

На правах рукописи

БАШКУРОВ Артем Юрьевич

**Повышение эффективности геологоразведочных работ за
счет модернизации внутреннего комплексного
энергообеспечения**

*Специальность 25.00.14 – Технология и техника
геологоразведочных работ*

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Москва 2013

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» МГРИ - РГГРУ.

Научный руководитель: Доктор технических наук, профессор,
Лимитовский Александр Михайлович

Официальные оппоненты: Доктор технических наук, профессор
Башкатов Дмитрий Николаевич

Кандидат технических наук, доцент
Полежаев Андрей Петрович

Ведущая организация: *ГПП «Центргеология»*

Защита состоится *«24» апреля 2013 года в 14 ч. 30 мин* в ауд. 4-73 на заседании *диссертационного совета Д 212.121.05* при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования *«Российском государственном геологоразведочном университете имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ-РГГРУ)*.

Адрес: 117997, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д .23, МГРИ-РГГРУ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Российского государственного геологоразведочного университета имени Серго Орджоникидзе.

Автореферат разослан « » марта 2013 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат технических наук



Назаров А.П.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы

Геологоразведочные работы, проводимые в основном буровым способом, относятся к числу энергоемких технологий, в процессе которых потребляется большое количество как электрической, так и тепловой энергии. Поэтому вопросом, связанным с совершенствованием энергообеспечения и экономией энергозатрат всегда в отрасли уделялось повышенное внимание, поскольку результативность в этом направлении работ являлась достаточно высокой.

Актуальность исследований в этой области в последнее время только возрастает в связи со структурными преобразованиями в энергетике в результате приватизации и изменений в ценообразовании, снижении надежности централизованных энергосистем, ростом стоимости энергии и цен на подключение к региональным системам, что обуславливает повышенный интерес к использованию локальных комплексов по совместному производству электрической и тепловой энергии.

В ряде последних публикаций по оптимизации энергообеспечения буровых работ убедительно доказывается целесообразность перехода в большинстве случаев на широкое использование индивидуальных комплексов энергоустановок на базе дизельных электростанций, оснащенных утилизаторами тепловой энергии. Разделяя полностью позитивность вопросов по этим разработкам, нельзя не отметить основного недостатка таких систем энергообеспечения: потребность в повышенных капиталовложениях на приобретение большого числа индивидуальных энергоисточников. Поэтому исследования по установлению возможности и целесообразных границ группового присоединения потребителей к более крупным энергоисточникам, что позволяет уменьшить их количество, являются актуальными в общем направлении оптимизации комплексного энергообеспечения буровых работ.

Групповое присоединение обеспечивает снижение затрат на энергоисточники, но вызывает необходимость строительства коммуникационных сетей, включающих в себя линии электро – и теплопередач, что связано не только с материальными издержками, но и техническими возможностями передачи тепловой энергии, что в свою очередь связано с вопросом использования электроэнергии для получения тепла. Поэтому технико-экономическое исследования в области использования групповых энергоисточников является актуальной многогранной задачей, решение которой позволит обозначить границы рациональных освоений подобного рода систем комплексного энергообеспечения в условиях производства буровых работ.

Цель работы – повышение эффективности бурения скважин на твердые полезные ископаемые посредством оптимизации комплексного энергообеспечения на месте работ в современных условиях.

Идея работы – обоснование оптимального энергообеспечения технологических потребителей геологоразведочных работ за счет группового присоединения их к энергоисточникам на генераторном напряжении.

Основные задачи исследований.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- обосновать методику технико-экономического сравнения систем передвижного и полустационарного группового энергообеспечения буровых работ;

- разработать технико-экономические модели систем передвижного и полустационарного группового энергообеспечения буровых работ;
- произвести аналитические и экспериментальные исследования по установлению предельных расстояний и способов передачи тепловой и электрической энергии от групповых энергоисточников потребителям;
- разработать принципы модернизации распределительных сетей передвижного назначения на основе освоения изолированных проводов;
- обосновать возможные условия использования электроэнергии для обогрева буровых зданий в системах регионального и локального электроснабжения.

Методика исследований.

Поставленные задачи решались путем анализа литературных источников, аналитических исследований с использованием методов оптимизации, технико-экономических и экспериментальных исследований. Результаты экспериментальных исследований обрабатывались с применением методов математической статистики и стандартных математических и графических программ.

Научная новизна данной работы заключается в том, что на основе проведенных исследований автором:

1. Разработаны расчетные зависимости затрат комплексного энергообеспечения буровых работ от тепловой нагрузки и расстояния между потребителями, позволяющие, применительно к любым условиям, определять предельное по экономическому фактору расстояние подключения технологических потребителей к групповому энергоисточнику, как региональному, так и локальному.
2. Получены зависимости предельных расстояний присоединения технологических потребителей к энергоисточнику от электрической и тепловой нагрузок и других исходных параметров.
3. Установлены закономерности изменения теплотерь от температуры окружающей среды в рекомендуемых теплотрассах, позволяющие обосновать радиус присоединения потребителей к групповому теплогенератору в условиях передвижного характера работ.
4. Получены зависимости изменения затрат на энергоснабжение буровых работ от использования передвижных распределительных сетей с изолированными проводами.
5. Установлены закономерности возможного использования электроэнергии для обогрева буровых зданий от тепловой нагрузки, в системах регионального и локального электроснабжения.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, изложенных в диссертации, подтверждаются применением новейших методов экономической оценки технических решений, методов прикладного математического моделирования с использованием пакета Mathcad, а также сходимостью экспериментальных данных и аналитических расчетов.

Практическая ценность работы. Разработаны математические модели затрат для систем комплексного энергообеспечения геологоразведочных работ, позволяющие рассчитывать затраты на энергообеспечение при бурении геологоразведочных скважин на стадии проектирования буровых работ. Разработаны рекомендации по установлению предельных расстояний и способов передачи тепловой и электрической энергии. Результаты исследований используются в учебном процессе при изучении курса «Электрооборудование и электроснабжение геологоразведочных работ».

Личный вклад автора. Все основные положения, результаты и выводы, выдвигаемые для публичной защиты, получены автором лично.

Апробация работы. Основные положения работы докладывались и получили одобрение на международных конференциях: «Новые идеи в науках о Земле», «Наука и новейшие технологии при поисках, разведке и разработке месторождений полезных ископаемых» в 2008-2012 г.г., а также на научных семинарах кафедры «Механизации автоматизации и энергетики горных и геологоразведочных работ» МГРИ-РГГРУ.

Публикации. Результаты исследований по теме диссертации опубликованы в 11 работах, в том числе 5 работ из перечня научных журналов и изданий, рекомендованных ВАКом.

Объем и структура работы. Работа состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы из 114 наименований, 3 приложений; содержит 111 стр. машинописного текста, 34 рисунка, 2 таблицы.

Введение посвящено обоснованию актуальности темы и формулировке цели и идеи работы, ее новизны и защищаемых положений.

В первой главе рассмотрены особенности технологии геологоразведочных работ, значимость в их производстве энергетической составляющей и, в том числе, тепловой энергии, показаны стратегия энергетического развития страны и необходимость в этой связи разработки методической основы оптимизации выбора энергоисточника для локального объекта; сформулированы задачи исследования.

Во второй главе подробно анализируются современные методы технико-экономических расчетов, целью которых является обоснование оптимальности выбора энергоисточника геологоразведочных работ; рассматриваются системы внутреннего энергообеспечения от региональной сети и локальных энергоисточников.

Третья глава посвящена анализу эффективности группового присоединения буровых установок к распределительным трансформаторным подстанциям в системах централизованного электроснабжения, оптимизации отопления потребителей геологоразведочных работ при централизованном электроснабжении объекта, а также оптимизации энергообеспечения в системах с локальными энергоисточниками.

В четвертой главе приведены исследования предельных расстояний передачи электроэнергии на генераторном напряжении к буровым станкам, анализируются способы утилизации тепла от передвижных энергоисточников, разработаны рекомендации по предельным расстояниям теплотрасс на основе экспериментальных исследований теплотерь в шланговых магистралях.

Пятая глава посвящена повышению эффективности эксплуатации распределительных сетей буровых работ за счет освоения изолированных проводов.

В заключении излагаются выводы и рекомендации, обобщающие основные положения и результаты выполненной работы.

Автор выражает глубокую благодарность своему научному руководителю – доктору технических наук, профессору А.М. Лимитовскому за консультации и постоянные помощь и поддержку при выполнении настоящей работы, д.т.н. В.А. Косьянову и д.т.н. М.В. Меркулову, за научные консультации по отдельным разделам, а также преподавателям и сотрудникам кафедры за консультации при работе над диссертацией.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Научной основой формулирования целей и задач данной работы послужили труды А.М. Лимитовского, М.В. Меркулова, В.А. Косьянова, О.В. Бадулина, А.А. Федорова, В.В. Каменевой и др. посвященные совершенствованию систем электроснабжения.

Результаты многолетних исследований и практических разработок, выполнявшихся на кафедре энергетики горных и геологоразведочных работ РГГРУ-МГРИ, убедительно показывают, что в условиях работы геологоразведочных партий энергообеспечение должно рассматриваться как энергетический комплекс, включающий в себя производство и рациональное использование не только электрической, но и тепловой энергии. Разнообразие условий работы геологоразведочных партий предопределяет и разнообразие возможных решений в организации систем их энергообеспечения.

В связи с этим, в качестве методологической первоосновы для выбора оптимального варианта электро- и теплоснабжения, на кафедре разработана новая классификация возможных систем энергообеспечения, в которой в качестве основных классификационных признаков приняты: 1) варианты поступления энергии – региональные сети или дизельные электростанции; 2) характер эксплуатации энергоисточников – стационарный, полустационарный и передвижной; 3) способ получения тепловой энергии – печное отопление, отопление электроприборами и обогрев за счет утилизации тепла дизельных электростанций.

В соответствии с первым классификационным признаком системы электроснабжения геологоразведочных работ делятся на две группы: поступление энергии от внешних региональных линий и локальных местных энергоисточников. В первой группе выделяют внешнее электроснабжение (от региональной линии до главного приемного пункта предприятия (ГПП)) и внутреннее (от ГПП до потребителей). ГПП, являясь энергоисточником внутреннего электроснабжения, может быть представлен понижающей подстанцией или распределителем.

Во второй группе понятие «внешнее электроснабжение» отсутствует, а энергоисточником местного внутреннего электроснабжения являются, как правило, дизельные электростанции. Поскольку вопросом оптимизации внешнего электроснабжения (определению предельного расстояния присоединения к региональным сетям) последнее время уделено большое количество исследований и разработаны рекомендации по выбору энергоисточника, то основным направлением данных исследований является оптимизация подсистем внутреннего энергообеспечения обеих систем в соответствии со вторым (характер эксплуатации) и третьим (способы получения тепловой энергии) классификационными признаками.

Целью технико-экономического обоснования является установление области рационального использования комплексного энергообеспечения с групповым присоединением потребителей к энергоисточникам. При этом технико-экономическому сравнению подлежат подварианты:

- при использовании региональных сетей: с передвижными и полустационарными трансформаторными подстанциями с электрическим и традиционным печным отоплением;

- при использовании ДЭС: с утилизацией тепла, с частичной утилизацией тепла, дополняемой электро и печным отоплением.

Первое защищаемое положение

Разработаны математические модели приведенных затрат, с помощью которых следует производить обоснование эффективности применения групповых энергоисточников на буровых работах как при системе централизованного, так и локального комплексного энергообеспечения

Для составления математических моделей приведенных затрат, воспользуемся известной методикой. Основная формула затрат имеет вид:

$$Z = -K - K_0 - I - C + D + E + A, \quad (1)$$

где: K – начальные капиталовложения на покупку оборудования, его транспортировку и монтаж, руб;

K_0 – начальный оборотный капитал (для систем с локальным энергоисточником следует принять стоимость запасов топлива на рассматриваемый период), руб;

C – цена за подключение к региональной линии, руб;

I – стоимость текущих затрат, приведенная к исходному моменту (издержки производства), руб:
$$I = I_k \frac{1 - (1 + i)^{-n}}{i}, \quad (2)$$

где I_k – затраты за рассматриваемый период времени; i – ставка альтернативного вложения за рассматриваемый период времени, в долях единиц; n – количество временных интервалов, за которое проводится анализ, шт;

D – приведенная к исходному моменту сумма остаточных капиталовложений, руб:
$$D = \frac{K(1 - pn) + K_0}{(1 + i)^n}, \quad (3)$$

где p – коэффициент амортизации оборудования, в долях единицы;

E – экономия на налоге на прибыль в связи с текущими затратами, руб:

$$E = I_k \cdot C_n \frac{1 - (1 + i)^{-n}}{i}, \quad (4)$$

где C_n – ставка налога на прибыль, в долях единицы;

A – экономия на налоге на прибыль в связи с амортизационными отчислениями, руб:

$$A = K \cdot p \cdot C_n \frac{1 - (1 + i)^{-n}}{i}. \quad (5)$$

Структура формулы определения математических моделей затрат для подвариантов электроснабжения от региональной сети и от локальных энергоисточников имеет один вид, но различается лишь отдельными составными частями:

$$Z = \left| -K - C_0 + (C - 1) \cdot \frac{1 - (1 + i)^{-n}}{i} \cdot I + K \cdot p \cdot C \cdot \frac{1 - (1 + i)^{-n}}{i} + \frac{K \cdot (1 - p \cdot n)}{(1 + i)^n} \right| \quad (6)$$

где: K , I – это соответственно, капитальные вложения и издержки для рассматриваемых вариантов: от региональных ЛЭП и от локальных энергоисточников (ДЭС).

Таким образом, для решения вопроса области применения группового присоединения потребителей (буровых станков) к энергоисточнику (трансформаторным подстанциям), необходимо, в первую очередь увязать число распределительных подстанций с уровнем напряжения распределительных линий технологических потребителей, для этого определим затраты для вариантов электроснабжения:

- от двух буровых установок присоединенных к одной распределительной трансформаторной подстанции;
- от приемного пункта к индивидуальным трансформаторным подстанциям.

Капитальные вложения для первого варианта будут состоять из стоимости трансформаторной подстанции:

$$K_1 = K_{ТП1} \quad (7)$$

Эксплуатационные расходы складываются из:

$$I_1 = 1,363_{ТП} k_p m + jP_{C1} C_{\text{э}} T_k + 0,02 S_{T1} C_{\text{э}} T_k + jNK_{л} dp + j \frac{S_{C1}^2 dT_k C_{\text{э}}}{U^2 \gamma S} \quad (8)$$

Капитальные вложения для второго варианта будут состоять из стоимости числа трансформаторных подстанций и распределительного пункта:

$$K_2 = jK_{ТП2} + K_{РП} \quad (9)$$

Эксплуатационные расходы складываются из:

$$I_2 = 1,363_{ТП} k_p m + jP_{C1} C_{\text{э}} T_k + 0,02 jS_{T1} C_{\text{э}} T_k + jNK_{л} dp + j \frac{S_{C1}^2 dT_k C_{\text{э}}}{U^2 \gamma S} \quad (10)$$

Затраты по указанным вариантам электроснабжения определяются согласно формулы (6), где K и I – это соответственно, капитальные вложения и издержки для указанных вариантов.

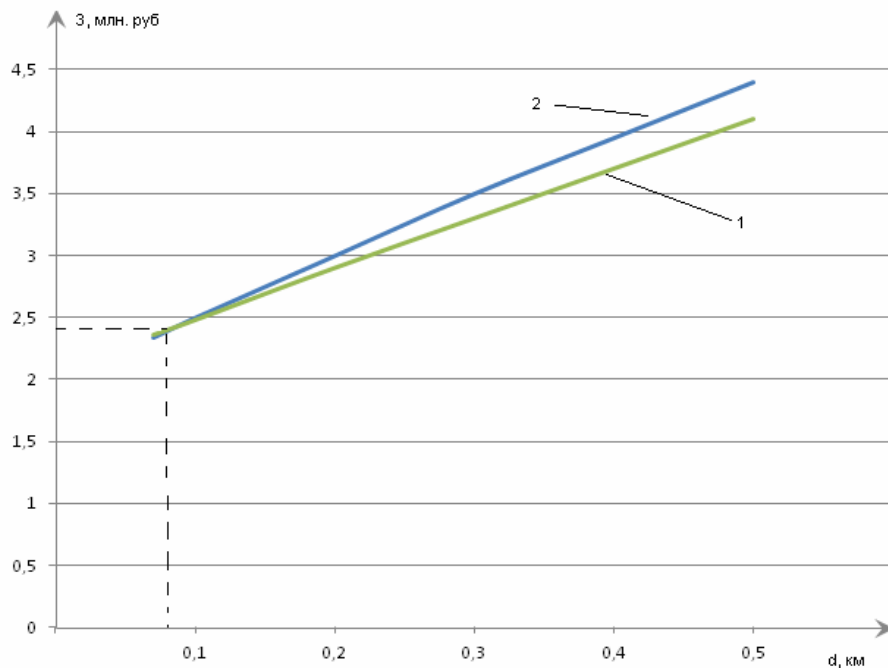


рис. 1. Зависимость затрат от расстояния между потребителями для установки УКБ-4.

1 – затраты при варианте электроснабжения от приемного пункта к индивидуальным трансформаторным подстанциям; 2 – затраты при варианте электроснабжения двух буровых установок (УКБ-4) присоединенных к одной распределительной подстанции.

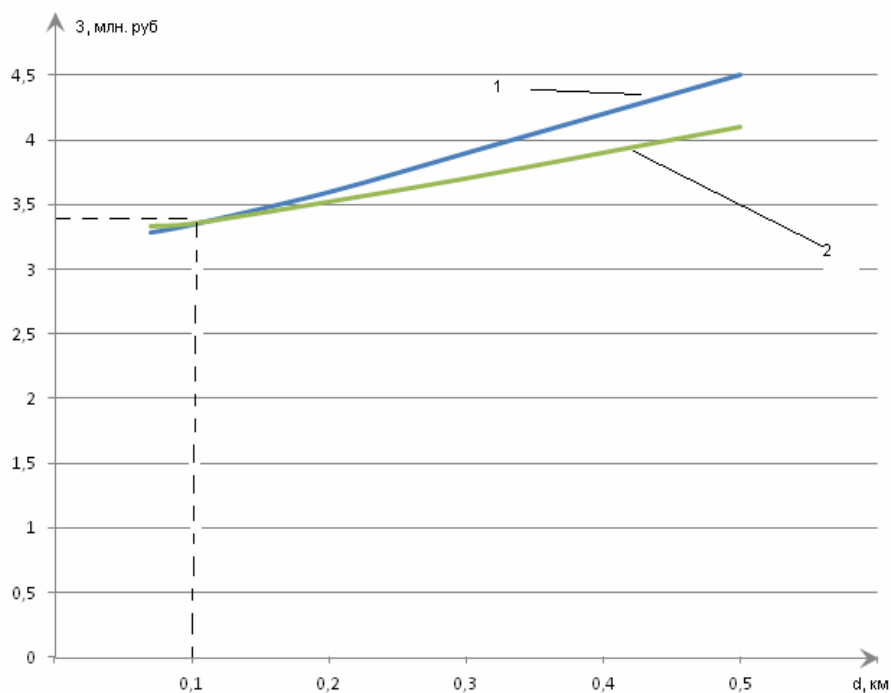


рис. 2. Зависимость затрат от расстояния между потребителями для установки УКБ-5.

1 – затраты при варианте электроснабжения двух буровых установок (УКБ-5) присоединенных к одной распределительной подстанции; 2 – затраты при варианте электроснабжения от приемного пункта к индивидуальным трансформаторным подстанциям.

В связи с тем, что линия, характеризующая затраты на электроснабжение двух буровых установок, присоединенных к одной распределительной трансформаторной подстанции, пересекается с линией, характеризующей затраты на электроснабжение от приемного пункта до индивидуальных трансформаторных подстанций в точке 70 м, для УКБ-4, и в точке 100 м для УКБ-5, то можно сделать вывод, что при централизованном электроснабжении от региональных сетей в современных условиях ценообразования групповое присоединение буровых станков к трансформаторной подстанции предпочтительнее глубокого ввода в пределах 100 метров сетки буровых работ.

Второе защищаемое положение

Анализ результатов математических моделей затрат позволяет заключить, что при централизованном электроснабжении от региональных сетей в современных условиях ценообразования электрообогрев буровых работ может быть допустим, если тепловая нагрузка не превышает 7 кВт, в противном случае следует использовать традиционно печное отопление или возобновляемые энергоисточники.

Одним из важнейших вопросов энергообеспечения буровых работ особенно в районах Севера является обогрев буровых установок. Традиционно при электроснабжении от районных сетей обогрев установок производится

посредством печного отопления, из-за высокой стоимости электрообогрева. Тем не менее, некоторые заводы, выпускающие буровые установки укомплектовываются отопительными приборами мощностью до 40 кВт. В настоящее время, когда цена за подключение электроприемников стала крайне высокой, ставить вопрос об электрообогреве представляется нерациональным, особенно при высоких тепловых нагрузках. Однако обосновать область экономически приемлемой возможности использования электроэнергии на обогрев, считаем необходимым, имея в виду большие неудобства печного отопления и в первую очередь заготовки, транспортировки и складирования топлива.

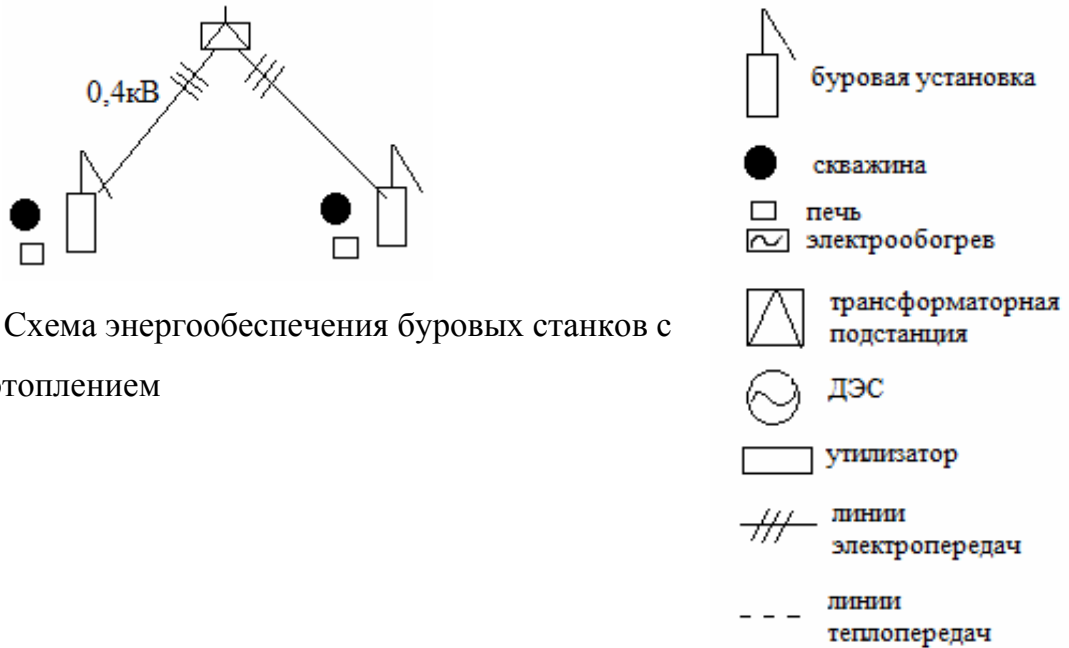


рис. 3 Схема энергообеспечения буровых станков с печным отоплением

Капитальные вложения состоят из затрат на трансформаторную подстанцию $K_{ТП1}$ и печи $K_{П}$:

$$K_3 = K_{ТП1} + K_{П} \quad (11)$$

Эксплуатационные расходы складываются из:

$$I_3 = 1,363_{ТП} k_p m + jP_{С1} C_{Э} T_k + 0,02 S_{Т1} C_{Э} T_k + jP_{СТ31} C_{Т3} q_3 T_k + jNK_{Л} dp + j \frac{S_{С1}^2 dT_k C_{Э}}{U^2 \gamma S}, \quad (12)$$

где $P_{СТ}$ - тепловая нагрузка, кВт ($P_{СТ} = 5, 10, 40$).

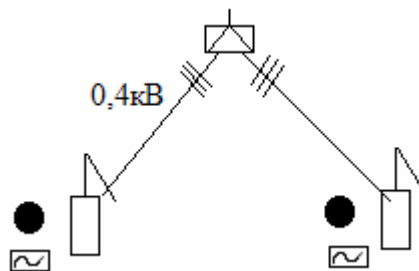


рис. 4 Схема энергообеспечения буровых станков использующих в качестве отопления электрообогрев

Капитальные вложения состоят из затрат на трансформаторную подстанцию $K_{ТП1}$ и затрат на эл. приборы $K_{э.пр}$:

$$K_4 = K_{ТП1} + K_{э.пр} \quad (13)$$

Эксплуатационные расходы складываются из:

$$I_4 = 1,363_{ТП} k_p m + jP_{C1} C_э T_k + 0,02 S_{T1} C_э T_k + jP_{CT} C_э T_k + jNK_{л} dp + j \frac{(P_{C1} + P_{CT})^2 dT_k C_э}{U^2 \cos(\varphi)^2 \gamma S} \quad (14)$$

Затраты по указанным вариантам электроснабжения определяются по формуле (6), где K и I – это соответственно, капитальные вложения и издержки для указанных вариантов.

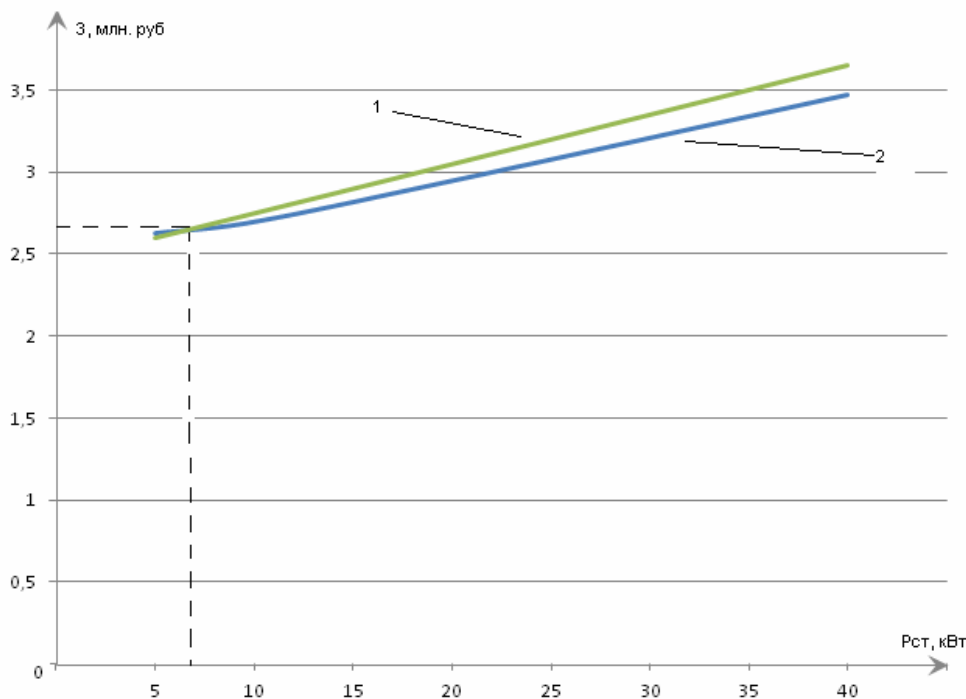


рис. 5 Зависимости затрат на печное отопление и электрообогрев от тепловой нагрузки для УКБ-4

1 – затраты при варианте энергообеспечения буровых установок (УКБ-4) используя в качестве отопления – электрообогрев; 2 – затраты при варианте энергообеспечения буровых установок (УКБ-4) с печным отоплением.

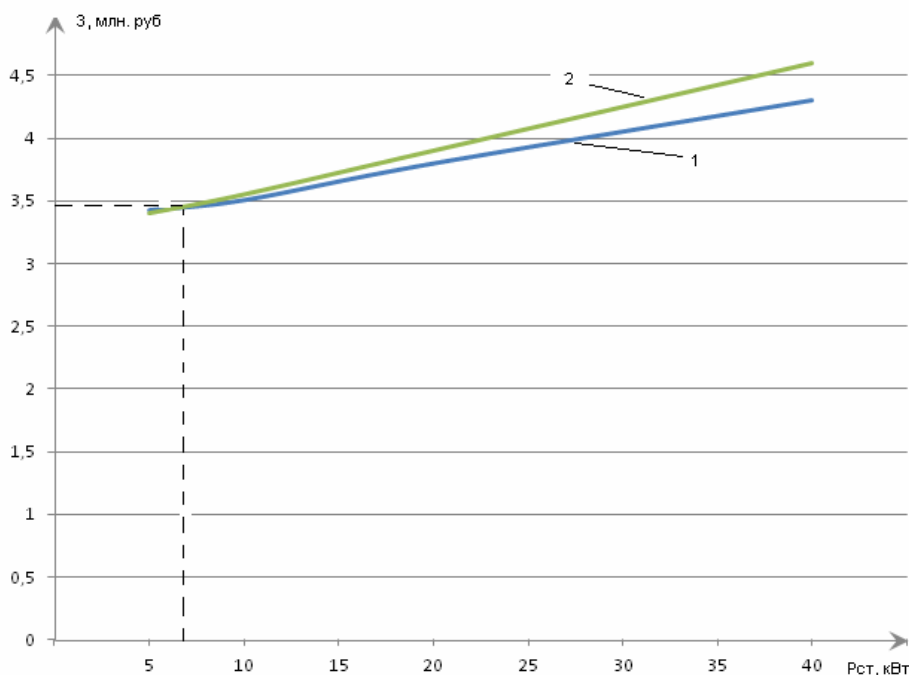


рис. 6 Зависимости затрат на печное отопление и электрообогрев от тепловой нагрузки для УКБ-5

1 – затраты при варианте энергообеспечения буровых установок (УКБ-5) используя в качестве отопления – электрообогрев; 2 – затраты при варианте энергообеспечения буровых установок (УКБ-5) с печным отоплением.

Из приведённых зависимостей видно, что до уровня тепловой нагрузки 7 кВт приведенные затраты по вариантам практически одинаковы, а с увеличением тепловой нагрузки электрообогрев становится дороже.

Таким образом, при централизованном электроснабжении от региональных сетей в современных условиях ценообразования электрообогрев буровых работ может быть допустим, если тепловая нагрузка не превышает 7 кВт, в противном случае целесообразнее использовать традиционно печное отопление или возобновляемые источники тепловой энергии.

Третье защищаемое положение

При использовании на геологоразведочных работах локальных комплексных энергоисточников групповое присоединение потребителей наиболее экономично, но технически ограничено возможностью в первую очередь тепловыми потерями, что определяется конкретными условиями; система электрообогрева допустима при тепловой нагрузке до 7 кВт, а выше – утилизация групповая или индивидуальная. Печное отопление должно быть исключено. В современных условиях укомплектование буровых установок электронагревательными приборами следует ограничить до уровня 10 кВт.

В связи с тем, что на геологоразведочных работах далеко не всегда возможно и целесообразно подключение к региональным линиям электропередач, определен экономически оправданный вариант энергообеспечения буровых работ от собственных энергоисточников (дизельных электростанций). Для этого рассмотрены возможные варианты энергообеспечения потребителей геологоразведочных работ от единой дизельной электростанции на две буровые установки: а) передвижные индивидуальные ДЭС с утилизацией тепла с индивидуальными теплообменниками; б) ДЭС с групповым присоединением потребителей к единому утилизатору, от

которого тепло передается на два станка; в) ДЭС с групповым присоединением потребителей с утилизатором на один станок, к другому станку от ДЭС передается только электроэнергия как на технологические операции так и на обогрев; г) ДЭС с групповым присоединением потребителей с печным отоплением.

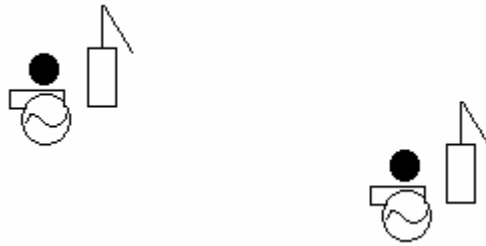


рис. 7 Схема энергообеспечения буровых станков от индивидуальных ДЭС с утилизацией тепла от индивидуальных теплообменников

Капитальные вложения состоят из затрат на дизельные электростанции $K_{ДЭС1}$ и установки утилизации тепла $K_{УТ1}$:

$$K_5 = j(K_{ДЭС1} + K_{УТ1}) \quad (15)$$

Эксплуатационные расходы складываются из:

$$И_5 = 1,36 \cdot 1,1 j \beta_{ДЭС} k_p m + j P_{С1} C_T T_k q \quad (16)$$

где m – число месяцев в квартале;

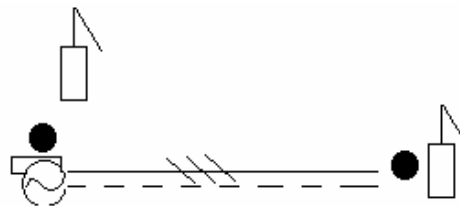


рис. 8 Схема энергообеспечения буровых станков от ДЭС с групповым присоединением потребителей с единым утилизатором тепла, от которого тепло передается на два станка

Капитальные вложения складываются из затрат на дизельные электростанции $K_{ДЭС2}$ и установки утилизации тепла $K_{УТ2}$:

$$K_6 = K_{ДЭС2} + K_{УТ2} \quad (17)$$

Эксплуатационные расходы складываются из:

$$И_6 = 1,36 \beta_{ДЭС} k_p m (j-1) + j P_{С1} C_T T_k q + K_{ин} dp (j-1) + (j-1) P_n C_T T_k q + j P_{СТ} C_{Э} T_k + (j-1) N K_{Л} dp + (j-1) \frac{P_{С1}^2 d T_k C_T q}{U^2 \cos(\varphi)^2 \gamma S} \quad (18)$$

где:

$N=6$ – число скважин пробуренных одной установкой УКБ-5;

$N=12$ – число скважин пробуренных одной установкой УКБ-4 (исходя из глубины геологоразведочных скважин, твердости пород);

P_n - мощность насосной станции, кВт.

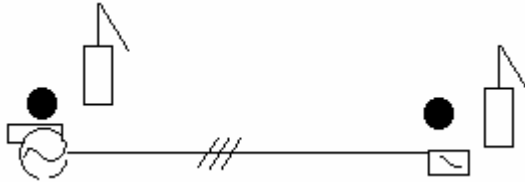


рис. 9 Схема энергообеспечения буровых станков от ДЭС с групповым присоединением потребителей с утилизатором тепла на один станок, к другому станку передается только электроэнергия, как на технологические нужды, так и на обогрев

Капитальные вложения складываются из затрат на дизельные электростанции $K_{ДЭС2}$ и установки утилизации тепла $K_{УТЗ}$:

$$K_7 = K_{ДЭС2} + K_{УТЗ} \quad (19)$$

Эксплуатационные расходы складываются из:

$$I_7 = 1,363_{ДЭС} k_p m(j-1) + jP_{C1} C_T T_k q + (j-1)P_{CT} C_T T_k q + (j-1)NK_{Л} dp + (j-1) \frac{(P_{C1} + P_{CT})^2 dT_k C_T q}{U^2 \cos(\varphi)^2 \gamma S} \quad (20)$$

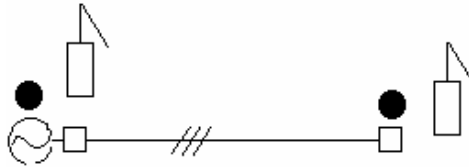


рис. 10 Схема энергообеспечения буровых станков от ДЭС с групповым присоединением потребителей с печным отоплением

Капитальные вложения составят из затрат на дизельные электростанции $K_{ДЭС2}$ и печи K_n :

$$K_8 = K_{ДЭС2} + jK_n \quad (21)$$

Эксплуатационные расходы складываются из:

$$I_8 = 1,363_{ДЭС} k_p m(j-1) + jP_{C1} C_T T_k q + (j-1)P_{CT} C_T T_k q + (j-1)NK_{Л} dp + (j-1) \frac{P_{C1}^2 dT_k C_T q}{U^2 \cos(\varphi)^2 \gamma S} \quad (22)$$

Затраты по указанным вариантам электроснабжения определяются согласно формулы (6), где K и I – это соответственно, капитальные вложения и издержки для указанных вариантов.

Полученные результаты представлены в виде зависимости затрат от средней тепловой нагрузки (для $d=100$ м) для вышеперечисленных вариантов, для установок УКБ-4, УКБ-5.

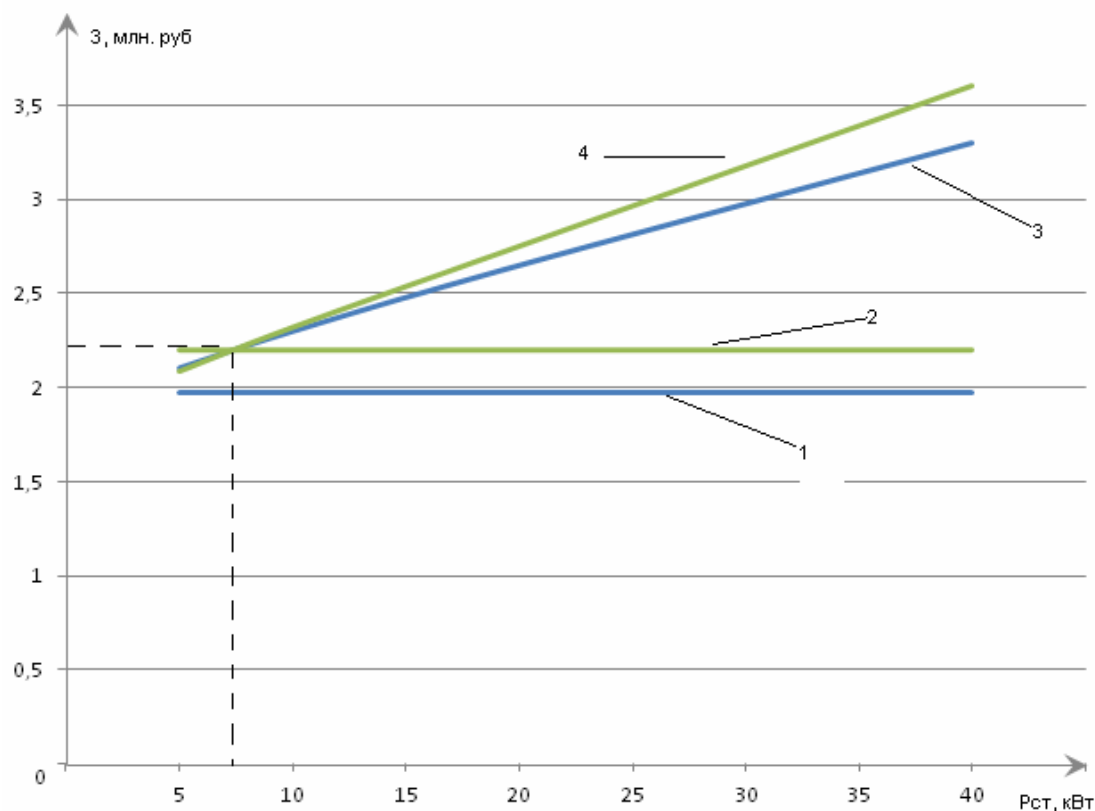


рис. 11. Зависимости затрат от тепловой нагрузки для УКБ-4
 1 – общий утилизатор; 2 – индивидуальный утилизатор; 3 – печное отопление; 4 – электрообогрев.

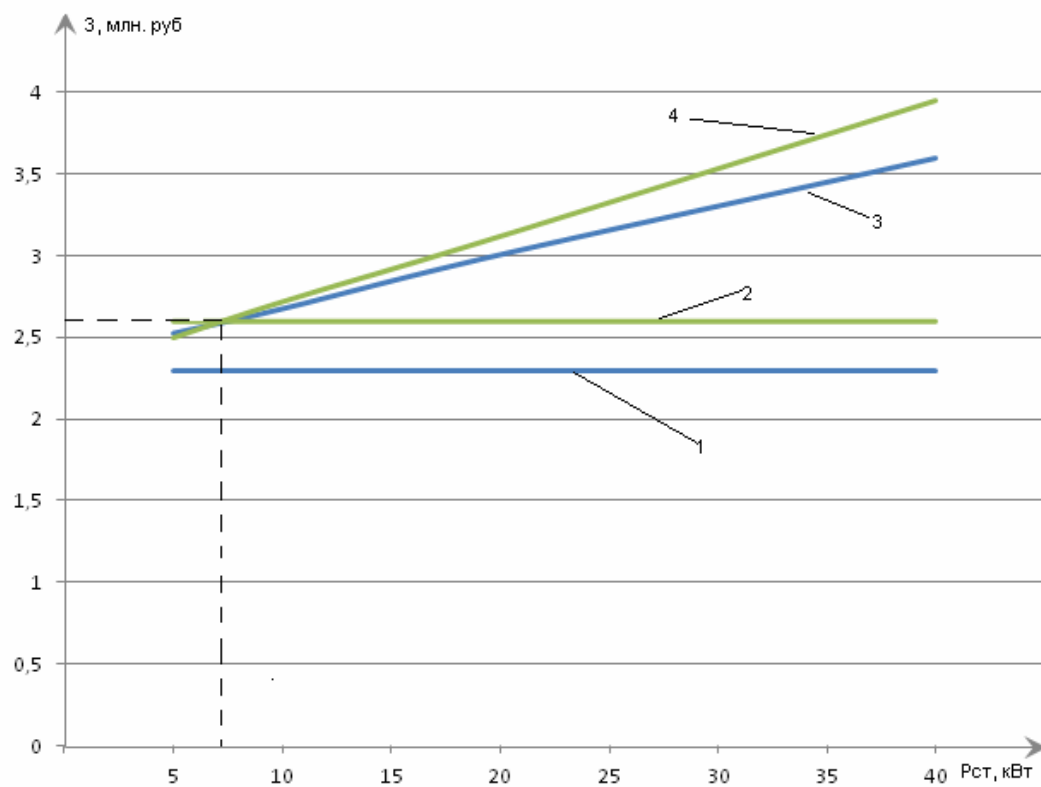


рис. 12. Зависимости затрат от тепловой нагрузки для УКБ-5
 1 – общий утилизатор; 2 – индивидуальный утилизатор; 3 – печное отопление; 4 – электрообогрев.

На представленных зависимостях показано, что линия, характеризующая электрообогрев потребителей с общим утилизатором тепла, находится ниже всех, тем самым доказывая, что оптимальным вариантом обогрева буровых работ является вариант с использованием единого утилизатора тепла, при решении вопроса теплопередачи.

Линии характеризующие затраты на печное отопление и электрообогрев при больших тепловых нагрузках проходят выше всех, а в связи с тем, что на заготовку дров, в условиях геологоразведке, тратится не мало сил и времени, то печное отопление буровых работ с использованием дизельных электростанций использовать не целесообразно.

При малых же тепловых нагрузках до 7 кВт может быть допущен электрообогрев буровых работ.

Групповое присоединение потребителей к энергоисточникам при централизованном и локальном энергообеспечении связано с техническими ограничениями и сложностями в передаче как электрической (потери напряжения) так и тепловой энергии (тепловые потери).

Четвертое защищаемое положение

Предельный радиус передачи тепловой энергии зависит в большей степени от температурных условий окружающей среды, от скорости движения потока жидкости; значения его не должны превышать 100 м., что является существенным ограничением к применению групповых утилизаторов в полевых условиях.

Анализируя тепловые потери, выявлено, что для обогрева какого-либо объекта, необходимым условием является то, чтобы конечная температура теплоносителя была не ниже 80°C. Таким образом, проводились экспериментальные исследования, целью которых, являлось определить теплотери в шланговых магистралях.

Экспериментальные исследования проводились при температуре воздуха - 5 и -10°C. Шланг применялся резиновый – армированный, длиной 10,5 м. Замеры температуры воды проводились биметаллическими термометрами ТБ-20 и ртутным термометром с диапазоном измерения от 0° до +150°C, замеры температуры воздуха проводились ртутным термометром с диапазоном измерения от +50° до -50°C, нагрев воды производился нагревательным прибором мощностью 1,2 кВт, применялся насос мощностью 1 кВт.

Замерялась температуры воды на входе в трубопровод и на выходе из него.

Полученные теплотери по экспериментальным данным расходятся с теоретическими расчетами определения теплотерь более чем на 15%. В связи с этим проводился дополнительный эксперимент, в лабораторных условиях, используя автоматизированную установку «Автономная система отопления».

Используя данную установку можно определять расход теплоносителя, производить расчет текущих значений мощности, измерять температуру в различных точках системы, управлять работой автоматического регулятора температуры теплоносителя в контуре отопительных приборов.

С помощью данной установки определялись температуры теплоносителя на входе и на выходе из трубопровода, при различных значениях скорости движения потока жидкости.

Таким образом, были произведены теоретические расчеты, при температуре окружающей среды -1°C , -20°C с различной скоростью движения потока жидкости, результаты которых свидетельствовали о том, что погрешность в экспериментальных данных составляет порядка 5%.

Полученные результаты представлены в виде рис. 11, 12.

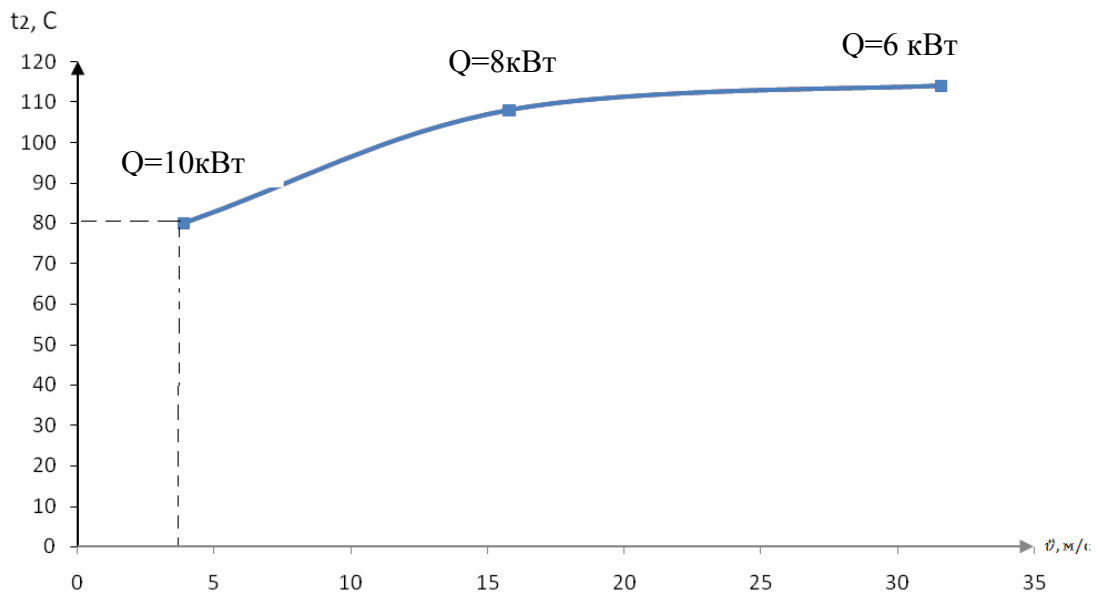


рис. 13 Зависимость температуры теплоносителя на выходе из трубопровода от скорости его движения, при температуре окружающей среды -1°C , начальной температуре 120°C и длине трубопровода 100 м.

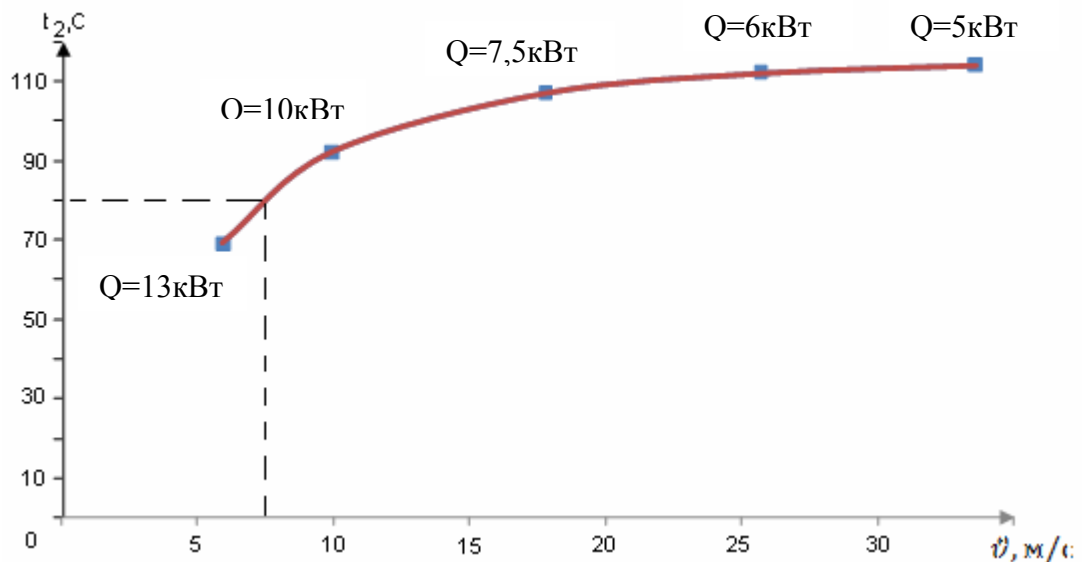


рис. 14 Зависимость температуры теплоносителя на выходе из трубопровода от скорости его движения, при температуре окружающей среды -20°C , начальной температуре 120°C и длине трубопровода 100 м.

Полученные зависимости наглядно демонстрируют, что при температуре окружающей среды -20°C и начальной температуре теплоносителя 120°C , для отопления потребителей необходимо чтобы скорость движения потока жидкости была не меньше 7 м/с , а при температуре окружающей среды -1°C – 4 м/с .

Таким образом, теплотехнические расчеты показали и экспериментальные исследования подтверждают, что предельный радиус передачи тепловой энергии зависит в основном от температурных условий окружающей среды, от скорости движения потока жидкости, но значения его не должны превышать 100 м (тепловые потери при 200 м составляют более 20 кВт), что является существенным ограничением к применению групповых утилизаторов в полевых условиях.

Надежность электроснабжения любого предприятия и геологоразведочного в частности в большей степени определяется надежностью воздушных линий (ВЛ) напряжением до и свыше 1 кВ. По статистике ежегодно на 100 км сетей ВЛ приходится до десятка отказов, а в условиях передвижного характера работ – еще больше. Среднее время восстановления одного отказа составляет более 3-х часов, а затраты на ликвидацию отказа не редко достигают десятка тысяч рублей. Поэтому особую важность приобретает повышение надежности и снижение затрат на эксплуатацию распределительных линий.

Одним из основных способов повышения надежности и экономичности ВЛ, как утверждает многими специалистами в последнее время, является замена голых проводов на провода покрытые изоляцией.

Проведенные технико-экономические исследования показывают, что даже при использовании стандартных типовых линий электропередач с голыми проводами приведенные годовые затраты при системах электроснабжения с групповым присоединением потребителей к энергоисточнику оказываются более низкими, чем при системах с индивидуальными энергоисточниками. Кроме того, при групповом присоединении потребителей к полустационарным энергоисточникам появляются дополнительные резервы как в части снижения затрат, так и повышения мобильности системы электроснабжения в целом.

Приведем сметные данные строительства ЛЭП с наиболее часто используемыми проводами (на 1 км линии):

	Затраты на: 4 x А70	СИП-2А 3x70+54,6	СИП-2 3x70+95	СИП-2А 3x70+95	СИП-4 4x70
Провод	53910	122743	106476	126624	93144
Опоры	64000	57600	57600	57600	57600
Линейная арматура	12500 (0%)	14573 (+16,58%)	15450 (+23,6%)	16850 (+34,8)	18643 (+49,14)
Подготовка трассы	12500	2300	2300	2300	2300
Строительно- монтажные работы	69000	46000	46000	46000	46000
Прочие затраты	18400	18400	18400	18400	18400
Всего	230310 0%	261616 +13,59%	246226 +6,91%	267774 +16,26%	236087 +2,5%

Таблица 1

Приведенные сметы показывают что затраты на распределительные сети и их обслуживание, составляют порядка 30% от общих затрат на внутренне электроснабжение буровых работ. Поэтому актуальным становится вопрос об

изыскании мобильных временных линий, к которым относятся линии, состоящие из самонесущих изолированных проводов.

Переход со стандартных типовых линий с голыми проводами на СИП возможен, а для геологоразведочных работ тем более, если принять во внимание использование подставок вместо стандартных опор и эффект снижения индуктивных потерь, то затраты связанные со строительством и эксплуатацией распределительных линий электропередач снизятся до 20% .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представленной работе на основе приведенных аналитических и экспериментальных исследований и установленных закономерностей решена задача по снижению затрат на энергообеспечение при геологоразведочном бурении, за счет использования систем полустационарного энергообеспечения с групповым присоединением потребителей к энергоисточнику. Решение задачи имеет существенное значение для совершенствования технологии и техники разведки месторождений полезных ископаемых России.

1. Проведенный комплекс аналитических исследований свидетельствует, что оптимальной подсистемой внутреннего комплексного энергообеспечения буровых работ является использование группового присоединения потребителей как к локальным (ДЭС), так и к региональным (ТП) энергоисточникам, в радиусе технической возможности передачи тепловой и электрической энергии на генераторном напряжении;
2. Использование подсистем группового присоединения потребителей к энергоисточнику обеспечивает снижение затрат на энергообеспечение, при региональной энергоснабжении – на 13% (рис. 1), при локальном - 15% (рис. 11, при $P_{cm} = 5$ кВт);
3. На базе современных методических основ технико-экономической оценки систем энергообеспечения буровых работ учитывающих фактор времени, налогообложения, инфляции, разработаны модели приведенных затрат подсистем внутреннего комплексного (с учетом теплоснабжения) энергообеспечения технологических потребителей геологоразведочных работ позволяющие, обосновать оптимальный вариант системы электро – и теплоснабжения объекта в любых условиях производства;
4. Получены зависимости предельных расстояний присоединения технологических потребителей к энергоисточнику от электрической, тепловой нагрузок и других исходных параметров;
5. При электроснабжении от региональных сетей за пределами 100 - 120 м использование подсистем группового присоединения ограничивается как экономическими, так и техническими критериями;
6. При тепловых нагрузках свыше 7 кВт электрообогрев должен быть исключен повсеместно как при региональных, так и локальных системах энергообеспечения. В связи с этим следует изменить комплектации буровых установок (с приборами для электрообогрева до 10 кВт);
7. В системах комплексного электроснабжения буровых работ от локальных энергоисточников печное отопление по экономическим критериям следует исключить повсеместно. При тепловых нагрузках до 7 кВт допускается электрообогрев, а свыше - только утилизация тепла по возможности с использованием групповых утилизаторов;
8. Наиболее приемлемым способом передачи тепловой энергии от энергоисточника к потребителю в полевых условиях передвижного характера работ является использование водяного теплоносителя по шланговым магистралям;
9. Теплотехнические расчеты показали и экспериментальные исследования подтверждают, что предельный радиус передачи тепловой энергии зависит в основном от температурных условий окружающей среды, но значения его не

должны превышать 100 м., что является существенным ограничением к применению групповых утилизаторов в полевых условиях;

10. Распределительные сети электроснабжения буровых работ на твердые полезные ископаемые следует оснащать изолированными проводами (типа СИП), что не только позволит снизить затраты на энергообеспечение, но существенно повысить уровни надежности и безопасности работ.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. А. М. Лимитовский, В. А. Косьянов, А. Ю. Башкуров. «Оптимизация внутреннего энергообеспечения буровых работ при централизованном и локальном электроснабжении объектов». Известия вузов. Геология и разведка. М., №1, 2013;
2. А. Ю. Башкуров. «Группового присоединения буровых установок к распределительным трансформаторным подстанциям в системах централизованного электроснабжения». Горный информационно-технический бюллетень. М., №4, 2013;
3. А. М. Лимитовский, В. А. Косьянов, А. Ю. Башкуров. «Обоснование основного направления совершенствования энергообеспечения геологоразведочных работ». Известия вузов. Геология и разведка. М., №1, 2012;
4. А. Ю. Башкуров «Исследование предельных по техническим возможностям расстояний передачи тепловой энергии в полевых условиях и разработка рекомендаций по предельным расстояниям теплотрасс». Горный информационно-технический бюллетень. Отдельные статьи (специальный выпуск). М., 2012;
5. А. Ю. Башкуров «Обоснование технико-экономической эффективности использования изолированных проводов в распределительных линиях электропередач при проведении геологоразведочных работ». Горный информационно-технический бюллетень. Отдельные статьи (специальный выпуск). М., 2012;
6. А. М. Лимитовский, А. Ю. Башкуров, Д. А. Эфстадиу. «Технико-экономическая оценка группового присоединения буровых установок к распределительным подстанциям». Сборник докладов VII Международной научно-практической конференции «Наука и новейшие технологии при поисках, разведке и разработке месторождений полезных ископаемых», М., 2012;
7. А. М. Лимитовский, А. Ю. Башкуров, А. А. Белоногова. «Технико-экономическая оценка группового присоединения буровых установок к дизельным электростанциям». Сборник докладов VII Международной научно-практической конференции «Наука и новейшие технологии при поисках, разведке и разработке месторождений полезных ископаемых», М., 2012.;
8. В. А. Косьянов, А. Ю. Башкуров, «Энерготехнический комплекс бурения». Сборник докладов X Международной конференции «Новые идеи в науках о земле», М., 2010.;
9. М. И. Григорьев, А. Е. Решетников, А. Ю. Башкуров. «Энергосберегающие технологии эксплуатации асинхронного электропривода буровых установок». Сборник докладов IX Международной конференции «Новые идеи в науках о земле», М., 2009.

10. М. И. Григорьев, А. Е. Решетников, А. Ю. Башкуров. «Энергосберегающие методы бурения геологоразведочных скважин». Сборник докладов IX Международной конференции «Геоэкологические и инженерно-геологические проблемы развития гражданского и промышленного комплексов города Москвы», М., 2008.;
11. М. И. Григорьев, А. Е. Решетников, А. Ю. Башкуров. «К вопросу о балансе активных и реактивных механических мощностей». Сборник докладов IX Международной конференции «Геоэкологические и инженерно-геологические проблемы развития гражданского и промышленного комплексов города Москвы», М., 2008.