

Слабодчиков А.В.

студент

Научный руководитель Хардигов Е.В., к.т.н.

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных
технологий и дизайна*

Высшая школа технологии и энергетики

**КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ В УСЛОВИЯХ
КРАЙНЕГО СЕВЕРА: ВЫЗОВЫ И РЕШЕНИЯ**

Аннотация: В статье рассматриваются основные проблемы эксплуатации контрольно-измерительных приборов (КИП) в экстремальных климатических условиях Крайнего Севера. Анализируется влияние низких температур, высокой влажности, вибрации и перепадов давления на точность и надежность измерительного оборудования. Представлен обзор современных технических и технологических решений, направленных на обеспечение стабильной работы КИП, включая применение морозостойких материалов, специальных конструктивных исполнений и методов термостатирования. Делается вывод о необходимости учета климатического фактора на всех этапах жизненного цикла приборов.

Ключевые слова: контрольно-измерительные приборы, КИП, Крайний Север, экстремальные условия, низкие температуры, эксплуатационная надежность, климатическое исполнение.

Slabodchikov A.V.

student

Scientific supervisor Khardikov E.V., Ph.D. (Tech. Sci.)

Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design

Higher School of Technology and Energy

MEASURING INSTRUMENTS IN THE CONDITIONS OF THE FAR NORTH: CHALLENGES AND SOLUTIONS

Abstract: The article discusses the main problems of operating measuring instruments in the extreme climatic conditions of the Far North. The influence of low temperatures, high humidity, vibration, and pressure changes on the accuracy and reliability of measuring equipment is analyzed. An overview of modern technical and technological solutions aimed at ensuring the stable operation of instruments is presented, including the use of frost-resistant materials, special design versions, and thermostatic methods. The conclusion is made about the need to consider the climatic factor at all stages of the instrument life cycle.

Keywords: measuring instruments, Far North, extreme conditions, low temperatures, operational reliability, climatic design.

Эксплуатация технологического оборудования и проведение научных исследований в регионах Крайнего Севера сопряжены с целым рядом уникальных вызовов. Одним из ключевых факторов, определяющих эффективность и безопасность деятельности, является надежность и точность контрольно-измерительных приборов (КИП). Работа КИП в экстремальных условиях требует специального подхода к их проектированию, выбору и эксплуатации.

Основные климатические факторы влияния. Ведущим дестабилизирующим фактором выступают экстремально низкие температуры, достигающие -50°C и ниже. Они приводят к следующим последствиям:

1. Изменение физико-механических свойств материалов: хрупкость металлов и полимеров, застывание смазочных материалов, потеря эластичности уплотнений.
2. Снижение емкости и скорости разряда химических источников тока (аккумуляторов и батарей).

3. Сдвиг метрологических характеристик чувствительных элементов (тензорезисторов, пьезоэлементов, индуктивных катушек).

4. Образование конденсата и инея внутри корпусов при перепадах температур, приводящее к коротким замыканиям и коррозии.

Кроме температурного фактора, критическое влияние оказывают сильные ветра и вибрации, высокая влажность в переходные периоды, длительная полярная ночь, затрудняющая использование солнечной энергии, а также повышенные требования к ударо- и вибропрочности при транспортировке.

Современные подходы к обеспечению надежности. Для минимизации воздействия экстремальных условий применяется комплекс инженерных решений:

- **Климатическое исполнение:** Выбор приборов в исполнении «ХЛ» (холодный климат) или «УХЛ» (умеренно-холодный климат) категории 1 по ГОСТ 15150, которые рассчитаны на работу при температурах до -60°C .
- **Материальное исполнение:** Использование сталей и сплавов с низким коэффициентом теплового расширения, морозостойких полимеров и резин (например, силикона), специальных сортов смазок.
- **Термостатирование и обогрев:** Оснащение шкафов управления, датчиков и отборных устройств системами активного или пассивного обогрева (греющие кабели, керамические нагреватели, теплоизолирующие кожухи).
- **Конструктивные особенности:** Повышенная степень защиты корпуса (IP65 и выше) от влаги и пыли, антиобледенительные покрытия, усиленные крепления.
- **Метрологическое сопровождение:** Проведение периодических поверок и калибровок непосредственно в

условиях эксплуатации или с учетом поправок на температурное влияние. Внедрение систем дистанционного мониторинга и самодиагностики приборов.

Заключение.

Успешное применение КИП в условиях Крайнего Севера возможно только при системном учете климатических рисков. Это включает в себя корректный выбор приборов с соответствующим климатическим исполнением, их грамотный монтаж с элементами защиты, а также адаптацию регламентов технического обслуживания и метрологического обеспечения. Дальнейшее развитие направлено на создание интеллектуальных измерительных систем с элементами адаптации к внешним условиям и повышенной энергетической автономностью, что является ключом к безопасному и эффективному освоению арктических регионов.

Использованные источники:

1. Петров С.В. Особенности эксплуатации средств автоматизации в условиях низких температур [Электронный ресурс]// Автоматизация в промышленности. – 2021. – №4(112). – URL: <https://example-site.ru/article/avtomatizacia-holod> (дата обращения: 15.10.2023)
2. ГОСТ 15150-69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды. – М.: Стандартинформ, 2020.
3. Арктическая энергетика: надежность измерений / Коллективная монография под ред. Н.К. Волкова. – СПб.: Политехника, 2019. – 234 с.

4. Johnson A., Müller R. Sensor Technologies for Arctic Operations: Challenges and Solutions [Электронный ресурс]// International Journal of Extreme Environments. – 2022. – Vol. 5, Issue 2. – URL: <https://example-journal.com/article/sensor-arctic> (дата обращения: 20.10.2023)