

# Установки термической утилизации отходов ООО «ТюменНИИгипрогаз»

Н.А. Созонов  
главный конструктор<sup>1</sup>  
sozonov@tngg.info

<sup>1</sup>СКБ ООО «ТюменНИИгипрогаз», Тюмень, Россия

**Проблема утилизации отходов вышла на первый план практически во всех странах, в том числе и России.**

**Отходы подразделяются на промышленные и бытовые. По фазовому состоянию они могут быть жидкими, газообразными или твердыми. Жидкие отходы — это промышленные стоки предприятий (в том числе нефтегазодобывающих) и бытовые стоки — продукты жизнедеятельности человека. Твердые бытовые отходы (ТБО) — это также продукты жизнедеятельности человека, образующиеся в местах его проживания.**



Рис. 1 — Установка ГФУ-5 на промысле

В настоящее время основным способом утилизации отходов в России является их захоронение. При этом захоронение жидких отходов отравляет почву, а захоронение ТБО к тому же выводит из хозяйственного оборота большие площади земли: для захоронения 1 т мусора требуется 3 м<sup>2</sup> земли.

Наиболее приемлемым способом утилизации отходов во всем мире считается их сжигание (термическая утилизация). Во всех развитых странах, а в последнее время и в России, спроектированы и работают установки по сжиганию отходов, получившие название «инсинераторы» и представляющие собой печи различного типа: барабанные, циклонные, подовые. Сжигание любых отходов сопровождается выбросом в атмосферу продуктов горения, которые, в свою очередь, сами являются загрязнителями окружающей среды. Наиболее опасными считаются окислы азота NO<sub>x</sub>, окись углерода (угарный газ) CO, двуокись серы SO<sub>2</sub>, углерод (сажа).

Для того, чтобы не допустить загрязнения атмосферы, помимо камеры сжигания инсинераторы, как правило, оборудуются камерой дожигания и многоступенчатой системой очистки дымовых газов — без этих составляющих не будут обеспечены санитарные нормы по вредным выбросам. Это влечет за собой усложнение конструкции инсинераторов и рост их стоимости. По оценкам, такой способ утилизации отходов в 10 раз дороже захоронения, в связи с чем в России он не получил большого распространения. Соотношение сжигаемых и захораниваемых отходов в России составляет 3:85, в то время как в Японии — 75:20.

В 2003 г. перед специалистами ООО «ТюменНИИгипрогаз» была поставлена задача: разработать установку для термической нейтрализации промышленных стоков для установок комплексной подготовки газа (УКПГ). Промстоки — это неотъемлемый продукт подготовки газа и состоят они из водометанольного раствора, минеральных солей, различных органических примесей, а также небольшого количества газового конденсата.

В течение года были проведены исследовательские работы и в результате разработана и запущена в серийное производство горизонтальная факельная установка ГФУ-5 с производительностью по промстокам 6 м<sup>3</sup>/ч. Установка выпускается по настоящее время и во многом решила экологические проблемы объектов добычи газа.

Установка ГФУ-5 имеет систему дистанционного розжига и контроля пламени и состоит из следующих блоков: устройство горелочное, блок редуцирования и подачи газа на дежурную и запальную горелки, шкаф с трансформатором зажигания, панель управления местная и блок управления факелом (из операторной). Горелочное устройство ГФУ-5 оснащено запальной и дежурной горелками и фотодатчиком контроля пламени. Подвод промстоков и газа для их распыления осуществляется по отдельным трубопроводам, на трубопроводе газа на входе в устройство горелочное установлен огнепреградитель. Устройство имеет две пневматические форсунки, куда подводятся сопла промстоков.

Пневматические форсунки обеспечивают распыление промстоков газом. Форсунка состоит из корпуса, объединяющего подводы газа и промстоков, раструба и сопла. При прохождении газа и промстоков раструба форсунки их скорость достигает значений, близких к скорости звука в газе, за счет чего достигается мелкодисперсное раздробление жидкой фазы и обеспечивается эффективная термическая утилизация в основном факеле. Под форсунками расположен обтекатель в виде тела Коанда, на который через узкие щели подается часть газа. Газ, обгибая обтекатель, насыщается воздухом из окружающего пространства и образует горючую смесь. Сгорая, данная смесь образует дополнительный плоский настильный факел, способствующий более качественной утилизации промстоков.

Компьютерное моделирование горелки с расширяющимся соплом показало, что температура пламени факела в среднем составляет 1300°С.

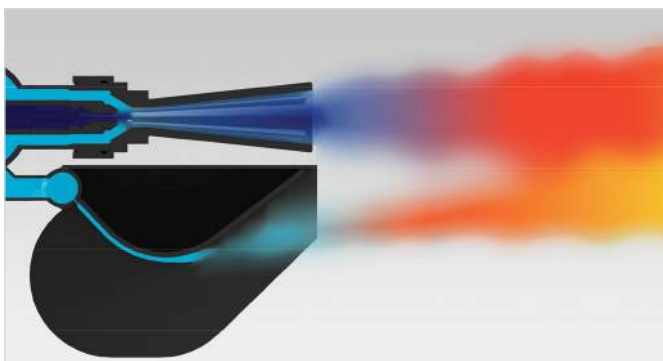


Рис. 2 — Схема горелки установки ГФУ-5 (ГФУ-5М)

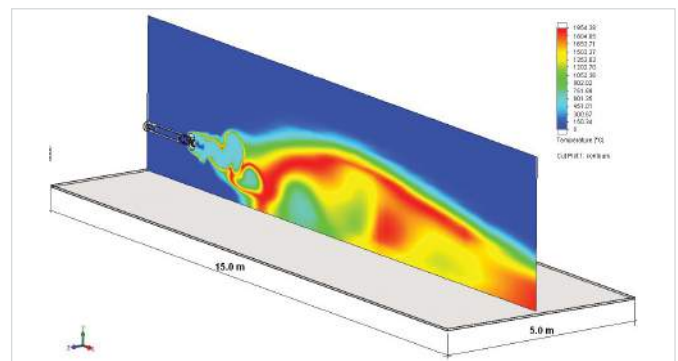


Рис. 3 — Диаграмма распределения температур горизонтальной установки

При впрыскивании воды в факел температура падает на 200–250°C, однако остается более чем достаточной для термического разложения (сгорания) органических и других веществ и испарения воды.

Согласно существующей теории горения газов, чем более скорость истечения газа из сопла, тем более качественным и полным будет его сгорание, выше молярная масса газа и больше количество примесей, с которыми можно качественно сжечь смесь. При большой скорости истечения происходит интенсивное перемешивание газа с воздухом, которое и обеспечивает эффективное горение горючей смеси. Визуально горение газа и термическая утилизация промстоков в установке ГФУ-5 наблюдается как полностью бездымное.

К недостаткам утилизации отходов в открытом факеле все же следует отнести то, что на периферии факела его температура ниже и небольшая часть промстоков не переходит в паровую фазу, а остается в виде тумана и осаждается на отбойной стенке факельного амбара. Однако этот недостаток перекрывается низкой стоимостью установки при достаточно высокой производительности.

В 2012 г. установка ГФУ-5 была модернизирована и получила индекс ГФУ-5М. Была применена более совершенная автоматика и добавилась камера рециркуляции, решившая проблему неполного испарения жидкости на периферии факела. Расход топливного газа на установках ГФУ-5 составил в среднем 460 ст. м<sup>3</sup>/ч, на установках ГФУ-5М – 420 ст. м<sup>3</sup>/ч на 1 м<sup>3</sup> промстоков.

Сравнительный технико-экономический анализ горизонтальных факельных установок и инсинераторов показал, что стоимость установок примерно в 6–10 раз меньше при производительности в 6–10 раз большей, чем у инсинераторов. Связано это с тем, что в инсинераторах добиться высоких скоростей газа сложнее, а при низких скоростях появляются проблемы с качественным сгоранием, решать которые приходится усложнением и удорожанием конструкции.

Дальнейшим развитием установок горизонтальных факельных ГФУ-5 и ГФУ-5М в ООО «ТюменНИИгипрогаз» стала разработка установки термической утилизации жидких отходов УТУ-1ж с производительностью по отходам до 10 м<sup>3</sup>/ч. Данная установка сохранила принцип утилизации жидких отходов (промышленных и очищенных бытовых

стоков) путем распыления их в высокоскоростном потоке газа. При этом она получила полузакрытую камеру сжигания, автоматизированную систему управления (АСУ) на основе промышленного контроллера с передачей всех параметров работы на верхний уровень по интерфейсу RS-485 и управление с верхнего уровня.

Розжиг установки осуществляется свечой накаливания в отличие от традиционных высоковольтных систем, чем обеспечивается гарантированный розжиг даже при экстремально низких температурах окружающего воздуха. По желанию заказчика в камере сжигания устанавливается теплообменник для получения горячей воды от тепла продуктов сгорания (рекуператор). Основная задача разработки — сохранить низкую стоимость и высокую производительность горизонтальных факельных установок при качестве утилизации и удельном расходе топлива, сопоставимыми с показателями инсинераторов.

В настоящее время разработана конструкторская документация на установку УТУ-1ж, осуществляется ее сертификация как продукции экологического назначения. Экспериментальный завод ООО «ТюменНИИгипрогаз» планирует серийное производство установок УТУ-1ж со второй половины 2014 г.

В планах завода разработать к 2015 г более экономичную установку термической утилизации жидких отходов УТУ-2ж с закрытой камерой сжигания.

В области термической утилизации твердых бытовых отходов дела в России обстоят далеко не лучшим образом. По опубликованным данным, большинство мусоросжигательных заводов нерентабельны и существуют только благодаря государственным дотациям. Для исправления сложившейся ситуации государство должно применять стимулы, направленные на внедрение установок переработки отходов, в первую очередь, налоговые льготы и штрафы за загрязнение территории.

Технико-экономический анализ методов захоронения и сжигания ТБО, учитывающий все аспекты, а не только текущие расходы, показывает, что в перспективе не существует альтернативы сжиганию ТБО.

Специалистами ООО «ТюменНИИгипрогаз» проведен сбор информации по выпускаемому в России и за рубежом установкам сжигания твердых отходов.

Анализ технических характеристик инсинераторов по предельным выбросам продуктов сгорания дает следующую картину в таб. 1.

Отсюда следует, что разрабатываемая установка термической утилизации ТБО должна обязательно иметь в своем составе камеру дожигания и хотя бы сухую очистку дымовых газов. Критерием экологической безопасности являются выбросы, выраженные в количественном выражении (г/с), и эти выбросы должны соответствовать нормам предельно допустимых концентраций (ПДК). Предварительные расчеты показывают, для достижения этих целей температура в камере дожигания должна быть не менее 1200°C, время дожигания – не менее 2 с, избыток кислорода – не менее 10% от необходимого.

ООО «ТюменНИИгипрогаз» в настоящее время планирует разработать установку утилизации твердых бытовых отходов УТУ-3т с производительностью до 1000 кг/ч.

Данная установка должна состоять из следующих составных частей:

- система загрузки ТБО с шлюзовой камерой;
- камера сжигания с газовыми форсунками и ворошителем;
- камера дожигания с газовой форсункой;
- камера охлаждения продуктов сгорания и рекуперации;
- система очистки дымовых газов;
- система автоматизированного управления (шкаф автоматики с пультом управления).

Экспериментальный завод планирует предложить заказчику установки термической утилизации твердых бытовых отходов УТУ-3т во второй половине 2015 г.

Считаем, что данная установка будет востребована в первую очередь нефтегазопромыслами и северными поселениями.



**ТЮМЕННИИГИПРОГАЗ**  
НАУЧНО-ПРОЕКТНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС

625019, г. Тюмень, ул. Воровского 2  
Тел.: (3452) 284-315, 284-062, 284-061  
www.tngg.ru

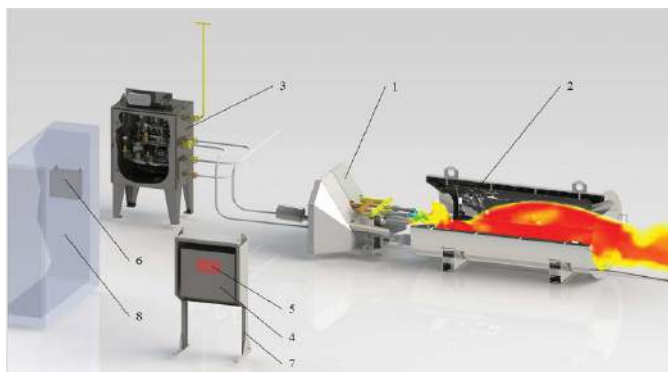


Рис. 4 — Установка термической утилизации УТУ-1ж.  
1 — Устройство горелочное; 2 — Камера сжигания; 3 — Блок рециркуляции; 4 — Шкаф автоматики; 5 — Панель управления; 6 — Выносной пульт управления; 7 — Стойка; 8 — Операторная

Загрязняющие вещества	Без очистки	Сухая очистка	Сухая и мокрая очистка
Пыль	200–1500	30–50	10–15
SO <sub>2</sub>	100–300	10–20	5–8
HCl	100–200	5–10	2–5
CO	200–500	200–500	200–500
CO с камерой дожигания	10–30	10–30	10–30
C (сажа)	100–300	50–100	40–50
C (сажа) с камерой дожигания	1–2	1–2	0–1

Таб. 1 — Предельные значения выбросов, мг/м<sup>3</sup>