



**“Fizika-2005”
Beynəlxalq Konfrans
International Conference
Международная Конференция**



**7 - 9 İyun June 2005 №128 səhifə page 490-492
İyunь June 2005 №128 str. str.**

Bakı, Azərbaycan

Baku, Azerbaijan

Баку, Азербайджан

**ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СЖИГАНИЯ ЖИДКОГО ТОПЛИВА
НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОТЛАХ**

СУЛЕЙМАНОВ Я.М.

*АзНИИЭ и ЭП
Баку, пр. Зардаби, 94
Тел 432-80-76*

Приводится новая энергосберегающая технология сжигания жидкого топлива с использованием кавитационной форсунки. Новая технология потребовала усовершенствования конструкции кавитационных форсунок, в результате чего разработан и конструирован специальный кавитатор (форсунка). Показано что усовершенствования кавитатора позволила добиться 100-ой выгорания мазута на расстоянии 2-3 м от выходного сечения вихревой горелки. Применение метода кавитации обеспечивает экономию жидкого топлива, снижает вредные выбросы в атмосферу, уменьшает затраты на производство электроэнергии и на ремонт оборудования, увеличивает к.п.д котла на 1,2 %. Отмечено что увеличение к.п.д котла на 1 % эквивалентно сбережению 30 млн. тон жидкого топлива в год. Этот результат может быть достигнут внедрением кавитационной обработки топлива перед его сжиганием.

1. ВВЕДЕНИЕ

Ограниченные мировые запасы жидкого топлива (по прогнозам американских ученых составляют 1.2 трлн. баррелей), а также общее стремление к уменьшению загрязнения атмосферы, ставит перед производителем электроэнергии сложную задачу – одновременно повысить эффективность сжигания топлива и снизить количество токсичных выбросов. Для решения требуется непрерывное усовершенствование конструкций горелочных устройств и технологии сжигания жидких топлив.

Как показывает опыт, эффективность процессов сжигания жидкого топлива в топках паровых котлов в значительной мере зависит от количества распыливания жидкостей.

Основной тенденцией совершенствования форсуночных устройств является повышения энергии распыливания для увеличения поверхности реагирования топлива с окислителем. Для этого увеличивают давления до 4 МПа перед форсунками и в дополнение к центробежным силам, разрывающим пленку топлива на мельчайшие капли, подводят пар, энергии которого идет на увеличение диспергирующего эффекта. В то же время укрупнение мощности энергоблоков, увеличивает производительность горелочных устройств, требует более мощных топливных насосов и дополнительных мер по обеспечению пожароопасности мазутопроводов.

Необходимо отметить, что не одна из существующих в настоящее время современных форсунок не удовлетворяет вышесказанным требованиям.

Таким образом, в энергетическом производстве возникает необходимость изыскания более перспективных способов распыливания жидких топлив.

Начиная с 1980 года, в АзНИИ Энергетики проводились цикл работ по созданию акустических форсунок типа АФЭ низкого давления / 1 / под руководством Керимова А.М, в которых для разрыва сплошности и улучшения диспергирования жидкого топлива использовались кавитационные явления. Главным условием возникновения кавитации является уменьшения статистического давления в движущейся жидкости. Газовые пузырьки образующейся в ней, проходят три ярко выраженные стадии: образование зародышей, рост и коллапс пузырьков. При поступательной скорости в струйке около 1900 м/с свободная энергия достигает 4,18 10 Гдж/моль (10 Гкал/моль) /2/.

Повышение эффективности сжигания мазута благодаря использованию кавитационной форсунки было многократно продемонстрировано на нескольких электростанциях Азербайджана, Грузии, США и России. Анализ результатов АФЭ форсунок на этих электростанциях убедительно свидетельствуют о том, что применение метода кавитации обеспечивает экономию жидкого топлива,

снижает выбросы NO, CO, SO, C в атмосферу, уменьшает затраты на производство электроэнергии и на ремонт оборудование.

1. РАСЧЕТ, КОНСТРУИРОВАНИЕ И ИСПЫТАНИЯ КАВИТАЦИОННЫХ ФОРСУНОК.

При расчете распыливающих устройств в качестве исходных данных обычно задаются физические свойства распыливаемой жидкости и окружающей среды, перепад давления жидкости на форсунке, расход жидкости, требуемый корневой угол факела. Учитывая поставленную выше задачу, необходимо задавать также и распределение плотности орошения по сечению факела распыла, для чего следует ввести его параметрическое описание.

Как показывают опыты проводимые на рядах тепловых электростанциях, наиболее удачной с точки зрения возможности варьирования распределения плотности орошения по сечению факела в очень широких пределах является форсунка, подробно описанная в [3]. Форсунка является кавитационной и состоит из трех простых в изготовлении деталей. Они показаны на рис 1.

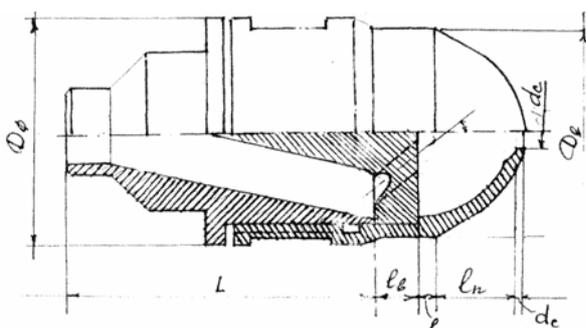


Рис.1. Принципиальная схема кавитационной форсунки.

Форсунка работает следующим образом. Мазут проходя через косоугольные каналы завихрителя приобретает вращение и поступает в камеру закручивания. Здесь струя топлива ударяясь под углом от стенки камеры закручивания образуют газовые пузырьки, которые растут и затем схлопываются. При схлопывании пузырьков (коллапс) образуется огромное кумулятивная энергия, в конечном счете образуется туманообразное облако топлива.

Аналитическое описание этого топлива представляет трудную задачу. Поэтому для создания инженерного метода расчета кавитационной форсунки с заданным характером распределения удельных потоков жидкости, была выбрана регрессионная модель. Эта модель описывает зависимость каждого из шести параметров распределения от перепада давления на форсунке и пяти основных ее геометрических размеров. В качестве последних на основе предварительных проведенных экспериментов были выбраны:

- f – площадь соплового отверстия;
- f – площадь центрального отверстия завихрителя;

s – суммарная эффективная площадь каналов завихрителя;

φ – угол наклона косоугольных каналов завихрителя;

l – длина соплового канала;

Модель представляет собой систему из шести нелинейных уравнений вида:

$$P_i = b_0 + \sum_{i=1}^{i=6} b_i X_i + \sum_{i=1}^{i=6} \sum_{j=1}^{j=6} b_{ij} X_i X_j \quad (1)$$

Коэффициенты в уравнении регрессии определялись на основе статистической обработки экспериментальных данных.

По достижении конструктивно реализуемых размеров форсунки выполняется контроль остальных характеристик распыла и в случае их существенных отклонений от заданных начальных условий. На заключительной стадии, производится окончательный расчет форсунки и прочих параметров распыла.

Подробно описанные ниже стендовые испытания форсунок, рассчитанных по выше приведенной методике, показали хорошее совпадение задаваемых и полученных параметров распределения удельных потоков жидкости (мазута).

На рис.2 показаны результаты испытания кавитационной форсунки производительности 2,5 м/час (d = 7,0 мм) на стенде Али-Байрамлинского ГРЭС.

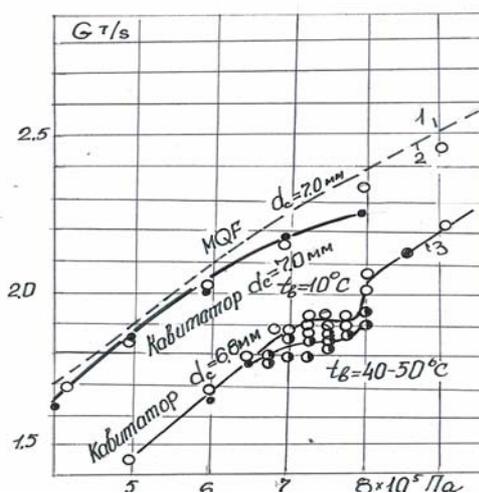


Рис.2 Зависимость G=f(p) кавитационной форсунки с dс = 7.0 мм.

Согласно теории центробежных форсунок (ЦБФ) их производительность в зависимости от давления носит квадратичный характер и расчет этой зависимости для кавитатора (форсунок) при коэффициенте расхода μ=0,432 показана кривой 1 на рис.2. Однако, как показали стендовые испытания кавитаторы с диаметром сопла 7,0 мм в стенде дали возможность установить, что между 7 и 8 ата расход не зависит от давления (кривая 3). Многочисленные исследования дали нам возможность определить, при каких давлениях начинаются и заканчиваются кавитационные процессы. Так, полученные зависимости при 10°C и при 40-50°C позволили

смоделировать и определить расход мазута, через кавитатор с выходным отверстием 6,8 мм так как давление насыщенных паров нефти 0,13·10 Па равно давлению паров насыщения воды при ее температуре 40-50°C. Проведенные исследования позволили изменить начальные условия для работы кавитатора и рекомендовать давления $p=7-8$ ат и на стволе кавитатора, как оптимальные.

Усовершенствованные кавитационные форсунки (кумулятивные кавитаторы) были внедрены в 2004 году на Али-Байрамлинской ГРЭС. В результате работ этих форсунок дал возможность сделать следующие выводы.

Изменение физико-химического сжигания жидкого топлива привело к тому, что количество воздуха которая нужна подводить в зону горения уменьшилась до 2 % с 30 % штатных форсунок.

Содержание оксидов азота уменьшилась на 60 %. Изменение характера теплообмена вследствие самоочистки поверхностей нагрева привели к тому что, к.п.д котла вырос на 1,2 %. А при современном уровне добычи углеводородов повышение к.п.д на 1 % равносильно экономии 30 млн тон в год. Это говорит о том что 15 средних городов как (Тбилиси) можно бесплатно обеспечивать теплом в круглый год.

-
- [1]. Керимов А.М и др. Повышение эффективности сжигание мазута применением ультразвуковых форсунок., "За технический прогресс" Баку, №8, 1978 год.
- [2]. Young T.R Cavitation McGraw Hill, U.K. ISBN-0-07-707094-1, 1989.

- [3]. Сулейманов Я.М и др. Повышение износостойкости и восстановление элементов конструкции кавитационных форсунок. Проблемы энергетики; №1-2, 2002. Баку.