

Основной титульный экран

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
ПРАВИТЕЛЬСТВО КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ
КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

БАЛТИЙСКИЙ МОРСКОЙ ФОРУМ

**Материалы VII Международного Балтийского морского форума
7-12 октября 2019 года**

Том 2

**МОРСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ.
БЕЗОПАСНОСТЬ МОРСКОЙ ИНДУСТРИИ**

VII Международная научная конференция

Электронное издание

**Калининград
Издательство БГАРФ
2019**

УДК 001.89:[62+656.6]

Сост.: Кострикова Н.А.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Волкогон В.А., ректор Калининградского государственного технического университета; Кострикова Н.А., проректор по научной работе КГТУ; Грунтов А.В., начальник БГАРФ; Бокарев М.Ю., директор Института профессиональной педагогики БГАРФ; Яфасов А.Я., начальник Управления инновационной деятельности КГТУ; Бондарев В.А., декан судоводительского факультета БГАРФ; Соболин В.Н., декан транспортного факультета БГАРФ; Лещинский М.Б., заведующий кафедрой автоматизированного машиностроения КГТУ; Мезенова О.Я., зав. кафедрой пищевой биотехнологии КГТУ; Титова И.М., заведующая кафедрой технологии продуктов питания КГТУ; Тылик К.В., декан факультета биоресурсов и природопользования КГТУ

БАЛТИЙСКИЙ МОРСКОЙ ФОРУМ: *материалы VII Международного Балтийского морского форума 7-12 октября 2019 года* [Электронный ресурс]: в 6 томах. Т. 2. «Морская техника и технологии. Безопасность морской индустрии», VII Международная научная конференция. - Электрон. дан. - Калининград: Изд-во БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2019. - 1 электрон. опт. диск.

Балтийский морской форум является ежегодным масштабным международным научно-практическим мероприятием, объединяющим под своей эгидой ряд научных конференций, круглых столов и мастер-классов, посвященных тематике развития науки и образования в морской отрасли, промышленности, сельском хозяйстве Балтийского региона и РФ в целом. Целью форума является обмен научно-техническими достижениями, расширение научно-технического сотрудничества и выработка эффективных алгоритмов реализации новаторских идей в области судостроения, информационных технологий, аквакультуры, экологии, сельского хозяйства, пищевой биотехнологии, водных биоресурсов и технологий продуктов здорового питания. Международный Балтийский морской форум предоставляет уникальную возможность расширить научные и деловые связи, представить экспертному сообществу результаты научного поиска.

В рамках VII Международного Балтийского морского форума состоятся конференции:

- **«Инновации в науке, образовании и предпринимательстве – 2019»**, XVII Международная научная конференция;
- **«Морская техника и технологии. Безопасность морской индустрии»**, VII Международная научная конференция;
- **«Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов»**, VII Международная научная конференция;
- **«Пищевая и морская биотехнология»**, VIII Международная научно-практическая конференция;
- **«Инновации в технологии продуктов здорового питания»**, VI Национальная научная конференция;
- **«Прогрессивные технологии, машины и механизмы в машиностроении и строительстве»**, V Международная научная конференция;

- «**Инновации в профессиональном, общем и дополнительном образовании**», V Международная научная конференция;
- «**Прогрессивные технологии на транспорте**», Круглый стол;
- «**Инновационное предпринимательство – 2019**», V Международная конференция.

Материалы конференции публикуются в авторской редакции в виде электронного издания с присвоением международного стандартного номера ISBN, зарегистрированного в каталоге «Российские электронные издания» НТЦ «ИНФОРМРЕГИСТР».

Текстовое (символьное) электронное издание

Минимальные системные требования:

Тип компьютера, процессор, частота: Pentium 3, процессор с частотой не ниже 500 MHz.

Оперативная память (RAM): 64 Mb и более.

Необходимо на винчестере: 200 Mb.

Операционные системы: Microsoft Windows 98/Me/2000/XP/7.

Видеосистема: видеокарта 8 Mb памяти или лучше.

Акустическая система: звуковая карта (любая).

Дополнительное оборудование: CD привод 8x или лучше (рекомендуется 16x).

Дополнительные программные средства: ПО для просмотра файлов PDF.

Количество носителей – 1.

© БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2019

ISBN 978-5-7481-0423-4

Подписано в печать 29.11.2019 г.

Объем издания – 28 Мб.

Количество носителей – 1.

Уч.-изд. л. – 43,5.

Записано на материальный носитель:

БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»,

Издательство БГАРФ,

член Издательско-полиграфической ассоциации высших учебных заведений

236029, Калининград, ул. Молодежная, 6,

тел. +7 (4012) 95-77-18,

тел./факс +7 (4012) 95-52-27,

e-mail: bga_izdatel@mail.ru

БАЛТИЙСКИЙ МОРСКОЙ ФОРУМ: материалы VII Международного Балтийского морского форума 7-12 сентября 2019 года.

Том 1. «Инновации в науке, образовании и предпринимательстве – 2019», XVII Международная научная конференция.

Том 2. «Морская техника и технологии. Безопасность морской индустрии», VII Международная научная конференция.

Том 3. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов», VII Международная научная конференция.

Том 4. «Пищевая и морская биотехнология», VIII Международная научно-практическая конференция.

Том 5. «Инновации в технологии продуктов здорового питания», VI Национальная научная конференция.

Том 6. «Прогрессивные технологии, машины и механизмы в машиностроении и строительстве», V Международная научная конференция;

«Инновации в профессиональном, общем и дополнительном образовании», V Международная научная конференция;

«Прогрессивные технологии на транспорте», Круглый стол;

«Инновационное предпринимательство – 2019», V Международная конференция.

<i>Кузнецов С.Е., Алексеев Н.А., Виноградов А.А.</i> Алгоритм определения перерасхода топлива судового дизель-генератора в процессе эксплуатации	203
<i>Кункевич С.В.</i> Об использовании программных средств в образовательном процессе при подготовке специалистов теплоэнергетиков в КГТУ	207
<i>Никифоров А.С., Приходько Е.В., Кинжибекова А.К., Карманов А.Е.</i> Оценка и расчёт допустимого остаточного ресурса футеровки в зависимости от теплофизических и прочностных характеристик.....	212
<i>Павликов С.А.</i> Пуск главного двигателя.....	215
<i>Русаков С.М.</i> Моделирование системы двухимпульсного автоматического регулирования частоты вращения судового дизель-генератора	219
<i>Селин В.В., Юрков С.В., Беркова Е.А.</i> Примеры разработки теплоэнергетических систем для очистных сооружений сточных вод Калининградской области	226
<i>Толмачев А.В.</i> Методика предотвращения аварий судовых дизелей, вызванных неконтролируемыми термическими перегрузками в условиях эксплуатации	233
<i>Шабалин Л.Д., Савенко А.Е., Савенко П.С.</i> Совершенствование судового электротехнического комплекса для улучшения параллельной работы генераторных агрегатов.....	243
<i>Шабалин Л.Д., Чушанков Д.Ю.</i> Способы ограничения токов бустерных конденсаторов в сети постоянного тока на судах рыбопромыслового флота	250
<i>Шевченко С.Н.</i> Оптимизация поверхностей теплообменных устройств СЭУ	254

СЕКЦИЯ «ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО»

SECTION "COMMERCIAL FISHING"

<i>Бальчитис К.В., Суконнов А.В.</i> К вопросу качества укладки канатов на навивные барабаны траловых лебедек	261
<i>Долин Г.М.</i> Потери мирового рыболовства.....	265
<i>Наумов В.А.</i> Оценка энергетической эффективности водокольцевых компрессорных машин для рыбонасосных установок	270
<i>Недоступ А.А., Ражев А.О., Насенков П.В., Коновалова К.В., Никифорова М.В., Леснюк Л.В., Аникин А.А.</i> К обоснованию правил подобия изгибной жесткости рыболовных материалов	276
<i>Недоступ А.А., Ражев А.О., Насенков П.В., Коновалова К.В., Никифорова М.В., Леснюк Л.В., Аникин А.А.</i> К обоснованию правил подобия разрывной нагрузки рыболовных материалов	281
<i>Недоступ А.А., Ражев А.О.</i> Определение топологии места лова по батиметрическим картам формата NetCDF	285
<i>Недоступ А.А., Ражев А.О.</i> Математическая модель движения стаи рыб в окрестностях трала.....	290

СЕКЦИЯ «ПРИКЛАДНАЯ РАДИОФИЗИКА, РАДИОТЕХНИКА И ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

SECTION "APPLIED RADIOPHYSICS, RADIO ENGINEERING AND INFORMATION SECURITY"

<i>Волхонская Е.В., Коротей Е.В.</i> Математическая модель поля излучения двухзеркальной антенны Грегори в рамках метода поверхностных токов	294
--	-----

ОЦЕНКА И РАСЧЁТ ДОПУСТИМОГО ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ФУТЕРОВКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ И ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Никифоров Александр Степанович, профессор, д-р техн. наук
Приходько Евгений Валентинович, канд. техн. наук, доцент
Кинжибекова Акмарал Кабиденевна, канд. техн. наук
Карманов Амангельды Ерболович, доктор наук

Павлодарский государственный университет,
г. Павлодар, Казахстан, e-mail: aleke4599@mail.ru, john1380@mail.ru,
akmaral70@mail.ru, aman270685@mail.ru

В статье приводится описание способа оценки остаточного ресурса высокотемпературных агрегатов на основании статистических данных. Разработанная методика позволяет учитывать конкретные условия службы агрегатов

В процессе эксплуатации различного высокотемпературного оборудования футеровка рассматриваемых агрегатов разрушается и подлежит ремонту. С учётом того, что затраты на огнеупорные материалы значительно сказываются на стоимости конечного продукта возникает необходимость применения инновационных технологий для снижения удельного расхода огнеупоров на единицу выпускаемой продукции посредством разработки технологических режимов сушки, разогрева и охлаждения агрегатов. Кроме этого, выход высокотемпературных агрегатов в ремонт по причине разрушения футеровки – наиболее часто встречающаяся причина остановки высокотемпературных агрегатов.

Таким образом, при работе футеровок высокотемпературных агрегатов имеется значительное количество факторов, влияющих на стойкость и, соответственно, на остаточный ресурс.

По определению, остаточный ресурс – суммарная наработка объекта от момента контроля его технического состояния до перехода в предельное состояние. Оценка остаточного ресурса осложняется из-за того, что он зависит от большого числа факторов, часть которых не может быть проконтролирована, а остальные заданы с той или иной степенью неопределенности. Безотказная работа конкретно взятого индивидуального объекта зависит от качества сырья, материалов, заготовок и полуфабрикатов, от достигнутого уровня технологии и степени стабильности технологического процесса, от уровня технологической дисциплины, от выполнения всех требований по хранению, транспортированию и применению объекта по назначению. Многие объекты включают в себя комплектующие изделия, детали и элементы, поставленные другими изготовителями [1].

Статистические данные для определения остаточного ресурса необходимы, так как учёт специфики тепловой работы агрегатов в конкретных условиях более чётко отслеживается в статистических данных, нежели расчётных.

Среднюю наработку до отказа вычисляют по формуле [2]

$$T_1 = \int_0^{\infty} P(t)dt \quad (1)$$

где $P(t)$ – вероятность безотказной работы, 1/с.

Эта формула включает в себя вероятность безотказной работы, которая основывается лишь на статистических данных работы оборудования за предыдущий определённый период. В современных условиях работы высокотемпературного оборудования, на наш взгляд, для прогнозирования работы агрегатов, одной статистики, основанной на наработке оборудования до отказа, вне зависимости от причин отказа, мало. Так, качество используемых огнеупорных материалов может

изменяться от партии к партии в широких пределах; качество выполнения ремонтных работ также значительно меняется, да и сам процесс плавки (или разогрева) может изменяться в различных рабочих кампаниях.

Всё это обуславливается влиянием человеческого фактора и технологических процессов на производстве, избежать которые невозможно. В настоящее время учёт этих факторов может производиться посредством установки датчиков, фиксирующих параметры работы агрегата. Но сами данные об отклонении технологических параметров не дают значение остаточного ресурса, для чего авторами предлагается изменить классическую схему оценки остаточного ресурса, введя в неё учёт производственных и человеческих факторов. Основа определения остаточного ресурса – собранные статистические данные в различных (допускаемых) режимах работы оборудования и с отклонениями свойств используемых огнеупоров.

Рассмотрим схему на примере определения остаточного ресурса работы сталеразливочного ковша. Определяющим фактором по выводу ковша в ремонт служит толщина огнеупорного слоя (наименьшая). По классической схеме – на основе среднестатистического снижения толщины огнеупорного слоя в течение одного цикла принимается решение о работе ковша в очередном цикле (минимальная толщина рабочего слоя после рассматриваемого цикла не достигнет критической) или выводе в ремонт (минимальная толщина будет менее критической). Недостатком этой схемы является то, что значение среднестатистического снижения толщины огнеупорного слоя в течение одного цикла не учитывает условий конкретной рабочей кампании.

В разработанной нами схеме значение среднестатистического снижения толщины огнеупорного слоя в течение одного цикла предлагается корректировать коэффициентом, учитывающим условия эксплуатации. Для получения корректирующего коэффициента составим таблицу 1, основываясь на статистических данных. Например, при превышении допустимых температурных напряжений при разогреве на величину до 2 % от среднестатистической, снижение среднестатистического значения толщины огнеупорного слоя увеличивается на 2 %, соответственно корректирующий коэффициент будет равен 1,02. При увеличении температуры расплава на величину от 4 до 6 % от среднестатистической снижение среднестатистического значения толщины огнеупорного слоя увеличивается на 3 %, соответственно корректирующий коэффициент будет равен 1,03.

Таблица 1

Значение корректирующего коэффициента

	Значение корректирующего коэффициента					Корректирующий коэффициент для данных условий, К
	Величина отклонения					
Факторы	от 0 до 2 %	от 2 до 4 %	от 4 до 6 %	от 6 до 8 %	от 8 до 10 %	
Температурные напряжения при разогреве	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10	1,02
Кислотность (основность) шлака	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,02
Температура расплава	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,03
Плотность огнеупоров	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	-
Качество ремонта	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,01
Значение итогового корректирующего коэффициента						1,082

Различные режимы работы сталеразливочного ковша дают информацию о влиянии того или иного фактора на снижение толщины огнеупорного слоя. При работе с огнеупором, плотность которого ниже среднестатистической, заполняется соответствующая строка таблицы; качество ремонта позволяет судить о снижении толщины огнеупорного слоя вследствие некачественных швов и т.д.

Значение итогового корректирующего коэффициента получается посредством умножения всех корректирующих коэффициентов для данных условий. Так, считая, что нет отклонений по плотности применяемых огнеупоров, получаем итоговый корректирующий коэффициент равный 1,082.

В итоге, с учётом корректирующего коэффициента, снижение значения толщины огнеупорного слоя $\Delta\sigma_k$ будет определяться формулой, мм

$$\Delta\sigma_k = \Delta\sigma \cdot K \quad (2)$$

где $\Delta\sigma$ – снижение среднестатистического значения толщины огнеупорного слоя, мм.

Остаточный ресурс n_k (в количестве плавов) с учётом корректирующего коэффициента для любого момента времени будет определяться формулой

$$n_k = \frac{n - (\Delta\sigma_k \cdot n_i)}{\Delta\sigma_k} \quad (3)$$

где n – среднестатистическое значение рабочей кампании ковша до капремонта, плавов;
 n_i – количество плавов, которое принял ковш на данный момент.

Примем, что рабочая кампания сталеразливочного ковша длится 40 плавов (циклов); при этом при начальной толщине 135 мм, критическая толщина составляет 75 мм. Имеем снижение среднестатистического значения толщины огнеупорного слоя 1,5 мм/плавку. При этом, если очередная кампания ковша будет вестись в условиях, при которых значение итогового корректирующего коэффициента будет составлять 1,082, то будем иметь действительное снижение значения толщины огнеупорного слоя 1,623 мм/плавку. На основании этого можно произвести расчёт остаточного ресурса после любого цикла сталеразливочного ковша.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Анферов В.Н., Васильев С.И., Кузнецов С.М. Надёжность технических систем. – М.: Директ-Медиа, 2018. – 108 с.
- 2 ГОСТ 27.002-89. Надёжность в технике. Основные понятия. Термины и определения. – Введ. 1990-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1990.— 32 с.

ASSESSMENT AND CALCULATION OF THE ALLOWABLE RESIDUAL RESOURCE OF FUTER DEPENDING ON THERMOPHYSICAL AND STRENGTH CHARACTERISTICS

Nikiforov Aleksandr Stepanovich, d.t.s., professor
Prikhodko Evgenii Valentinovich, assistant professor, c.t.s.
Kinzhibekova Akmaral Kabidenovna, c.t.s.
Karmanov Amangel'dy Erbolovich, PhD

Pavlodar State University of Toraigyrov,
Pavlodar, Kazakhstan, e-mail: aleke4599@mail.ru, john1380@mail.ru,
akmaral70@mail.ru, aman270685@mail.ru

The article describes a method for estimating the residual resource of high-temperature units based on the statistical data. The developed method allows taking into account the specific conditions of the units' service.