

В дальнейшей работе планируется определить идеальные параметры закона сопротивления, а также сравнить различные способы моделирования псевдооживленного слоя для изучения пульсаций давления. Создание точной модели процесса позволит найти оптимальные параметры сжигания топлива.

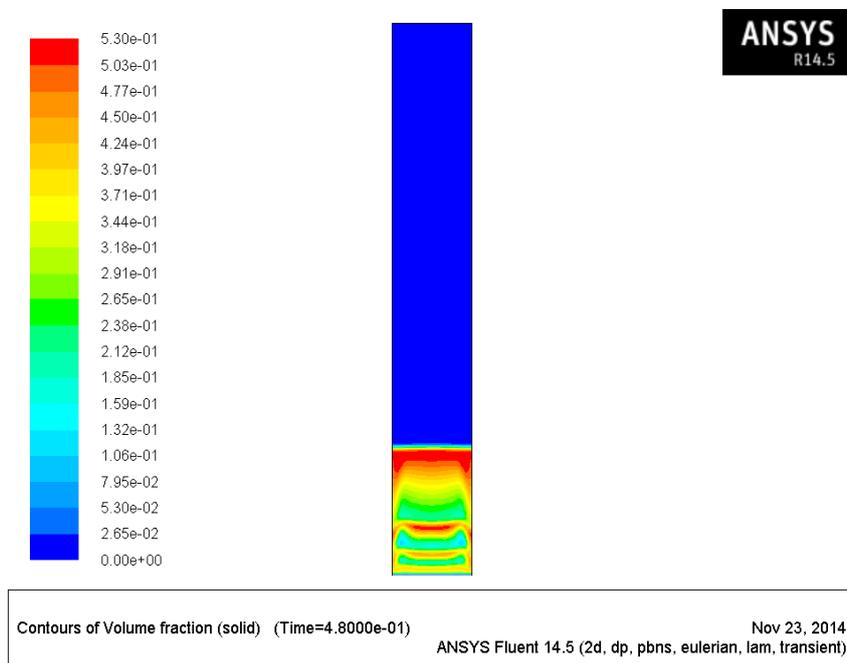


Рис. 2. Распределение по объему твердой фракции

#### Список литературы

1. ANSYS Modeling Uniform Fluidization in 2D Fluidized Bed. 2011.
2. Novel fluid grid and voidage calculation techniques for a discreteelement model of a 3D cylindrical fluidized bed. Christopher M. Boyce, Daniel J. Holland, Stuart A. Scott, John S. Dennis. // Computers and Chemical Engineering. 2014. № 65.

УДК 662.933

Лоншаков А. С.  
Вятский государственный университет, г. Киров  
AlexLo90@mail.ru

## ОБ ОЦЕНКЕ ШЛАКОВАНИЯ ПРИ СЖИГАНИИ НЕПРОЕКТНЫХ УГЛЕЙ НА ТЭС

Эффективная работа и выбор оборудования угольных ТЭС в определяющей мере зависят от характеристик топлива. В настоящее время знание характеристик топлива и умение их использовать особенно актуальны в условиях неопределенности и изменения топливного баланса некоторых ТЭС. Оценка в ряде случаев только стоимостных показателей и теплоты сгорания топлива приводит к поставке на ТЭС непригодных углей или к серьезным ограничениям в работе оборудования.

При проектировании котельное оборудование рассчитывается как работающее на проектном топливе, так и на топливе улучшенного/ухудшенного качества. Топливо, характеристики которого не учтены в технологии его сжигания и конструкции оборудования, реализующего эту технологию, относится к непроектному. Под таким твердым топливом подразумеваются угли, марки и месторождения которых отличны от проектных, а также низкосортные угли той же марки и того же месторождения с качественными характеристиками, не соответствующими проектным показателям. Основными сертификационными показателями углей являются: теплота сгорания, зольность, влажность, выход летучих веществ, содержание серы и азота; химический состав золы, её температура плавления; гранулометрический состав; коэффициент размолотоспособности.

Одним из наиболее важных вопросов при использовании непроектных марок угля является возможное интенсивное шлакование топки котла. Шлакование связано с особыми свойствами золы – образовывать легкоплавкие компоненты, которые испаряются в среде топочных газов, а затем конденсируются на относительно холодных поверхностях нагрева, образуя липкие отложения.

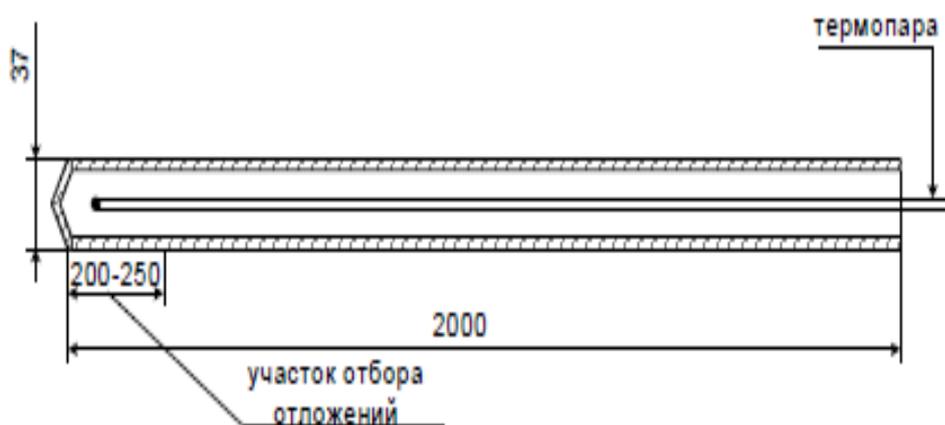


Рис. 1. Зонд для определения температуры начала шлакования

На практике одним из методов определения интенсивности образования отложений является определение температуры начала шлакования с помощью неохлаждаемых зондов по методике ВТИ (рис. 1).

Характеристиками шлакующих свойств твердого топлива, как известно, являются: температура начала шлакования  $t_{\text{нш}}$ , выше которой наблюдается неограниченный рост вторичных отложений, и прочность первичных отложений. Неохлаждаемый зонд представляет собой трубку из нержавеющей стали длиной 2 м и диаметром 32 мм, заваренную с одного конца, с установленной в ней хромель-алюмелевой термопарой. Горячий спай термопары помещается вблизи закрытого конца зонда [1].

Для определения зависимости интенсивности шлакования от температуры газов взвешиваются отложения, снятые с участка зонда длиной 250 мм. В результате пробного сжигания каменного угля марки ДГ «Котинское» на котле БКЗ-210-140Ф Кировской ТЭЦ-4 при номинальных нагрузках удалось установить образование рыхлых отложений на заднем скате холодной воронки. Также следует отметить, что при температуре газов  $t_r = 1100-1170$  °С отложения с зондов были рыхлые, легко растирались пальцами и с увеличением температуры  $t_r \geq 1200$  °С отложения упрочнялись.

Во время опытов по определению  $t_{\text{нш}}$  нагрузка котла составляла 180–220 т/ч, условия проведения замеров представлены в таблице. Длительность выдержки зондов в топке составляла 15–20 минут. По результатам опытов на рис. 2 представлена зависимость интенсивности роста отложений от температуры топочных газов. Для сравнения представлен темп шлакования высокозольного бородинского угля, сжигавшегося на Кировской ТЭЦ-4 в 2011 году.

Условия проведения опытов для исследования шлакования топки при сжигании непроектного котинского угля

№ опыта	Нагрузка котла, $D_{\text{пр}}$ , т/ч	Коэффициент избытка воздуха, $b''_{\text{пп}}$	Зольность, $A_d$ , %	Продолжительность опыта $\phi$ , ч	$t_{\text{газов}}$ , °С	$g$ , кг/м <sup>2</sup> ·ч
1	189	1,42	12,1	0,25	1290	40,1
2	204	1,42	12,1	0,33	1265	31,3
3	189	1,45	12,8	0,5	1070	0,0

Из рис. 2 видно, что температура начала шлакования «котинского» угля составляет  $t_{\text{нш}}=1070$  °С, а высокозольного бородинского угля –  $t_{\text{нш}}=980$  °С. Таким образом, определенная экспериментальным путем температура начала шлакования угля марки ДГ ШУ «Котинское» на 90 °С выше аналогичной температуры шлакующегося бородинского угля. При температурах до 1070 °С отложения золы котинского угля на зонде практически отсутствуют.

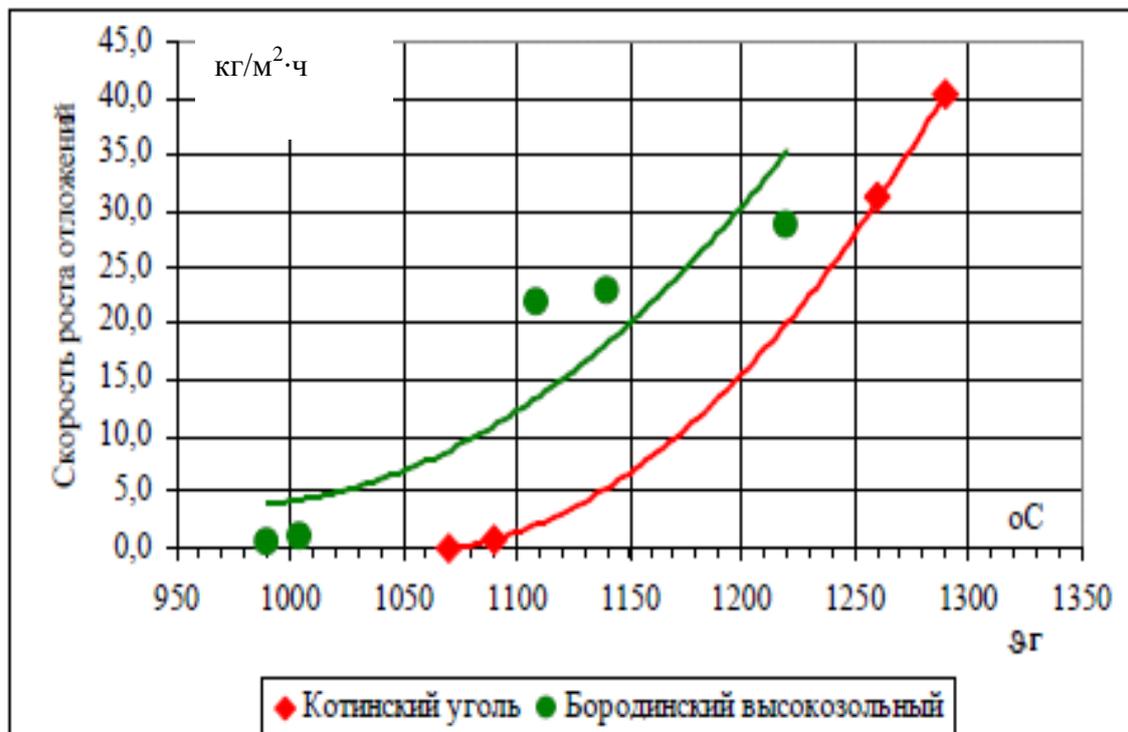


Рис. 2. Зависимость интенсивности роста отложений от температуры топочных газов

Следует отметить также, что при использовании пакетов прикладных программ есть возможность получить общую картину горения, поля изолиний и параметры аэродинамики горения, теплообмена, взаимодействия частиц с ограждающими поверхностями топочной камеры для различных способов организации факельного и низкотемпературно-вихревого сжигания твердого топлива. Совокупность этих результатов, дополняемая их интерпретацией в трехмерной визуализации, существенно расширяет возможности для выбора варианта перевода энергетического котла на непроектное топливо по сравнению с традиционными подходами к предконструкторской проработке такой инженерной задачи.

#### Список литературы

1. Методика определения шлакующих свойств твердых топлив в промышленных и стендовых условиях. МТ-34-70-84. М., 1983.
2. Алешинский Р. Е., Векслер Ф. М., Говсиевич Е. Р., Эдельман В. И. Качественные характеристики угольного топлива: их влияние на технико-экономические показатели ТЭС // Промышленная энергетика. 2003. № 1.
3. Гриценко М. В., Клер А. М., Степанова Е. Л. Комплексная методика определения затрат при использовании на ТЭС различных видов твердого топлива // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. 2007. № 4. С. 99–110.
4. Гаврилов А. Ф., Гаврилов Е. И. Экологические аспекты замещения экибастузского угля кузнецкими углями на ТЭС России // Теплоэнергетика. 2004. № 12. С. 23–28.

УДК 621.165.4

Лукина Ю. Н., Бирюзова Е. А.  
Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет  
Lukina-y@mail.ru, biryuzova@rambler.ru

## **ПРЕИМУЩЕСТВА ПАРОВИНТОВОЙ МАШИНЫ ПРИ УСТАНОВКЕ ЕЕ НА ПРЕДПРИЯТИИ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ ЖБК**

Энергетические исследования предприятия по производству ЖБК в поселке Толмачево Ленинградской области проводились в целях:

- оценки эффективности использования предприятием коммунального комплекса топливно-энергетических ресурсов (ТЭР);
- составления топливно-энергетического баланса предприятия;
- разработки мероприятий по повышению эффективности использования ТЭР;
- разработки обосновывающих материалов, представляемых собственником предприятия в Комитет по тарифам и ценовой политике Ленинградской области (ЛенРТК), для утверждения предприятию нормативов удельных расходов условного топлива на выработанную тепловую энергию, запасов топлива и технологических потерь при передаче тепловой энергии.