

УДК 681.513

doi:10.20998/2413-4295.2019.05.04

АНАЛИЗ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОЙ РАБОТЫ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ

В. Н. КНЯЗЕВА, Г. И. КАНЮК, А. Ю. МЕЗЕРЯ*, А. В. АНДРЕЕВ

кафедра теплоэнергетики и энергосберегающих технологий, Украинская инженерно-педагогическая академия, г. Харьков, УКРАИНА

*e-mail: mezzera@mail.ru

АННОТАЦИЯ В статье приведена история развития магистральных нефтепроводов Украины, являющейся крупнейшим транзитером газа и нефти в Европе. Проведен анализ установленных мощностей магистральных нефтепроводов Украины и мощностей, потребляемых насосными установками нефтеперекачивающих станций. Приведенные сведения показывают масштабность и актуальность задачи энергосбережения на объектах магистральной транспортировки нефти Украины. Определено, что снижение затрат энергии возможно путем разработки и внедрения систем автоматического энергосберегающего регулирования нефтеперекачивающих насосных установок и обеспечения максимальных значений коэффициентов полезного действия за счет оптимального регулирования частоты их вращения. Проведен анализ нормативной литературы, направленной на обеспечение эффективной работы систем транспортировки нефти по магистральным нефтепроводам, а именно: эксплуатация, управление, ремонт систем транспортировки нефти и насосных установок, установленных на нефтеперекачивающих станциях. Показано, что в существующей нормативной документации недостаточно освещены вопросы обеспечения максимальной эффективности работы насосных установок магистральных нефтепроводов в различных режимах эксплуатации. Из всех существующих нормативных документов фактически лишь один направлен на определение эффективности работы насосных установок нефтеперекачивающих станций, при этом в нем отсутствуют рекомендации по повышению эффективности и поддержанию его на требуемом уровне. Без внимания остаются такие важные научно-технические аспекты проблемы, как оптимизация процессов управления насосными установками магистральных нефтепроводов по прямым критериям минимизации энергетических потерь. Сделан вывод, что для создания нормативной документации, позволяющей обеспечивать максимальную энергоэффективность работы насосных установок нефтеперекачивающих станций необходимо выполнение цикла теоретических и экспериментальных научных исследований, включающих математическое моделирование физических явлений в магистральных нефтепроводах, создание алгоритмов определения эффективной работы насосных агрегатов в режиме реального времени и алгоритмов поддержки этого режима при заданных условиях эксплуатации.

Ключевые слова: насосная установка; нормативное обеспечение; энергоэффективность; нефтеперекачивающая станция; магистральный нефтепровод.

ANALYSIS OF NORMATIVE DOCUMENTS FOR ENSURING EFFICIENT WORK OF PUMPED INSTALLATIONS OF MAIN OIL PIPELINES

V. KNAZIEVA, G. KANYUK, A. MEZERYA*, A. ANDREEV

Department of Heat Power Engineering and Energy Saving Technologies, Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy, Kharkov, UKRAINE

ABSTRACT The article presents the history of the development of main oil pipelines in Ukraine, which is the largest transit country for gas and oil in Europe. The analysis of the installed capacities of the main oil pipelines of Ukraine and the capacities consumed by pumping stations of oil pumping stations is carried out. The above information shows the scale and relevance of the task of energy saving at the facilities of the main oil transportation in Ukraine. It has been determined that the reduction of energy costs is possible through the development and implementation of energy-saving systems for automatic control of oil pumping stations and ensuring maximum values of efficiency factors due to the optimal control of the frequency of their rotation. The analysis of regulatory literature aimed at ensuring the effective operation of oil transportation systems through main oil pipelines, namely: operation, management, repair of oil transportation systems and pumping installations installed at oil pumping stations. It is shown that the existing regulatory documentation does not cover the issues of ensuring maximum efficiency of pumping installations of main oil pipelines in various operating modes. Of all the existing regulatory documents, in fact, only one is aimed at determining the efficiency of pumping stations at oil pumping stations, while there are no recommendations for improving efficiency and maintaining it at the required level. Such important scientific and technical aspects of the problem, like the optimization of control processes for pumping installations of oil trunk pipelines according to direct criteria for minimizing energy losses, wasn't explored. It was concluded that there is a necessity to create regulatory documentation for maximum energy efficiency of oil pumping stations, there is a necessity to perform a cycle of theoretical and experimental research, including mathematical modeling of physical phenomena in main oil pipelines, creating real-time algorithms for determining of pumping units under specified operating conditions.

Keywords: pumping unit; regulatory support; energy efficiency; oil pumping station; main oil pipeline.

Введение

Доля нефти и газа в энергетическом балансе промышленно развитых стран составляет 75-80%. Несмотря на большие усилия по использованию

нетрадиционных, возобновляемых источников, такое положение сохранится в ближайшие десятилетия.

Необходимость транспорта огромных количеств нефти и газа привело к интенсивному развитию трубопроводного транспорта как наиболее

экономически эффективного. Это, в первую очередь, касается Украины, которая является крупным транзитером газа и нефти (рис. 1).

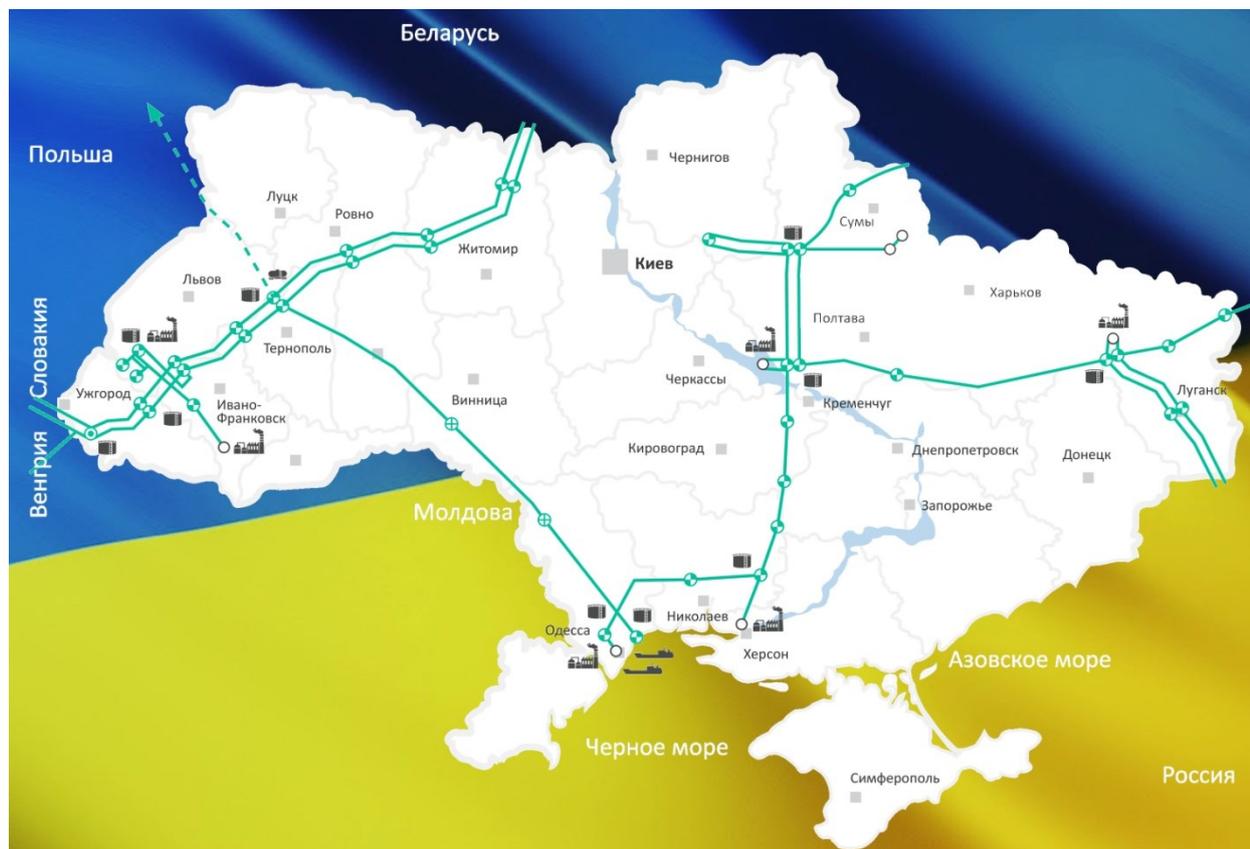


Рис. 1 – Система магистральных нефтепроводов Украины

Система магистральных нефтепроводов Украины включает 19 нефтепроводов диаметром до 1220 мм общей длиной около 4800 км, 51 нефтеперекачивающую станцию (НПС), работу которых обеспечивают 176 насосных агрегатов, единичной производительностью до 12500 м³/час. Суммарная электрическая мощность электроприводов составляет около 360 тыс. кВт. Пропускная способность системы равна 114 млн. т/год на входе и более 56 млн. т/год на выходе [1].

Транспортировка нефти требует значительных энергозатрат на привод нефтеперекачивающих станций. Снижение затрат энергии возможно путем разработки и внедрения энергосберегающих систем автоматического регулирования нефтеперекачивающих насосных установок, которые обеспечивают максимальное значение КПД установок за счет оптимального регулирования частоты их вращения. С этой целью необходимо провести анализ и последующие дополнения к существующей нормативной документации, направленной на решение данного вопроса.

Проблемам повышения энергоэффективности нефтегазового комплекса и обеспечения энерго- и ресурсосбережения в нефтегазовой области

посвящено большое количество научных работ известных отечественных и иностранных ученых. Среди них – М.Д. Айзенштейн, Л.Г. Колпаков, П.И. Тугунов, А.А. Коршун, А.М. Нечваль, К. Пфлейдерер, Л.И. Степанов, L.Vachus и другие. В этом направлении получен ряд эффективных научно-технических результатов, но все они, как правило, касаются отдельных объектов и технологических процессов, тогда как в настоящее время основные реальные резервы энерго- и ресурсосбережения могут быть выявлены и реализованы только на основе системной интеграции и унификации энергоэффективных решений, которые могли бы стать основой разработки соответствующих отраслевых стандартов и других нормативных документов.

Кроме того, без внимания остаются такие важные научно-технические аспекты проблемы, как оптимизация процессов управления насосными установками магистральных нефтепроводов по прямым критериям минимизации энергетических потерь.

Цель работы

Целью работы является анализ состояния отрасли транспортировки нефти Украины, определение мощностей основных потребителей нефтеперекачивающих станций, а также анализ существующей нормативной базы по обеспечению эффективной работы насосных установок нефтеперекачивающих станций Украины.

Изложение основного материала

История развития нефтепроводов Украины.

Строительство нефтепроводов в Украине началось в 60-х годах двадцатого века. Первый в Украине нефтепровод «Долина-Дрогобыч» длиной 58,4 км был построен в 1962 году для транспортировки нефти на Дрогобычский нефтеперерабатывающий завод. Он связан с введением в эксплуатацию Северо-Долинского нефтяного месторождения. Характерной особенностью этого нефтепровода является то, что им транспортируется нефть украинского происхождения.

Второй нефтепровод – первая нитка нефтепровода «Дружба» на участке «Мозырь-Броды-Ужгород» – был введен в эксплуатацию поэтапно в 1962-1963 годах. На территории Украины его протяженность составляла 684 км. Транспортировку нефти обеспечивали семь нефтеперекачивающих станций, а в г. Броды была размещена станция налива нефти на железнодорожный транспорт.

Проектная мощность нефтепровода в Украине на входе достигала 17,5 млн. т/год, на выходе – 8,5 млн. т/год. Нефтепровод предназначался для транспортировки смеси татарской, башкирской и западносибирской нефти на экспорт в Венгрию, бывшую Чехословакию и налива нефти в г. Броды на железнодорожный транспорт для экспорта через нефтеперевалочные комплексы в городах Одесса и Рени.

Вторая нитка нефтепровода «Дружба» протяженностью 686,5 км, диаметром 720 мм по всей территории Украины и семь совмещенных с первой ниткой нефтеперекачивающих станций были построены в период с 1970 по 1974 г.. С введением второй нитки общая проектная мощность нефтепровода «Дружба» на территории Украины на входе составляла 55,0 млн. т/год, на выходе – 26,5 т/год.

В 1985 году введена в эксплуатацию вторая нитка нефтепровода «Тихорецк-Лисичанск» диаметром 720 мм, протяженностью 185 км по территории Украины. Общая мощность этих нефтепроводов от Лисичанска до Тихорецка с четырьмя нефтеперекачивающими станциями (из них – две на территории Украины) составила 34 млн. т/год.

С целью диверсификации поставок нефти на украинские нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ) и расширения транзитных возможностей Украины в 1993 году было разработано технико-экономическое обоснование строительства морского

нефтеперевалочного комплекса (НПК) – терминала мощностью 40 млн. т/год в районе города Одесса (порт «Южный»), а в 1994 году завершена разработка проекта строительства первой очереди терминала мощностью 12 млн. т/год, строительство которой началось в 1995 году. Одновременно было начато строительство нефтепровода «Одесса-Броды». Строительство нефтяного терминала «Южный» завершено в декабре 2001 года, нефтепровода «Одесса-Броды» – в мае 2002 года.

В сентябре 2005 года введена в действие первая очередь нефтепровода «Жулын-Надвирна» на отрезке «Долина-Надвирна». Этот нефтепровод, соединил шестой – Надвирнянский НПЗ к трубопроводной системе Украины. Общая протяженность нефтепровода – 110 км, мощность – 4,3 млн. т/год. Работа нефтепровода позволяет уменьшить экологические риски путем исключения перевозок нефти железнодорожным транспортом.

На сегодняшний день система магистральных нефтепроводов Украины включает 19 нефтепроводов диаметром до 1220 мм общей длиной около 4800 км, 51 нефтеперекачивающую станцию (НПС), работу которых обеспечивают 176 насосных агрегатов, единичной производительностью до 12500 м³/час. Суммарная электрическая мощность электроприводов составляет около 360 тыс. кВт. Пропускная способность системы равна 114 млн. т/год (на входе) и более 56 млн. т/год на выходе.

Общая номинальная емкость одиннадцати резервуарных парков системы магистральных нефтепроводов более 1000 тыс. кубометров.

В состав системы входит также морской нефтяной терминал Южный, предназначенный для приема, отгрузки и транспортировки нефти магистральными трубопроводами Украины. Мощность терминала 14,5 млн., с возможностью расширения до 45 млн. Девейт танкеров до 150 тыс. т. Емкость резервуарного парка терминала 200 тыс. кубометров.

Анализ нормативной документации. Магистральные трубопроводы проектируются таким образом, что заданное проектом значение их производительности обеспечивается насосными (для нефти и нефтепродуктов) или компрессорными (для газа) станциями. При этом предусматривается работа перекачивающих агрегатов станций на номинальных режимах, соответствующих номинальной частоте вращения их роторов и максимальному КПД.

Существует ряд нормативно-технической документации, направленной на обеспечение эффективной работы насосных установок магистральных нефтепроводов. Они определяют порядок проведения испытаний, необходимые условия эксплуатации, условия регулирования, ремонт и технику безопасности.

Стандарт [2] устанавливает сроки и определение основных понятий, которые касаются основных объектов магистральных трубопроводов, а

именно: магистральных газопроводов, магистральных нефтепроводов и магистральных нефтепродуктопроводов.

В стандарте [3,4] указаны нормы проектирования новых и реконструкции магистральных трубопроводов и ответвлений от них с условным диаметром до 1400 мм включительно с избыточным давлением среды свыше 1,2 МПа (12 кгс/см²) до 10 МПа (100 кгс/см²) (при одиночной прокладке и прокладке в технических коридорах) для транспортирования: нефти, нефтепродуктов (в том числе стабильного конденсата и стабильного бензина), природного, нефтяного и искусственного углеводородных газов из районов их добычи (от промыслов), производства или хранения до мест потребления (нефтебаз, перевалочных баз, пунктов налива, газораспределительных станций, отдельных промышленных и сельскохозяйственных предприятий и портов).

Нормы содержат указания, регламентирующие разработку технологических решений при проектировании магистральных нефтепроводов, имеют целью внедрение передовой технологии на базе реализации достижений науки, техники и передового отечественного и зарубежного опыта.

В нормах [5] определяется расчетное количество нефти, которое может пропустить нефтепровод в единицу времени при заданных параметрах нефти и режиме перекачки, а также давление, при котором обеспечивается расчетная производительность нефтепровода с учетом перераспределения потоков и на которое осуществляется раскладка труб.

Вопросы эксплуатации магистральных нефтепроводов подробно изложены в стандартах [6, 7, 8, 9]. Устанавливаются и регламентируются порядок управления и организации эксплуатации магистральных нефтепроводов. Приведены общие положения о магистральных нефтепроводах; изложены требования, предъявляемые к эксплуатации линейной части нефтепроводов, нефтеперекачивающих станций, баз приема и отгрузки нефти, пунктов подогрева и станций смешения нефти, систем защиты от статического электричества и молниезащиты.

Технология ведения ремонтных работ, основные показатели технологического регламента эксплуатации и ремонта оборудования сооружений нефтеперекачивающих станций, который позволяет планировать периодичность текущих, средних и капитальных ремонтов, трудозатраты на их проведение нормируются стандартами [10,11].

Правила пожарной безопасности при эксплуатации магистральных нефтепроводов Украины [12,13] устанавливают основные требования пожарной безопасности при эксплуатации магистральных нефтепроводов Украины для действующих предприятий.

Унифицированные технологические расчеты объектов магистральных нефтепроводов регламентируются стандартом [14], защита труб от коррозии – стандартом [15].

Качество и характеристики нефти определяются соответствующими стандартами. Так, требования к лабораториям, производящим анализы нефти при приемосдаточных операциях регламентируется стандартом [16], а порядок метрологического и технического обеспечения промышленной эксплуатации систем измерений количества и показателей качества нефти изложен в [17]. Калибровка средств измерений, алгоритмы обработки результатов и оценка неопределенности осуществляется согласно [18].

Методика выполнения измерений массы нефти в горизонтальных резервуарах в системе магистрального нефтепроводного транспорта определяется согласно [19]. Измерение плотности и относительной плотности производится согласно [20]. Определяются кинематическая и динамическая вязкость [21], температура потери текучести [22].

Насосным установкам нефтеперекачивающих станций также уделяется немалое внимание [23]. Нормируются уровни эксплуатационной вибрации центробежных насосов магистральных нефтепроводов [24]. Рассмотрены вопросы объемных [25] и динамических насосов [26], а также горизонтальные одноступенчатые центробежные насосы с полуспиральным подводом двустороннего входа с подачей от 65 до 13500 м³/ч и напором от 10 до 130 м [27].

Наибольший интерес представляет стандарт РД 39-3-477-80. Временная методика определения КПД насосных агрегатов магистральных нефтепроводов [28]. Настоящая методика предназначена для определения КПД магистральных насосов в условиях эксплуатации на участке нефтепровода с законченным технологическим циклом, где происходит перекачка нефти из насоса в насос.

Исходными величинами для определения КПД насосных агрегатов являются диспетчерские данные:

- давление на входе и выходе каждого насоса рассматриваемого участка;
- суточная производительность нефтепровода;
- перепад давления на дросселирующем органе всех НПС участка нефтепровода.

Кроме диспетчерских данных необходимо иметь мгновенные значения мощности электродвигателей насосов, замеряемые через каждые два часа. Замер мощности при этом может производиться как с помощью переносного комплекта К-51, так и по показаниям вольтметра, амперметра.

Данный стандарт определяет КПД насосных агрегатов, однако не устанавливает нормативных параметров обеспечения их эффективной работы.

Метрологическое обеспечение систем автоматического регулирования технологическими

процессами описано в [29], а вопросы создания и эксплуатации таких систем в [30].

Анализ существующих стандартов показал, что подавляющее большинство из них направлены на проектирование, эксплуатацию и ремонт магистральных нефтепроводов. Если отбросить все сопутствующие стандарты, включая стандарты, по определению физико-химических свойств нефти, то единственным стандартом, определяющим эффективность работы магистральных нефтепроводов является Стандарт РД 39-3-477-80. Временная методика определения КПД насосных агрегатов магистральных нефтепроводов [29]. Однако он лишь регламентирует методику определения эффективности и не позволяет ею управлять.

Обсуждение результатов

Приведенные сведения показывают масштабность и актуальность задачи энергосбережения на объектах магистральной транспортировки нефти Украины.

Анализ существующей нормативно-технической документации показал, что на сегодняшний день в нормативно-технической и нормативно-методической документации недостаточно полно сформулированы требования относительно создания и эксплуатации систем управления магистральных нефтепроводов, которые позволяют обеспечивать максимальную эффективность работы насосных установок и поддерживать их работу на уровне максимальных КПД.

Для создания нормативной документации, позволяющей обеспечивать максимальную энергоэффективность работы насосных установок нефтеперекачивающих станций необходимо выполнение цикла теоретических и экспериментальных научных исследований, включающих математическое моделирование физических явлений в магистральных нефтепроводах, создание алгоритмов определения эффективной работы насосных агрегатов в режиме реального времени и алгоритмов поддержки этого режима при заданных условиях эксплуатации.

Выводы

Задача энергосбережения при автоматическом регулировании магистральных нефтепроводов Украины своевременна и актуальна.

Существующее нормативное обеспечение, направленное на обеспечение эффективной работы насосных установок магистральных нефтепроводов Украины нуждается в усовершенствовании. Из существующих на сегодняшний день документов лишь один затрагивает вопрос эффективности работы насосных установок, однако в нем отсутствуют методики определения этого эффективного режима работы насосов и его поддержания при изменении

параметров технологического процесса нефтеперекачивающих станций.

Список литературы

1. **Канюк, Г. И.** Анализ резервов энергосбережения при управлении насосными агрегатами нефтеперекачивающих станций Украины / **Г. И. Канюк, О. В. Андреев, А. Ю. Мезеря, В. М. Князева** // *Інтегровані технології та енергозбереження. Щоквартальний науково-практичний журнал.* – Харків: НТУ «ХПІ». – 2015. – № 4. – С. 3-14.
2. **ДСТУ 4611:2006.** Магистральні трубопроводи. Термины и определения основных понятий.
3. **СНП 2.05.06-85.** Магистральные трубопроводы.
4. **ВНТП 2-86.** Нормы технологического проектирования магистральных нефтепроводов.
5. **ВНТП 2-86.** Нормы технологического проектирования магистральных нефтепроводов.
6. **РД-153-39.4-056-00.** Правила технической эксплуатации магистральных нефтепроводов.
7. **РД 39-0147103-344-86.** Правила технической эксплуатации систем сбора и внутрипромыслового транспорта нефти и газа.
8. **РД 39-30-114-78.** Правила технической эксплуатации магистральных нефтепроводов.
9. **СТП 320.001587864.034-2002.** Правила технической эксплуатации промышленных трубопроводов газовых, газоконденсатных и нефтяных месторождений.
10. **РД 39-30-1209-84.** Руководство по организации эксплуатации и технологии технического обслуживания и ремонта оборудования и сооружений нефтеперекачивающих станций.
11. **ДСТУ 8753:2017.** Магистральні трубопроводи. Лінійна частина. Ремонт участків трубопроводов діаметром до 1220 мм. Основні положення.
12. **НАПБ В.01.021-97/510.** Правила пожарной безопасности при эксплуатации магистральных нефтепроводов Украины.
13. **ДНАОП 1.1.21-1.** Правила безопасности в нефтегазодобывающей промышленности Украины.
14. **РД-75.180.00-КТН-198-09.** Унифицированные технологические расчеты объектов магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов
15. **ДСТУ 4219-2003.** Трубопроводи сталеві магистральні загальні вимоги до захисту від корозії.
16. **РД 39-0147103-354-89.** Типовое положение о лаборатории, проводящей анализы нефти при приемосдаточных операциях.
17. **РМГ 98-2010. ГСИ.** Порядок метрологического и технического обеспечения промышленной эксплуатации систем измерений количества и показателей качества нефти, трубопоршневых установок и средств в их составе.
18. **РМГ 115-2011. ГСИ.** Калибровка средств измерений. Алгоритмы обработки результатов измерений и оценивания неопределенности.
19. **РМГ 87-2009. ГСИ.** Масса нефти. Методика выполнения измерений в горизонтальных резервуарах в системе магистрального нефтепроводного транспорта. Основные положения.
20. **ДСТУ ГОСТ 31072:2006.** Нафта і нафтопродукти. Метод визначення густини, відносної густини та густини в градусах API ареометром.
21. **ДСТУ (ГОСТ 33-2003) (ИСО 3104-94).** Нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости.

- Определение кинематической вязкости и расчет динамической вязкости.
22. **ДСТУ ISO 3016:2017 (ISO 3016:1994, IDT).** Нефтепродукты. Определение температуры потери текучести.
 23. **ДСТУ 3063-95.** Насоси. Класифікація. Терміни та визначення.
 24. **РД39-30-1339-85.** Агрегаты электронасосные, центробежные нефтяные магистральные. Нормы вибрации (эксплуатационные).
 25. **ДСТУ 2192-93.** Гідроприводи об'ємні. Насоси об'ємні та гідромотори. Загальні технічні вимоги.
 26. **ГОСТ 6134-87.** Насосы динамические. Методы испытаний.
 27. **ГОСТ 10272-87.** Насосы центробежные двустороннего входа. Основные параметры.
 28. **РД 39-3-477-80.** Временная методика определения КПД насосных агрегатов магистральных нефтепроводов.
 29. **ДСТУ 2709-94.** Автоматизовані системи керування технологічними процесами. Метрологічне забезпечення. Основні положення.
 30. **ОРММ-2 АСУ ТП.** Общепромышленные руководящие методические материалы по созданию и применению автоматизированных систем управления технологическими процессами в отраслях промышленности. ГКНТ.1981.
 11. **ДСТУ 8753:2017.** Magistralnyye nefteprovody. Lineynaya chast. Remont uchastkov nefteprovodov diametrom do 1220 mm. Osnovnyye polozheniya.
 12. **NAPB V.01.021-97/510.** Pravila pozharnoy bezopasnosti pri ekspluatatsii magistralnykh nefteprovodov Ukrainy.
 13. **DNAOP 1.1.21-1.** Pravila bezopasnosti v neftegazodobyvayushchey promyshlennosti Ukrainy.
 14. **RD-75.180.00-KTN-198-09.** Unifitsirovannyye tekhnologicheskyye raschety obyektov magistralnykh nefteprovodov i nefteproduktoprovodov
 15. **ДСТУ 4219-2003.** Truboprovodi stalevi magistralni zagalni vimogi do zakhistu vid korozii.
 16. **RD 39-0147103-354-89.** Tipovoye polozheniye o laboratorii. provodyashchey analizu nefti pri priyemodatochnykh operatsiyakh.
 17. **RMG 98-2010. GSI.** Poryadok metrologicheskogo i tekhnicheskogo obespecheniya promyshlennoy ekspluatatsii sistem izmereniy kolichestva i pokazateley kachestva nefli. truboporshnevnykh ustanovok i sredstv v ikh sostave.
 18. **RMG 115-2011. GSI.** Kalibrovka sredstv izmereniy. Algoritmy obrabotki rezultatov izmereniy i otsenivaniya neopredelennosti.
 19. **RMG 87-2009. GSI.** Massa nefli. Metodika vypolneniya izmereniy v gorizontalnykh rezervuarakh v sisteme magistralnogo nefteprovodnogo transporta. Osnovnyye polozheniya.
 20. **ДСТУ ГОСТ 31072:2006.** Nafta i naftoprodukti. Metod viznachennya gustini. vidnosnoi gustini ta gustini v gradusakh ARI areometrom.
 21. **ДСТУ (ГОСТ 33-2003) (ISO 3104-94).** Nefteprodukty. Prozhachnyye i neprozrachnyye zhidkosti. Opredeleniye kinemacheskoy vyazkosti i raschet dinamicheskoy vyazkosti.
 22. **ДСТУ ISO 3016:2017 (ISO 3016:1994, IDT).** Nefteprodukty. Opredeleniye temperatury poteri tekuchesti.
 23. **ДСТУ 3063-95.** Nasosi. Klasifikatsiya. Termini ta viznachennya.
 24. **RD39-30-1339-85.** Agregaty elektronasosnyye. tsentrobezhnyye neftyanyye magistralnyye. Normy vibratsii (ekspluatatsionnyye).
 25. **ДСТУ 2192-93.** Gidroprivodi ob'emni. Nasosi ob'emni ta gidromotori. Zagalni tekhnichni vimogi.
 26. **ГОСТ 6134-87.** Nasosy dinamicheskyye. Metody ispytaniy.
 27. **ГОСТ 10272-87.** Nasosy tsentrobezhnyye dvustoronnego vkhoda. Osnovnyye parametry.
 28. **РД 39-3-477-80.** Vremennaya metodika opredeleniya KPD nasosnykh agregatov magistralnykh nefteprovodov.
 29. **ДСТУ 2709-94.** Avtomatizovani sistemi keruvannya tekhnologichnymi protsesami. Metrologichne zabezpechennya. Osnovni polozhennya.
 30. **ОРММ-2 АСУ ТП.** Obshcheotraslevyye rukovodyashchiye metodicheskyye materialy po sozdaniyu i primeneniyu avtomatizirovannykh sistem upravleniya tekhnologicheskimi protsessami v otraslyakh promyshlennosti. GKNT.1981.

References (transliterated)

1. **Kanyuk, G. I., Andreev, O. V., Mezerya, A. Yu., Knyazeva, V. M.** Analiz rezervov energosberezheniya pri upravlenii nasosnymi agregatami nefteperekachivayushchikh stantsiy Ukrainy. *Integrovani tekhnologii ta energozberezheniya. Shchokvartalniy naukovo-praktichniy zhurnal.* – Kharkiv: NTU «KhPI», 2015, 4, 3-14.
2. **ДСТУ 4611:2006.** Magistralnyye truboprovody. Terminy i opredeleniya osnovnykh ponyatiy.
3. **SNiP 2.05.06-85.** Magistralnyye truboprovody.
4. **VNTP 2-86.** Normy tekhnologicheskogo proyektirovaniya magistralnykh nefteprovodov.
5. **VNTP 2-86.** Normy tekhnologicheskogo proyektirovaniya magistralnykh nefteprovodov
6. **RD-153-39.4-056-00.** Pravila tekhnicheskoy ekspluatatsii magistralnykh nefteprovodov.
7. **RD 39-0147103-344-86.** Pravila tekhnicheskoy ekspluatatsii sistem sbora i vnutripromyslovogo transporta nefli i gaza.
8. **RD 39-30-114-78.** Pravila tekhnicheskoy ekspluatatsii magistralnykh nefteprovodov.
9. **STP 320.001587864.034-2002.** Pravila tekhnicheskoy ekspluatatsii promyslovykh truboprovodov gazovykh. gazokondensatnykh i neftyanykh mestorozhdeniy.
10. **RD 39-30-1209-84.** Rukovodstvo po organizatsii ekspluatatsii i tekhnologii tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta oborudovaniya i sooruzheniy nefteperekachivayushchikh stantsiy.

Сведения об авторах (About authors)

Князева Виктория Николаевна – ассистент, Украинская инженерно-педагогическая академия, ассистент кафедры Теплоэнергетики и энергосберегающих технологий, г. Харьков, Украина; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3106-4897>; e-mail: vitek911@ukr.net.

Viktoriya Kniazieva – Assistant, Ukrainian Engineering Pedagogical Academy, Assistant of the Department of Power Engineering and Energy Saving Technologies, Kharkiv, Ukraine; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3106-4897>; e-mail: vitek911@ukr.net.

Канюк Геннадій Іванович – доктор технічних наук, професор, Українська інженерно-педагогічна академія, професор кафедри Теплоенергетики і енергозберігаючих технологій, г. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1399-9039>; e-mail: art-studio_diana_@ukr.net.

Gennady Kanyuk – Doctor of Technical Sciences, professor, Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy, Professor of the Department of Power Engineering and Energy Saving Technologies, Kharkov, Ukraine; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1399-9039>; e-mail: art-studio_diana_@ukr.net.

Мезеря Андрій Юрьевич – кандидат технічних наук, доцент, Українська інженерно-педагогічна академія доцент кафедри Теплоенергетики і енергозберігаючих технологій, г. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2946-9593>; e-mail: mezzer@mail.ru.

Andrey Mezerya – Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), Associate Professor, Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy Associate Professor of the Department of Power Engineering and Energy Saving Technologies, Kharkiv, Ukraine; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2946-9593>; e-mail: mezzer@mail.ru.

Андреев Александр Витальевич – кандидат технічних наук, доцент, Українська інженерно-педагогічна академія доцент кафедри Теплоенергетики і енергозберігаючих технологій, г. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2601-1491>; e-mail: vitok911@ukr.net.

Alexander Andreev – Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), Associate Professor, Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy Associate Professor of the Department of Power Engineering and Energy Saving Technologies, Kharkiv, Ukraine; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2601-1491>; e-mail: vitok911@ukr.net.

Пожалуйста, ссылаетесь на эту статью следующим образом:

Князева, В. Н. Анализ нормативных документов по обеспечению эффективной работы насосных установок магистральных нефтепроводов / **В. Н. Князева, Г. И. Канюк, А. Ю. Мезеря, А. В. Андреев** // *Вестник НТУ «ХПИ», Серия: Новые решения в современных технологиях.* – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2019. – № 5 (1330). – С. 27-33. – doi: 10.20998/2413-4295.2019.05.04.

Please cite this article as:

Kniazieva, V., Kanyuk, G., Mezerya, A., Andreev A. Analysis of normative documents for ensuring efficient work of pumped installations of main oil pipelines. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies.* – Kharkiv: NTU "KhPI", 2019, 5 (1330), 27-33, doi:10.20998/2413-4295.2019.05.04.

Будь ласка, посилайтесь на цю статтю наступним чином:

Князева, В. М. Аналіз нормативних документів щодо забезпечення ефективної роботи насосних установок магистральних нафтопроводів / **В. М. Князева, Г. І. Канюк, А. Ю. Мезеря, О. В. Андреев** // *Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях.* – Харків: НТУ «ХПІ». – 2019. – № 5 (1330). – С. 27-33. – doi:10.20998/2413-4295.2019.05.04.

АНОТАЦІЯ У статті наведена історія розвитку магистральних нафтопроводів України, яка є найбільшим транзитером газу і нафти в Європі. Проведено аналіз встановлених потужностей магистральних нафтопроводів України і потужностей, споживаних насосними установками нафтоперекачувальних станцій. Наведені відомості показують масштабність і актуальність задачі енергозбереження на об'єктах магистрального транспортування нафти України. Визначено, що зниження витрат енергії можливо шляхом розробки і впровадження систем автоматичного енергозберігаючого регулювання нафтоперекачувальних насосних установок і забезпечення максимальних значень коефіцієнтів корисної дії за рахунок оптимального регулювання частоти їх обертання. Проведено аналіз нормативної літератури, спрямованої на забезпечення ефективної роботи систем транспортування нафти магистральними нафтопроводами, а саме: експлуатація, управління, ремонт систем транспортування нафти і насосних установок, встановлених на нафтоперекачувальних станціях. Показано, що в існуючій нормативній документації недостатньо висвітлені питання забезпечення максимальної ефективності роботи насосних установок магистральних нафтопроводів в різних режимах експлуатації. З усіх існуючих нормативних документів фактично лише один спрямований на визначення ефективності роботи насосних установок нафтоперекачувальних станцій, при цьому в ньому відсутні рекомендації щодо підвищення ефективності та підтримці її на необхідному рівні. Поза увагою залишаються такі важливі науково-технічні аспекти проблеми, як оптимізація процесів керування насосними установками магистральних нафтопроводів за прямими критеріями мінімізації енергетичних втрат. Без уваги залишаються такі важливі науково-технічні аспекти проблеми, як оптимізація процесів керування насосними установками магистральних нафтопроводів за прямими критеріями мінімізації енергетичних втрат. Зроблено висновок, що для створення нормативної документації, яка б дозволила забезпечувати максимальну енергоефективність роботи насосних установок нафтоперекачувальних станцій необхідно виконання циклу теоретичних і експериментальних наукових досліджень, що включають математичне моделювання фізичних явищ в магистральних нафтопроводах, створення алгоритмів визначення ефективної роботи насосних агрегатів в режимі реального часу і алгоритмів підтримки цього режиму за заданих умов експлуатації.

Ключові слова: насосна установка; нормативне забезпечення; енергоефективність; нафтоперекачувальна станція; магистральний нафтопровід.

Поступила (received) 28.02.2019