резервуаров, загрязнение механическими примесями при производстве регламентных и ремонтных работ, обводнение за счет конденсации воды из газового пространства резервуаров и при проведении гидравлических испытаний участков МНПП, окислительные процессы, протекающие непосредственно в нефтепродуктах в результате их взаимодействия с внешней средой и материалами конструкции трубопроводов, и т.д.

В целях обеспечения сохранности качества транспортируемых нефтепродуктов в системе ПАО «Транснефть» решается комплекс задач, которые можно условно разделить на три типа: 1) управленческие (У); 2) методические (М); 3) технологические (Т).

К управленческим относятся задачи, решаемые товарно-транспортными и диспетчерскими подразделениями транспортной компании и в том числе включающие:

- обработку заявок контрагентов на транспортировку нефтепродуктов;
- формирование плана перекачек;
- оптимизацию грузопотоков;
- диспетчеризацию транспортировки нефтепродуктов;
- разработку программ развития трубопроводного транспорта нефтепродуктов и совершенствования системы обеспечения сохранности их качества.

К методическим относятся задачи, решаемые ПАО «Транснефть» за счет собственного научно-технического потенциала, реализуемого в специализированных подразделениях компании, таких как ООО «НИИ Транснефть», АО «Гипротрубопровод», АО «Транснефть – Метрология», ООО «Транснефть – Синтез», АО «Транснефть – Диаскан», с привлечением

ведущих отечественных научных центров и кластеров, в том числе:

- реализация государственной и межгосударственной политики в области обеспечения качества нефтепродуктов, находящихся в обороте на территории РФ и стран Таможенного союза ЕАЭС;
- разработка и внедрение в практику транспортировки нефтепродуктов нормативных документов государственного, межведомственного и отраслевого уровня;
- изучение зарубежного и отечественного опыта в области обеспечения сохранности качества нефтепродуктов и его адаптация к практической деятельности предприятий трубопроводного транспорта.

К технологическим относятся задачи, решаемые производственными подразделениями компании в целях обеспечения работоспособности системы транспорта и сохранности качества нефтепродуктов, в том числе:

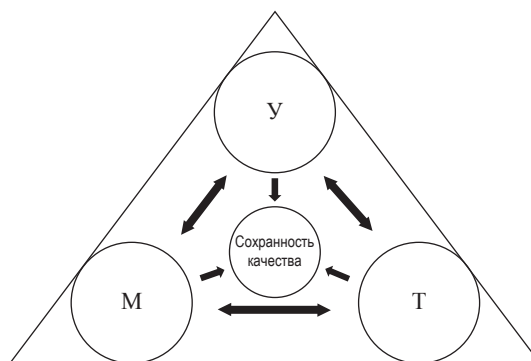
- развитие инфраструктуры объектов трубопроводного транспорта;
- проведение диагностических, ремонтных и регламентных работ;
- обеспечение приема, хранения, перекачки, перевалки на другие виды транспорта и сдачи нефтепродуктов грузополучателям;
- организация контроля качества нефтепродуктов.

Анализ данных задач позволяет установить их тесную взаимосвязь, которая может

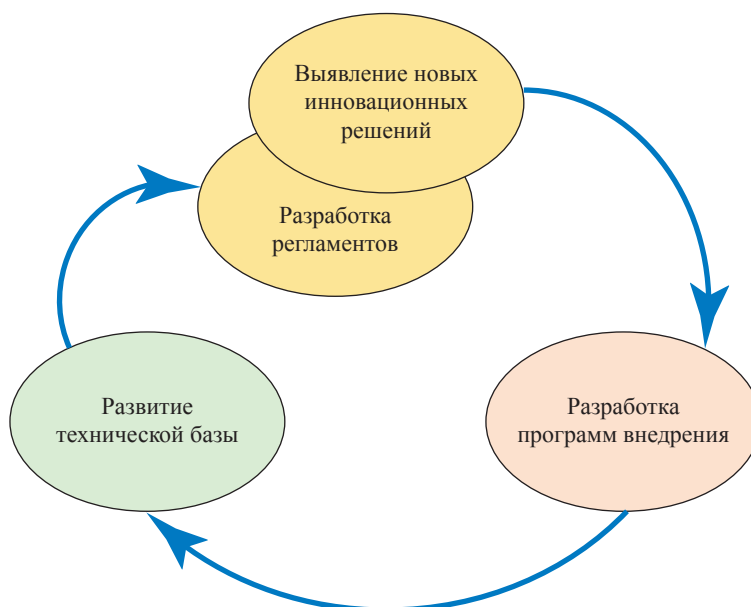
быть выражена в виде трехзвенной системы (рис. 1), когда изменение каждого из элементов ведет к отклику в соседних звеньях системы.

В качестве примера можно рассмотреть следующие взаимосвязи:

- выявление в результате анализа зарубежного и отечественного опыта новых инновационных решений (задачи типа М) ведет к разработке соответствующих программ развития системы трубопроводного транспорта (задачи типа У), реализация которых выражается в развитии технической базы системы (задачи типа Т), что, в свою очередь, ведет к разработке новых или корректировке действующих регламентов (задачи типа М) (рис. 2);



**Рис. 1. Схема взаимосвязей задач, решаемых в целях обеспечения сохранности качества нефтепродуктов на трубопроводном транспорте**



**Рис. 2. Пример взаимосвязи М-У-Т-М**

- оптимизировать грузопотоки нефтепродуктов (задачи У-типа) можно за счет строительства новых объектов магистрального трубопроводного транспорта (задачи Т-типа), что требует разработки новых нормативных документов, учитывающих особенности нового маршрута транспортировки (задачи М-типа), и в конечном итоге пересмотра планов транспортировки с учетом введения новых маршрутов (задачи У-типа) (рис. 3).

Необходимость обеспечения в конечных пунктах маршрутов соответствия транспортируемых по магистральным трубопроводам топлив жестким требованиям Технического регламента Таможенного союза № 013/2011 «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту» и стандартов предполагает функционирование такой системы обеспечения сохранности качества перекачиваемых нефтепродуктов, которая позволяет своевременно определять изменение значений контролируемых показателей и при необходимости применять соответствующие управляющие воздействия, обеспечивающие сохранность товарных свойств перекачиваемых нефтепродуктов и предотвращение их выхода за пределы кондиции.

### Постановка задачи для дальнейших исследований

Дальнейшее развитие системы обеспечения сохранности качества нефтепродуктов на трубопроводном транспорте предполагает решение комплекса задач, в том числе:

а) методических, включающих:

- анализ условий транспортировки и выявление основных факторов изменения качества нефтепродуктов;
- исследование влияния элементного и углеводородного состава, физико-химических свойств, присадок различного действия на ухудшение эксплуатационных свойств топлив;
- определение показателей качества, по изменению которых возможно оперативно оценивать уровень физико-химических и эксплуатационных свойств перекачиваемых нефтепродуктов;
- анализ и разработку предложений по адаптации (с учетом специфики трубопроводного транспорта жидких углеводородов) передовых зарубежных и отечественных технологий контроля качественных характеристик продукции, последовательной транспортировки нефтепродуктов, снижения интенсивности окислительно-коррозионных процессов и испаряемости;
- обучение и повышение квалификации персонала, участвующего в обеспечении



Рис. 3. Пример взаимосвязи У–Т–М–У

сохранности качества нефтепродуктов в соответствии с должностными обязанностями;

- аккредитацию испытательных лабораторий, осуществляющих контроль качества нефтепродуктов;

- разработку нормативных документов отраслевого, федерального и межгосударственного уровней в области обеспечения сохранности качества нефтепродуктов;

б) технологических, включающих:

- разработку и внедрение методов и средств контроля и экспресс-контроля качества нефтепродуктов при транспортировке по МНПП, в том числе в потоке перекачиваемой жидкости;

- разработку и внедрение методов и средств сокращения потерь от испарения, снижения смесеобразования при последовательной перекачке;

- применение средств фильтрации и сепарации в целях исключения загрязненности и обводненности нефтепродуктов;

- оснащение испытательных лабораторий анализа качества нефтепродуктов высокотехнологичным испытательным оборудованием;

- реконструкцию объектов МНПП с учетом современных требований и возможностей внедрения перспективных технологий;

в) управленческих, включающих:

- разработку перспективных планов развития трубопроводного транспорта нефтепродуктов, в том числе направленных на обеспечение сохранности качества перекачиваемых нефтепродуктов;

- оптимизацию маршрутов транспортировки нефтепродуктов с учетом диверсификации направлений транспортировки и возможностей трубопроводной системы, изменения качественных характеристик перекачиваемых нефтепродуктов, возможностей последовательной транспортировки нефтепродуктов различных марок;

- мониторинг качества нефтепродуктов в системе трубопроводного транспорта и принятие в режиме реального времени решений о применении управляющих воздействий для обеспечения сохранности качества нефтепродуктов.

В настоящее время в ПАО «Транснефть» большое внимание уделяется объективности и оперативности анализа качественных

характеристик нефтепродуктов на протяжении всего цикла транспортировки. Испытательные лаборатории, осуществляющие анализ качества нефтепродуктов, оснащены современным испытательным оборудованием и имеют высококвалифицированный персонал. Оперативный контроль качества нефтепродуктов при проведении ремонтных и регламентных работ на линейной части МНПП и при сдаче нефтепродуктов на нефтебазы, не имеющие собственных аналитических лабораторий, обеспечивается за счет мобильных лабораторий. Разрабатывается вертикально интегрированная Единая лабораторная информационная система (ЕЛИС), предполагающая возможность анализа данных о качестве нефтепродуктов на всех этапах их движения по системе МНПП [4]. В рамках выполнения опытно-конструкторских работ планируются разработка и внедрение отечественных поточных анализаторов качества нефтепродуктов, которые должны обеспечить контроль стабильности качества перекачки монопродуктов и своевременное определение границ зоны смеси последовательно перекачиваемых нефтепродуктов, что позволит значительно облегчить раскладку образующейся при транспортировке таким способом смеси нефтепродуктов различных марок.

Существующая система и в настоящее время успешно справляется с задачей транспортировки нефтепродуктов и обеспечения требуемого уровня их качества при сдаче грузополучателям, при этом ее дальнейшее развитие и модернизация позволят значительно снизить риски выхода нефтепродуктов за пределы кондиции и повысить экономическую эффективность их транспортировки.

К наиболее востребованным в ближайшей перспективе направлениям исследований можно отнести: разработку эффективных методов сокращения потерь нефтепродуктов от испарения, снижение уровня окислительных процессов, сокращение объемов образования смесей при последовательной перекачке, оптимизацию грузопотоков.

Обеспечение сохранности качества нефтепродуктов при транспортировке по МНПП в конечном итоге обеспечит надежную и эффективную эксплуатацию техники, работающей на этом топливе.

## Список литературы

1. Коршак А.А. Основы нефтегазового дела: учеб. для вузов / А.А. Коршак, А.М. Шаммазов. – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2002. – 544 с.
2. Борисов В.В. Диспетчерское управление магистральными трубопроводами / В.В. Борисов. – М.: Гостоптехиздат, 1960. – 120 с.
3. Транснефть. Эволюция: отчет об устойчивом развитии. – М.: Транснефть, 2017. – [https://www.transneft.ru/u/section\\_file/35361/otchet\\_interaktivnaya\\_razvorot.pdf](https://www.transneft.ru/u/section_file/35361/otchet_interaktivnaya_razvorot.pdf)
4. Хотничук С.Б. Совершенствование системы обеспечения качества нефтепродуктов при транспортировке трубопроводным транспортом / С.Б. Хотничук и др. // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2017. – Т. 7. – № 5. – С. 88–96.

---

## Development of a quality saving system for oil products subject to pipeline transportation

F.V. Timofeyev

Rosrezerv Research Institute for Storage Problems, Bld. 1, Est. 40, Volochayevskaya street, Moscow, 111033, Russian Federation  
E-mail: Timofeevfv@mail.ru

**Abstract.** The article highlights contemporary state and prospects for preserving quality of oil products transported by means of the trunk pipelines. Basing on the results of this analysis the author substantiates further research trends in this scope of study.

When oil products are transported through the pipelines, it is quite important to provide safe quality of future fuels. A system of oil-product pipelines is notable for considerable amounts of pumped liquids, presence of several receiving terminals along the route for acceptance, storage and following export of products, sequential pumping of different product brands using a direct contact method. There are few factors of the fuel quality degradation in course of transportation, namely these are the physical-chemical processes proceeding in the oil products, and the special features of transfer technologies.

Quality support is usually achieved due to complex solution of the interrelated managerial, methodical, and engineering tasks. Today, it's quite topical to create a control system which will reduce or remove effect of product quality degradation. Implementation of monitoring processes will considerably decrease risks of non-compliance with quality standards, and improve economic efficiency of oil transportation. There are few promising scientific leads in the nearest future, namely: creation of the efficient methods for reduction of oil losses caused by evaporation; decreasing activity of the oxidative processes; reduction of mixing in course of the sequential pumping; optimization of traffic flows.

**Keywords:** pipeline transportation of oil, sequential pumping, safe quality of oil products, monitoring of quality, loss reduction, control activity.

### References

1. KORSHAK, A.A., A.M. SHAMMAZOV. *Principals of petroleum engineering* [Osnovy neftegazovogo dela]: textbook for higher school. Ufa: DizaynPoligrafServis, 2002. (Russ.).
2. BORISOV, V.V. *Dispatch control of trunk pipelines* [Dispetcherskoye upravleniye magistralnymi truboprovodami]. Moscow: Gostoptekhizdat, 1960. (Russ.).
3. *Transneft. Evolution: report on stable development* [Transneft. Evolutsiya: otchet ob ustoychivom razvitiy] [online]. Moscow: Transneft, 2017. Available from: [https://www.transneft.ru/u/section\\_file/35361/otchet\\_interaktivnaya\\_razvorot.pdf](https://www.transneft.ru/u/section_file/35361/otchet_interaktivnaya_razvorot.pdf) (Russ.).
4. KHOTNICHUK, S.B., et al. Improvement of the quality assurance system for oil products to be transported by pipelines [Sovershenstvovaniye sistemy obespecheniya kachestva nefteproductov pri transportirovke truboprovodnym transportom]. *Nauka i Tekhnologii Truboprovodnogo Transporta Nefti i Nefteproduktov*, 2017, vol. 7, no. 5, pp. 88–96. ISSN 2221-2701. (Russ.).