**Краткая информация о проекте**

|  |  |
| --- | --- |
| ИРН и наименование проекта: | AP09561854«Разработка комплекса по оценке рисков и допустимого остаточного ресурса высокотемпературных агрегатов» |
| Сроки реализации: | 12.03.2021-31.12.2023 |
| Актуальность: | Эксплуатация различных высокотемпературных агрегатов на предприятиях характеризуется значительным количеством опасных производственных факторов. С учётом специфики производства (высокие температуры и давления, использование топлива и др.) даже незначительные аварии могут приводить к человеческим жертвам, финансовым потерям и т.д. На предприятиях, эксплуатирующих высокотемпературные агрегаты, наибольшие финансовые потери возникают после аварий на футерованном оборудовании.  Проведённый анализ показывает, что значительная часть аварий футерованного оборудования происходит вследствие некачественного мониторинга и диагностики текущего состояния футеровок, а также от отсутствия системы оценки остаточного ресурса и надёжности работы высокотемпературных агрегатов.  Существующие методы и алгоритмы, обеспечивающие прогноз и оценку надежности и безопасности эксплуатации установки, требуют дальнейшего совершенствования. Желательно обеспечить общий подход для решения проблемы выбора наилучшего решения, как для установки в целом, так и для ее отдельных элементов.  Таким образом, повышение надёжности работы футеровок высокотемпературных агрегатов за счёт оценки рисков и допустимого остаточного ресурса высокотемпературного оборудования – актуальная задача, решение которой невозможно без изучения факторов, влияющих на тепловую работу высокотемпературных агрегатов. |
| Цель: | Разработка комплекса мероприятий по повышению надёжности высокотемпературного оборудования путём оценки рисков и допустимого остаточного ресурса с учётом теплофизических и прочностных свойств огнеупорных материалов футеровки. |
| Ожидаемые и достигнутые результаты: | **Ожидаемые результаты:**   1. Проводимые исследования позволят решить ряд важных задач из общей проблематики развития теплоэнергетики высокотемпературных установок, направленных на повышение надежности установок, увеличения ресурса их работы, а соответственно производительности, экономии энергии и материалов. 2. Разработанная методика определения допустимого остаточного ресурса с учётом теплофизических и прочностных свойств огнеупорных материалов футеровки. 3. Предложенные в работе научно-технические разработки могут быть использованы для: организации ресурсосберегающих технологий эксплуатации высокотемпературных агрегатов, безопасных для обслуживающего персонала; внедрения моделей корректировки температурных параметров элементов футеровки; организации контроля и диагностирования параметров тепловой работы высокотемпературных установок. 4. Результаты приведут к развитию основного научного направления (промышленной энергетики) и смежных областей науки и технологий (металлургии, нефтехимии, и т.д.), так как тепловая работа футеровок различного оборудования осуществляется по общим принципам и законам. В настоящее время в различных отраслях промышленности широко применяются различные теплоэнергетические агрегаты: теплосиловые установки (паровые котлы и турбины), промышленные печи различного назначения (металлургия, нефтехимия), сушильные установки и др. Повышение надёжности их работы путём оценки рисков и допустимого остаточного ресурса на основе проделанной в данном проекте работы позволит не только повысить эффективность их работы, но и снизить аварийность и травматизм на предприятиях. 5. Целевыми потребителями полученных результатов являются: объекты металлургии; теплоэнергетики; нефтехимической промышленности и др. 6. В результате осуществления проекта планируется публикация: одной статьи, опубликованной, принятой в печать или поданной в рецензируемое научное издание, входящее в ScienceCitationIndexExpandedили Social Science Citation Index в базе Web of Science и (или) имеющий процентиль по Cite Score в базе Scopus не менее 35 (тридцати пяти); 2 статей в научных журналах и материалах конференций, в том числе одной статьи в рецензируемом зарубежном и (или) отечественном издании с ненулевым импакт-фактором (рекомендованном КОКСОН).   **Достигнутые результаты:**  1) Проведен анализ работы оборудования и рисков на предприятиях, связанных со снижением надёжности работы оборудования по параметрам остаточного ресурса.  2) Определены теплофизические и прочностные свойств огнеупоров с учётом специфики условий использования.  3) Разработан способ определения остаточного ресурса обмуровок котельных агрегатов. На данный способ подана заявка на получение патента РК.  4) Разработаны критерии, определяющие остаточный ресурс и надежность тепловой работы для ряда ВТА, эксплуатирующихся в условиях конкретного производства.  5) Разработана методика определения допустимого остаточного ресурса с учётом теплофизических и прочностных свойств огнеупорных материалов футеровки.  6) Произведена оценка рисков и допустимого остаточного ресурса высокотемпературного оборудования в зависимости от теплофизических и прочностных характеристик.  7) Врезультате осуществления проекта подана к публикации одна статья в рецензируемое научное издание, входящее в ScienceCitationIndexExpandedили Social Science Citation Indexв базе Web of Science и (или) имеющий процентиль по Cite Score в базе Scopus не менее 35 (тридцати пяти); 1 статья в научный журнал и 1 статьяв материалах конференции, в том числе одной статьи в рецензируемом зарубежном и (или) отечественном издании с ненулевым импакт-фактором (рекомендованном КОКСОН).  **Список публикаций и патентов**:  В зарубежных периодических изданиях:  - подготовлена и подана к публикации статья в рецензируемое научное издание, входящее в базу Web of Science: «Комплексная оценка остаточного ресурса огнеупорных материалов высокотемпературных агрегатов» в журнал «Новые огнеупоры» (версия журнала “Refractories and Industrial Ceramics” на русском языке);  - опубликована статья в материалах конференции: «Повышение надежности работы котельных агрегатов по условиям эксплуатации элементов обмуровки»,IX Международный Балтийский Морской Форум (г.Калининград);  - опубликована статья в материалах конференции: Nikiforov A., Prikhodko Е., Kinzhibekova А., Karmanov А. Methodology for assessing the residual resource during the operation of high-temperature units. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 1032. doi:10.1088/1757-899X/1032/1/012034  Вотечественныхпериодическихизданиях:  - NikiforovA. S., KarmanovA. E., Prikhod’koE. V., Kinzhibekova A. K., Zhumagulov M. G. Research of heating the lining of high-temperature units in order to increase their residual resource. – Вестник ЕНУ им.Н.Гумилева. –2021. – № 2 – С. 116-122;  - подготовлена и подана к публикации статья «Анализ условий эксплуатации, влияющих на остаточный ресурс обмуровки котельных агрегатов» в «Вестник Торайгыров университета». Серия Энергетическая, № 4/2021;  Патенты  - подана заявка на получение патента РК на изобретение «Способ определения остаточного ресурса обмуровок котельных агрегатов» (рег. № 2021/0415.1). |
| Состав научно-исследовательской группы | |
|  | **Никифоров Александр Степанович** |
| Научный руководитель проекта |
| Дата рождения: 17.09.1945 |
| доктор технических наук, профессор |
| Основное место работы: НАО «Торайгыров университет» |
| Область научных интересов:  Повышение энергетической эффективности и надежности работы высокотемпературных агрегатов |
| Researcher ID : AAQ-7723-2020 |
| Scopus Author ID  [<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7202140343>] |
| ORCID: 0000-0002-6977-0957 |
| Список публикаций и патентов:  - Nikiforov A. S., Prikhodko E. V., Kinzhibekova A. K., Nurkina Sh. M. Study of Strength Characteristics of Fuel Briquettes from Organic Waste. AIP Conference Proceedings 2212, 020044 (2020), Volume 2212, Issue 1. DOI 10.1063/5.0000951. Scopus: Q3. SJR = 0,182. - Nikiforov A. S., Prikhod’ko E. V. Thermal Stresses Generated in the Lining of a Steel Ladle. Refractories and Industrial Ceramics. September 2005, Volume 46, Issue 5. Pp 360-363. DOI [10.1007/s11148-006-0012-2](https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.1007%2Fs11148-006-0012-2" \t "_blank). Scopus: Q3. SJR = 0,244. - Nikiforov A. S., Prikhod’ko E. V. , Kinzhibekova A. K. , Karmanov A. E.  [Investigation of the Ultimate Strength of Periclase-Carbon Refractory Materials and Analysis of Their High Temperature Strength](http://link.springer.com/article/10.1007/s10717-014-9636-8). Glass and Ceramics, Vol. 71, Nos. 3-4, July 2014. Pp. 137-138. DOI 10.1007/s10717-018-0029-2. Scopus: Q3. SJR = 0,282.  - Nikiforov A. S., Prikhod’ko E. V., Kinzhibekova A. K., Karmanov A. E. The procedure for determining the residual life of high-temperature aggregates. Journal of Physics: Conference Series, Volume 944, Issue 1, article id. 012083 (2018). DOI 10.1088/1742-6596/944/1/012083. Scopus: Q3. SJR = 0,221  - Nikiforov A. S., Prikhod’ko E. V., Kinzhibekova A. K., Karmanov A. E. Heat-Engineering Characteristics of Diatomaceous-Earth Materials in a Wide Temperature Range. Glass and Ceramics. May 2018, Volume 75, Issue 1-2.Pp 60–62. DOI [10.1007/s10717-018-0029-2](https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.1007%2Fs10717-018-0029-2" \t "_blank). Scopus: Q3. SJR = 0,282.  - Nikiforov, A.S. Investigation of the Dependence of Refractory Thermal Conductivity on Impregnation with a Corrosive Medium / A.S. Nikiforov, E.V.иPrikhod’ko, A.K. Kinzhibekova, A.E. Karmanov // Refractories and Industrial Ceramics. – 2020. – Vol. 60, № 5. – P. 463- 467. DOI 10.1007/s11148-020-00386-3. Scopus: Q3. SJR = 0,244.  - Nikiforov, A. Prikhod'ko, E. Kinzhibekova A., Karmanov, A. Refractory Material Moisture Metering When Heating High-Temperature Units // Refractories and Industrial Ceramics. – 2020. – Vol. 61, № 2. – P. 224- 227. DOI 10.1007/s11148-020-00461-9. Scopus: Q3. SJR = 0,244. |
|  | **Кинжибекова Акмарал Кабиденовна** |
| Старший научный сотрудник |
| Дата рождения: 06.08.1970 |
| кандидат технических наук, профессор |
| Основное место работы: НАО «Торайгыров университет» |
| Область научных интересов:  Повышение эффективности тепловой работы обмуровки котельных агрегатов на основе разработки и развития расчетных и экспериментальных методов исследования. - Повышение эффективности работы высокотемпературных агрегатов за счет снижения тепловых потерь в окружающую среду |
| Researcher ID:  <https://publons.com/researcher/AAE-3449-2021/> |
| Scopus Author ID:  <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56268981400> |
| ORCID: 0000-0001-5839-3001 |
| Список публикаций и патентов:  - Nikiforov A. S., Prikhodko E. V., Kinzhibekova A. K., Nurkina Sh. M. Study of Strength Characteristics of Fuel Briquettes from Organic Waste. AIP Conference Proceedings 2212, 020044 (2020), Volume 2212, Issue 1. DOI 10.1063/5.0000951. Scopus: Q3. SJR = 0,182.  - Nikiforov A. S., Prikhod’ko E. V. , Kinzhibekova A. K. , Karmanov A. E.  [Investigation of the Ultimate Strength of Periclase-Carbon Refractory Materials and Analysis of Their High Temperature Strength](http://link.springer.com/article/10.1007/s10717-014-9636-8). Glass and Ceramics, Vol. 71, Nos. 3-4, July 2014. Pp. 137-138. DOI 10.1007/s10717-018-0029-2. Scopus: Q3. SJR = 0,282.  - Nikiforov A. S., Prikhod’ko E. V., Kinzhibekova A. K., Karmanov A. E. The procedure for determining the residual life of high-temperature aggregates. Journal of Physics: Conference Series, Volume 944, Issue 1, article id. 012083 (2018). DOI 10.1088/1742-6596/944/1/012083. Scopus: Q3. SJR = 0,221  - Nikiforov A. S., Prikhod’ko E. V., Kinzhibekova A. K., Karmanov A. E. Heat-Engineering Characteristics of Diatomaceous-Earth Materials in a Wide Temperature Range. Glass and Ceramics. May 2018, Volume 75, Issue 1-2.Pp 60–62. DOI [10.1007/s10717-018-0029-2](https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.1007%2Fs10717-018-0029-2" \t "_blank). Scopus: Q3. SJR = 0,282.  - Nikiforov, A.S. Investigation of the Dependence of Refractory Thermal Conductivity on Impregnation with a Corrosive Medium / A.S. Nikiforov, E.V. Prikhod’ko, A.K. Kinzhibekova, A.E. Karmanov // Refractories and Industrial Ceramics. – 2020. – Vol. 60, № 5. – P. 463- 467. DOI 10.1007/s11148-020-00386-3. Scopus: Q3. SJR = 0,244.  - Nikiforov, A. Prikhod'ko, E. Kinzhibekova A., Karmanov, A. Refractory Material Moisture Metering When Heating High-Temperature Units // Refractories and Industrial Ceramics. – 2020. – Vol. 61, № 2. – P. 224- 227. DOI 10.1007/s11148-020-00461-9. Scopus: Q3. SJR = 0,244. |
|  | **Никонов гергий Николаевич** |
| Старший научный сотрудник |
| Дата рождения: 09.04.1967 |
| - |
| Основное место работы: ТОО «GNEnergy» |
| Область научных интересов: Повышение надёжности работы высокотемпературных агрегатов |
| Researcher ID: - |
| Scopus Author ID: - |
| ORCID: - |
| Список публикаций и патентов:   * Приходько Е.В., Никонов Г.Н. Анализ способов расчёта рисков судовых и стационарных энергоустановок. Материалы международной научно-практической конференции «Морская техника и технологии. Безопасность морской индустрии», г.Калининград, 2016. – С.167-169. * Никонов Г.Н., Приходько Е.В. Использование SWOT-анализа для выявления факторов, влияющих на надежность высокотемпературных агрегатов. Сборник научных статей «Корпоративный менеджмент и бизнес-образование» / под ред. С.О. Календжяна, Е.С. Яхонтовой. – М. : МАКС Пресс, 2021. С. 141-156. * Никифоров А.С., Приходько Е.В., Кинжибекова А.К., Кучер Е.О., Никонов Г.Н. Способ определения теплового состояния футеровки теплового агрегата. Инновационный патент № 26932 Республика Казахстан, МКИ G 01 К 13/00, опубл. 15.05.2013, бюл. № 5.   - Приходько Е.В., [Никифоров А.С.](https://apps.webofknowledge.com/OneClickSearch.do?product=DIIDW&search_mode=OneClickSearch&excludeEventConfig=ExcludeIfFromFullRecPage&colName=DIIDW&SID=D25iDykjnYuADUr8fKV&field=AU&value=NIKIFOROV+A+S), Никонов Г.Н., Кучер Е.О., Кинжибекова А.К., Кажибаева А.Т., Зыков В.В. Способ определения остаточного ресурса футеровок высокотемпературного оборудования. Патент № 2724135 Российская Федерация, СПК G01N 25/72 опубл. 22.06.2020, бюл. № 18.  - Приходько Е.В., [Никифоров А.С.](https://apps.webofknowledge.com/OneClickSearch.do?product=DIIDW&search_mode=OneClickSearch&excludeEventConfig=ExcludeIfFromFullRecPage&colName=DIIDW&SID=D25iDykjnYuADUr8fKV&field=AU&value=NIKIFOROV+A+S), Никонов Г.Н., Кучер Е.О., Кинжибекова А.К., Кажибаева А.Т., Зыков В.В. Способ определения надёжности футеровок высокотемпературных агрегатов. Патент № 2731478 Российская Федерация, СПК G01N 3/18, G01N 25/72, G01N 25/58 опубл. 03.09.2020, бюл. № 25.- 5с. |