

Людмила Борисовна ПОЛОВНИКОВА¹
Борис Дмитриевич ПОЛОВНИКОВ²

УДК 536.2

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ НА ПУРТАЗОВСКОЙ ПРОМПЛОЩАДКЕ ООО «ГАЗПРОМ ТРАНСГАЗ СУРГУТ»

¹ кандидат педагогических наук, доцент кафедры электроэнергетики,
филиал Тюменского индустриального университета,
Тобольский индустриальный институт
ludmila-polov@mail.ru

² Ново-Уренгойское ЛПУ МГ ООО «Газпром трансгаз Сургут»,
Пуртазовская промплощадка
boris454@mail.ru

Аннотация

В данной статье описывается оригинальное инженерное решение по модернизации электрообогрева водовода в суровых условиях Севера Западной Сибири. Новизна предлагаемого решения состоит во внедрении дополнительного контроля включения линии от скважин водозабора до станции фильтрации воды вахтового жилого комплекса компрессорной станции Пуртазовской промплощадки ООО «Газпром трансгаз Сургут». Предложенное рационализаторское решение не имеет аналогов в сфере электрообогрева водовода.

Актуальность предлагаемого нововведения определяет его значимость и востребованность в суровых условиях Севера, его применение снижает трудозатраты и определяет экономическую эффективность и безопасную транспортировку существующего источника водоснабжения в суровых условиях Севера Западной Сибири на компрессорной станции «Пуртазовская» Ново-Уренгойского линейного производственного управления магистральных газопроводов ООО «Газпром трансгаз Сургут».

Цитирование: Половникова Л. Б. Повышение энергоэффективности и энергосбережения на Пуртазовской промплощадке ООО «Газпром трансгаз Сургут» / Л. Б. Половникова, Б. Д. Половников // Вестник Тюменского государственного университета. Физико-математическое моделирование. Нефть, газ, энергетика. 2021. Том 7. № 3 (27). С. 41-52.
DOI: 10.21684/2411-7978-2021-7-3-41-52

Цель исследования состояла в предложении рационального решения по изменению проектной системы энергоснабжения линий обогрева трубопроводов водоснабжения вахтового жилого комплекса (ВЖК). В задачи исследования входили: анализ недостатков проектной системы энергоснабжения; предложение методики модернизации системы контроля работы линий электрообогрева; реконструкция системы электрообогрева. Особенностью нововведения выступает полная автономность компрессорной станции. Электроэнергия вырабатывается собственной электростанцией. Тепло подает собственная котельная. Источником водоснабжения на хозяйственно-питьевые и производственно-противопожарные нужды является существующий и функционирующий водозабор из подземных источников (артезианских скважин). Единственным способом промышленного электрообогрева трубопроводов длиной до тридцати километров, который не требует сопроводительной сети, является СКИН-система.

Методика исследования состояла в изменении схемы электроснабжения линий обогрева трубопроводов водоснабжения и ее монтажа, что позволило получить актуальное техническое решение для условий Крайнего Севера и способствовало повышению энергоэффективности и энергосбережения.

Ключевые слова

Теплопередача, энергоэффективность, энергосбережение, теплопроводность, электрообогрев водовода, система контроля работы линий электрообогрева.

DOI: 10.21684/2411-7978-2021-7-3-41-52

Введение

Модернизация схемы электроснабжения линий обогрева трубопроводов водоснабжения представляет собой актуальное техническое решение для условий Крайнего Севера. Оно показало экономическую эффективность и безопасную транспортировку существующего источника водоснабжения в суровых условиях севера Западной Сибири на компрессорной станции «Пуртазовская» Ново-Уренгойского ЛПУ МГ ООО «Газпром трансгаз Сургут» (рис. 1).

Промышленная промплощадка располагается на 104 км трассы газопровода в районе р. Пур Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области, на севере Западно-Сибирской низменности в районе распространения вечной мерзлоты. Ближайшим населенным пунктом является пос. Уренгой. Климат на территории Пуртазовской промплощадки избыточно влажный с холодным летом и умеренно-суровой снежной зимой. Для климатического режима характерна продолжительная зима с периодом устойчивых морозов в 201 день, короткое лето и короткие переходные сезоны — весна и осень, короткий безморозный период в 79 дней. Абсолютный минимум — -58°C , а абсолютный максимум — $+34^{\circ}\text{C}$ [6].

Основная задача объектов энергетики компрессорной станции состоит в работоспособности системы энергоснабжения в бесперебойном режиме, с избеганием самопроизвольного и бесконтрольного отключения основного и вспомогательного оборудования. Компрессорная станция полностью автономна. Электроэнергия



Рис. 1. Компрессорная станция «Пуртазовская»

Fig. 1. Purtazovskaya compressor station



Рис. 2. Водозабор Пуртазовской промплощадки

Fig. 2. Water intake of the Purtazovskaya industrial site

вырабатывается собственной электростанцией. Тепло вырабатывают собственные котельные станции. Работа ведется вахтовым методом.

Источником водоснабжения на хозяйственно-питьевые и производственно-противопожарные нужды является существующий и функционирующий водозабор из подземных источников (артезианских скважин) (рис. 2).

Для функционирования системы водоснабжения предусмотрена система обогрева проложенных над поверхностью земли водоводов в общей тепловой изоляции с применением индукционно-резистивной системы нагрева (ИРСН) от устья водозаборных скважин до станции фильтрации воды вахтового жилого комплекса греющим кабелем (рис. 3).

На сегодня единственным способом промышленного электрообогрева трубопроводов длиной до 30 км, который не требует сопроводительной сети, является СКИН-система [10, 11].

СКИН-система, или индукционно-резистивная система нагрева (ИРСН), предназначена для разогрева, поддержания температуры и защиты от замерзания сверхдлинных трубопроводов [4]. На рис. 4 представлена схема прокладки трасс для электропитания СКИН-системы, которая реализована на вахтово-жилом комплексе Пуртазовской промплощадки [7].



Рис. 3. Обогреваемая линия водовода

Fig. 3. Heated water line

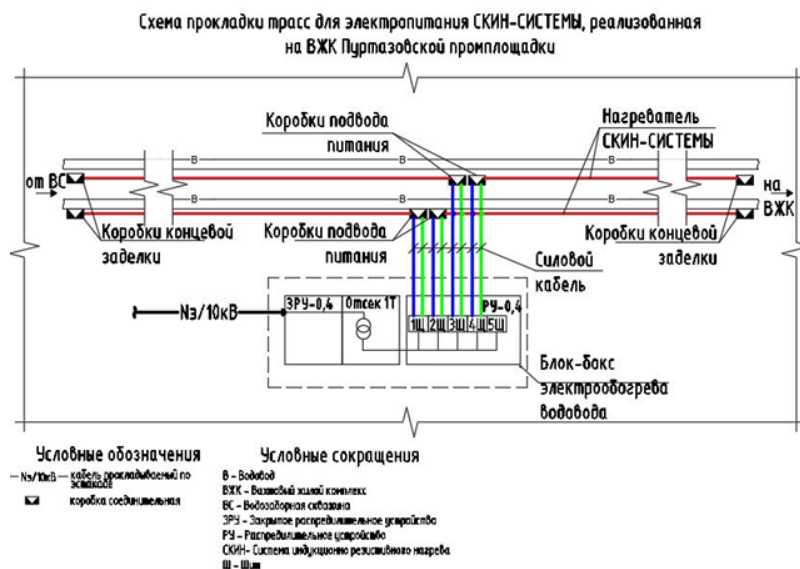


Рис. 4. Схема прокладки трасс для электропитания СКИН-системы

Fig. 4. Diagram of laying routes for the power supply of the SKIN system

Важность использования индукционно-резистивной системы нагрева обусловлена ее главными преимуществами [6, 8, 9]:

- оснащенность автоматизированными системами управления, которые точно и по заданному алгоритму поддерживают выбранный режим, легко интегрируются с АСУ верхнего уровня и могут применяться на сложных и разветвленных сетях трубопроводов;
- питание от общей системы электроснабжения предприятия малой материалоемкостью, неподверженность коррозии.

Для обеспечения стабильного и постоянного водоснабжения объекты сооружений водозаборных скважин относятся к первой категории по надежности электроснабжения.

Принцип электрообогрева водовода основан на применении СКИН-эффекта.

Генерация тепла происходит благодаря переменному току, проходящему по внутренней поверхности ферромагнитной трубки, проложенной совместно с обогреваемым оборудованием (рис. 5).

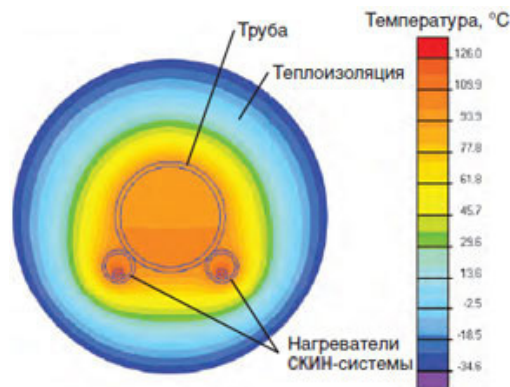


Рис. 5. СКИН-эффект [1]

Fig. 5. SKIN effect [1]

Система обогрева состоит из нагревательной трубки (внутри которой проложен специально рассчитанный по мощности греющий кабель, выполняющий роль изолированного проводника — одностороннего источника питания линии), датчиков температуры, соединительных коробок. Система электро- и взрывобезопасна — наружная поверхность теплоносущей системы заземлена [1, 4].

Методы

В системе электроснабжения линий обогрева используется оборудование [7], расположенное в сооружении блок-бокса, который состоит из модульных частей. В нем находятся: закрытое распределительное устройство (далее ЗРУ) высоковольтного ввода; трансформатор, обеспечивающий подключение однофазной нагрузки при сохранении симметрии первичной сети; распределительное устройство низковольтного оборудования (далее РУ-0,4) (рис. 6).

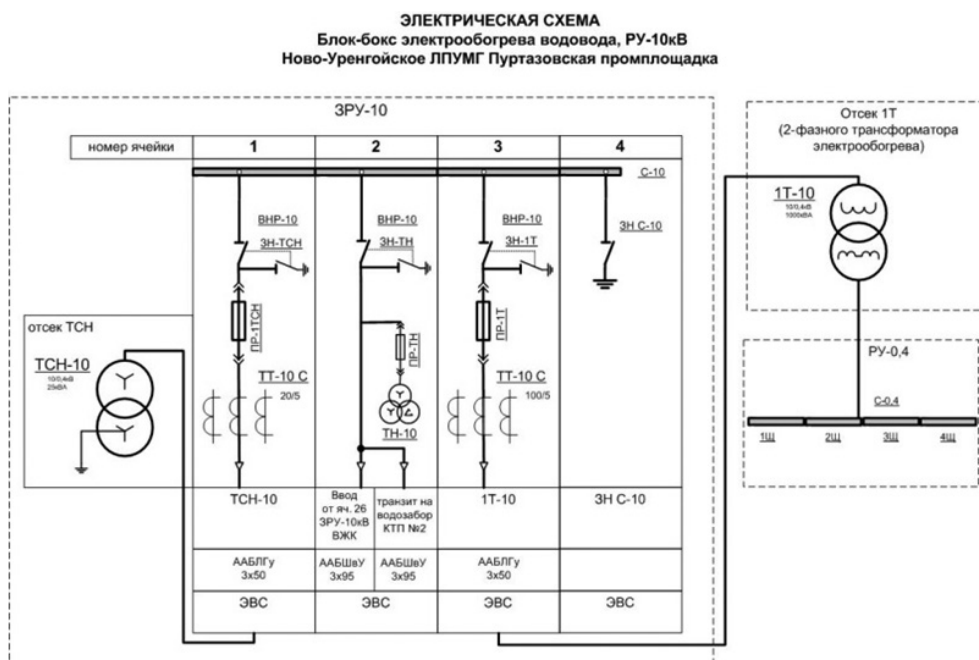


Рис. 6. Блок-бокс, однолинейная электрическая схема

Fig. 6. Block-box, single-line electrical diagram

Проектная система энергоснабжения линий обогрева трубопроводов водоснабжения вахтового жилого комплекса (ВЖК) имела ряд недостатков:

- отсутствие светозвуковой сигнализации при нарушении работы линий обогрева;
- отсутствие контроля токов нулевых проводников линий обогрева.

В результате эксплуатация системы электрообогрева трубопроводов требовала повышенных трудозатрат персонала службы энергоснабжения (ЭВС), т. к. был необходим постоянный контроль работоспособности линий обогрева, особенно в зимний период.

Отсутствие телеметрии на протяженном участке водовода делает невозможным дистанционную передачу данных о состоянии системы. Реконструкция средствами автоматизации для управления и дистанционной передачи данных влечет за собой большие финансово-материальные затраты предприятия на закупку оборудования и кабельной продукции.

Для повышения надежности работы линий обогрева, уменьшения возможности возникновения аварийной ситуации (замерзания трубопроводов), снижения трудозатрат на эксплуатацию и техническое обслуживание системы энергоснабжения было принято решение о модернизации системы контроля работы линий электрообогрева:

- был смонтирован шкаф дополнительного контроля (рис. 7) линий электрообогрева с трансформаторами тока и реле времени, которые при отсутствии

тока в линиях обогрева через 1 час автоматически запускают светозвуковую сигнализацию, расположенную на крыше блок-бокса;

- дополнительно установлены в цепи управления контрольные реле для световой и звуковой сигнализации (рис. 8).

Причиной срабатывания светозвуковой сигнализации может являться аварийное состояние системы энергоснабжения линий электрообогрева (неисправность в цепи питания, потеря напряжения на вводном автомате, короткое замыкание, высокие токи перегрузки и т. д.). Дежурный персонал службы ЭВС выезжает в блок-бокс обогрева водовода для выяснения и — по необходимости — устранения причин неисправности.



Рис. 7. Шкаф дополнительного контроля включения линий электрообогрева

Fig. 7. Additional control cabinet for switching on electric heating lines



Рис. 8. Светозвуковая сигнализация

Fig. 8. Light and sound alarm system

Результаты

С момента внедрения и по настоящее время оборудование контроля включений линий электрообогрева работает в автоматическом режиме и оповещает с временным интервалом о нарушениях системы.

В итоге проделанной работы был достигнут положительный результат экономической и производственной эффективности с учетом привлечения минимальных финансовых средств предприятия (в ходе модернизации было применено оборудование из резерва компрессорной станции) и трудозатрат человека-часов персонала на демонтаж и монтаж электрооборудования.

Заключение

В статье показана практическая реконструкция системы контроля работы линий электрообогрева путем инженерного решения: смонтирован шкаф дополнительного контроля линий электрообогрева с трансформаторами тока и реле времени, которые при отсутствии тока в линиях обогрева через 1 час автоматически запускают светозвуковую сигнализацию, расположенную на крыше блок-бокса; дополнительно установлены в цепи управления контрольные реле для световой и звуковой сигнализации.

Важность предлагаемого нововведения определяет экономическую эффективность и безопасную транспортировку существующего источника водоснабжения, практическую значимость в суровых условиях Севера Западной Сибири. Предложенное рационализаторское решение не имеет аналогов в сфере электрообогрева водовода, что определяет перспективы применения системы контроля работы линий электрообогрева на автономных компрессорных станциях с использованием промышленного электрообогрева протяженных трубопроводов в виде СКИН-систем в суровых климатических условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Информационно-аналитический портал Neftegaz.RU. URL: <https://neftgaz.ru/analysis/equipment/329373-promyshlenny-obogrev-protyazhennykh-truboprovodov-s-pomoshchyu-skin-sistem/> (дата обращения: 08.01.2020).
2. Кислицын А. А. Основы теплофизики (лекции и семинары) / А. А. Кислицын. Тюмень: Изд-во Тюмен. гос. ун-та, 2002. 152 с.
3. Мельников В. П. Инженерные решения в строительстве на вечной мерзлоте в плане повышения энергоэффективности сооружений / В. П. Мельников, А. А. Мельникова, Г. В. Аникин, К. С. Иванов, К. А. Спасенникова // Криосфера Земли. 2014. Том 18. № 3. С. 82-90.
4. Обогрев протяженных трубопроводов. URL: <https://raychem.nvent.com/ru-ru/solutions/industrial/applications/long-pipe-heating> (дата обращения: 08.01.2020).
5. Рабинович О. М. Сборник задач по технической термодинамике / О. М. Рабинович. М.: Машиностроение, 1973. 344 с.

6. Сайт ООО «Газпром трансгаз Сургут». URL: <http://surgut-tr.gazprom.ru/> (дата обращения: 08.01.2020).
7. Смирнов А. С. Транспорт и хранение нефти и газа / А. С. Смирнов, Л. А. Генкина, М. М. Хумпулян, Д. Л. Чернов. М.: Государственное научно-техническое изд-во нефтяной и горно-топливной литературы, 1962. 422 с.
8. Справочник инженера по эксплуатации нефтегазопроводов и продуктопроводов / под ред. Ю. Д. Земенкова. М.: Инфра-Инженерия, 2006. 928 с.
9. Стандарт организации СТО 02494680-0044-2008 «Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для хранения жидких продуктов. Правила проведения испытаний на прочность, устойчивость и герметичность». М.: ЦНИИПСК им. П. И. Мельникова, 2008. 13 с.
10. Xiong Wanqiang. Development of a thermal wellbore simulator with focus on improving heat loss calculations for SAGD steam injection / Wanqiang Xiong, M. Bahonar, Zhangxin Chen // Article № SPE-174408-MS. Society of Petroleum Engineers, 2015. DOI: 10.2118/174408-MS
11. Zargar Z. Analytical treatment of SAGD — old and new / Z. Zargar, S. M. Farouq Ali // Article № SPE-180748-MS. Society of Petroleum Engineers, 2016. DOI: 10.2118/180748-MS

Lyudmila B. POLOVNIKOVA¹

Boris D. POLOVNIKOV²

UDC 536.2

**IMPROVING ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVING
AT THE PURTAZOVSKAYA INDUSTRIAL SITE
OF LLC “GAZPROM TRANSGAZ SURGUT”**

¹ Cand. Sci. (Ped.), Associate Professor,
Department of Electrical Power Engineering,
Branch of Tyumen Industrial University,
Tobolsk Industrial Institute
ludmila-polov@mail.ru

² Novo-Urengoykoye LPU MG LLC “Gazprom Transgaz Surgut”,
Purtazovskaya Industrial Site
boris454@mail.ru

Abstract

This article describes an original engineering solution for the modernization of electrical heating of a water conduit in the harsh conditions of the North of Western Siberia. The novelty of the proposed solution consists in the introduction of additional control of the switching on of the line from the water intake wells to the water filtration station of the rotational housing complex of the compressor station of the Purtazovskaya industrial site of LLC “Gazprom Transgaz Surgut”. The proposed rationalization solution has no analogues in the field electrical heating of the water conduit.

The relevance of the proposed innovation determines its significance and relevance in the harsh conditions of the North, its application reduces labor costs and determines the economic efficiency and safe transportation of the existing water supply source to the harsh conditions of the North of Western Siberia at the Purtazovskaya compressor station of the Novo-Urengoy sky linear production department of the main gas pipelines of LLC “Gazprom Transgaz Surgut”.

Citation: Polovnikova L. B., Polovnikov B. D. 2021. “Improving energy efficiency and energy saving at the Purtazovskaya industrial site of LLC ‘Gazprom Transgaz Surgut’”. Tyumen State University Herald. Physical and Mathematical Modeling. Oil, Gas, Energy, vol. 7, no. 3 (27), pp. 41-52.

DOI: 10.21684/2411-7978-2021-7-3-41-52

The purpose of the study was to propose a rational solution for changing the design power supply system for heating lines for water supply pipelines of a rotational housing complex. The objectives of the study included: analysis of the shortcomings of the design power supply system; proposal of a methodology for modernization of the control system for the operation of electric heating lines; reconstruction of the electrical heating system. A feature of the innovation is the complete autonomy of the compressor station. Electricity is generated by its own power plant. The heat is supplied by its own boiler room. The source of water supply for household drinking and industrial fire-fighting needs is the existing and functioning water intake from underground sources (artesian wells). The only method of industrial electrical heating of pipelines up to thirty kilometers long, which does not require an accompanying network, is the SKIN system.

The research methodology consisted in changing the power supply scheme of heating lines for water supply pipelines and its installation, which made it possible to obtain an up-to-date technical solution for the conditions of the Far North and contributed to an increase in energy efficiency and energy saving.

Keywords

Heat transfer, energy efficiency, energy saving, thermal conductivity, electrical heating of a water conduit, a system for monitoring the operation of electrical heating lines.

DOI: 10.21684/2411-7978-2021-7-3-41-52

REFERENCES

1. Information and analytical portal Neftegaz.RU. Accessed 8 January 2020. <https://neftegaz.ru/analysis/equipment/329373-promyshlenny-obogrev-protyazhennykh-truboprovodov-s-pomoshchyu-skin-sistem/> [In Russian]
2. Kislitsyn A. A. 2002. Foundations of thermal physics (lectures and seminars). Tyumen: UTMN Publishing House. 152 pp. [In Russian]
3. Melnikov V. P., Melnikova A. A., Anikin G. V., Ivanov K. S., Spasennikova K. A. 2014. "Engineering solutions in construction on permafrost in terms of increasing the energy efficiency of structures". Cryosphere Earth, vol. 18, no. 3, pp. 82-90. [In Russian]
4. Heating of long pipelines. Accessed 8 January 2020. <https://raychem.nvent.com/ru-ru/solutions/industrial/applications/long-pipe-heating> [In Russian]
5. Rabinovich O. M. 1973. Collection of problems in technical thermodynamics. Moscow: Mashinostroenie. 344 pp. [In Russian]
6. Website of LLC "Gazprom transgaz Surgut". Accessed 8 January 2020. <http://surgut-tr.gazprom.ru/> [In Russian]
7. Smirnov A. S., Genkina L. A., Khumpulyan M. M., Chernov D. L. 1962. Transport and storage of oil and gas. Moscow: State Scientific and Technical Publishing House of Oil and Mining and Fuel Literature. 422 pp. [In Russian]
8. Zemenkova Yu. D. (ed.). 2006. Handbook of an engineer on the operation of oil and gas pipelines and product pipelines. Moscow: Infra-Engineering. 928 pp. [In Russian]

9. Organization standard STO 02494680-0044-2008 “Vertical cylindrical steel tanks for storage of liquid products. Rules for conducting tests for strength, stability and tightness”. Moscow: TsNIIPSK named after P. I. Melnikova. [In Russian]
10. Xiong Wanqiang, Bahonar M., Chen Zhangxin. 2015. “Development of a Thermal Wellbore Simulator with Focus on Improving Heat Loss Calculations for SAGD Steam Injection”. Art. SPE-174408-MS. Society of Petroleum Engineers. DOI: 10.2118/174408-MS
11. Zargar Z., Farouq Ali S. M. 2016. “Analytical Treatment of SAGD — Old and New”. Art. SPE-180748-MS. Society of Petroleum Engineers. DOI: 10.2118/180748-MS