

Ю.В. Лисин А.Е. Сощенко

ТЕХНОЛОГИИ МАГИСТРАЛЬНОГО НЕФТЕПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА РОССИИ



УДК 622.692.4.053

ББК 39

Л63

Лисин Ю.В., Сощенко А.Е.

Технологии магистрального нефтепроводного транспорта России. – М.: ООО «Издательский дом Недра», 2013. – 421 с.: ил.
ISBN 978-5-8365-0403-8

Комплексно рассмотрены вопросы, связанные с совершенствованием технологий и техники обеспечения эксплуатационной надежности магистральных нефтепроводов. Впервые проведено исследование и анализ комплексной технико-экономической картины функционирования Главного управления по транспортированию и поставкам нефти «Главтранснефть» в быв. СССР. Используются фактические материалы и данные. Особое внимание уделено созданию и современному состоянию системы нефтепроводов ОАО «АК «Транснефть». Разработана концепция инновационного и стратегического развития ОАО «АК «Транснефть» на перспективу до 2020 г. Рассмотрены вопросы научного обеспечения эксплуатации уникальной трубопроводной системы «Восточная Сибирь – Тихий океан» и организации технического мониторинга данной системы. Представлена разработанная методика расчетов определения планово-высотного положения нефтепровода в аномальных геологических условиях.

Для специалистов и научных организаций, специализирующихся в области трубопроводного транспорта нефти. Также издание будет полезно учащимся высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ», направления подготовки «Нефтегазовое дело».

Lisin Yury, Soshchenko Anatoly.

Technologies of russian crude oil main pipelines. – Moscow: LLC «Publishing house Nedra», 2013. – 421 p.

The book contains the issues of improvement of technologies and equipment for ensuring the operating reliability of oil trunk pipelines using actual data and materials.

For the first time it has been attempted to study and analyze the multifaceted technical and economic picture of performance of the oil pipeline owner in the former USSR – the Chief Directorate for Oil Supplies and Transportation (Glavtransneft).

A special attention has been paid to the creation and current status of JSC Transneft oil pipelines system, with presentation of the concept of prospective innovative and strategic development of JSC Transneft until 2020 and a review of the problems of scientific follow-up of the operation of the unique pipeline system «East Siberia – Pacific Ocean» with organization of its technical monitoring. There is also a presentation of the calculation methods developed for determination of an oil pipeline horizontal and vertical position in abnormal geological conditions.

The book is intended for experts in pipeline transport of crude oil and petroleum products and research and science institutions.

УДК 622.692.4.053

ББК 39

ISBN 978-5-8365-0403-8

© Лисин Ю.В., Сощенко А.Е., 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1. ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ РОССИИ.....	5
Создание системы нефтепроводов. Главтранснефть.....	5
Анализ научно-технического уровня Главтранснефтью в сравнении с развитыми зарубежными странами	26
Насосы магистральные	28
Нефтеперекачивающие станции	30
Линейная часть	31
Запорная арматура	31
Резервуары.....	33
Товарно-коммерческие операции	36
Текущее обслуживание.....	36
Анализ состояния электрооборудования	37
Состояние диагностирования линейной части нефтепроводов.....	38
Диагностика насосных агрегатов.....	39
Автоматизация технологических процессов	40
Аппаратура для определения герметичности трубопровода.....	43
Интенсификация трубопроводного транспорта	44
Разработки ВНИИОЭНГ, ВНИИСПТнефть, Гипротрубопровод по прогнозированию развития нефтепроводного транспорта.....	45
Образование и особенности деятельности компании «Транснефть»	49
Создание и функции компании «Транснефть»	49
Автоматизация, телемеханизация и связь	54
Состояние обеспечения надежности нефтепроводов [190, 191].....	57
Глава 2. КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ НЕФТЕПРОВОДОВ КАК ОСНОВНОЙ МЕТОД ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИХ НАДЕЖНОСТИ.....	71
Обеспечение работоспособности нефтепроводов гидравлическими испытаниями.....	81
Существующие методы ремонта магистральных трубопроводов	84
Технические средства для капитального ремонта.....	87

Выборочный ремонт	95
Разработка новых принципов ремонта магистральных нефтепроводов по результатам внутритрубного диагностирования	99
Состояние нормативно-технической документации по ремонту магистральных трубопроводов	101
Применение метода капитального ремонта на Российских нефтепроводах (1990–2002 гг.)	105
Глава 3. РАЗВИТИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ОБЛАСТИ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ	113
Глава 4. ПРИМЕНЕНИЕ ВНУТРИТРУБНЫХ ИНСПЕКЦИОННЫХ СРЕДСТВ (ВИС) ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ НЕФТЕПРОВОДОВ	129
Развитие внутритрубной диагностики нефтепроводов. Первые отечественные разработки	129
Создание ЦТД «Диаскан»	135
Техническое дооснащение магистральных трубопроводов для проведения диагностики	145
Создание нормативно-методической базы диагностирования	146
Развитие Центра технической диагностики	146
Разработка отечественной технологии диагностирования магистральных трубопроводов внутритрубными приборами	148
Деятельность ЦТД по развитию научно-технического прогресса в отрасли	153
Глава 5. РАЗВИТИЕ ПРИМЕНЯЕМЫХ РЕМОНТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ	157
Испытания современных ремонтных конструкций для применения на нефтепроводах компании	182
Внедрение композитно-муфтовой технологии ремонта трубопроводов без остановки перекачки	185
Глава 6. ПРИМЕНЕНИЕ ИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДАХ	196
Тенденции развития современных видов изоляционных покрытий для нефтепроводов	208
Рулонные покрытия	217
Глава 7. СИСТЕМА МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ	231

Подводные переходы нефтепроводов.....	236
Зарубежная практика и практика Транснефти.....	238
ВСТО – уровень надежности нефтепроводов нового поколения.....	241
Цели инновационного развития и анализ текущего технического состояния нефтепроводной системы.....	244
Перечень проектов создания и внедрения новых технологий и высоконадежного оборудования.....	250
Обоснование и научная новизна создания и внедрения новых технологий и высоконадежного оборудования.....	252
Программа повышения энергоэффективности транспортировки нефти.....	252
Проект 1. Программа энергосбережения, повышения энергоэффективности транспортировки нефти.....	252
Прорывные технологии.....	
Проект 2. Разработка высокоточного комплекса внутритрубных диагностических приборов для обеспечения надежности объектов магистральных трубопроводов.....	259
Проект 3. Система обнаружения утечек и контроля активности (СОУ и КА) температурного и виброакустического принципа действия.....	263
Модернизация оборудования и применение новейших технологий.....	266
Проект 4. Разработка и внедрение системы мониторинга технического состояния трубопроводов трубопроводной системы Восточная Сибирь–Тихий Океан.....	266
Проект 5. Разработка и серийный выпуск высоконадежного оборудования магистральных нефте- и нефтепродуктопроводов.....	273
Проект 6. Создание единой системы управления магистральным нефтепроводом (ЕСУ).....	276
Проект 7. Разработка системы мониторинга автотранспорта на базе ГЛОНАСС.....	280
Проект 8. Повышение производительности перекачки снижением гидравлического сопротивления в магистральных нефте- и нефтепродуктопроводах.....	282
Проект 9. Разработка и внедрение комплексной системы управления проектным производством (КСУПП) в ОАО «Гипротрубопровод».....	282
Проект 10. Внедрение разработок и прототипов новой продукции.....	283
Научно-технологический и инновационный потенциал.....	287
Глава 8. ПРОГРАММА СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ОАО «АК «ТРАНСНЕФТЬ» НА ПЕРИОД ДО 2020 г.	298
Цели и задачи Программ.....	298
Стратегические направления развития системы нефте- и нефтепродуктопроводов.....	303
Характеристика и состояние основных производственных фондов ОАО «АК «Транснефть».....	310

Ремонт, реконструкция и диагностика объектов трубопроводного транспорта	315
Инновационное развитие и НИОКР	323
Энергопотребление и энергоснабжение	328
Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП)	331
Система диспетчерского контроля и управления	333
Послесловие.....	335
Список литературы.....	336
Приложение 1.....	349
Приложение 2. МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ПЛАНОВО-ВЫСОТНОГО ПОЛОЖЕНИЯ ТРУБОПРОВОДА НА УЧАСТКАХ ПРОКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДА ТС ВСТО-1 С МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫМИ ГРУНТАМИ	352
2.1. Мониторинг технического состояния трубопроводной системы «Восточная Сибирь–Тихий океан»	352
2.2. Разработка моделей для расчетов оценки планово-высотного положения трубопровода на участках с многолетнемерзлыми грунтами	355
2.2.1. Применяемые термины и определения.....	356
2.2.2. Обозначения и сокращения.....	358
2.2.3. Математическая модель расчета ореола оттаивания.....	360
2.2.4. Численное решение задачи прогнозирования температурного режима вмещающего грунтового массива.....	367
2.2.4.1. Описание численной модели прогнозирования температурного режима вмещающего грунтового массива.....	367
2.2.4.2. Учет в конечных разностях фазовых превращений поровой влаги.....	369
2.2.4.3. Граничные условия в конечных разностях.....	371
2.2.5. Особенности прогнозирования температурного режима, вмещающего грунтового массива, для участков, оборудованных и не оборудованных термометрическими скважинами.....	375
2.3. Определение прогноза тепловой осадки грунта	376
2.4. Математическая модель и численное решение задачи прогнозирования изменения ПВП трубопровода на участках с ММГ	378
2.4.1. Математическая модель задачи прогнозирования изменения ПВП трубопровода.....	378
2.4.2. Численное решение задачи прогнозирования изменения ПВП трубопровода.....	388

2.5. Математическая модель и численное решение задачи прогнозирования изменения ПВП трубопровода на участках отводов (крутоизогнутых вставок)	391
2.5.1. Математическая модель задачи прогнозирования изменения ПВП трубопровода на участках отводов	391
2.5.1.1. Энергия радиальных деформаций от действия внутреннего и внешнего давления $P^в$ и $P_н$	392
2.5.1.2. Энергия окружных деформаций от действия внутреннего и внешнего давлений	394
2.5.1.3. Энергия продольных напряжений и деформаций	394
2.5.1.4. Энергия касательных напряжений при кручении	395
2.5.2. Численное решение задачи прогнозирования изменения ПВП трубопровода на участках отводов	397
2.5.2.1. Способ задания конфигурации трубопровода	397
2.5.2.2. Зависимость накопленной энергии деформаций от координат узлов конечно-элементной сетки	399
2.5.2.3. Условия равновесия конечно-элементной модели трубопровода	404
2.5.2.4. Решение методом построения аппроксимирующих функций	406
2.6. Погрешность прогнозирования изменения ПВП трубопровода	408
2.7. Основные положения методики прогнозирования изменения plano-высотного положения трубопровода	409
2.7.1. Цели и задачи методики	409
2.7.2. Исходные данные для расчетов	409
2.7.3. Алгоритм последовательности расчета	410