

## ИННОВАЦИОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ ГОРЕЛОК С МАЛЫМ ВЫБРОСОМ ОКСИДОВ АЗОТА ДЛЯ НЕФТЕЗАВОДСКИХ ПЕЧНЫХ АГРЕГАТОВ

*Катин В.Д., Журавлев А.А.*

*Дальневосточный государственный университет путей сообщения, Хабаровск*

**Ключевые слова:** нефтезаводские трубчатые печи, газомазутные горелочные устройства, выбросы оксидов азота, мазутная форсунка, амбразура горелки, инновационные технические решения, повышение экологической эффективности.

**Аннотация.** В статье подробно описаны потенциально новые технические разработки в области малотоксичных конструкций горелочных устройств для совместного сжигания газа и мазута в трубчатых печах нефтеперерабатывающих заводов. Инновационные конструкции газомазутных горелок защищены авторскими патентами на полезные модели. Предлагаемые горелки обладают новизной устройства, простотой конструкции и высоким экологическим эффектом.

## INNOVATIVE LOW NITROGEN OXIDE BURNER DESIGNS FOR REFINERY FURNACES

*Katin V.D., Zhuravlev A.A.*

*Far Eastern State University of Communications, Khabarovsk*

**Keywords:** refinery tube furnaces, oil-gas burners, nitrogen oxide emissions, fuel oil burner, burner loophole, innovative technical solutions, environmental efficiency improvement.

**Abstract.** The article describes in detail potentially new technical developments in the field of low-toxic designs of burners for the co-combustion of gas and fuel oil in tube furnaces of oil refineries. Innovative designs of gas-oil burners are protected by utility model patents. The proposed burners have a novelty device, simple design and high environmental impact.

Проблема сокращения вредных выбросов, поступающих в воздушный бассейн с продуктами сгорания нефтезаводских печных агрегатов, связана с разработкой и внедрением горелочных устройств (ГУ) с малым выходом загрязняющих веществ, прежде всего наиболее токсичных оксидов азота ( $\text{NO}_x$ ). В этой связи следует отметить, что в реальных условиях обслуживающий персонал технологических установок нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ), сталкиваясь с подобной проблемой, испытывает затруднения, изыскивая из парка действующих горелок и форсунок малотоксичных конструкции ГУ.

Отметим, что на отечественных НПЗ эксплуатируются ГУ всех известных типов: диффузионные (типа ГП и др.), кинетические (типа ГГМ, ГИК, ГЭВК и др.) и диффузионно-кинетические (типа ФП и др.).

В связи с этим нельзя не отметить существенный конструктивный недостаток в существующих ГУ типа ГЭВК и ГП, который заключается в неправильном расположении в одной камере газовой части горелки и мазутной форсунки, сжигающей жидкое топливо. В результате при эксплуатации таких горелок наблюдается попадание мазутных капель в газовые сопла с дальнейшим закоксовыванием их отверстий и нарушением их работы. Это приводит к

остановке печи и полному демонтажу горелок для устранения нарушения. С целью повышения надежности и эффективности совместного сжигания газа и мазута авторами проведена частичная реконструкция горелки ГП-2. Сущность нового технического решения заключалась в размещении распылительной части мазутной форсунки в амбразуре ГУ, что подтверждено патентом №139470 на полезную модель [1]. Авторы обосновывают это тем, что при совместном сжигании в горелке мазута и газа, газ через патрубок поступает в коллектор и, распределяясь по газораздающим отверстиям, расположенным в смесительной камере, истекает в виде поперечных струй в высокоскоростной поток воздуха, а распылительная часть форсунки располагается в амбразуре горелки, тем самым исключая близость расположения распылительной части форсунки от газораздающих отверстий.

Новая конструкция комбинированной горелки ГП-2 была апробирована в заводских условиях на печи установки первичной переработки нефти Хабаровского НПЗ и показала надежную работу при совместном сжигании газа и мазута: закоксовывания газораздающих отверстий нераспыленными частицами мазута не было выявлено без каких-либо нарушений в эксплуатации.

Целью новой технической разработки по дальнейшему усовершенствованию конструкции ГУ типа ГП-2, защищенной патентом [2], являлось повышение экологической эффективности совместного сжигания газа и мазута в горелке за счет снижения выбросов  $\text{NO}_x$ . Для достижения поставленной цели авторами предлагается:

- установить форсунку с возможностью осевого перемещения относительно амбразуры горелки к ее выходу;
- оборудовать горелку каналом с заслонкой, который располагают у основания амбразуры, и специальным отверстием в основании амбразуры для подачи рециркулирующих дымовых газов.

Предлагаемые рекомендации позволят сократить выбросы  $\text{NO}_x$  на 20-30% [2]. Авторский патент №187181 на полезную модель предлагает еще одну реконструкцию малотоксичной горелки ГП-2, при создании которой была поставлена цель достижения сокращения выбросов  $\text{NO}_x$  при совместном сжигании газа и мазута [3]. Признаком, отличающим новую горелку типа ГП от аналогов, является то, что в ней в канале у основания амбразуры дополнительно устанавливается труба с распылителем пара в зону горения газа и мазута. При этом подаваемый пар снижает максимальную температуру горения и приводит к сокращению выбросов  $\text{NO}_x$  на 10-15%.

Нельзя не отметить, что изложенная в [4] полезная модель устраняет эксплуатационные и конструктивные недостатки горелки ГП-2, подробно описанной в патенте [3], взятой за прототип. Существенным недостатком прототипа является неполнота сгорания газообразного топлива вследствие неравномерного распределения воздушного потока в смесительной камере и неудовлетворительного перемешивания газа с воздухом [4]. Авторы поставили цель создания принципиально новой конструкции горелки с малым выбросом  $\text{NO}_x$  при обеспечении полноты сжигания газа. Для этого предлагается дополнительно оборудовать горелку разделителем воздушного потока с

овальными отверстиями в смесительной камере, а также установить впрыски сжатого воздуха периодического действия. Благодаря этому отличительному признаку повышается эффективность ГУ, что обусловлено тем, что разделитель воздушного потока выполнен с овальными отверстиями, выполняющими задачу распределения воздушного потока по высоте смесительной камеры, а впрыски сжатого воздуха, установленные в смесительной камере под углом 20-30°, интенсифицируют процесс перемешивания газа с воздухом и реально позволяют сократить выбросы  $\text{NO}_x$  и продуктов неполного сгорания топлива. Новая горелка рекомендуется для применения в печных агрегатах, как эффективная по экологическим аспектам и отличающаяся от аналогов новизной конструкции [4].

Таким образом, на основании изложенного материала можно рекомендовать к внедрению на НПЗ комбинированные ГУ с минимальным выбросом  $\text{NO}_x$ . Данные авторские инновационные технические решения по созданию новых горелок обладают оригинальностью конструкции и достаточно высокой экологической эффективностью.

#### **Список литературы**

1. Патент №139470 РФ. Газомутная горелка / В.Д. Катин, А.Ю. Березуцкий. – Заявка №2013149014 от 01.11.2013; опубл. 20.04.2014, Бюл. №11.
2. Патент №158820 РФ. Газомазутная горелка / А.Ю. Березуцкий, В.Д. Катин. – Заявка №2015129154 от 16.07.2015; опубл. 20.01.2016, Бюл. №2.
3. Патент №187171. Газомазутная горелка / В.Д. Катин, В.И. Нестеров. – Заявка №2018139137 от 06.11.2018; опубл. 22.02.2019, Бюл. №6.
4. Патент №208146 РФ. Газомазутная горелка / А.А. Журавлев, В.Д. Катин. – Заявка №2021110411 от 13.04.2021; опубл. 06.12.2021, Бюл. №34.

#### Сведения об авторах:

*Катин Виктор Дмитриевич* – д.т.н., профессор;  
*Журавлев Александр Александрович* – аспирант.