

А.Ю. Башкуров

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ ПРИ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОМ И ЛОКАЛЬНОМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ ОБЪЕКТОВ

Обоснование оптимального энергообеспечения технологических потребителей геологоразведочных работ за счет моделирования внутренней системы энергоснабжения в новых условиях функционирования предприятий. Групповое присоединение предопределяет снижение затрат на энергоисточник, 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 исследование в области использования групповых энергоисточников является актуальной многогранной задачей решение которой позволит обозначить границы рациональных освоений подобного рода систем комплексного энергообеспечения в условиях производства геологоразведочных работ.

Ключевые слова: энергообеспечение, утилизация, централизованные системы электроснабжения, локальные 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, имея в виду высокую стоимость электрообогрева. Тем не менее некоторые заводы, выпускающие буровые установки укомплектовали их 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, считаю необходи-

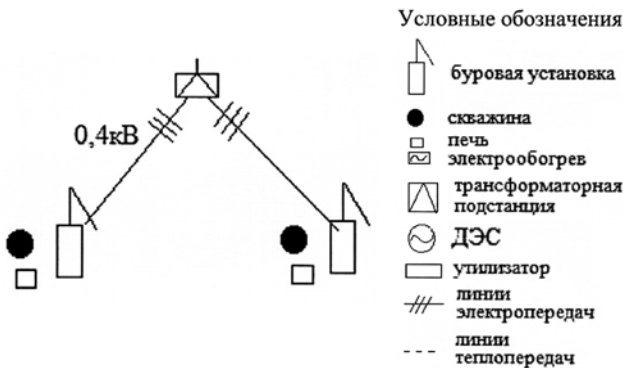


Рис. 1. Схема электроснабжения потребителей с печным отоплением

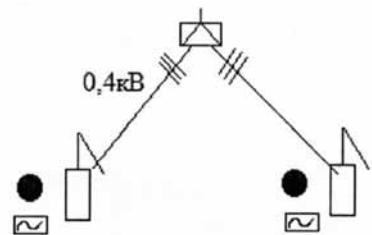


Рис. 2. Схема электроснабжения потребителей используя электрообогрев

мым, имея в виду большие неудобства печного отопления и в первую очередь заготовки, транспортировки и складирования топлива.

Исследование этого вопроса осуществлялось применительно к использованию буровых установок колонкового бурения типа УКБ-4 и УКБ-5. Первая предназначена для бурения на глубину 300–500 м, вторая – на глубину 500–800 м.

Было доказано [1], что в современных условиях в основном следует ориентироваться, в большинстве случаев, на групповое присоединение потребителей к распределительным подстанциям, рассмотрим варианты с печным отоплением потребителей и с электрообогревом (рис. 1, 2).

Капитальные вложения составят:

$$K_3 = K_{\text{ТП1}} + K_{\text{П}}. \quad (1)$$

Эксплуатационные расходы складываются из:

$$I_3 = 1,36 \cdot \mathcal{Z}_{\text{ТП}} k_{\text{П}} m + jP_{\text{с1}} C_{\text{Э}} T_k + 0,02 \cdot S_{\text{Т1}} C_{\text{Э}} T_k + \\ + jP_{\text{сТЗ1}} C_{\text{ТЗ}} q_{\text{З}} T_k + jNK_{\text{л}} dp + j \frac{S_{\text{с1}}^2 dT_k C_{\text{Э}}}{U^2 \gamma S}, \quad (2)$$

где $P_{\text{с1}}$ – средняя активная мощность, кВт; $S_{\text{с1}}$ – средняя полная мощность, кВА; N – число скважин пробуренных одной установкой УКБ-4 (исходя из глубины геологоразведочных скважин, твердости пород); $K_{\text{ТП1}}$ – стоимость трансформаторной подстанции, руб;

$T_k = \frac{T_r}{4} = ((365 - \tau) n_{\text{с}} T_{\text{с}} K_{\text{рт}} - T_{\text{пр}}) / 4$ – средневзвешенное время работы потребителей за квартал; $n_{\text{с}}$ – число смен; $T_{\text{с}}$ – продолжительность смены, ч; $K_{\text{рт}}$ – коэффициент, учитывающий время передислокации и ремонта; $T_{\text{пр}}$ – число часов, на которое сокращена продолжительность работы в праздничные дни; T_k – средневзвешенное время работы потребителей за квартал; $k_{\text{П}}$ – районный коэффициент; m – число месяцев в квартале; $C_{\text{Э}}$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, руб; d – расстояние между потребителями (расчеты проводились для 50 м, 100 м и 500 м, т. к. сетке скважин для геологоразведочных работ наиболее характерны данные значения расстояния); U , U_2 – напряжение, В; S – площадь сечения проводов; γ – проводимость материала проводов.

Капитальные вложения составят:

$$K_4 = K_{\text{ТП1}} + K_{\text{Э.пр}}. \quad (3)$$

Эксплуатационные расходы складываются из:

$$I_4 = 1,36 \cdot \mathcal{Z}_{\text{ТП}} k_{\text{П}} m + jP_{\text{с1}} C_{\text{Э}} T_k + jNK_{\text{л}} dp + jP_{\text{сТ}} C_{\text{Э}} T_k + \\ + 0,02 \cdot S_{\text{Т1}} C_{\text{Э}} T_k + j \frac{(P_{\text{с1}} + P_{\text{сТ}})^2 C_{\text{Э}} dT_k}{U^2 \cos(\varphi)^2 \gamma S}. \quad (4)$$

Затраты по указанным вариантам электроснабжения определяются:

$$\mathcal{Z}_3 = \left| -K_3 - \mathcal{U}_0 + (C - 1) \frac{1 - (1 + i)^{-n}}{i} I_3 + K_3 p C \frac{1 - (1 + i)^{-n}}{i} + \frac{K_3 (1 - pn)}{(1 + i)^n} \right| \quad (5)$$

$$\mathcal{Z}_4 = \left| -K_4 - \mathcal{U}_0 + (C - 1) \frac{1 - (1 + i)^{-n}}{i} I_4 + K_4 p C \frac{1 - (1 + i)^{-n}}{i} + \frac{K_4 (1 - pn)}{(1 + i)^n} \right| \quad (6)$$

По полученным данным, построены зависимости затрат на печное отопление и электрообогрев (рис. 3).

Таким образом, при централизованном электроснабжении от региональных сетей в современных условиях ценообразования электрообогрев буровых работ допустим, если тепловая нагрузка не превышает 5 кВт, в противном случае следует использовать традиционно печное отопление или возобновляемые источники тепловой энергии.

Но в связи с тем, что на геологоразведочных работах не всегда возможно и целесообразно подключение к региональным линиям электропередач, определим экономически приемлемый вариант энергообеспечения буровых работ от собственных энергоисточников (дизельных электростанций). Для этого рассмотрим варианты энергообеспечения потребителей геологоразведочных работ от единой дизельной электростанции на две буровые установки: а) передвижные индивидуальные ДЭС с утилизацией тепла с индивидуальными теплообмен-

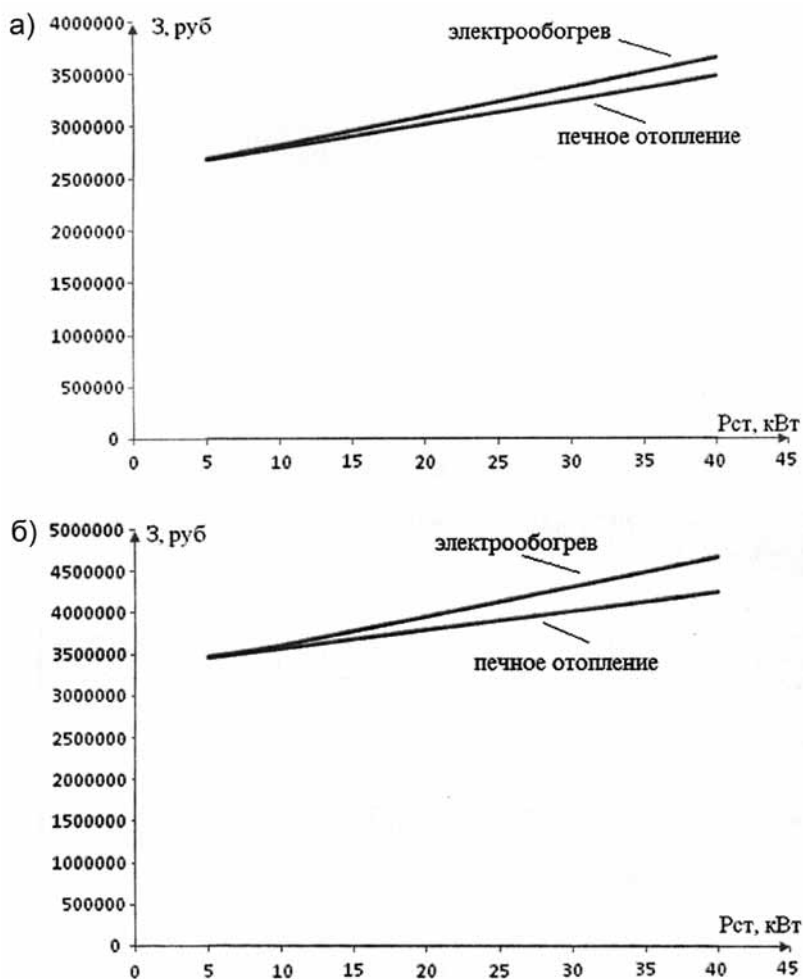


Рис. 3. Зависимости затрат на печное отопление и электрообогрев для УКБ-4 (а); зависимости затрат на печное отопление и электрообогрев для УКБ-5 (б)

никами; б) ДЭС с групповым присоединением потребителей с единым утилизатором на два станка 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. 4–7).

Капитальные вложения составят:

$$K_5 = j(K_{ДЭС1} + K_{УТ1}). \quad (7)$$

Эксплуатационные расходы складываются из:

$$И_5 = 1,36 \cdot 3_D k_p m j \cdot 1,1 + P_{c1} C_T q T_k j \quad (8)$$

Капитальные вложения составят:

$$K_6 = K_{ДЭС2} + K_{УТ2}. \quad (9)$$

Эксплуатационные расходы складываются из:

$$\begin{aligned} И_6 = & 1,36 \cdot 3_D k_p m(j-1) + NK_n dp(j-1) + \\ & + K_m dp(j-1) + jP_{c1} C_T q T_k + \\ & + (j-1)P_n C_T q T_k + (j-1) \left(\frac{P_{c1}^2 dT_k C_T q}{U^2 \cos(\varphi)^2 \gamma S} \right). \end{aligned} \quad (10)$$

Капитальные вложения составят

$$K_7 = K_{ДЭС2} + K_{УТ3}. \quad (11)$$

Эксплуатационные расходы складываются из:

$$\begin{aligned} И_7 = & 1,36 \cdot 3_D k_p m(j-1) + NK_n dp(j-1) + \\ & + jP_{c1} C_T q T_k + (j-1)P_{CT} C_T q T_k + \\ & + \left[\frac{(P_{c1} + P_{CT})^2 (j-1) C_T q dT_k}{U^2 \cos(\varphi)^2 \gamma S} \right]. \end{aligned} \quad (12)$$

Капитальные вложения составят:

$$K_8 = (K_{ДЭС2} + jK_{П}). \quad (13)$$

Эксплуатационные расходы складываются из:



Рис. 4. Схема электроснабжения от индивидуальных ДЭС с утилизацией тепла с индивидуальными теплообменниками

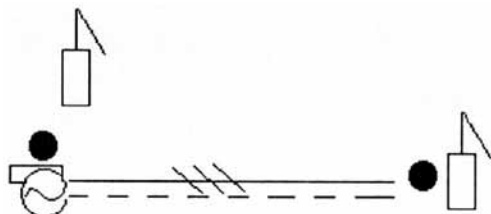


Рис. 5. Схема электроснабжения от ДЭС с групповым присоединением потребителей с единым утилизатором тепла на два станка, от которого тепло передается на два станка



Рис. 6. Схема электроснабжения 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



Рис. 7. Схема электроснабжения от ДЭС с групповым присоединением потребителей с печным отоплением

$$I_8 = \left[1,36 \cdot 3_D k_p m(j-1) + NK_n dp(j-1) + jP_{c1} C_T qT_k + (j-1)P_{CT} C_T qT_k + \left[\frac{(P_{c1})^2 (j-1) C_T q d T_k}{U^2 \cos(\varphi)^2 \gamma S} \right] \right]. \quad (14)$$

Затраты по указанным вариантам электроснабжения определяются

$$3_5 = \left| -K_5 + (C-1) \frac{1-(1+i)^{-n}}{i} I_5 + K_5 p C \frac{1-(1+i)^{-n}}{i} + \frac{K_5 (1-pn)}{(1+i)^n} \right| \quad (15)$$

$$3_6 = \left| -K_6 + (C-1) \frac{1-(1+i)^{-n}}{i} I_6 + K_6 p C \frac{1-(1+i)^{-n}}{i} + \frac{K_6 (1-pn)}{(1+i)^n} \right| \quad (16)$$

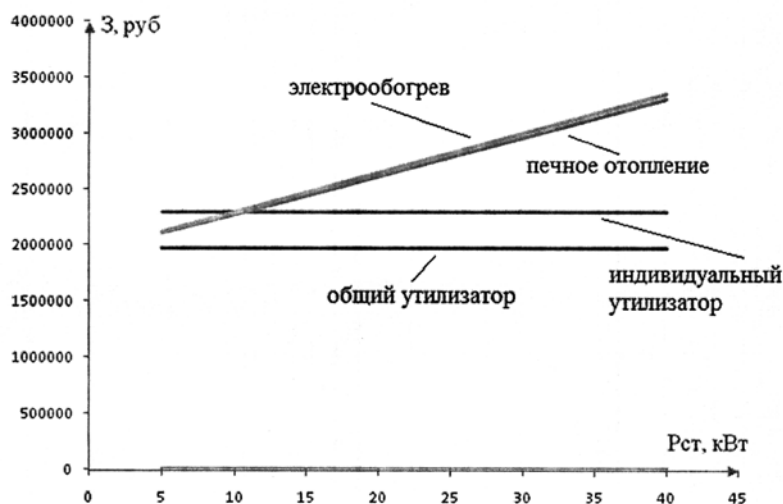


Рис. 8. Зависимости затрат от средней тепловой нагрузки для УКБ-4

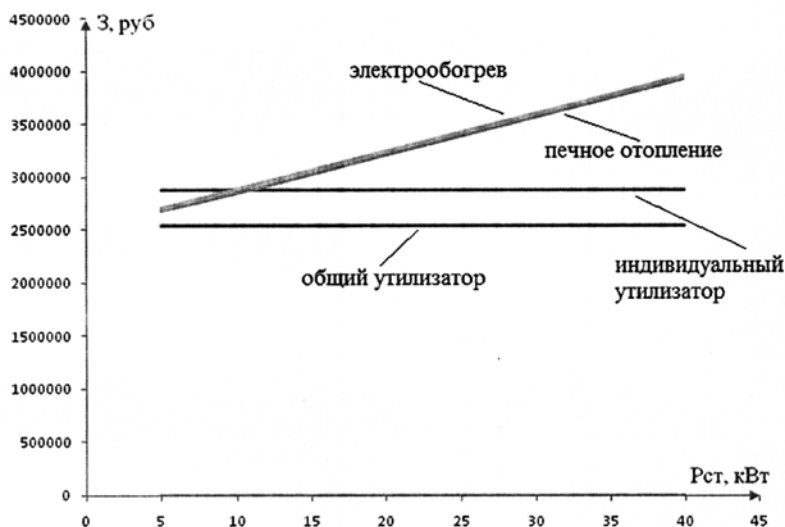


Рис. 9. Зависимости затрат от средней тепловой нагрузки для УКБ-5

$$Z_7 = \left| -K_7 + (C - 1) \frac{1 - (1 + i)^{-n}}{i} I_7 + K_7 p C \frac{1 - (1 + i)^{-n}}{i} + \frac{K_7(1 - pn)}{(1 + i)^n} \right| \quad (17)$$

$$Z_8 = \left| -K_8 + (C - 1) \frac{1 - (1 + i)^{-n}}{i} I_8 + K_8 p C \frac{1 - (1 + i)^{-n}}{i} + \frac{K_8(1 - pn)}{(1 + i)^n} \right| \quad (18)$$

Таким образом, в системах комплексного электроснабжения буровых работ от локальных энергоисточников печное отопление по экономическим критериям должно быть исключено во всех случаях. При тепловых нагрузках до 7 кВт допускается электрообогрев, а свыше только утилизация тепла по возможности с использованием групповых утилизаторов; а также в связи с тем, что как при локальных, так и при региональных системах энергообеспечения, при тепловых нагрузках свыше 7 кВт электрообогрев недопустим, то должна измениться комплектация буровых установок (с приборами для электрообогрева до 10 кВт). В настоящее время буровые установки выпускаются с оборудованием под электрообогрев мощностью до 40 кВт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лимитовский А.М. Электрооборудование и электроснабжение геолого-разведочных работ. – М.: АиБ, 1998. – С. 179.
2. Меркулов М.В. Оптимизация энергетических комплексов при бурении геолого-разведочных скважин в условиях Крайнего Севера. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. – М., 2008. – 276 с. **ПЛАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Башкуров А.Ю. – аспирант,
Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ-РГГРУ), e-mail: office@mgri-rggru.ru.

UDC (696.6 + 628.9 622.143) (075.8)

OPTIMIZATION OF CENTRALIZED AND LOCALIZED ENERGY SUPPLY OF MINERAL EXPLORATION SERVICES CUSTOMERS

Bashkurov A.Yu., Graduate Student,
Russian State Geological Prospecting University named after Sergo Ordzhonikidze (MGRI-RSGPU),
Moscow, Russia, e-mail: office@mgri-rggru.ru.

Rationale for optimum energy technology consumers geologoraz – prospecting work by modeling the internal power supply system in the new conditions of functioning businesses. The group determines the connection to the source of energy cost reduction, but calls for the construction of communication networks, which include electric line – and the heat transfer, which is associated not only with material costs, and technical capabilities of the transfer of thermal energy, which in turn is connected with the question of the use of electricity for generate heat. Therefore, a feasibility study on the use of group energy sources is an urgent-multi-faceted problem whose solution will define the boundaries of rational development of such integrated systems in the production of energy exploration.

Key words: power supply, utilization, centralized power systems, local energy sources.

REFERENCES

1. Limitovskii A.M. *Elektrooborudovanie i elektrosnabzhenie geologo-razvedochnykh rabot* (Electric installations and power supply in geological exploration), Moscow, АиБ, 1998, pp. 179.
2. Merkulov M.V. *Optimizatsiya energeticheskikh kompleksov pri burenii geologorazvedochnykh skvazhin v usloviyakh Krainego Severa* (Optimization of power complexes for expendable well drilling under conditions of the far north), Doctor's thesis, Moscow, 2008, 276 p.