



УДК 537

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРООБОГРЕВА МВ-35

AUTOMATION OF ELECTRICAL HEATING SYSTEMS MB-35

Ягафаров Искандер Рамилевич

Ведущий специалист отдела тепловодоснабжения
ООО «РН-Юганскнефтегаз» ПАО «НК «Роснефть»
YagafarovIskander@rambler.ru

Yagafarov Iskander Ramilevich

Leading specialist of the department of
heat and water supply
LLC «RN-Yuganskneftegaz» of
PJSC «NK «Rosneft»
YagafarovIskander@rambler.ru

Аннотация. Данная статья посвящена актуальной проблеме на сегодняшний день – повышение энергоэффективности. Большие резервы экономии топливно-энергетических ресурсов заключены в рациональном использовании электрической и тепловой энергии. Сегодня до одной трети всех производимых в стране энергоресурсов расходуется нерационально. Именно поэтому одним из главных приоритетов новой энергетической политики России является повышение эффективности использования энергетических ресурсов. В условиях постоянно растущих тарифов и дефицита энергетических мощностей экономия электроэнергии имеет жизненно важное значение, поскольку значительную долю себестоимости продукции составляет электроэнергия, а дефицит энергетических мощностей часто является одним из главных факторов, препятствующих расширению производства и развитию энергетической инфраструктуры.

Annotation. This article is devoted to the actual problem for today – the increase of energy efficiency. Large reserves of saving fuel and energy resources are contained in the rational use of electrical and thermal energy. Today, up to one-third of all energy resources produced in the country are spent irrationally. That is why one of the main priorities of Russia's new energy policy is to increase the efficiency of the use of energy resources. In the face of ever-increasing tariffs and a shortage of energy capacity, energy savings are vital because a significant share of the cost of production is electricity, and a shortage of energy capacity is often one of the main factors hindering the expansion of production and the development of energy infrastructure.

Ключевые слова: маломасляный выключатель (МВ-35), трансформаторная подстанция, автоматизация электрообогрева, регулятор мощности, сокращение затрат.

Keywords: low-oil switch (MV-35), transformer substation, automation of electric heating, power regulator, cost reduction.

Существующие проблемы

На сегодняшний день на каждой подстанции 35/6 кВ установлено 2 маломасляных выключателя С-35, которые оборудуются 8 трубчатыми электронагревателями в дальнейшем ТЭН. На каждом выключателе установлено 4 обогревающих устройства. Три штуки предназначены для обогрева масляного бака на каждой фазе и один на обогрев электропривода. На 450 подстанциях для обогрева МВ-35 используется 3600 нагревательных элементов мощностью по 0,4 кВт·ч каждый, исходя из этого суммарное потребление в час составляет 1440 кВт и при тарифе 2,74 рубля за кВт·ч мы затрачиваем 24,3 млн рублей в год.

На данный момент включение обогрева производится вручную. Начиная с октября, включение обогрева осуществляется вне зависимости от температуры наружного воздуха, а выключение в мае.

Из рисунка 1 видно, что средняя температура октября составляет $-1,4^{\circ}\text{C}$, а в мае $+4,1^{\circ}\text{C}$. Таким образом производится не рациональный расход электроэнергии. Общий расход энергии за отопительный период составляет 8,9 МВт.

Предлагаемые пути решения проблемы

Для энергосбережения в системах электрообогрева маломасляных выключателей типа С-35 установленных на трансформаторных подстанциях ПС-35/6 кВ, предлагается использовать регулятор мощности, а именно тиристорный регулятор мощности 2ТРМ1 тип корпуса Д. Данное внедрение рассматривается на примере ООО «РН-Юганскнефтегаз».

Принципиальная работа схемы приведена на рисунке 2. Предусматривается автоматизация ТЭН установленных на масляных выключателях (МВ) типа С-35 с ТЭН типа ТЭН-60А 13\0,4 110, необходимо знать, что такие обогреватели широко распространены в промышленности и использование автоматизации на данном оборудовании позволит унифицировать систему электрообогрева. Установив датчик температуры наружного воздуха, подключаем его к двухканальному измерителю температуры (2ТРМ1), на котором будет выставлена уставка (по температуре) включения обогрева МВ. Согласно паспорта и инструкции по эксплуатации С-35 устройство подогрева должно включаться в работу при снижении температуры окружающего воздуха до минус 15 градусов $^{\circ}\text{C}$ и отключаться при минус 14 градусов $^{\circ}\text{C}$. При достижении на улице требуемой температуры 2ТРМ1 подает сигнал на включение обогрева, а при достижении температуры -14°C 2ТРМ1 подает сигнал на выключение обогрева. Таким образом, происходит уменьшение потребления электричества.

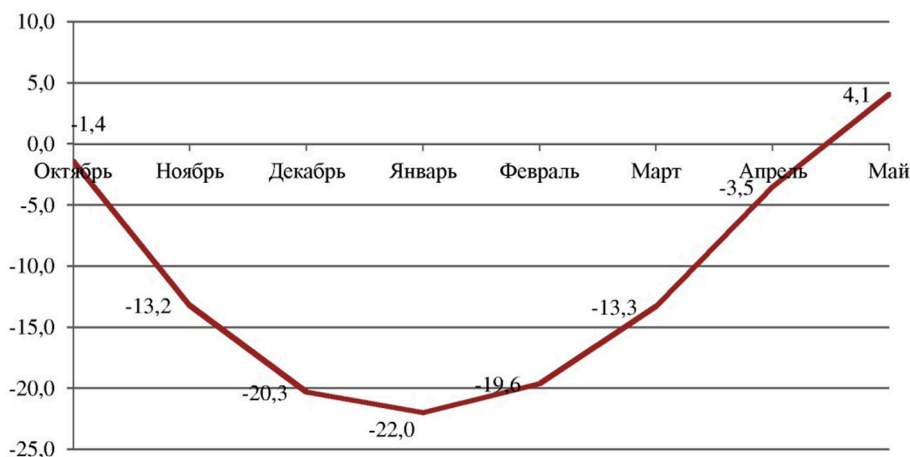


Рисунок 1 – Средняя месячная температура воздуха г. Сургут по СНиП 23-01-99 [4]

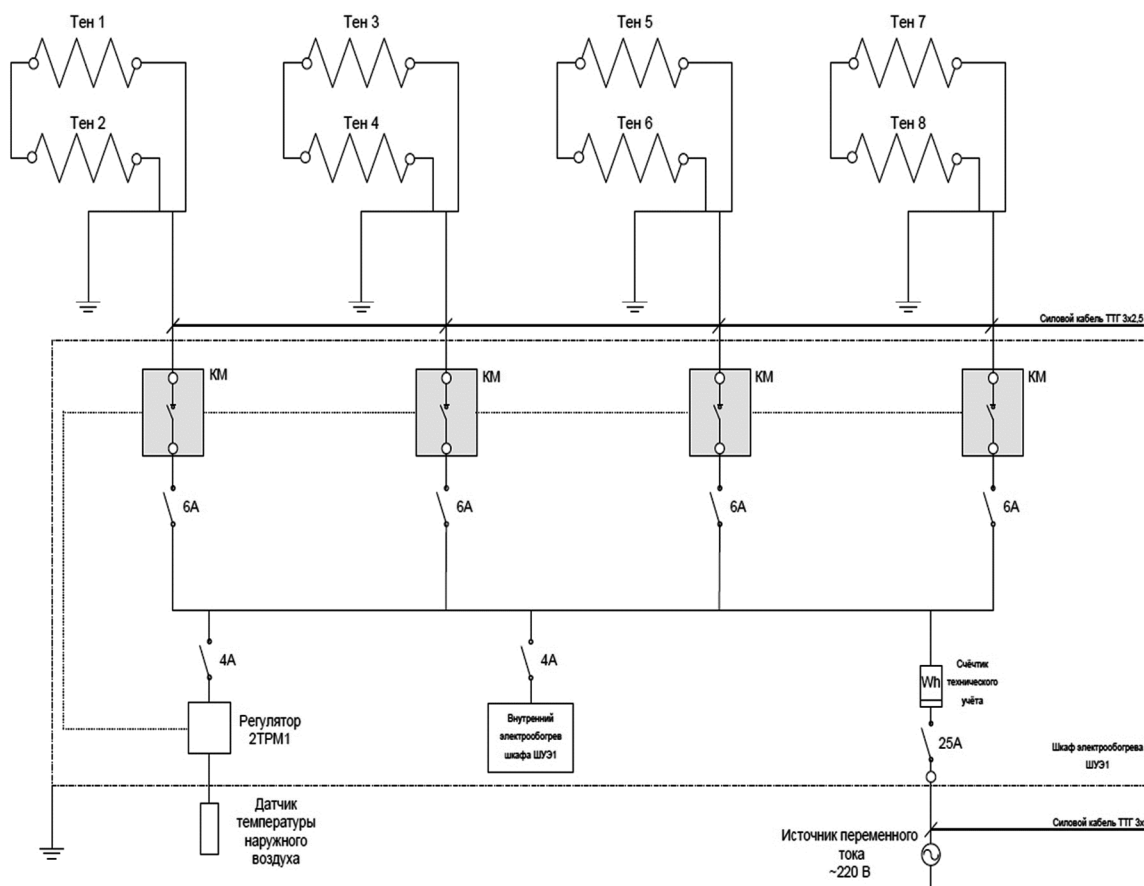


Рисунок 2 – Принципиальная схема автоматизации электрообогрева МВ типа С-35

В результате установки автоматизации электрообогрева потребление электроэнергии уменьшится на 1,07 МВт в осенний период и 0,5 МВт в весенний период, общее количество составит 1,57 МВт за год. Что равняется 4,3 млн. рублей. Общий расход энергии за отопительный период не превысит 7,3 МВт. Как видно из рисунка 3 потребление электроэнергии после автоматизации по фактической температуре будет значительно ниже, чем по средней температуре, взятой из СНиП 23-01-99, это связано с резкими изменениями температуры в течение месяца.

Экономическая часть проекта

Рассмотрим экономическую эффективность на ООО «РН-Юганскнефтегаз».

На ПС-35/6 кВ ООО «РН-Юганскнефтегаз» для обогрева МВ-35 используется 3600 нагревательных элементов мощностью по 0,4 кВт·ч, исходя из этого, суммарное потребление в час составляет: $3600 \cdot 0,4 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 1440 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$



Рисунок 3 – Потребление электроэнергии при регулировке работы электрообогрева

Расход электроэнергии за зимний период = 1440 кВт·ч · 24 · 257 сут. = 8 881 000 кВт
 Цена 1 кВт·ч составляет 2,74 руб.

Расход электроэнергии в рублях за год = 8 881 000 кВт·ч · 2,74 руб. / 1000000 = 24,3 млн руб.

При использовании автоматизации расход электроэнергии понизится с 8 881 000 кВт до 7 311 000 кВт.

Экономия электроэнергии в рублях за год составит:

1 570 000 · 2,74 / 1000000 = 4,3 млн. руб.

Стоимость оборудования:

Измеритель температуры: 2ТРМ1 – 5,563 тыс. руб.

Датчик температуры: ДТС 125Л-50М – 0, 427 тыс. руб.

Экран для защиты от солнечных лучей датчика ДТС 125Л: 0,107 тыс. руб.

Кабель силовой медный ТТГнг(А)-УС 3*2,5: 1,812 тыс. руб.

Кабель силовой медный ТТГнг(А)-УС 3*6: 1,639 тыс. руб.

Кабель контрольный с медными жилами КТТГЭнг(А)-УС 4*1.0: 0,399 тыс. руб.

Все оборудование предусматривается на 450 ПС 36/6 кВ.

Расчет экономической эффективности

1) прирост потока денежной наличности:

$$ПДН_t = Э_{zt} - T_{zt} - K - \Sigma H_t,$$

где $Э_{zt}$ – прибыль в t-месяце, тыс. руб.; T_{zt} – текущие затраты в t-месяце, тыс. руб. включают в себя единовременные затраты, затраты на установку оборудования в 1-й месяц; K – капитальные затраты в 1 месяц, тыс. руб.; ΣH_t – сумма налогов в t-месяце.

$$\Sigma H_t = H_{имт} + H_{прибt};$$

где $H_{имт}$ – налог на имущество в t-месяце; $H_{прибt}$ – налог на прибыль в t-месяце.

$$H_{имi} = (K_{об} - Am) \cdot 2,2\%;$$

где Am – амортизация, тыс. руб.; $K_{об}$ – капитальные затраты на оборудование.

$$Am = 10\% \cdot K_{об};$$

$$H_{прибt} = (\Sigma Э_{zt} - Am - H_{имт} - T_{zt}) \cdot 20\%;$$

2) дисконтированный поток денежной наличности:

$$ДПДН = ПДН \cdot K_d,$$

где K_d – коэффициент дисконтирования, рассчитывается по формуле:

$$K_d = (1 + 0,2)^0; - 1; - 2$$

Ставка по дисконту 20%.

3) чистая текущая стоимость:

$$ЧТС = \Sigma ДПДН_t;$$



4) срок окупаемости проекта рассчитываем по формуле:

$$\text{Ток} = \text{То} - \frac{\text{НПДН}_0}{\text{НПДН}_1 - \text{НПДН}_0}$$

Результаты, полученные графическим и эмпирическим методами, практически совпадают.

5) накопленный поток денежной наличности:

$$\text{НПДН} = \sum \text{ДН}_t$$

Результаты проведенных расчетов представлены в таблице 1

Таблица 1 – Оценка экономической эффективности проекта

| Показатели | Ед.изм. | 1 год | 2 год | 3 год | 4 год | 5 год | Итого |
|---|----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Затраты всего | тыс.руб. | 1 390 | 1 585 | 1 786 | 2 675 | 901 | 8 336 |
| Амортизация | тыс.руб. | 236 | 472 | 708 | 1 062 | 1 062 | 3 540 |
| Всего капитальных затрат | тыс.руб. | 1 180 | 1 180 | 1 180 | 1 771 | 0 | 5 311 |
| Затраты на мероприятие | тыс.руб. | 994 | 994 | 994 | 1 492 | | |
| Строительно-монтажные работы | тыс.руб. | 186 | 186 | 186 | 279 | | |
| Налог на имущество | тыс.руб. | 23 | 29 | 42 | 55 | 51 | 199 |
| Налог на прибыль | тыс.руб. | 186 | 376 | 565 | 849 | 850 | 2 827 |
| Доходная часть | тыс.руб. | 956 | 1 911 | 2 866 | 4 300 | 4 300 | 14 333 |
| Планируемое снижение затрат на электроэнергию | тыс.руб. | 956 | 1 911 | 2 866 | 4 300 | 4 300 | 14 333 |
| Результаты | | | | | | | |
| Поток наличности | тыс.руб. | -198 | 798 | 1 788 | 2 688 | 4 462 | 9 537 |
| Накопленный поток наличности | тыс.руб. | -198 | 600 | 2 387 | 5 075 | 9 537 | |
| Дисконтированный поток | тыс.руб. | -198 | 665 | 1 241 | 1 555 | 2 152 | 5 415 |
| Накопленный диск. поток наличности | тыс.руб. | -198 | 467 | 1 708 | 3 263 | 5 415 | |

Результатом внедрения является уменьшение потребление электроэнергии на 18 %, что снижает затраты на 4,3 млн. руб. за отопительный период.

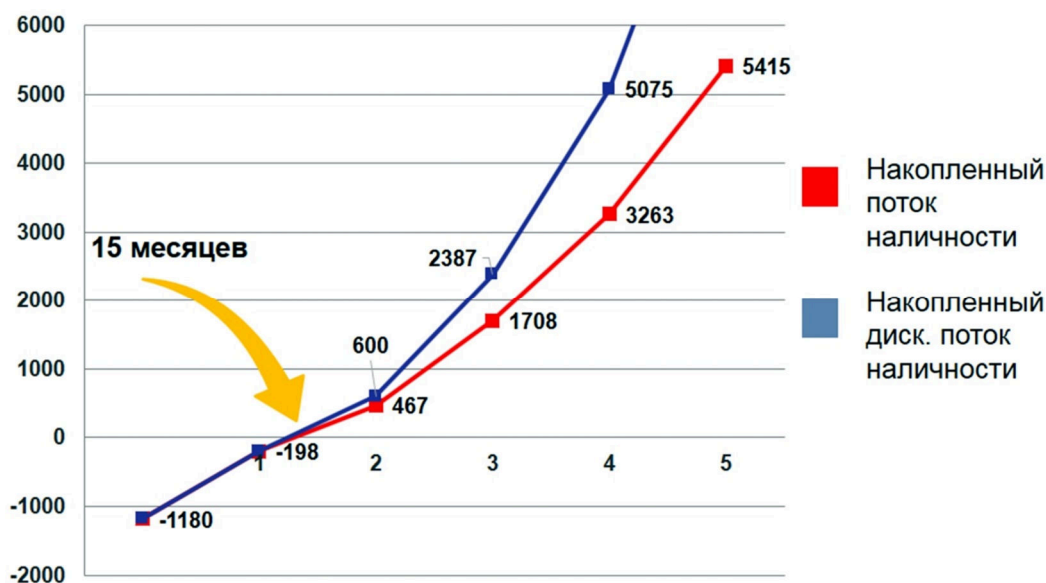


Рисунок 4 – Срок окупаемости проекта



Планирование деятельности по реализации данного проекта

Ниже приведены стадии вовлечения оборудования в производство:

● Инициация проведения ОПИ.

1. Официальное предложение от поставщика на проведение ОПИ.
2. Документы на применение.
3. Оценка целесообразности проведения ОПИ (экономика или другие факторы);
4. Оценка критериев применимости технологии;
5. Подготовка к испытаниям.
6. Формирование проектной группы для проведения ОПИ, включая все необходимые ресурсы
7. Разработка, согласование программы испытаний
8. Согласование испытаний с органами Ростехнадзора

● Испытания

1. Выполнение мероприятий программы проведения ОПИ.
2. Уточнение показателей экономической эффективности.
3. Анализ результатов (Акт по результатам испытаний).
4. Рассмотрение результатов ОПИ на ТС Общества, оценка результатов ОПИ.

По окончании успешно проведенных ОПИ определяются основные технико-экономические характеристики применимые для других объектов, подсчитывается потребность в энергоресурсах, составляется проект, который подлежит согласованию в государственных органах исполнительной власти.

После окончания согласований и утверждения данного проекта, разрабатывается рабочая документация для реконструкции ПС, где изложена вся необходимая информация для строительства.

Вывод

Использование автоматизации электрообогрева позволит решить ряд увеличить надежность оборудования.

Данная модернизация сократит затраты на потребление электроэнергии на 4,3 млн. руб. в год.

Литература:

1. Техническое описание и инструкция по эксплуатации «Выключатель высоковольтный трехполюсный С-35М-630-10».
2. Руководство по эксплуатации «РЭЛС 401261007РЭЕ».
3. Описание, руководство по эксплуатации «ТРМ-1-М (30-720А) ТУ 3428-006-31928807-2014».
4. СНиП 23-01-99 «Строительная климатология».

References:

1. Technical description and user manual «Three-pole high-voltage switch C-35M-630-10».
2. Operating manual «RELS 401261007REE».
3. Description, instruction manual «TRM-1-M (30-720A) TU 3428-006-31928807-2014».
4. SNiP 23-01-99 «Construction climatology».