

УДК 621.43.056

ГОРЕЛКИ ИСПАРИТЕЛЬНОГО ТИПА: АСПЕКТЫ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ ТОПЛИВА ПРИ ЗАПУСКЕ

А. А. ДМИТРИЕНКО

Научный руководитель А. А. РЕДКОКАШИН, канд. техн. наук, доц.
Приморский государственный аграрно-технологический университет
Уссурийск, Россия

Испарительные горелки широко применяются в энергетических установках, промышленных котлах и теплогенераторах благодаря компактности конструкции, низкому уровню выбросов и высокой полноте сгорания. Однако надёжность запуска таких горелок остаётся одним из ключевых вопросов, поскольку воспламенение топлива в испарительных горелках имеет ряд особенностей по сравнению с горелками распылительного типа.

В испарительных горелках жидкое топливо подаётся на нагретую поверхность, где за счёт подвода теплоты от свечи накаливания происходит его испарение. Образующиеся пары смешиваются с воздухом и полученная паровоздушная горючая смесь воспламеняется от элемента зажигания. Процесс запуска включает три последовательные стадии: прогрев свечи накаливания, испарение топлива на нагретой поверхности и воспламенение с формированием устойчивого фронта пламени.

Основным средством системы зажигания в испарительных горелках служит свеча накаливания, обеспечивающая подвод теплоты в испарительной камере. Она не только воспламеняет смесь, но и обеспечивает испарение топлива в начальный период работы, когда температура камеры сгорания ещё не достигла нужного значения. После выхода на рабочий режим подача теплоты от свечи прекращается, поскольку дальнейшее испарение топлива происходит за счёт тепла, излучаемого фронтом пламени.

Эффективность зажигания определяется количеством энергии, подводимой к топливовоздушной смеси, и её распределением. Для инициирования цепных реакций горения необходимо, чтобы плотность энергии в зоне зажигания была достаточной для повышения температуры локального объёма смеси выше температуры самовоспламенения. Ключевую роль играют тип и состав топлива (температура вспышки, фракционный состав), соотношение воздуха и топлива в зоне зажигания, начальная температура и давление смеси, а также скорость потока в камере сгорания.

Для повышения надёжности запуска применяется ряд конструктивных мер. Размещение свечи накаливания на минимально возможном расстоянии от испарительного слоя обеспечивает концентрацию тепловой энергии в зоне смесеобразования.

Наклонное расположение свечи накаливания относительно главной поверхности испарителя (угол от 9° до 30°) обеспечивает сохранение хорошей способности к зажиганию даже при образовании отложений, поскольку исключает формирование прямого теплового моста. Центральный выступ на поверхности испарителя концентрирует топливо в зоне воздействия свечи, что особенно важно при работе с топливами, кипящими при высоких температурах.

Последовательность запуска испарительной горелки обеспечивается: включением вентилятора для предварительной продувки камеры сгорания; подачей электропитания на свечу накаливания и её прогрев до рабочей температуры; подачей топлива и воздуха в зону испарения и смесеобразования; контролем наличия пламени с помощью фотодатчика в течение заданного времени (обычно 3...5 с). При отсутствии пламени должны быть включены свеча накала и, спустя заданное время нагрева, искровой розжиг.

Особенности холодного пуска. При низких температурах окружающей среды вязкость жидкого топлива возрастает, что ухудшает его прокачиваемость и испарение. В этих условиях время прогрева свечи накаливания увеличивается, а концентрация паров топлива в зоне зажигания может оказаться ниже предела воспламеняемости. Для решения данной проблемы в ряде конструкций применяется дополнительный резервуар для лёгкого пускового топлива, обеспечивающий формирование горючей смеси с более низкой температурой воспламенения в начальный период запуска. После стабилизации пламени производится автоматический переход на основное топливо.

На основании проведённого анализа можно сделать следующие выводы. Надёжность воспламенения и запуска испарительной горелки зависит от комплекса факторов: энергетических параметров системы зажигания, характеристик топлива, конструктивного исполнения испарительного элемента и состояния рабочих поверхностей. Перспективными направлениями совершенствования являются оптимизация геометрии расположения свечи накаливания, применение материалов с высокой удельной площадью поверхности с заданной структурой пор для равномерного распределения топлива, разработка адаптивных алгоритмов управления запуском с учётом температуры окружающей среды и типа топлива, а также интеграция систем автоматической очистки испарительной поверхности для поддержания стабильных условий зажигания в процессе эксплуатации.