

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ  
ПРАВИТЕЛЬСТВО КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ  
КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
БАЛТИЙСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ РЫБОПРОМЫСЛОВОГО ФЛОТА**

## **БАЛТИЙСКИЙ МОРСКОЙ ФОРУМ**

**Материалы VI Международного Балтийского морского форума  
3-6 сентября 2018 года**

**Том 2**

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

**VI Международная научная конференция**

**Электронное издание**

**Калининград  
Издательство БГАРФ  
2018**

Сост.: Кострикова Н.А.

**ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ:**

Волкогон В.А., ректор Калининградского государственного технического университета; Кострикова Н.А., проректор по научной работе КГТУ; Карпович С.М., начальник БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»; Яфасов А.Я., начальник Управления инновациями; Поляков Р.К., начальник Управления научно-исследовательской деятельности; Мезенова О.Я., заведующая кафедрой пищевой биотехнологии КГТУ; Титова И.М., заведующая кафедрой технологии продуктов питания КГТУ; Бокарев М.Ю., директор Института профессиональной педагогики БГАРФ; Тылик К.В., декан факультета биоресурсов и природопользования КГТУ; Лещинский М.Б., заведующий кафедрой автоматизированного машиностроения КГТУ; Соболин В.Н., декан транспортного факультета БГАРФ.

**БАЛТИЙСКИЙ МОРСКОЙ ФОРУМ:** *материалы VI Международного Балтийского морского форума 3-6 сентября 2018 года* [Электронный ресурс]: В 6 томах. Т. 2. «Морская техника и технологии. Безопасность морской индустрии», VI Международная научная конференция. – Электрон. дан. – Калининград: Изд-во БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2018. – 1 электрон. опт. диск.

Международный Балтийский морской форум за шесть лет проведения успешно зарекомендовал себя как эффективная многофункциональная коммуникационная площадка для конструктивного диалога между представителями федеральных и региональных органов власти, производителей, инвесторов, бизнес-структур, профессиональных ассоциаций и объединений разработчиков технологий и научно-экспертного сообщества России, Калининградского региона в частности и зарубежных стран.

В рамках VI Международного Балтийского морского форума состоялись конференции:

- **«Инновации в науке, образовании и предпринимательстве – 2018»**, XVI Международная научная конференция;
- **«Морская техника и технологии. Безопасность морской индустрии»**, VI Международная научная конференция;
- **«Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов»**, VI Международная научная конференция;
- **«Пищевая и морская биотехнология»**, VII Международная научно-практическая конференция;
- **«Инновации в технологии продуктов здорового питания»**, V Национальная научная конференция;
- **«Прогрессивные технологии, машины и механизмы в машиностроении и строительстве»**, IV Международная научная конференция;
- **«Инновации в профессиональном, общем и дополнительном образовании»**, IV Международная научная конференция;
- **«Прогрессивные технологии на транспорте»**, Круглый стол;
- **«Инновационное предпринимательство – 2018»**, IV 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», 2018

**ISBN 978-5-7481-0404-3**

**БАЛТИЙСКИЙ МОРСКОЙ ФОРУМ:** материалы VI Международного Балтийского морского форума 3-6 сентября 2018 года.

**Том 1. «Инновации в науке, образовании и предпринимательстве – 2018»,** XVI Международная научная конференция.

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

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

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

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

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

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

**«Прогрессивные технологии на транспорте»,** Круглый стол;

**«Инновационное предпринимательство – 2018»,** IV Международная конференция.

<i>Шабалин Л.Д., Чушанков Д.Ю.</i> Перспективы применения сети постоянного тока на судах рыбопромыслового флота .....	241
<i>Шабалин Л.Д., Савенко А.Е., Савенко П.С.</i> Оптимизация работы рулевого электропривода морского судна в автоматическом режиме.....	249

**СЕКЦИЯ «СУДОВЫЕ И СТАЦИОНАРНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ»**

**SECTION "SHIP AND STATIONARY POWER PLANTS"**

<i>Атаманов К.А., Толмачёв А.В.</i> Эффективность введения присадок в смазочные масла .....	255
<i>Бразновский В.К., Томилко В.Т.</i> Анализ качества эксплуатации вспомогательных котельных установок судов флота рыбной промышленности.....	262
<i>Глазков Д.Ю., Исаева М.В.</i> Оценка погрешностей моделей расчёта выбросов углерода.....	269
<i>Иванов Р.А., Арсеньев Ю.Н., Копытов Ю.В.</i> Математическая модель системы утилизации двуокиси углерода судовых энергетических установок.....	275
<i>Иванченко А.А., Ватолин Д.С.</i> Опыт эксплуатации двухтопливных дизельных установок судов проекта S1910 .....	285
<i>Ковальчук Л.И., Исаева М.В.</i> Оценка качества практических методов расчета параметров многофакторных моделей.....	298
<i>Кункевич С.В.</i> О тепловом расчёте теплообменных аппаратов ТЭС .....	304
<i>Никифоров А.С., Кинжибекова А.К., Приходько Е.В., Карманов А.Е.</i> Энергетическая эффективность эксплуатации печей спекания .....	313
<i>Одинцов В. И.</i> Алгоритм диагностирования технического состояния двигателей судов рыбопромыслового флота при использовании измерительно-диагностического комплекса.....	316
<i>Резник В.М., Клюс О.В., Филонов А.Г.</i> К расчету капельного уноса в судовых дистилляционных опреснителях.....	324
<i>Селин В.В., Юрков С.В., Беркова Е.А.</i> Теоретические и прикладные аспекты распределенной энергетики Калининградской области на базе местных и возобновляемых топливно-энергетических ресурсов. Примеры разработки инновационных теплоэнергетических технологий и установок .....	331
<i>Филонов А.Г., Архипов М.И.</i> Сепарация капель в жалюзийном сепараторе пара с плоскими пластинами при низких давлениях .....	345
<i>Юрков С.В.</i> К вопросу о нормируемых показателях энергетической эффективности ТЭС на ТБО .....	352

**СЕКЦИЯ «ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО»**

**SECTION "COMMERCIAL FISHING"**

<i>Бальчичис К.В., Суконнов А.В.</i> Экспериментальная оценка влияния параметров канатокладчиков на канатоёмкость навивных барабанов.....	360
<i>Долин Г.М.</i> Паспортизация орудий рыболовства .....	364
<i>Долина В.М., Долин Г.М.</i> Проблемы сырьевой направленности рыбной отрасли .....	368
<i>Львова Е.Е., Суконнов А.В.</i> Экспериментальная оценка прочностных характеристик рыболовных нитей от их геометрических параметров.....	373

### ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЕЧЕЙ СПЕКАНИЯ

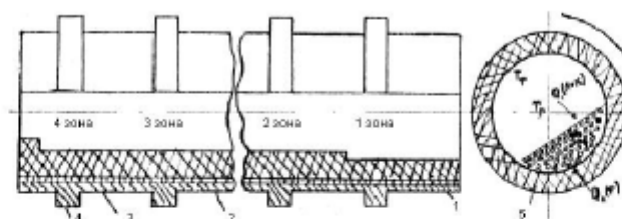
Никифоров Александр Степанович, профессор, д-р техн. наук,  
Кинжибекова Акмарал Кабиденовна, канд. техн. наук,  
Приходько Евгений Валентинович, доцент, канд. техн. наук, профессор  
Карманов Амангельды Ерболович, ст. преподаватель

Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, г. Павлодар,  
Казахстан, e-mail: aleke4599@mail.ru

*Производится анализ эффективности тепловой работы печей спекания. По результатам термоаудита составлен тепловой баланс печи, где показаны основные статьи прихода и расхода теплоты действующего агрегата. Проведён анализ, который показывает, что на долю потерь теплоты в окружающую среду приходится чуть больше пяти процентов, т.е. реальные потери оказались значительно меньше, чем принимаемые априори*

В настоящее время в мировой и отечественной практике процессы спекания и кальцинации гидроокиси алюминия осуществляют во вращающихся трубчатых печах.

Мощные вращающиеся печи диаметром до 5 м и длиной более 100 м покоятся на жестких опорах. Сварной цилиндрический корпус, изготовленный из листовой стали толщиной 30-60 мм, состоит из обечаек – звеньев, установленных бандажами на роликовых опорах с уклоном 2 % в сторону выхода материала. Изнутри корпус защищен от высоких температур футеровкой, выполненной из шамотного кирпича и жароупорного бетона различной конфигурации (Рис. 1)



1 - шамотный огнеупор; 2 - засыпка; 3 - корпус; 4 - бандаж

*Рисунок 1 - Разрез вращающейся печи*

Печи спекания по технологии производства глинозема можно условно разделить на 4 зоны. В них перерабатывается шихта из смеси красного шлама, известняка и соды. Здесь первая зона – зона сушки и подогрева сырья с температурой порядка 500 °С; вторая зона – зона кальцинирования, где температура среды достигает 900 °С; третья зона – зона спекания, где температура возрастает до своего максимального значения 1100-1250 °С; в четвертой зоне полученный спек начинает охлаждаться. Отходящие из печи газы имеют температуру порядка 250-350 °С.

Таким образом, как следует из приведенных данных, огнеупорные материалы футеровки печей эксплуатируются в сложных температурных условиях. Стойкость кладки в таких мощных печах составляет лишь 150-200 суток и в среднем 7 % календарного времени эти печи простаивают из-за ремонта футеровки [1].

Рассмотрим более подробно причины и характер разрушения футеровки вращающихся печей.

Основными причинами, приводящими к разрушению огнеупорной защиты печей, являются:

- а) сколы элементов огнеупорного кирпича;
- б) вспучивание футеровки;
- в) химическое взаимодействие между обрабатываемым материалом и поверхностью футеровки;
- г) абразивное истирание огнеупорной поверхности.

Степень влияния указанных причин на стойкость футеровки проявляется по-разному в зависимости от места нахождения рассматриваемой зоны печи.

Например, химическое взаимодействие перерабатываемого продукта с огнеупором имеет место только в тонком поверхностном слое кирпича. Толщина образующейся при этом реакционной зоны не превышает 4 мм. Даже в зоне прокалики, где футеровка находится под воздействием наиболее высоких температур, износ огнеупоров оплавлением их рабочей поверхности составляет в среднем всего лишь 3-5 мм.

Наибольший износ футеровки истиранием ее рабочей поверхности имеет место в зоне подогрева, где вследствие низкой температуры гарнисаж не образуется, и в зоне охлаждения, где исходный материал приобретает высокую твердость. Однако износ футеровки в этих зонах вследствие абразивного воздействия, не превышает 8 мм за эксплуатационный период.

Вспучивание кладки возникает при неправильном расчете и выполнении температурных швов, так как расширение огнеупоров при локальном перегреве не успевает компенсироваться.

Результаты обследования печей показывают, что основным видом разрушения футеровки является скалывание ее поверхностных слоев.

Одной из причин такого характера разрушения является наличие значительных температурных градиентов по сечению футеровки [2].

Кроме того, в результате вращения печи, деформаций поперечного и продольного изгиба, появления скручивания при пуске и останове ВТУ футеровка испытывает значительные знакопеременные механические напряжения.

Необходимо отметить, что современные мощные вращающиеся печи работают под открытым небом, например, в Павлодаре (Республика Казахстан) и в Ачинске (Российская Федерация), т. е. эксплуатируются в сложных климатических условиях, что также влияет на надежность работы этих агрегатов.

Несмотря на значительные габариты и сложность теплообменных процессов эффективность тепловой работы печей непосредственно влияет на надежность элементов футеровки.

Одним из критериев оценки энергетической эффективности являются потери теплоты через ограждающие конструкции. Как правило, величину потерь из-за сложности и громоздкости расчета материальных и тепловых балансов определяют по остаточному принципу в доле от теплоты сгорания топлива. В частности, для рассматриваемых печей она берется в количестве 10 %.

Проанализируем тепловой баланс печи по результатам термоаудита.

Тепловой баланс отражен в таблице 1.

Таблица 1

## Тепловой баланс печи спекания

Наименование статей расхода	кДж	%	Наименование статей прихода	кДж	%
На испарение воды и перегрев водяных паров до температуры отходящих газов	$2572,27 \cdot 10^3$	50,2	физического с шихтой	$35,24 \cdot 10^3$	0,73
с углекислотой от разложения карбонатов в процессе спекания	$108,53 \cdot 10^3$	2,1	физического с топливом	$8,92 \cdot 10^3$	0,18
на эндотермические реакции	$394,73 \cdot 10^3$	7,7	физического с оборотной пылью	$70,2 \cdot 10^3$	1,45
с выходящим из печи спеком	$1170 \cdot 10^3$	22,9	физического с подогретым воздухом	$494,78 \cdot 10^3$	10,22
тепло с оборотной пылью	$100,74 \cdot 10^3$	1,96	за счет сгорания топлива	3314,04	68,5
тепло с безвозвратной пылью	$2,69 \cdot 10^3$	0,05	за счет экзотермических реакций	$913,83 \cdot 10^3$	18,9
тепло с отходящими газами от сжигания топлива при температуре отходящих газов	506,93	9,9			
потери в окружающую среду	$265,52 \cdot 10^3$	5,2			
ИТОГО	$5121,41 \cdot 10^3$	100	ИТОГО	$4837,01 \cdot 10^3$	100

Как следует из баланса на долю потерь в окружающую среду приходится чуть больше пяти процентов, т.е. реальные потери оказались значительно меньше, чем принимаемые априори. Прежде всего это можно объяснить тем, что за определяющий параметр принимается теплота сгорания топлива. И если для теплогенерирующих установок (например, котельных агрегатов) это в большей степени приемлемо, то для технологических установок (каким является печь спекания) это не совсем объективный показатель, так как в приходной части кроме тепла, которое приходит за счет сгорания топлива имеется существенная доля (почти двадцать процентов) поступающая за счет экзотермических реакций технологических материалов.

Следовательно, и такой важный показатель как удельный расход топлива также будет меняться.



#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никифоров А.С. Надежность работы футеровок металлургических печей. – Павлодар: ЭКО, 2003. – 110 с.
2. Никифоров А.С. Анализ теплового состояния вращающихся печей // Вестник Карагандинского технического университета. 2002. № 1. – С.11-12.

#### ENERGY EFFICIENCY OF OPERATION OF SANDING OVEN

Nikiforov Aleksandr Stepanovich, prof., doctor of technical sciences,  
Kinzhibekova Akmaral Kabidenovna, Ph.D., associate prof.  
Prikhod'ko Evgenij Valentinovich, Ph.D., prof.  
Karmanov Amangeldy Erbolovich, the senior teacher

The Pavlodar State University, S. Toraigyrov  
Pavlodar, Kazakhstan, e-mail: aleke4599@mail.ru

*This article analyzes the efficiency of the thermal operation of sintering furnaces. Based on the results of the thermal audit, the heat balance of the furnace is compiled, where the main articles of the arrival and consumption of heat of the operating unit are shown. The analysis is carried out, which shows that the share of heat losses in the environment is slightly more than five percent, i.e. the real losses turned out to be much less than the a priori taken.*

УДК 621.431

#### АЛГОРИТМ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ СУДОВ РЫБОПРОМЫСЛОВОГО ФЛОТА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ДИАГНОСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Одинцов Виктор Иванович, д-р техн. наук, профессор

Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота  
ФГБОУ ВО «КГТУ», Калининград, Россия,  
e-mail: seu@bga.gazinter.net; bgarf1988@inbox.ru

*Диагностирование технического состояния судовых ДВС заключается в сравнении текущих показателей работы с эталонными. Обычно в качестве эталонных значений применяются результаты стендовых испытаний двигателя на заводе-изготовителе или в период сдаточных испытаний, что не учитывает влияния эксплуатационных факторов. Это затрудняет процесс диагностирования. Предложен алгоритм, устраняющий вышеназванные недостатки*

Суда флота рыбной промышленности эксплуатируются в различных зонах Мирового океана, которые отличаются гидрометеорологическими условиями. Одновре-