

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

НАУКА ТЕХНОЛОГИИ ИННОВАЦИИ

**Сборник
научных трудов**

**г. Новосибирск, 04-08 декабря 2017 г.
в 10-и частях**

Часть 4

НОВОСИБИРСК
2017

УДК 62(063)
ББК 72.5я431
Н34

Н34 НАУКА. ТЕХНОЛОГИИ. ИННОВАЦИИ // Сборник научных трудов в 10 ч. / под ред. доц. О.В. Боруш. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017. – Часть 4. – 421 с.

ISBN 978-5-7782-3418-5
Ч.4: ISBN 978-5-7782-3422-2

В сборнике публикуются материалы по научным направлениям:
«Энергетика»

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Председатель Оргкомитета:

Батаев А.А., д.т.н., профессор, ректор НГТУ

Зам. председателя Оргкомитета:

Вострцов А.Г., д.т.н., профессор, проректор по научной работе НГТУ

Филатова С.Г., к.т.н., доцент, директор ИТЦ

Программный комитет:

Драгунов В.П., д.т.н., профессор, начальник ОПК ВК

Корель И.И., к.ф.-м.н., доцент, декан ФТФ

Осьмух Л.А., д.социол.н., профессор, директор ИСТР

Поляков С.А., к.ю.н., доцент, декан ЮФ

Резв И.Л., к.т.н., доцент, декан АВТФ

Ромм М.В., д.ф.н., профессор, декан ФГО

Саленко С.Д., д.т.н., профессор, декан ФЛА

Тимофеев В.С., д.т.н., профессор, декан ФПМИ

Хайруллина М.В., д.э.н., профессор, декан ФБ

Хрусталев В.А., д.т.н., профессор, декан РЭФ

Вильбергер М.Е., к.т.н., доцент, декан ФМА

Япильский В.В., к.т.н. доцент, декан МТФ

Чернов С.С., к.э.н., доцент, декан ФЭН

УДК 62(063)
ББК 72.5я431

ISBN 978-5-7782-3422-2 (Часть 4)
ISBN 978-5-7782-3418-5

© Коллектив авторов, 2017
© Новосибирский государственный
технический университет, 2017

тепла с использованием турбины малой и средней мощности: монография. – М.: Изд-во МЭИ, 2003. – 102 с.

3. Трохим И.С., Дубинин В.С. Технологии когенерации и тригенерации на мини-теплоэлектроцентралях с паровыми двигателями // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: труды междунар. науч.-техн. конф. – М.: Изд-во ВИЭСХ, 2012. – Т. 1. – С. 211–216.

4. Тригенерация [Электронный ресурс] // Kolt Power Systems. – URL: <http://www.koltpower.ru>. (дата обращения: 21.10.2017).

5. Тригенерация [Электронный ресурс] // Портал по энергоснабжению ЭнергоСовет. 2006–2017. – URL: <http://www.energsovet.ru/entech.php?idd=98>. (дата обращения: 25.10.2017).

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Карманов А.Е.¹, Е.В. Приходько² (научный руководитель),
А.С. Никифоров² (научный руководитель)

¹Алматинский университета энергетики и связи,

²Павлодарский государственный университет им.С.Торайгырова
г. Алматы, aman270685@mail.ru

*В данной статье рассмотрены термомеханические испытания предела прочности теплоизоляционных материалов при повышенных температурах.
In this article thermomechanical tests of the ultimate strength of heat-insulating materials at elevated temperatures are considered.*

Высокотемпературные агрегаты (нагревательные, сушильные, обжиговые плавильные устройства и ковши для разлива стали и других металлов) для удержания в определенном объеме жидкости или газов с высокой температурой имеют в своем составе защитную оболочку – футеровку.

Футеровка имеет несколько слоев: огнеупорный – для удержания металла или газа в агрегате и теплоизоляционный – для снижения тепловых потерь.

В процессе разогрева в футеровке возникают термические напряжения. Причина их возникновения заключается в неравномерном распределении температуры в различных частях кладки или ограничении возможности теплового расширения тела. Как правило, к термическим

силовой тяги 5 воздействует на верхнюю плиту 2. Измерение создаваемой нагрузки определяется по силовизмерительному устройству 6. Для измерения температуры t используется вторичный прибор 7. К вторичному прибору 7 подключены термодпары 8, 9 и 10. Термодпара 8 расположена во внутреннем пространстве печи. Термодпары 9 и 10 расположены на верхней и нижней поверхности нижней плиты 3 так, чтобы горячий спай термодпары 9 располагался над горячим спаем термодпары 10.

Испытуемый образец 11 из исследуемого материала, расположен на нижней плите 3 таким образом, чтобы он находился над горячими спаями термодпар 9 и 10. Из исследуемого материала изготавливается испытуемый образец 11 в форме прямоугольного параллелепипеда. Термодпару 8, для измерения внутренней температуры печи устанавливают в любой точке внутреннего пространства печи. Термодпары 9 и 10 устанавливают на верхней и нижней поверхности нижней плиты 3 под силовой тягой 5. Испытуемый образец 11 помещают в печь 1 на нижнюю плиту 3. При этом образцы устанавливают на любую грань.

Термодпары подключают к вторичному прибору 7 для измерения температуры, который показывает значения температур, измеряемых термодпарами 8, 9 и 10. Затем включают печь и начинают нагрев испытуемого образца. После включения в работу печи 1 следят за величиной значения температуры t , которая определяет достижение заданной температуры испытания. Температура t считается температурой испытания.

В качестве температуры испытания испытуемого образца принимают значение температуры t , определяемой по формуле:

$$t = (t_2 + t_1 - \frac{q \cdot \delta_{\text{сп}}}{\lambda_{\text{сп}}}) / 2,$$

где t_2 – температура в центре испытуемого образца, °С; t_1 – температура на поверхности испытуемого образца, °С; $\delta_{\text{сп}}$ – расстояние между центром и поверхностью испытуемого образца, м; $\lambda_{\text{сп}}$ – коэффициент теплопроводности испытуемого образца, Вт/(м·К); q – плотность теплового потока, Вт/м²; при этом плотность теплового потока q определяют по формуле:

$$q = \frac{\lambda_{\text{пл}}}{\delta_{\text{пл}}} (t_{\text{в}} - t_{\text{с}}),$$

где t_9 – температура на верхней поверхности нижней плиты, измеряемая термодпарой 9, °С; t_{10} – температура на нижней поверхности нижней плиты, измеряемая термодпарой 10, °С; $\delta_{пл}$ – высота нижней плиты, м; $\lambda_{пл}$ – коэффициент теплопроводности нижней плиты, Вт/(м·К).

Коэффициенты теплопроводности испытуемого образца и нижней плиты являются справочными данными, которые находят по таблицам и диаграммам в зависимости от свойства материала и условий нагрева.

После достижения температурой t требуемого значения (температуры испытания) испытуемый образец 11 подвергают выдержке и одноосному нагружению прессом 4 посредством воздействия силовой тяги 5 на верхнюю плиту 2 до разрушения испытуемого образца 11. Нагрузка на образец определяется по силоизмерительному устройству 6. При этом нагрузка должна возрастать непрерывно и равномерно со скоростью, обеспечивающей его разрушение через 20...60 с после начала испытания.

Предел прочности при сжатии $\sigma_{сж}$ (Н/м²) испытуемого образца вычисляют по формуле:

$$\sigma_{сж} = P/F$$

где $\sigma_{сж}$ — предел прочности при сжатии, Н/м²; P — наибольшая нагрузка, при которой произошло разрушение образца, Н; F — площадь поперечного сечения образца, м².

Предлагаемый способ позволяет получить значение предела прочности на сжатие различных материалов при повышенных температурах материала с меньшей погрешностью.

В качестве исследуемых образцов использовалось шамот марки ШБ-5. При этом заявляемый предел прочности на сжатие (при температуре 20 °С) примерно 40 МПа.

Определение предела прочности проводилось в диапазоне температур 20...500 °С. Результаты измерений приведены на Рисунке 2.

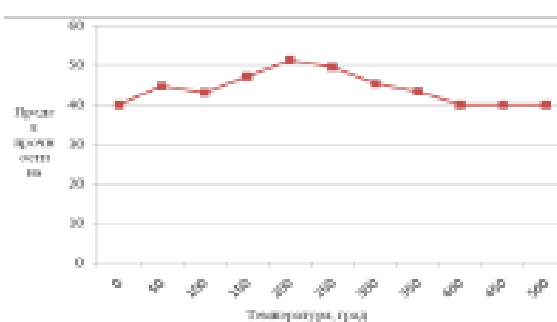


Рисунок 2 – Зависимость предела прочности от температуры

Таким образом, значение предела прочности на сжатие в интервале температур 150...300 °С увеличивается на 18...28 %, что даёт дополнительный резерв для повышения скорости разогрева и снижения времени и энергоресурсов на разогрев.

Литература:

1. *Кащев И.Д.* Огнеупоры для промышленных агрегатов и топок. Справочник в 2 – х книгах. – М.: Интермет Инжиниринг, 2000. – 663с.
2. Инновационный патент Республика Казахстан. Способ термомеханических испытаний материалов и устройство для его осуществления / Е.В. Приходько, А.С. Никифоров, И.В. Шанов. – № 21807; опубл. 15.10.2009, Бюл. № 10. – 4с.: ил.

РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ ВАРИАНТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА ТУТАЕВСКОЙ ПГУ

**А.Н. Кирьякова, О.В. Борух (научный руководитель)
Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, sasha.kiryakova@yandex.ru**

Объектом анализа является проект ОАО «Ярославской генерирующей компании» – строительство ПГУ-ТЭС в городе Тутаев Ярославской области. Новая ПГУ, рассчитанная на 52 МВт - это шаг к решению проблемы дефицита энергии в данном регионе. Установка обеспечит потребителя как электрической, так и тепловой энергией. В ходе работы проанализирована актуальность и необходимость построения ПГУ, а также рассмотрен один из вариантов ее строительства.

The project of «Yaroslavl Generating Company» - the construction of PGU in the city of Yaroslavl Region Tutaev is the object of analysis. The new PGU, designed for 52 MW is a step towards solving the problem of energy deficit in this region. The installation will provide the consumer with both electric and thermal energy. In the course of the work, the urgency and necessity of constructing the was PGU analyzed, and one of the options for its construction was considered.

С развитием жизни на Земле общество все больше нуждается в энергии. Человек индустриального общества потребляет ее в сто раз больше чем во времена первобытности. Непрерывные экономические и социальные преобразования, общественный прогресс ведут к значительному росту мирового потребления электроэнергии, что видно по результатам исследования ИНЭИ РАН (Рисунок 1).

Такая тенденция требует от современной энергетики повышения эффективности процессов производства тепловой и электрической