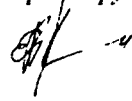


На работах рукописи



КАЛУГИН Евгений Владимирович

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ БУРОВЫХ
РАБОТ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО РЕШЕНИЯ ВОПРОСОВ ЭЛЕКТРО –
И ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ.**

*Специальность 25.00.14 – Технология и техника
геологоразведочных работ*

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

**МОСКВА
2005**

Работа выполнена в Московском государственном геологоразведочном университете имени Серго Орджоникидзе.

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

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор,
Лачинян Леонид Артемьевич.

Кандидат технических наук,
Полежаев Андрей Петрович.

Ведущая организация: ОАО «ЦЕНТРГЕОЛОГИЯ»

Защита состоится «20» октября 2005 г. в 14³⁰ часов ауд. 4-15 на заседании диссертационного совета Д 212.121.05 при Московском государственном геологоразведочном университете.

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

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московского государственного геологоразведочного университета.

Автореферат разослан «17» сентября 2005 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат технических наук,
советник РАЕН



Назаров А.П.

2000 1
12556

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Геологоразведочные предприятия относятся к энергоёмким объектам, требующим непрерывной подачи энергии. Одна из главных статей затрат – расходы на энергообеспечение. При производстве геологоразведочных работ доля затрат, связанных с энергообеспечением, достигает 50% от общего финансирования.

По данным ОАО РАО «ЕЭС России» энергетически изолированные от единой энергосистемы (ЕЭС) районы составляют 70% территории страны. Это районы Крайнего Севера, Восточной Сибири, Дальнего Востока, Сахалина, Камчатки. Именно с этими пространствами связана главная перспектива открытия и освоения новых месторождений полезных ископаемых.

Если во времена СССР в условиях плановой экономики, низких тарифов на электроэнергию, финансирования геологоразведочных работ приоритетным направлением энергоснабжения было централизованное энергоснабжение, то сегодня в условиях широкой приватизации объектов, разрыва производственных связей, роста цен на энергоносители, и отсутствия финансирования из госбюджета преобладающей становится ориентация на использование локальных энергоисточников.

Удельные затраты на выработку электро- и теплоэнергии местными энергоисточниками зачастую оказываются меньшими, чем затраты на их получение от региональных энергосистем. В связи с этим сегодня изменяется и сама концепция подхода к вопросам энергообеспечения отдалённых объектов.

Обоснование оптимального варианта энергоснабжения, например, геологоразведочного предприятия в современных условиях является ответственной задачей, от правильного решения которой в большой степени зависит величина общих затрат на производство работ.

Поэтому правильный выбор системы энергообеспечения и в первую очередь электроснабжения геологоразведочных работ в современных условиях становится весьма актуальным вопросом.

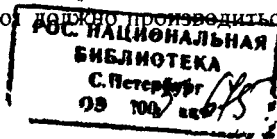
Кроме электрической каждая буровая установка потребляет большое количество тепловой энергии на технологические нужды и обогрев помещений.

Тепловая нагрузка буровой установки является важным фактором, оказывающим влияние на затраты при разведочном бурении.

Тепловая нагрузка установок колонкового бурения в условиях северных районов изменяется от 30 до 60 кВт, что превышает электрическую нагрузку буровой.

При выборе способа энергоснабжения объекта сравнение между собой только возможных вариантов электроснабжения зачастую приводит к ошибочным заключениям. Например, обоснованный как оптимальный вариант энергоснабжения от госсети может оказаться экономически не состоятельным в случае, если не будут учтены при этом затраты на отопление.

Поэтому обоснование оптимального варианта энергоснабжения для каждого объекта и этапа (стадийности) производства работ должно производиться с учётом



одновременного использования этих двух видов энергии по общему минимуму денежных потоков.

Известно, что электроснабжение может осуществляться от государственной линии электропередач (при наличии таковой), от стационарных, полустационарных и передвижных дизельных электростанций (ДЭС), а теплоснабжение – за счёт использования печного отопления, электрического обогрева и в редких случаях централизованного теплоснабжения.

При электроснабжении буровой от дизельной электростанции использование электроэнергии для отопления не рационально, ибо КПД ДЭС составляет 30 – 40%, поэтому практически везде в качестве источников тепла применяются металлические печи с КПД равным 0,7 – 0,8.

Печному отоплению присущи такие недостатки как: трудоёмкость процесса, загрязнение помещений и окружающей среды топливом и его отходами; снижение полезного объёма помещений, высокая пожароопасность и вероятность отравления угарным газом при нарушении правил эксплуатации.

Поэтому на геологоразведочных работах в удалённых и труднодоступных районах, где в качестве энергоисточников применяются ДЭС, весьма актуальным является детальное рассмотрение вопроса об использовании их теряемого избыточного тепла для покрытия тепловой нагрузки бурового здания.

Целью диссертационной работы является повышение эффективности геологоразведочных работ на основе комплексного рассмотрения вопросов электро – и теплоснабжения с учётом использования вторичных энергоресурсов.

Идея работы заключается в снижении затрат на производство геологоразведочных работ за счёт комплексного подхода к решению вопросов электро- и теплоснабжения.

В рамках поставленной цели были сформулированы следующие задачи исследований:

1. Проведение анализа теплотерь, особенностей теплотребления и величин тепловых нагрузок при производстве буровых работ на твёрдые полезные ископаемые;
2. Изучение на основе аналитических и экспериментальных исследований возможности покрытия тепловой нагрузки технологического процесса и обеспечения оптимального температурного режима в рабочей зоне буровой установки за счёт использования утилизированного тепла передвижных ДЭС;
3. Техико – экономическое обоснование возможности повышения эффективности геологоразведочных работ за счёт совместного решения вопросов электро – и теплоснабжения;
4. Обоснование рационального применения электронагревательных приборов для дополнительного отопления и поддержания оптимальных температур в рабочей зоне буровой установки, в случае использования утилизации тепла передвижных ДЭС;

5. Исследование экономической эффективности от использования утилизационных установок ДЭС.

Методы исследований. Поставленные задачи решались путём анализа научных и практических работ, проводимых в этой области, теоретических и экспериментальных исследований

Научная новизна выполненной работы:

1. Определена закономерность изменения тепловой нагрузки здания буровой установки от влияния условий окружающей среды. Получены расчётные зависимости, увязывающие теплопотери буровых зданий с конкретными условиями их эксплуатации.
2. Разработаны математические модели затрат по типовым вариантам комплексного энергообеспечения буровых работ для технико-экономического обоснования оптимальной системы.
3. Установлены зависимости предельного расстояния электроснабжения от государственной сети от изменения потребляемой мощности при совместного решения вопросов электро – и теплоснабжения.
4. Установлены зависимости изменения КПД энергоустановки от электрической нагрузки и расхода теплоносителя, позволившие сделать заключения о возможности полного покрытия потребности в тепле бурового здания.

Практическая значимость:

1. Разработан метод инженерного расчёта по выбору оптимального варианта энергообеспечения геологоразведочных работ, учитывающий вопросы электро – и теплоснабжения.
2. Разработана конструкция универсального утилизатора к передвижным ДЭС, обеспечивающая повышение эффективности энергообеспечения и улучшить микроклимат и экологическую обстановку на месте работ.
3. Даны методические разработки для использования полученных результатов, как в практической деятельности геологоразведочных объектов, так и в учебном процессе.

Апробация работы. Основные положения диссертации обсуждались на заседаниях энергетической комиссии РАЕН, проводимых в рамках научных конференций «Новые идеи в науках о Земле» (г. Москва, МГА - МГГРУ, апрель, 2002 - 2005г.г.) с участием профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов Московского государственного геологоразведочного университета и Санкт-Петербургского горного университета, Академии Народного хозяйства при Правительстве Российской Федерации, представителей Министерства Природных ресурсов Российской Федерации, компании «Татнефть», РКК «Энергия». Исследования выполнялись в плане НИР Министерства образования Российской Федерации.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 7 печатных работ, в которых раскрываются основные теоретические положения, практические рекомендации и результаты проведенных исследований.

Структура и объём работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения, изложенных на 127 страницах машинописного текста, списка литературы из 63 наименований, содержит 34 рисунков, 7 таблиц и 2 приложения.

Во введении обосновывается актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цели и задачи исследования, методы исследований, показана научная новизна и практическая значимость.

В первой главе рассмотрены вопросы, связанные с определением тепловой нагрузки буровой установки, сопоставлены тепловые потери производственных потребителей и тепловыделения от технологического оборудования, в частности, от привода дизельных электростанций.

Получены расчётные данные по расходу топлива на обогрев буровых установок в зависимости от температуры окружающей среды, исследованы вопросы о покрытии потребности в тепле на буровых работах за счёт разработанной утилизационной установки.

Во второй главе представлен макет экспериментальной установки, описана методика проведения натурного эксперимента, представлены экспериментальные данные в виде таблиц и рисунков.

В третьей главе впервые предпринята попытка учесть влияние затрат на теплоснабжение при технико – экономическом сравнении вариантов энергоснабжения геологоразведочных работ и обосновывается необходимость именно такого подхода, поскольку раздельное решение вопросов электро – теплоснабжение может привести к ошибочным заключениям.

В четвертой главе установлена зависимость сэкономленного на обогрев здания буровой установки условного топлива от нагрузки дизель – генератора, рассмотрены вопросы о целесообразности дозагрузки ДЭС электронагревательными приборами. Рассмотрены вопросы, связанные с обеспечением безопасной эксплуатации утилизационных установок.

Заключение отражает обобщенные выводы по результатам исследований в соответствии с целью и решенными задачами, их практическое использование и ценность.

Работа базируется на анализе теоретических и практических исследований отечественных специалистов, а также экспериментальных исследований, выполненных лично автором.

Автор выражает глубокую признательность научному руководителю диссертационной работы - доктору технических наук, профессору А.М.

Лимитовскому за ориентацию, научное руководство и постоянную поддержку при выполнении настоящей диссертационной работы.

Автор благодарит коллектив кафедры Энергетики и лично кандидата технических наук М.В. Меркулова за ценную помощь и советы, оказанные на разных этапах работы.

Автор благодарит профессора Л.Д. Базанова – начальника Сергиево-Посадского учебного полигона МГГРУ, кандидата технических наук Карпикова А.П., кандидата технических наук Наугольнова С.И., Андреева В.И. за помощь в проведении эксперимента.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ.

В основу постановки задач и проведение аналитических и экспериментальных исследований, составивших содержание данной диссертации, легли работы таких авторов как А.М. Лимитовского, Е.А. Козловского, Б.М. Ребрика, В.В. Алексеева, О.С. Брюховецкого, М.В. Меркулова, А.П. Жернакова, С.И. Наугольнова, Ю.В. Тихонова, А.А. Гланца, и др.

В результате анализа их исследований представилась возможность сформулировать выше приведённые цели и задачи исследований в направлении повышения эффективности бурения за счёт оптимизации вопросов энергообеспечения.

Первое защищаемое положение.

На основе полученной зависимости тепловой нагрузки буровой установки от условий и технологии производства буровых работ можно утверждать, что последняя, является важным фактором, оказывающим влияние на эффективность проведения разведочного бурения в целом.

Одним из основных факторов, влияющих на условия труда буровой бригады, является температура в рабочей зоне здания буровой установки, поддержание которой в заданных пределах определяется величиной теплопотерь бурового здания. Поэтому анализ теплопотерь и особенности теплопотребления технологических потребителей на буровых работах является первостепенной задачей в вопросе энергообеспечения ГРП.

По правилам охраны труда и техники безопасности на геологоразведочных работах температура в рабочем помещении в холодное время года, должна быть в пределах от 19°C до 23°C .

Буровые здания относятся к зданиям лёгкого типа. Низкая тепловая инерционность их обуславливает жёсткую зависимость параметров микроклимата внутри помещения от изменения условий окружающей среды. В этой связи потребовалось установить не только наибольшие значения величины теплопотерь при расчётных температурах окружающей среды и скорости ветра, но и характер их изменения при изменении параметров окружающей среды.

Система отопления предназначена поддерживать заданную температуру воздуха в помещении в холодный период, т.е. компенсировать теплопотери помещения. Чтобы определить дефицит теплоты составляют тепловой баланс здания, т.е. сопоставляют величины теплопотерь (расхода теплоты) и теплопоступления в расчётном режиме.

Если теплопотери больше тепловыделений, то требуется отопление помещений. В тех случаях, когда теплопоступления превышают теплопотери здания, проектируют систему вентиляции.

Тепловая мощность (нагрузка) системы отопления $Q_{от}$ определяется разностью между теплопотерями и теплопоступлениями помещения:

$$Q_{от} = Q_{тп} - Q_{тв} \quad (11)$$

$$Q_{тп} = Q_{тз} + Q_{тт}, \quad (12)$$

где:

$Q_{тп}$ – общие теплопотери здания, кВт;

$Q_{тв}$ – тепловыделения внутри здания, кВт;

$Q_{тз}$ – теплопотери здания, кВт;

$Q_{тт}$ – технологические теплопотери, кВт.

По результатам теплового баланса рассчитывают систему отопления здания, выбирают индивидуальные теплоисточники и определяют затраты на отопление.

Проведённый анализ теплопотерь здания буровой и тепловыделения технологического оборудования определил, что тепловая нагрузка буровой зависит от температуры окружающего воздуха, от режимов бурения (глубина, частота, осевая нагрузка) и технологических операций.

На рисунке 1 показана зависимость теплопотерь здания буровой в зависимости от температуры окружающей среды.

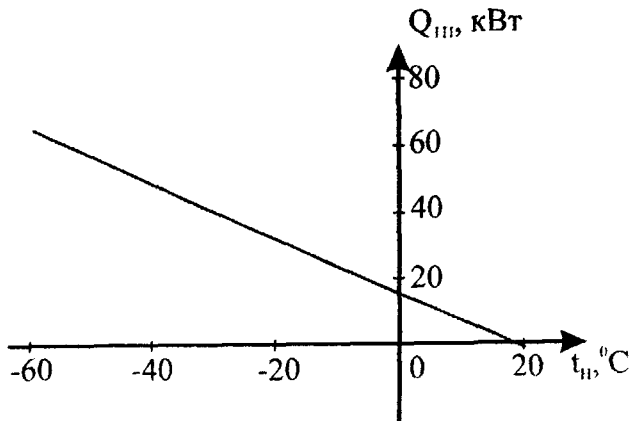
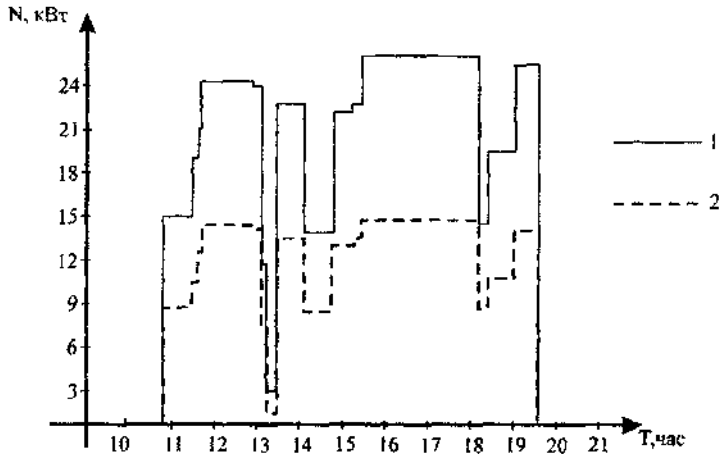


Рисунок 1. Зависимость теплопотерь здания ($Q_{тп}$) УКБ – 4 от температуры окружающей среды ($t_{н}$)

На рисунке 2 изображена диаграмма технологического процесса бурового станка СБА – 500, Глубина бурения – 423 м, средняя мощность бурового станка составляет 21,78 кВт.



*Рисунок 2. Суточный график нагрузки бурового станка СБА – 500.
1. График нагрузки бурового станка. 2. Тепловыделения бурового станка и технологического оборудования буровой.*

Анализ такого рода диаграмм позволяет сделать вывод, что при неблагоприятных условиях (отрицательной температуры окружающего воздуха) тепловыделения технологического оборудования буровой установки недостаточны для поддержания оптимальной температуры внутри здания буровой.

На рисунке 3 показана зависимость тепловой нагрузки бурового здания УКБ – 4 при номинальной нагрузке бурового станка от температуры наружного воздуха, который может использоваться в качестве, номограммы для определения необходимой тепловой мощности на буровых работах.

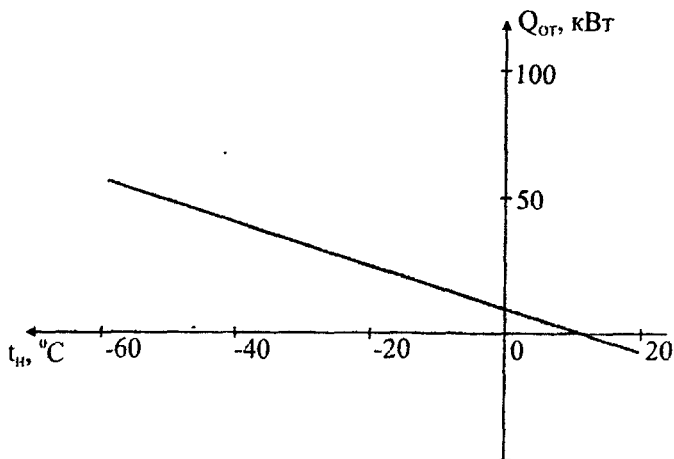


Рисунок 3 Зависимость тепловой нагрузки бурового здания ($Q_{от}$) от температуры наружного воздуха (t_n).

Анализ теплового расчёта бурового здания УКБ – 4 показал, что для заданных температур внутри бурового здания (+10 – +14 °C) необходимо до 60 кВт тепла при температуре окружающей среды – 60°С ниже нуля.

Расчёт системы отопления здания буровой УКБ – 4 показал, что для обеспечения необходимой температуры в буровом здании в зимний период времени требуется до 250 кг условного топлива в сутки.

Использование мазута, угля или дров в труднодоступных районах обходится очень дорого, из-за высокой стоимости доставки топлива.

С другой стороны при сгорании топлива в двигателях внутреннего сгорания (ДВС) полезно преобразуется в работу только 30-40% выделяемого тепла. Остальное тепло уносится отходящими газами, охлаждающей жидкостью, в виде тепловыделений от трения, теряется из-за неполноты сгорания топлива. Причём потери в охлаждающую жидкость составляют (16 – 30%) и с отработавшими газами (25 – 30%).

Проведённый расчёт теплового потока, поступающего от дизеля с выхлопными газами и охлаждающей водой, позволил установить, что с 1 кВт электрической мощности при полной загрузке дизель – агрегата выделяется 1,8 кВт тепла.

Поэтому применительно к геологоразведочным работам в удалённых и труднодоступных районах, где в качестве энергоисточников используются дизельные электростанции (ДЭС), целесообразно детально рассмотреть вопрос об использовании их избыточного тепла для отопления буровых зданий.

Второе защищаемое положение.

Использование разработанного универсального утилизатора с воздушным теплоносителем для утилизации тепла передвижной ДЭС позволяет значительно повысить кпд энергоустановки и полностью удовлетворить потребность в тепловой энергии здания буровой установки.

Теоретические исследования теплотерь типового бурового здания в зависимости от условий работ, вызвали необходимость проведения экспериментальных работ с целью подтверждения эффективности утилизации тепла передвижных ДЭС.

При проведении экспериментальных исследований были поставлены следующие задачи:

1. определение фактического количества утилизированного тепла при различных нагрузках и при различной подаче вторичного теплоносителя;
2. определение расхода топлива ДЭС при различной нагрузке генератора без утилизатора и после его установки;
3. определение кпд энергоустановки при работе её с утилизатором и без него;
4. сопоставление полученных данных экспериментальных исследований по утилизации теплоты с необходимой расчетной нагрузкой буровой.

Для решения поставленных задач на учебно-экспериментальном полигоне МГТУ близ города Сергиев Посад был проведён эксперимент. Фотография (рисунок 4) и схема (рисунок 5) экспериментальной установки приведена ниже.

Установка состоит из трёх блоков: I – Дизельная электростанция ДЭС – 60р напряжением 400 / 230 В и частотой 50 Гц. II - утилизационная установка. III – контрольно-измерительные приборы.

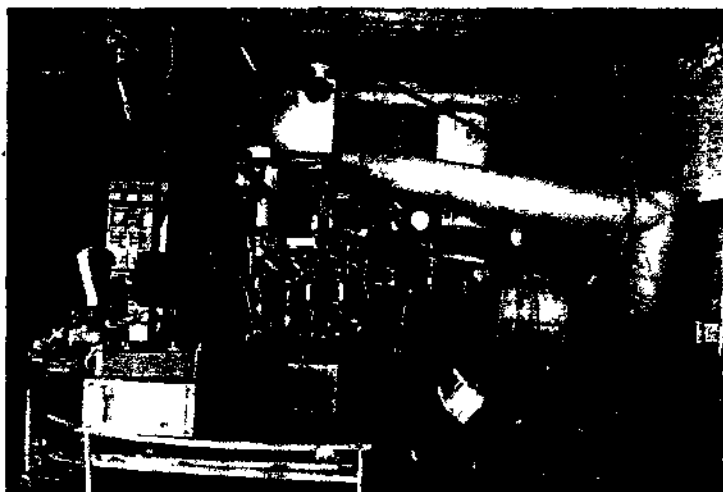


Рисунок 4 Экспериментальная установка.

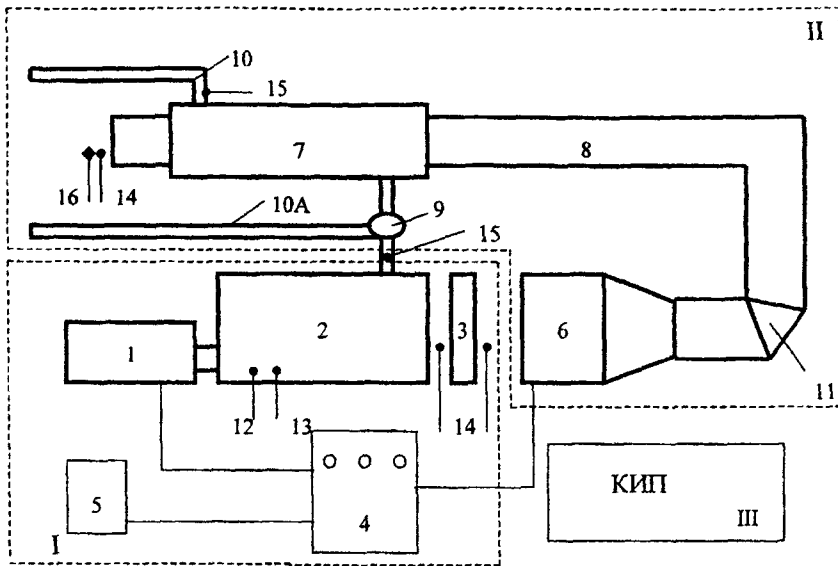


Рисунок 5. Схема экспериментальной установки.

В комплект электростанции входят шестицилиндровый четырёхтактный двигатель А - 01МЕ (2) и трёхфазный синхронный генератор ЕСС5 - 92 - 4У2 (1).

Охлаждение жидкости в радиаторе (3) происходит потоком воздуха, создаваемым вентилятором (6).

Щит управления (4) предназначен для контроля режимов работы и автоматического поддержания напряжения трёхфазного синхронного генератора, а также для распределения вырабатываемой энергии по фидерам потребителей. На щите управления смонтированы приборы и аппаратура управления.

В качестве нагрузки ДЭС использовались электронагревательные приборы (5) мощностью до 100 кВт.

Блок II представляет собой утилизационную установку, состоящую из универсального газового теплообменника (7), вентилятора типа ВМ - 5 (6) и металлических вентиляционных труб (8).

Газовый теплообменник предназначен для передачи избыточного тепла выхлопных газов и выделяемого корпусом двигателя вторичному теплоносителю - воздуху. Трубчатый теплообменник состоит из набора газопроводных труб, закрепленных в трубных пластинах круглой формы и размещённых внутри общего корпуса. Выхлопные газы проходят по трубам, а вторичный теплоноситель (воздух) - по межтрубному пространству встречным потоком. В выхлопной трубе (10А), соединяющей дизельный двигатель с теплообменником, вмонтирована поворотная заслонка (9), позволяющая направлять газовый поток в атмосферу или в теплообменник. В воздуховоде имеется шибберная заслонка (11), позволяющая регулировать объём направляемого воздуха (вторичного теплоносителя).

Контроль над тепловым балансом осуществлялся датчиками температуры масла (12) и температуры воды в системе охлаждения дизель – агрегата (13). Замеры температуры воздуха проводились ртутным термометром (14), а температуру выхлопных газов замеряли с помощью термопары с милливольтметром (15). Расход топлива замерялся объёмно-весовым методом с помощью весов. Расход вторичного теплоносителя определялся по скорости воздуха, с помощью анемометра (16).

При испытаниях контролировалось: 1. Нагрузка на генераторе, кВт. 2. Расход топлива, кг/ч. 3. Внешняя температура, °С. 4. Температура жидкости (воды), охлаждающей дизельный двигатель, °С. 5. Температура первичного и вторичного теплоносителей на входе и выходе теплообменника, °С. 6. Скорость потока вторичного теплоносителя (воздуха) на выходе теплообменника, м/с.

Результаты экспериментальных исследований подверглись статистическому анализу. Для обработки экспериментальных исследований использовался метод наименьших квадратов.

В результате проведения экспериментальных исследований результаты замеров позволили определить расход топлива дизельной электростанции с утилизатором тепла (рисунок 6) и определить утилизированный тепловой поток (рисунок 7) и КПД энергоустановки при работе её с утилизатором (рисунок 8).

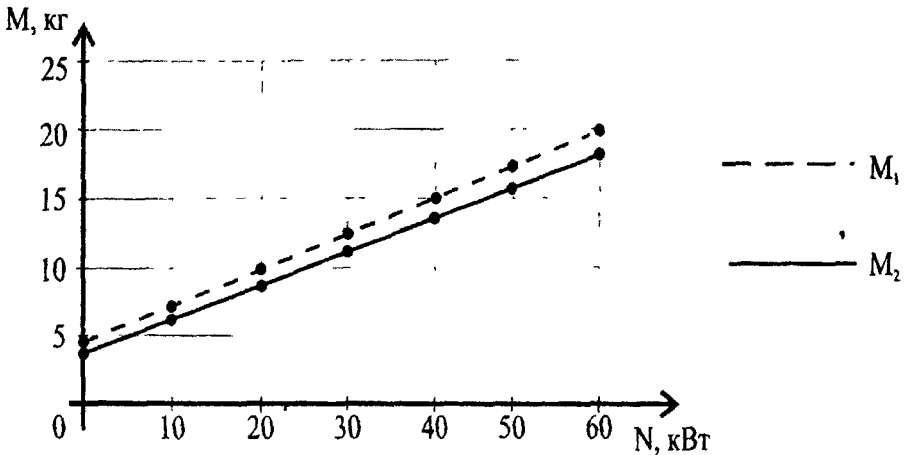


Рисунок 6. Зависимость расхода топлива (M) от нагрузки генератора (N) без утилизатора и при подключении его.

M_1 – расход топлива дизель – агрегата с утилизатором, кг/ч,
 M_2 – расход топлива дизель – агрегата без утилизатора, кг/ч

Полученные экспериментальные данные расхода топлива дизель – генератора с различной нагрузкой, показали незначительный перерасход его (0,5 – 1,5 кг) при использовании утилизационной установки, что не превышает 8% от расхода топлива дизель-генератора без утилизационной установки (рисунок 6).

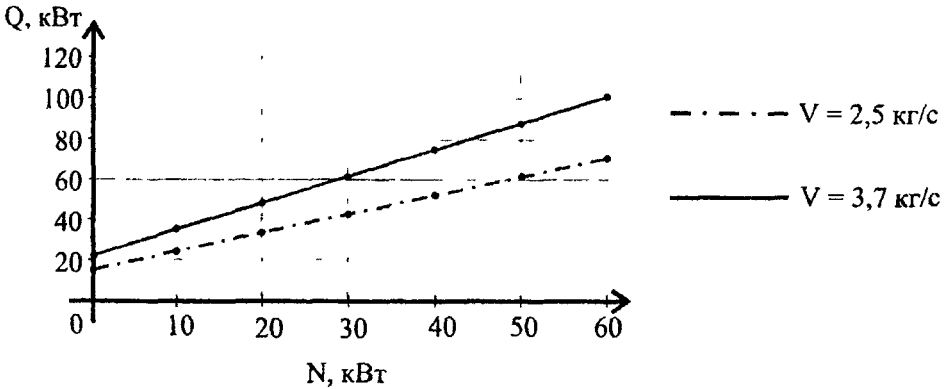


Рисунок 7. Зависимость теплового потока (Q), утилизированного в газовом теплообменнике от нагрузки генератора (N) и расхода (V) вторичного теплоносителя (воздуха).

Из рисунка 7 видно, что при нагрузке генератора 40 кВт и расходе вторичного теплоносителя 2,5 кг/с выделится количество теплоты мощностью 50 кВт и приблизительно 80 кВт при расходе вторичного теплоносителя 3,7 кг/с.

Анализ экспериментальных данных теплового баланса дизель – агрегата позволил установить, что при комплексной утилизации теплоты ДЭС на 1 кВт его электрической мощности приходится 1,5 – 2 кВт выделившегося тепла, что подтверждает теоретические исследования. При средней электрической нагрузке (30 – 40 кВт), утилизированной тепловой энергии, становится достаточно для обогрева здания буровой даже в экстремальных условиях Севера.

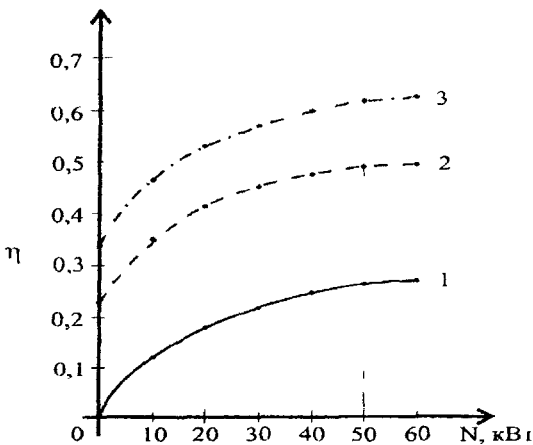


Рисунок 8 КПД дизель - агрегата с утилизационной установкой при различном расходе вторичного теплоносителя (воздуха).

1. КПД дизель-агрегата без утилизационной установки. 2. КПД дизель-агрегата с утилизационной установкой при расходе вторичного теплоносителя 2,5 кг/с. 3. КПД дизель-агрегата с утилизационной установкой при расходе вторичного теплоносителя 3,7 кг/с.

КПД ДЭС без утилизации теплоты составил в процессе эксперимента 25% при нагрузке дизель-генератора 40 кВт (рисунок 8 (1)). При комплексной утилизации теплоты и расходе вторичного теплоносителя 2,5 кг/с ДЭС КПД установки составил 50% (2), а при расходе вторичного теплоносителя равным 3,7 кг/с - 62% (3). При полной нагрузке КПД ДЭС составит соответственно примерно 52% (2) и 65% (3).

Комплексная утилизация теплоты, отводимой от дизеля охлаждающей водой и отработавшими выхлопными газами, позволит повысить КПД дизельной электростанции примерно вдвое.

Следовательно, универсальный утилизатор с воздушным теплоносителем для утилизации тепла передвижных ДЭС на буровых работах является наиболее рациональным устройством для обогрева бурового здания. Утилизированное тепло от охлаждающей жидкости и выхлопных газов сможет удовлетворить потребность в тепловой энергии бурового здания.

Третье защищаемое положение.

Обоснование оптимального варианта энергообеспечения буровых работ должно производиться с учётом как электро – и так теплоснабжения. Сравнение между собой только вариантов электроснабжения может привести к ошибочным заключениям выбора системы.

Приведенные выше исследования показали, что тепловая нагрузка буровой установки, является важным фактором, оказывающим влияние на эффективность разведочного бурения и должна учитываться при обосновании оптимального варианта энергообеспечения. Поэтому следующим этапом работы явилась оценка влияния теплообеспечения при технико-экономическом сравнении вариантов энергоснабжения геологоразведочных работ.

Основная формула затрат, по которой сравниваются варианты по денежному потоком за принятый период времени может быть представлена в виде:

$$Z = -K - K_0 - И + D + E + A \quad 131$$

где:

K – капиталовложения в электро- и теплоснабжение;

K_0 - необходимый начальный оборотный капитал (в основном планируемый запас топлива);

$И$ - стоимость текущих затрат (на электро и теплоснабжение по варианту), приведенная к исходному моменту;

D - остаточная стоимость оборудования, приведенная к исходному моменту;

E - экономия на налоге на прибыль в связи с текущими отчислениями;

A - экономия на налоге на прибыль в связи с амортизационными отчислениями.

Экономическим критерием выбора той или иной системы электроснабжения геологоразведочных работ являются минимальные приведенные затраты, рассчитать которые можно по вариантно по формуле (3).

При варианте электроснабжения от передвижных ДЭС на величину приведенных затрат влияют параметры: стоимость топлива, количество и мощность буровых установок, а при варианте электроснабжения от ЛЭП влияют: стоимость высоковольтных линий, стоимость электроэнергии и удалённость ГРП от государственной линии электропередачи.

В большинстве случаев при выборе системы электроснабжения геологоразведочных работ необходимо технико-экономическое сравнение вариантов, которое с целью упрощения расчётных операций может быть осуществлено посредством нахождения предельных расстояний от сети до базы и сравнения их с фактическими.

Сущность метода заключается в том, что находят предельное расстояние от объекта (или отдельного потребителя) до энергоисточника, за пределами которого экономически нецелесообразно присоединения этого потребителя к рассматриваемому энергоисточнику. Вывод формул для определения предельного расстояния базируется на приравнивании расчётных зависимостей приведённых затрат двух смежных систем электроснабжения.

В случае использования варианта электроснабжения от государственной сети качество энергии выше по сравнению с энергией, получаемой от собственных электростанций, и исключается необходимость в оборудовании дизельной электростанции, нередко большой мощности и комплектовании её штатом квалифицированных специалистов.

Однако часто место ведения геологоразведочных работ находится на таком расстоянии от государственной сети, что целесообразность строительства от неё линий электропередач требует специальных экономических расчётов с учётом технической возможности использования такой линии. При определённом расстоянии от места ведения геологоразведочных работ до государственной сети наступает такое положение, когда приведённые затраты на электроснабжение от этой сети и от собственной электростанции становятся равными. Если фактическое расстояние оказывается больше того, при котором затраты по вариантам равны, то выбирают строительство собственной электростанции.

Приравняв затраты можно найти предельное расстояние от районной линии до месторождения.

На рисунке 9 представлены результаты расчёта нахождения предельного расстояния присоединения к районной сети, полученные путём сравнения приведённых затрат по вариантам:

- от государственной сети и передвижной дизельной электростанции без учёта затрат на отопление (1);
- от государственной сети с учётом затрат на отопление и передвижной дизельной электростанции с утилизационной установкой (2).

Расчёт проводился для следующих условий:

Геологоразведочные работы ведутся в Якутии. Работы планируется вести сроком 1 год. В качестве энергоисточника при автономном энергоснабжении буровых работ

применяется ДЭС – 60. При варианте от государственной линии электропередач используется провод сечением 16 мм^2 . Потребителем энергии является буровая установка УКБ – 4. Средняя мощность буровой 40 кВт. В случае использования в качестве энергоисточника буровой передвижной ДЭС, отопление буровых зданий предусматривается за счёт утилизации тепла ДЭС. При варианте энергоснабжения от ЛЭП здание буровой предусматривается отапливать за счёт печного отопления.

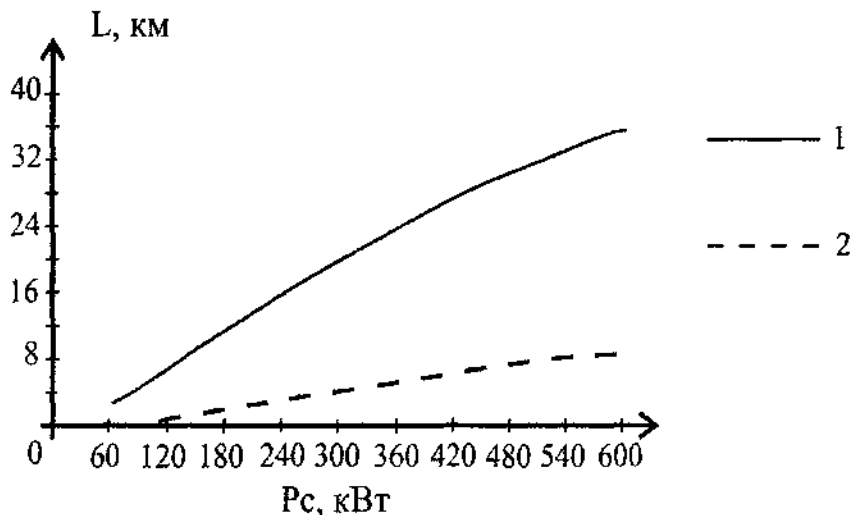


Рисунок 9. Зависимость предельного расстояния электроснабжения от государственной сети от изменения потребляемой мощности

Анализ расчёта показал, что сравнение между собой только вариантов электроснабжения может привести к ошибочным решениям. Обоснованный как оптимальный вариант электроснабжения от Госсети может оказаться экономически не состоятельным в случае, если не учитывать затраты на отопление. Например, при средней мощности потребителя 300 кВт предельное расстояние составит около 20 км без учёта затрат на отопление. В случае, если передвижная ДЭС будет оснащена рекомендуемой утилизационной установкой и учитываются затраты на отопление бурового здания для варианта энергоснабжения от Госсети предельное расстояние уже составит примерно 4 км.

Как видно из рисунка 9 в большинстве случаев оптимальным вариантом энергообеспечения является дизельная электростанция в комплексе с утилизационной установкой, даже при высокой стоимости дизельного топлива, если геологические работы ведутся в отдалённых и труднодоступных районах.

Четвёртое защищаемое положение.

При низкой нагрузке дизельной электростанции утилизированного потока тепла оказывается недостаточно для поддержания заданной температуры на рабочем месте. При использовании утилизации тепла передвижных ДЭС применение электронагревательных приборов для дополнительного отопления здания буровой установки становится экономически оправданным.

Из-за частой низкой загрузки дизельной электростанции утилизированного теплового потока может оказаться недостаточно для полного отопления буровой.

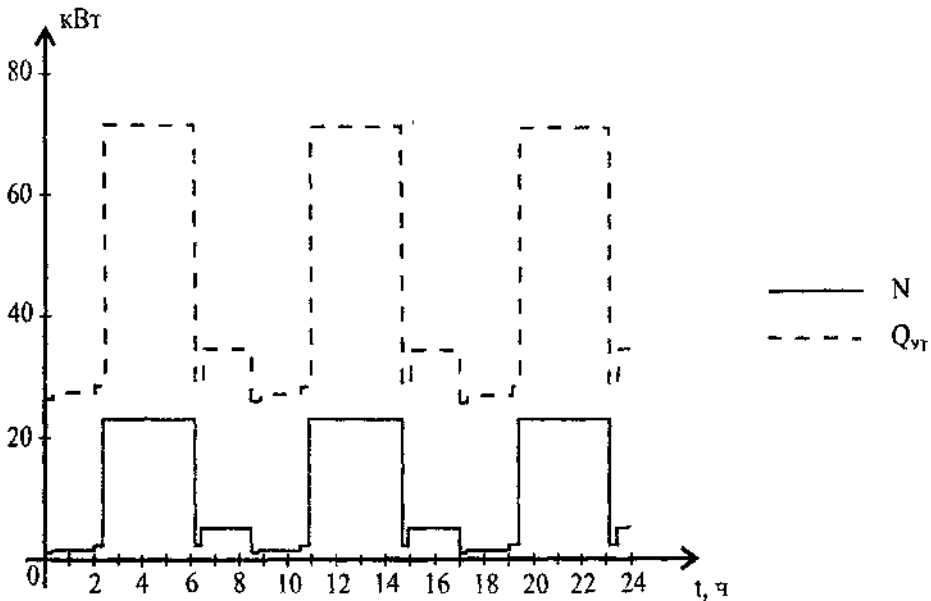


Рисунок 10 Суточный график удельных затрат электроэнергии на бурение (N)

На рисунке 10 показана диаграмма удельных затрат электроэнергии на бурение буровой установки УКБ – 4 (1), и количество утилизированного теплового потока ДЭС – 60 (2).

При неблагоприятных климатических условиях (низкая температура окружающей среды) теплотери бурового здания УКБ – 4 достигают до 70 кВт (рисунок 1).

Из рисунка 10 видно, что при технологических процессах буровой установки (подготовительные работы, спуско-подъёмные операции) утилизированного потока при неблагоприятных климатических условиях, может оказаться недостаточным для поддержания оптимальной температуры в рабочей зоне буровой.

В таких случаях целесообразно постановка вопроса об использовании электронагревательных приборов на буровых установках, где используется утилизация тепла.

Целесообразность дозагрузки генератора ДЭС электронагревательными приборами, обосновывается тем, что увеличение нагрузки генератора приведёт к увеличению утилизируемого теплового потока и повышения общего $\cos\phi$.

Допустимая мощность электронагревательных приборов, в случае дозагрузки передвижной ДЭС, может быть определена по разности затрат между сравниваемыми вариантами энергообеспечения.

Применение дозагрузки генератора ДЭС будет оправдана в случае, если разность затрат будет больше нуля.

Результаты проведённого анализа расчётов разности затрат между энергоснабжением буровой установки УКБ - 4 с печным отоплением от передвижной дизельной электростанции и энергоснабжением буровой установки УКБ - 4 от передвижной дизельной электростанции с рекомендуемой утилизационной установкой с дозагрузкой электронагревательными приборами, позволили определить, что дозагрузка генератора дизельной электростанции будет оправдана, в случае если мощность электроприборов не превышает 10 - 15 кВт (рисунок 11).

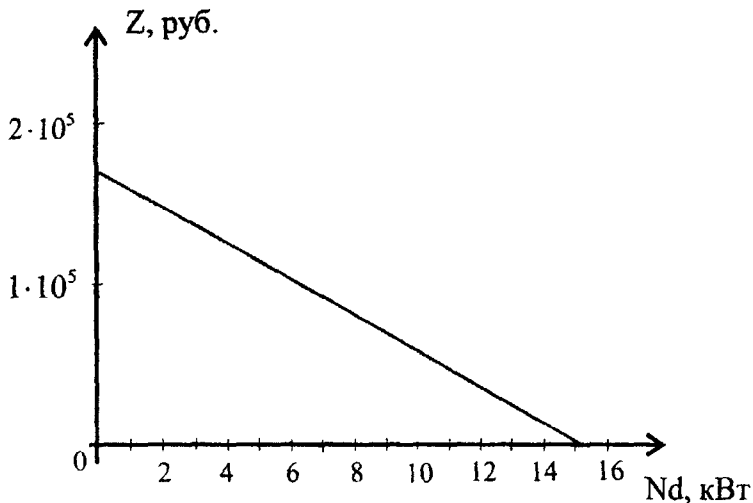


Рисунок 11 Разность затрат (Z) между вариантами энергоснабжения буровой установки УКБ - 4, в случае дозагрузки ДЭС - 60 электронагревательными приборами.

Экономия топлива в случае использование тепла охлаждающей воды и выхлопных газов дизель – агрегата может быть определена по формуле:

$$\varepsilon = \frac{Q_{\text{УТ}} - \Delta G \cdot Q_0}{Q}, \text{ кг у.т. в час,} \quad (14)$$

где,

$Q_{\text{УТ}}$ – утилизированный тепловой поток, кВт;

ΔG – перерасход топлива дизель – агрегатом, связанный с использованием утилизатора, кг/ч;

Q_0 – теплота сгорания дизельного топлива, кДж/кг;

Q – теплота сгорания условного топлива, кДж/кг.

Расчёты показали что, при использовании тепла охлаждающей воды и выхлопных газов дизель – агрегата экономия топлива достигает, в зависимости от нагрузки, до 3 кг у.т. в час на одну установку.

На рисунке 12 представлена диаграмма затрат на энергоснабжение буровых работ от передвижной дизельной электростанции (ДЭС – 60).

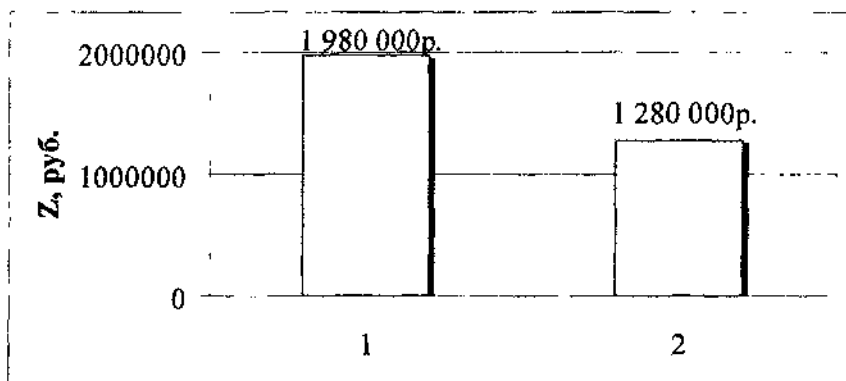


Рисунок 12. Диаграмма затрат буровых работ от ДЭС – 60 с печным отоплением (1) и с утилизационной установкой (2).

Из рисунка 12 видно, что в случае применения рекомендуемой утилизационной установки на передвижной ДЭС экономический эффект составит 35% с одной установки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные в работе результаты теоретических и экспериментальных исследований – новое решение задачи повышения эффективности геологоразведочных работ за счёт утилизации тепла передвижных дизельных электростанций на основе комплексного решения вопросов электро – и теплоснабжения.

Основные научные выводы и практические рекомендации, полученные в результате проведенных исследований, заключаются в следующем:

1. Определена величина энергопотребления для отопления здания буровой установки в зависимости от условий окружающей среды. Установлено, что тепловая нагрузка бурового здания в кВт, примерно соответствует величине отрицательной температуры наружного воздуха в градусах.
2. Обоснована эффективность использования утилизированного тепла дизельной электростанции для обеспечения тепловой нагрузки буровой установки.
3. Разработанный универсальный утилизатор с воздушным теплоносителем для утилизации тепла передвижных ДЭС на буровых работах является наиболее подходящим устройством для обогрева бурового здания.
4. Экспериментальные исследования показали:
 - при комплексной утилизации теплоты ДЭС на 1 кВт его электрической мощности приходится 1,5 – 2 кВт выделившегося тепла, утилизированной тепловой энергии, становится достаточно для обогрева здания буровой.
 - при утилизации тепла охлаждающей жидкости и выхлопных газов КПД дизель – генераторной энергетической установки увеличивается практически вдвое.
 - перерасход топлива при использовании утилизационной установки незначителен и соответствует (0,5 – 1,5кг) в зависимости от нагрузки, что не превышает 8% от расхода дизель генератора без утилизационной установки.
5. Тепловая нагрузка буровой установки, является важным фактором, оказывающим влияние на эффективность разведочного бурения и должна учитываться. Сравнение между собой только вариантов электроснабжения может привести к ошибочным решениям.
6. Обоснована возможность эффективного применения электронагревательных приборов при использовании утилизированного тепла передвижных ДЭС. Установлено, дозагрузка генератора дизельной электростанции будет оправдана, в случае если мощность электроприборов не превышает 10 – 15 кВт.
7. В случае применения рекомендуемой утилизационной установки на передвижной ДЭС экономический эффект составит 35% с одной установки.
8. Использование утилизированного тепла передвижных ДЭС не только улучшит условия труда на буровых, но позволяет экономить топливо для отопления бурового здания до 3 кг у.т./час.
9. Пересмотрена концепция энергообеспечения удалённых объектов в современных условиях в направлении решения области использования локальных энергоисточников.

**ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ
ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ:**

1. М.В. Меркулов, Е.В. Калугин. Перспектива направления экономии топлива энергетических ресурсов на геологоразведочных работах. Тезисы докладов VI Международной конференции «Новые идеи в науках о Земле». Часть 3. М.: МГГРУ, 2003.
2. А.М. Лимитовский, М.В. Меркулов, Е.В. Калугин. Об использовании возобновляемых источников энергии на геологоразведочных работах. Тезисы докладов конференции Факультета техники разведки и разработки месторождений полезных ископаемых МГГРУ "Наука и новейшие технологии при освоении месторождений полезных ископаемых в начале XXI века". Часть 2. М.: МГГРУ, 2004.
3. А.М. Лимитовский, Е.В. Калугин. Обоснование оптимального варианта электроснабжения геологоразведочных работ. Тезисы докладов конференции Факультета техники разведки и разработки месторождений полезных ископаемых МГГРУ "Наука и новейшие технологии при освоении месторождений полезных ископаемых в начале XXI века". Часть 2. М.: МГГРУ, 2004.
4. М.В. Меркулов, Е.В. Калугин. Повышение эффективности дизельных электростанций на геологоразведочных работах. Тезисы докладов конференции Факультета техники разведки и разработки месторождений полезных ископаемых МГГРУ "Наука и новейшие технологии при освоении месторождений полезных ископаемых в начале XXI века". Часть 2. М.: МГГРУ, 2004.
5. О.С. Брюховецкий, А.М. Лимитовский, М.В. Меркулов, Е.В. Калугин. Малая энергетика на базе возобновляемых источников энергии на объектах геологоразведочных работ. Горный журнал. Специальный выпуск. М.: 2004.
6. А.М. Лимитовский, М.В. Меркулов, Е.В. Калугин. Утилизация тепла дизель электрических станций при проведении буровых работ в северных районах. Горный журнал. Специальный выпуск. М.: 2004.
7. Е.В. Калугин, М.В. Меркулов. Теоретические и экспериментальные исследования утилизационной установки дизельной электростанции. Тезисы докладов VII Международной конференции «Новые идеи в науках о Земле». Часть 3. М.: МГГРУ, 2005.

Подписано в печать 14.09.2005 г. Объем 1,6 п.л.
Тираж 100 экз. Зак № 31

Редакционно-издательский отдел РГГРУ
Москва, ул. Миклухо-Маклая, 23

№ 16863

РНБ Русский фонд

2006-4

12556