

В. Н. Артюшкин

**ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ТРУБОПРОВОДНОМ
ТРАНСПОРТЕ НЕФТИ**

Монография

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2021

УДК 622.692.2
ББК 39.77
А86

Рецензент:
доцент *Е. И. Заборовский*

А86 **Артюшкин, В. Н.** Приоритетные направления энергосбережения в трубопроводном транспорте нефти : монография / В. Н. Артюшкин. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 136 с. : ил., табл.
ISBN 978-5-9729-0377-1

Приведены основные сведения об энергосбережении при транспортировке нефти по магистральным трубопроводам. Рассмотрены причины непроизводительных затрат топливно-энергетических ресурсов (электроэнергии, тепла и топлива) и приоритетные направления по энергосбережению на объектах трубопроводного транспорта углеводородов на примере предприятий ПАО «АК «Транснефть».

Для студентов и аспирантов нефтяных специальностей, а также инженеров, занимающихся вопросами энергосбережения на объектах трубопроводного транспорта нефти.

УДК 622.692.2
ББК 39.77

ISBN 978-5-9729-0377-1

© Артюшкин В. Н., 2021
© Издательство «Инфра-Инженерия», 2021
© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2021

ВВЕДЕНИЕ

Основные направления развития топливно-энергетического комплекса (ТЭК) определены Энергетической стратегией России на период до 2020 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 28.08.2003 № 1234-р. При этом целью энергетической политики является максимальное обеспечение энергетической безопасности Российской Федерации, эффективное использование природных топливно-энергетических ресурсов и потенциала энергетического сектора для роста экономики и повышения качества жизни населения страны [6].

Нефтепроводный транспорт углеводородов является одной из важнейших отраслей топливно-энергетического комплекса страны. От надежной и экономичной перекачки нефти по трубопроводам во многом зависит стабильность обеспечения народного хозяйства углеводородами.

Удаленность областей потребления углеводородов от мест их добычи и переработки ведет к увеличению протяженности вводимых в эксплуатацию нефтепроводных магистралей. Растет не только длина трубопроводов, но и диаметр, значительно возрастают мощность и производительность нефтеперекачивающего оборудования, увеличивается рабочее давление в трубах, создаваемое магистральными насосами, и возрастает потребляемая энергия, которая требуется для осуществления технологических процессов транспортировки нефти. При этом транспортировка нефтегрузов по магистральным трубопроводам должна быть бесперебойной, дешевой, с минимальными материальными затратами.

Транспорт нефти от мест их добычи и нефтепродуктов от нефтеперерабатывающих заводов, а также хранение нефти сопровождаются значительными затратами ресурсов – материальными и энергетическими, сокращение которых – важная народнохозяйственная задача.

В настоящее время технического подъёма энергосбережение – одна из приоритетных задач экономического развития промышленности. Это связано не только с дефицитом основных энергоресурсов, возрастающей стоимостью их добычи, но и с глобальными экологическими проблемами. Энергосбережение в любой сфере сводится, по существу, к снижению непроизводительных затрат энергии.

В Федеральном законе «Об энергосбережении» № 28-ФЗ от 03.04.96 г. с изменениями от 05.04.03 г. № 42-ФЗ отмечено, что политика государства в области энергосбережения осуществляется, прежде всего, путем [4]:

- стимулирования производства и использования топливно-и энергосберегающего оборудования;
- организации учёта расхода энергетических ресурсов, а также контроля за их расходом;
- осуществления государственного надзора за эффективным использованием энергетических ресурсов;
- проведения энергетических обследований организаций (энергоаудита);
- проведения энергетической экспертизы проектной документации для строительства;
- реализации экономических, информационных, образовательных и других направлений деятельности в области энергосбережения.

В транспортировке нефти ресурсосбережение будет осуществляться за счет реконструкции объектов нефтепроводов и системной организации технологических режимов их работы, сокращения потерь нефти, внедрения автоматизированных систем управления и телемеханики, улучшения технического состояния нефтеперекачивающих агрегатов, за счёт применения инновационных решений, которые могут быть осуществимы технически и обоснованы экономически. Одной из основных задач энергосбережения является снижение эксплуатационных расходов на транспортировку нефти.

Анализ потерь в сфере производства, распределения и потребления электроэнергии показывает, что большая часть потерь – до 90 % – приходится на сферу энергопотребления, тогда как потери при передаче электроэнергии составляют лишь 9–10 %. Поэтому основные усилия по энергосбережению необходимо прикладывать именно в сфере потребления электроэнергии.

Основная роль в увеличении эффективности использования энергии принадлежит современным энергосберегающим технологиям.

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

АИИС КУЭ – автоматизированная информационно-измерительная система коммерческого учета энергоносителей

АК – акционерная компания

АСТУЭ – автоматизированная система технического учета энергоносителей

АСУ – автоматизированная система управления

ВЛ – высоковольтная линия

ДАО – дочернее акционерное общество

ДТ – дизельное топливо

ЗРУ – закрытое распределительное устройство

КПД – коэффициент полезного действия

ЛПДС – линейная производственно-диспетчерская станция

МН – магистральные нефтепроводы

МНА – магистральный нефтяной насос

НПЗ – нефтеперерабатывающий завод

НПС – насосная перекачивающая станция

ОГЭ – отдел главного энергетика

ПНА – подпорный нефтяной насос

РВС – резервуар вертикальный стальной со стационарной крышей

РВСП – резервуар вертикальный стальной с понтоном

РВСПК – резервуар вертикальный стальной с плавающей крышей

РНУ – районное нефтепроводное управление

ТЭК – топливно-энергетический комплекс

ТЭР – топливно-энергетические ресурсы

ЧРП – частотно-регулируемый привод

ЭСМ – энергосберегающее мероприятие

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И ПОНЯТИЯ ОБ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИИ И ЭНЕРГОЗАТРАТАХ В ТРУБОПРОВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ НЕФТИ

1.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ В ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИИ

Для дальнейшего рассмотрения мероприятий по энергосбережению необходимо знать термины и понятия в энергопотреблении, определяемые основными нормативно-техническими документами [10,11, 12, 13, 14].

Основные термины и понятия энергосбережения

Основные термины и определения приведены в ГОСТ Р 51387-99 «Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение» [12]. Рассмотрим некоторые из них.

1. Энергоноситель – вещество или форма материи, находящиеся в различных агрегатных состояниях (твердое, жидкое, газообразное, плазма, поле, излучение). Энергия этих веществ при создании определенных условий используется для целей энергоснабжения.

2. Природный энергоноситель – энергоноситель, образовавшийся в результате природных процессов: вода гидросферы (при использовании энергии рек, морей, океанов); горячая вода и пар геотермальных источников; воздух атмосферы (при использовании энергии ветра); органическое топливо (нефть, газ, уголь, торф, сланцы), биомасса.

3. Произведенный энергоноситель – энергоноситель, полученный как продукт производственного технологического процесса: водяной пар различных параметров котельных установок и других парогенераторов; горячая вода; сжатый воздух, ацетилен; продукты переработки органического топлива и биомассы и т. п.

4. Топливо-энергетические ресурсы (ТЭР) – совокупность природных и производственных энергоносителей, запасенная энергия

которых при существующем уровне развития техники и технологии доступна для использования в хозяйственной деятельности предприятий, транспорта, жилищно-коммунальном комплексе.

5. Вторичные топливно-энергетические ресурсы (ВЭР) – топливно-энергетические ресурсы, полученные как отходы или побочные продукты (выбросы) производственного технологического процесса.

6. Первичная энергия – энергия, заключенная в ТЭР.

7. Полезная энергия – энергия, теоретически необходимая (в идеализированных условиях) для осуществления заданных операций, технологических процессов или выполнения работы и оказания услуг.

8. Возобновляемые топливно-энергетические ресурсы – природные энергоносители, постоянно пополняемые в результате естественных (природных) процессов.

9. Энергоустановка – комплекс взаимосвязанного оборудования и сооружений, предназначенных для производства или преобразования, передачи, накопления, распределения или потребления энергии.

10. Рациональное или эффективное использование ТЭР – использование топливно-энергетических ресурсов, обеспечивающее достижение максимальной при существующем уровне развития техники и технологии эффективности с учетом ограниченности их запасов и соблюдения требований снижения техногенного воздействия на окружающую среду и других требований общества.

11. Экономия ТЭР – сравнительное в сопоставлении с базовым, эталонным значением сокращение потребления ТЭР на производство продукции, выполнение работ и оказание услуг установленного качества без нарушения экологических и других ограничений в соответствии с требованиями общества.

12. Непроизводительный расход ТЭР – потребление ТЭР, обусловленное несоблюдением или нарушением требований, установленных государственными стандартами, иными нормативными актами, нормативными и методическими документами.

13. Энергосбережение – реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное (рациональное) использование (и экономное расходование) ТЭР и на вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии.

14. Показатель энергосбережения – качественная и (или) количественная характеристика проектируемых или реализуемых мер по энергосбережению.

15. Энергосберегающая политика – комплексное системное проведение на государственном уровне программы мер, направленных на создание необходимых условий организационного, материального, финансового и другого характера для рационального использования и экономного расходования ТЭР.

16. Энергетическое обследование потребителей ТЭР – обследование промышленных предприятий с целью установления показателей эффективности их использования и выработки экономически обоснованных мер по их повышению.

17. Топливо-энергетический баланс (ТЭБ) – система показателей, отражающая полное количественное соответствие между приходом и расходом (включая потери и остаток) ТЭР в хозяйстве в целом или на отдельных его участках (отрасль, регион, предприятие, цех, процесс, установка) за выбранный интервал времени. Термин выражает полное количественное соответствие (равенство) за определенный интервал времени между расходом и приходом энергии и топлива всех видов в энергетическом хозяйстве. Топливо-энергетический баланс является статической характеристикой динамической системы энергетического хозяйства за определенный интервал времени. Оптимальная структура топливо-энергетического баланса является результатом оптимизационного развития энергетического хозяйства.

18. Энергетический паспорт промышленного потребителя ТЭР – нормативный документ, отражающий баланс потребления и показатели эффективности использования ТЭР в процессе хозяй-

ственной деятельности объектом производственного назначения и могущий содержать энергосберегающие мероприятия.

19. Энергосберегающая технология – это новый или усовершенствованный технологический процесс, характеризующийся более высоким коэффициентом полезного использования ТЭР.

20. Показатель энергетической эффективности – абсолютный, удельный или относительный параметр потребления или потерь энергетических ресурсов для продукции любого назначения или технологического процесса.

21. Коэффициент полезного использования энергии – отношение всей полезно используемой в хозяйстве (участке, энергоустановке и т. п.) энергии к суммарному количеству израсходованной энергии.

22. Коэффициент полезного действия – отношение полезной энергии к подведенной; параметр, характеризующий совершенство процесса превращения, преобразования или передачи энергии.

23. Потеря энергии – разность между количеством подведенной (первичной) и потребляемой (полезной) энергии.

24. Полная энергоемкость продукции – параметр расхода энергии и (или) топлива на изготовление продукции, включая расход на добычу, транспортировку, переработку полезных ископаемых и производство сырья, материалов, деталей с учетом коэффициента использования сырья и материалов.

25. Энергоемкость производства продукции – параметр потребления энергии и (или) топлива на основные и вспомогательные технологические процессы изготовления продукции, выполнение работ, оказание услуг на базе заданной технологической системы.

26. Показатель экономичности энергопотребления изделием – количественная характеристика эксплуатационных свойств, отражающих техническое совершенство конструкции, качество изготовления, уровень или степень потребления энергии и (или) топлива при использовании этого изделия по прямому функциональному назначению.

27. Потребитель топливно-энергетических ресурсов – физическое или юридическое лицо, осуществляющее пользование топливом, электрической энергией и (или) тепловой энергией (мощностью).

28. Организация-энергоаудитор (энергоаудитор) – юридическое лицо (организация, кроме государственных федеральных надзорных органов), осуществляющее энергетическое обследование потребителей ТЭР и имеющее лицензию на выполнение этих работ.

1.2. СОСТАВ ЭНЕРГОЗАТРАТ В ТРУБОПРОВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ НЕФТИ

При транспортировке нефти по трубопроводам используются, главным образом, следующие основные виды энергии: **электрическая, тепловая и топливная**. Высокая энергоемкость технологических процессов на магистральных нефтепроводах заставляет искать пути оптимального энергопотребления, а также внедрять механизмы снижения энергозатрат.

Состав статей потребления электроэнергии в трубопроводном транспорте нефти приведен в табл. 1.1 [19].

Таблица 1.1

Структура потребления электроэнергии по направлениям использования

Вид деятельности, группы потребления электроэнергии	Состав статей потребления электроэнергии
1	2
I. Производственное потребление электроэнергии	
<i>1. Технологические нужды на транспортировку нефти (учитываются при расчете удельного расхода электроэнергии на перекачку нефти)</i>	
Потребление насосными агрегатами	Электропривод магистральных и подпорных насосов

Вид деятельности, группы потребления электроэнергии	Состав статей потребления электроэнергии
1	2
Собственные нужды НПС, ЛПДС, административные здания РНУ, ОАО	Электропривод вспомогательных систем НПС (маслосистема, водоснабжение, откачка утечек, вентиляция, освещение, электропривод агрегатных задвижек), электропривод технологических задвижек, задвижек и технологического оборудования резервуарного парка; освещение территории НПС; электропривод оборудования (ПГС, КНС, мехмастерские, водонасосные и др.); поверка узлов учета; освещение зданий, административно-бытовых помещений НПС, РНУ и ОАО; потери электроэнергии в сетях и трансформаторах
Линейная часть НПС, ЛПДС	Электропривод запорной арматуры, технологического оборудования КППСОД, нужды средств ЭХЗ, телемеханики и автоматики
<i>2. Слив-налив нефти, перевалка</i>	
Насосные агрегаты и собственные нужды	Электропривод насосов для слива-налива нефти в железнодорожные цистерны, нефтеналивные суда, поставка на НПЗ; электропривод вспомогательных систем НПС (вентиляция, освещение, электропривод агрегатных задвижек), электропривод технологических задвижек и задвижек резервуарного парка; электропривод вспомогательного (ремонтно-механического оборудования); прием и очистка балластной воды; освещение территории, производственных и административно-бытовых помещений; потери электроэнергии в сетях и трансформаторах
<i>3. Вспомогательные нужды НПС</i>	
Выработка теплоэнергии (котельные, тепловые пункты)	Электропривод насосов, вентиляторов, дымососов и другого оборудования, электропривод мазутного (нефтяного хозяйства); электроподогрев топлива; наружное и внутреннее освещение котельных и тепловых пунктов
Прочее производственное потребление (БПТО и КО, ЦБПО и др.)	Электропривод производственного и вспомогательного оборудования (ПГС, КНС, мехмастерские, водонасосные и др.); освещение зданий, административно-бытовых помещений; потери электроэнергии в сетях и трансформаторах, внутростанционная перекачка, рабочая столовая и др.

Вид деятельности, группы потребления электроэнергии	Состав статей потребления электроэнергии
1	2
II. Коммунально-бытовое потребление	
Коммунально-бытовое потребление	Электропотребление объектов социально-бытовых направлений, находящихся на балансе ОАО
III. Отпуск электроэнергии на сторону	
Отпуск электроэнергии на сторону	1. Электроэнергия, отпускаемая сторонним потребителям по договорам (в т. ч. населению). 2. Электроэнергия, расходуемая на объектах, переданных в аренду

Потребление основных видов энергии распределяется неравномерно. На рис. 1.1 показано примерное распределение расхода различных видов энергии, используемых в трубопроводном транспорте нефти в ОАО «АК «Транснефть».

Здесь можно видеть, что основным видом энергоресурсов является электроэнергия, на которую приходится около **82 %** от общего потребления ТЭР; доля котельно-печного топлива в общем балансе расхода ТЭР составляет порядка **10 %**; доля покупной тепловой энергии – около **1 %**; моторного топлива – чуть более **7 %** [16].

Доля финансовых затрат на электроэнергию составляет около **86 %**, на моторное топливо приходится около **10 %** от общих финансовых затрат на оплату ТЭР, на котельно-печное топливо – **около 4 %**, на покупную теплоту – **около 0,4 %** и на водопотребление (затраты на воду, полученные от сторонних источников) – около **0,1 %** (рис. 1.2).