

8. Asri Gani, Keiju Morishita, Kunihiro Nishikawa, Ichiro Naruse. Characteristics of Co-combustion of Low-Rank Coal with Biomass // Energy Fuels. – 2005. – V.19. – I. 4. – P.1652-1659
9. Margarita A. Dmitrienko, Galina S. Nyashina, Pavel A. Strizhak. Environmental indicators of the combustion of prospective coal water slurry containing petrochemicals // Journal of Hazardous Materials. – 2017. – V. 338. – P. 148-159.

Научный руководитель П.А. Стрижак, д.ф.-м.н., зав. кафедрой АТП ЭНИН ТПУ.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ БЕЗМАЗУТНОЙ РАСТОПКИ ПАРОВЫХ КОТЛОВ. ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА**

О.Е. Ляховская  
Томский политехнический университет  
ЭНИН, АТП, группа 5БМ6Д

В настоящее время на пылеугольных ТЭС на территории нашей страны используется высококалорийное жидкое топливо (мазут) для повышения эффективности воспламенения, а также для стабилизации процесса горения угля. Мазут ежедневно используют для растопки котлов, стабилизации выхода жидкого шлака и подсветки факела.

Актуальность его замены на ТЭС становится очевидной с каждым годом все больше и больше, по причине неуклонного роста цен на мазут. А также совместное сжигание угля и обладающего более высокой реакционной способностью мазута ухудшает эколого-экономические показатели котлов: повышается механический недожог топлива и уменьшается КПД-брутто, снижается надежность эксплуатации котельного оборудования и возрастает скорость высокотемпературной коррозии экранных поверхностей, появляются выбросы пятиокси ванадия, увеличивается выход оксидов азота и серы. В энергетической стратегии развития России до 2020 г. предусматривается не только рост объемов добычи нефти, но и одновременное увеличение глубины ее переработки, что приведет к ухудшению качества мазута. Вытеснение мазута из топливного баланса низкосортными углями является важнейшей проблемой энергетики.

Известные методы снижения расхода мазута при сжигании низкосортных углей: реконструкция горелочных устройств, отдельное и смешанное сжигание угля и под-светочного топлива – мазута, подогрев воздуха и пылевоздушной смеси, утонение помола, кардинально не решают проблему сокращения расхода жидкого топлива, особенно на стадии растопки котлоагрегата [2, 4, 6].

Мазут применяют не только как резервное топливо для котельных агрегатов средней и большой производительности, но и как растопочное топливо для пылеугольных топок и дополнительное при комбинированном сжигании газа с жидким топливом. В соответствии со СНиП 11-35-76 «Котельные уста-

новки» запасы мазута на котельных должны составлять не менее десятисуточного расхода при доставке по железной дороге и пятисуточного автомобильным транспортом. Работа котельных на мазуте осуществляется очень редко, поэтому его обновление растягивается на длительное время. При длительном хранении мазут постепенно ухудшает свои качества и создает дополнительные технические сложности эксплуатационному персоналу.

В процессе добычи, транспортировки, хранения и глубокой переработки нефти на нефтеперерабатывающих заводах в состав высоковязких тяжелых топочных мазутов попадают твердые минеральные примеси, вместе с которыми в мазут переходят соли щелочных металлов, продукты коррозии трубопроводов, резервуаров и оборудования.

В процессе крекинговой переработки нефти образуются высокореакционные соединения непредельных углеводородов, в том числе асфальтосмолистые вещества, которые могут переходить в первоначальном виде или трансформироваться в процессе термokatалитического крекинга в асфальтены, карбены и карбоиды. Асфальтены являются естественными поверхностно-активными соединениями, которые склонны к коагуляции и оказывают существенное влияние на вязкость мазута.

При хранении и транспортировке мазута по трубопроводам его температура для обеспечения низкой вязкости должна поддерживаться на уровне 50-90 °С. В то же время снижение вязкости мазута только способствует увеличению скорости осаждения грубодисперсных частиц, которые не способны поддерживать во взвешенном состоянии даже тепловое (броуновское) движение молекул дисперсионной среды. Недостаточно эффективная стабилизация дисперсных частиц поверхностно-активными веществами приводит к коагуляции и образованию агломератов, выпадающих в осадок. Карбены и карбоиды, являющиеся основой грубодисперсной части асфальтосмолистых веществ, увеличивают нестабильность мазутов вследствие их склонности к коагуляции и осаждению при отстаивании. Скорость процесса осаждения, обусловленная разностью плотностей твердых коксовых частиц и жидких компонентов мазута, в зависимости от температуры изменяется, увеличиваясь с ее ростом. Осадок накапливается в придонной части емкостей мазутохранилищ, и его прирост составляет от 0,3 до 0,7 м в год и более. При длительном хранении мазута осадок покрывает подогреватели, расположенные в мазутных емкостях, что приводит к существенному увеличению термического сопротивления и снижению эффективности их работы. С другой стороны, выпадающие в осадок асфальтены, карбены и карбоиды включают в свой состав сернистые соединения, в результате чего происходит коррозия трубной системы днищевых подогревателей, что приводит к дополнительному обводнению мазута за счет образовавшихся свищей.

Технология подготовки мазута к сжиганию, существующая на котельной, приводит к повышению скорости полимеризации асфальтосмолистых включений, что приводит к росту коксования, появлению отложений на поверхностях нагрева подогревателей мазута. Как следствие, эффективность работы по-

догревателей падает, ухудшается коэффициент теплопередачи, увеличивается расход топлива и возрастают потери тепла с уходящими газами.

Нефтяной осадок, образующийся на поверхностях нагрева, обладает низкой текучестью, что затрудняет перекачку топливными насосами. При приготовлении водомазутной эмульсии, насосы захватывают вместе с топливом воду. Содержание воды в смеси не контролируется. Из-за предельно-допустимых нагрузок, по причинам переменной плотности и вязкости перекачиваемой среды, насосы начинают работать в неустойчивом пульсирующем режиме. Объемные насосы, которые используют для перекачки мазута, достаточно чувствительны к переменному давлению на всасывающей линии, к изменениям характеристик водомазутной среды и присутствующих в ней механических примесей. Все это влияет на напорные характеристики в топливоподающем трубопроводе и приводит к их снижению с большими перепадами давления. Вследствие чего снижается надежность работы всей топливоподающей системы на котельной.

С снижения экономичности, ухудшения экологии и надежности, уменьшению межремонтного цикла котельного агрегата приводит неоднородность состава мазута. Плотность перекачиваемой среды и переменная вязкость нарушают гидродинамические и тепловые процессы, происходящие в теплообменных аппаратах. Неоднородность эмульсии приводит к повышенной коксуемости мазута, плохой работе горелочных устройств, снижается качество процесса горения в топке котла.

Температура мазута должна поддерживаться в пределах 80-95 °С при транспортировке и подготовке к сжиганию. По традиционной технологии подогрев происходит паровыми подогревателями, которые располагаются на дне мазутной ёмкости. Мазут необходимой вязкости подается в котельную при помощи рециркуляционной линии разогрева выносными подогревателями, после чего остатки мазута поступают обратно в мазутные емкости. Равномерное распределение температур в объеме резервуаров и перемешивание мазута в резервуарах обеспечивается за счет растекание в резервуаре турбулентных затопленных струй и сопутствующих им вихревых токов. Грубая водотопливная эмульсия получается за счет многократного прокачивания мазута. Качество смеси не соответствует требованиям, что приводит к пульсирующему горению в топке. Технология подготовки топлива, существующая на данный момент, не позволяет обеспечить качественный процесс отстаивания и удаления из мазута воды до необходимой степени влагосодержания.

Традиционный метод сжигания жидкого топлива (мазута) в топке котла основан на факельном сжигании при предварительном нагреве. Для распыления топлива используют форсунки с паровым или механическим распыливанием. Также иногда применяют паромеханические форсунки. Механические форсунки не могут обеспечить широкий диапазон регулирования нагрузки требуют и требуют высокого давления. Форсунки с паровым распылом трудно использовать в котельной с водогрейными котлами, так как они требуют расход пара.

Применяемые сегодня в котельных технико-технологические и организационно-технические мероприятия по хранению и использованию поставляемо-

го низкосортного жидкого топлива не только не обеспечивают уровень современных требований по экономическим и экологическим показателям, но и усугубляют их за счет: повышенного образования шлама с резким увеличением термического сопротивления на поверхностях нагрева;

повышенной коксуемости мазута; снижения качества его распыливания, ухудшения функционирования горелочных устройств; снижения качества процесса горения топлива в топках котлов; снижения надежности, маневренности производительности котельного агрегата и уменьшения его межремонтного ресурса в целом; значительных потерь топлива, электроэнергии и воды. Все эти недостатки привели к необходимости применения безмазутной технологии розжига котла.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Жуков М.Ф., Карпенко Е.И., Перегудов В.С. и др. Плазменная безмазутная растопка котлов и стабилизация горения пылеугольного факела. -Новосибирск: Наука, 1995. -304 с.
2. Научно-технические основы и опыт эксплуатации плазменных систем воспламенения углей на ТЭС (безмазутная растопка котлов и стабилизация горения пылеугольного факела). Новосибирск: Наука, 1998. 137 с.
3. Шиляев А.М., Волокитин Г.Г., Дробчик В.В. Системы плазменного розжига низкосортных топлив для теплоагрегатов малой энергетики//Известия Томского политехнического университета. -2002. -Т. 315. -№ 2. -С. 220-224.
4. Перегудов В.С. Расчет плазменной стабилизации горения пылеугольного факела // Теплофизика и аэромеханика. 2003. № 1. С. 123-133.
5. Шиляев А.М., Рекунов В.С., Наумкин А.Б. К методу последовательно установленных циклончиков определения фракционного состава порошков//Архитектура и строительство. Наука, образование, технологии, рынок: Тезисы докл. научно-техн. конф. -Томск: Изд-во ТГАСУ, 2002. -С. 87-88.
6. Применение систем плазменного воспламенения угольной пыли в котлах Таштагольской производственно-отопительной котельной / А.Н. Тимошевский, И.М. Засыпкин, С.П. Ващенко и др. // Новости теплоснабжения. 2002. № 1(17), янв. С. 14-21.