“Geri Dönüşüm Sistemleri”

MT MAKİNA LTD. ŞTİ.

МОБИЛЬНАЯ И КОНТЕЙНЕРНАЯ СИСТЕМА СЖИГАНИЯ ОТХОДОВ

YFM-400L

Автономная контейнерная установка сжигания отходов по стандарту ISO для зон бедствия, военных баз, полевых госпиталей и временных лагерей. Готова к работе.



Содержание

Технический индекс и указатель страниц всех разделов каталога.

01. **Введение и предисловие руководства** ..... Страница 03

02. **Корпоративная идентичность и инженерная мощь** ..... Страница 04

03. **Принципы термической утилизации и экология** ..... Страница 05

04. YFM-400L **Общее описание и модульность** ..... Страница 06

05. **Подробные технические характеристики и параметры производительности** ..... Страница 07

06. **Первичная камера сгорания и газификация** ..... Страница 08

07. **Вторичная камера дожигания и турбулентность** ..... Страница 09

08. **Огнеупорная, волокнистая изоляция и архитектура стального корпуса** ..... Страница 10

09. **Модулируемая горелка и газовая станция** ..... Страница 11

10. **Способы загрузки и подачи отходов (поршневой и** Ram Feeder) ..... Страница 12

11. **Конструкция колосника и система влажного золоудаления** ..... Страница 13

12. **Трехступенчатый мокрый скруббер очистки дымовых газов** ..... Страница 14

13. **Мультициклонные пылеуловители и сухой циклонный механизм** ..... Страница 15

14. **Автоматизация** Siemens PLC, SCADA **и телеметрия** ..... Страница 16

15. **Экологические стандарты выбросов и соответствие нормам ЕС** ..... Страница 17

16. **Место установки, фундамент и сборка** ..... Страница 18

17. **Периодическое обслуживание и правила профилактики** ..... Страница 19

18. **Охрана труда, техника безопасности и СИЗ** ..... Страница 20

19. **Контактная информация, карта и поддержка** ..... Страница 21

Предисловие руководства

Видение, объединяющее цели безотходного производства и утилизации на месте с мобильностью.

Управление отходами представляет собой огромную операционную нагрузку в зонах бедствий, на военных базах и удаленных строительных площадках. Транспортировка отходов на большие расстояния приводит к высоким затратам, рискам загрязнения и распространения инфекций.

MT Makina разработала мобильные системы сжигания типа Lowbed, Container и Trailer, которые переносят промышленную мощность прямо на поле. Мобильные инсинераторы серии YFM уничтожают отходы в месте их образования с нулевыми выбросами. Они представляют собой автономные установки с генератором и баком.



Kurumsal

Технологический бренд из Турции, производящий промышленное оборудование по мировым стандартам.

С момента своего основания компания MT Makina играет ведущую роль в секторе промышленного измельчения, уничтожения и переработки отходов. На нашей производственной базе в Стамбуле мы разрабатываем глобальные решения по управлению отходами. Все наши производственные процессы полностью соответствуют стандартам управления качеством ISO 9001, экологического менеджмента ISO 14001 и стандартам CE. Наши машины обладают прочностью, позволяющей работать в самых сложных полевых условиях.

Философия дизайна и R&D

В наших проектах мы используем программное обеспечение для 3D-параметрического моделирования, анализа методом конечных элементов (FEA) и вычислительной гидродинамики (CFD). Распределение температур внутри печи и скорость потока газа симулируются для достижения идеальной геометрии горения.

Глобальная сеть экспорта и обслуживания

Мы экспортируем наши системы в более чем 20 стран, главным образом в Европу, на Ближний Восток, в Россию и Африку. Сервисные службы и удаленный мониторинг через SCADA гарантируют бесперебойную работу установок.

Обязательства по устойчивому развитию и нулевым отходам

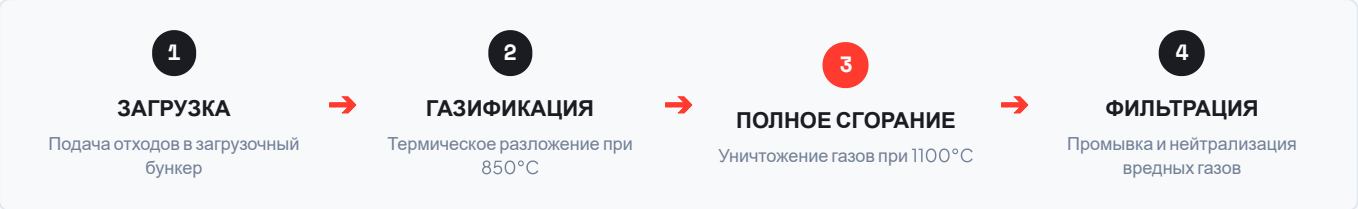
В наших исследованиях и разработках мы уделяем приоритетное внимание защите окружающей среды. Наши инсинераторы соответствуют законам министерств экологии. Преобразуя утилизированное тепло в пар или горячую воду, мы снижаем углеродный след. Этот подход укрепляет модели экономики замкнутого цикла и минимизирует затраты.

CE	ISO 9001	ISO 14001	TSE-HYB
STANDARDS	QUALITY MNGT	ENVIRONMENT	COMPLIANCE

Принципы мобильной утилизации

Цикл термической утилизации отходов на месте и у источника, независимо от логистики.

Мобильные системы позволяют сжигать отходы на месте в зонах ЧС, военных операций или удаленных площадках без транспортировки. Контейнерная конструкция переносит цикл утилизации в полевые условия. Отходы газифицируются и уничтожаются в первичной камере мобильной установки, сокращая объем на 95% и устраняя логистику.



УТИЛИЗАЦИЯ НА МЕСТЕ И СТЕПЕНЬ ЭКОНОМИИ НА ЛОГИСТИКЕ

Мобильная система сжигания исключает транспортировку отходов, снижая логистические затраты на **100%**. Уничтожая отходы на месте, она сокращает объем на 95%, исключая хранение на площадке. Это критический инструмент в зонах бедствий.

В наших мобильных инсинераторах газы сгорания направляются во встроенную вторичную камеру, работающую при 850°C - 1100°C. Время нахождения газов составляет не менее 2.0 секунд. Это высокотемпературное окисление обеспечивает работу без дыма и запаха даже вблизи населенных пунктов.

YFM-400L Общее описание

Автономная установка в ISO-контейнере для работы в зонах бедствий, лагерях и военных базах.

Наши мобильные инсинераторы представляют собой готовые системы в стандартных ISO-контейнерах 20 или 40 футов, оборудованные генератором и топливным баком. Они идеальны для лагерей, военных баз и полевых госпиталей. Все оборудование готово к транспортировке.

Основные области применения

- **Зоны бедствий:** Экстренная утилизация загрязненных отходов после землетрясений, наводнений или ураганов.
- **Военные операции:** Мобильная очистка от отходов в полевых операциях при перемещении войск.
- **Полевые госпитали:** Сжигание медицинских отходов на месте при эпидемиях без распространения инфекций.
- **Порты и КПП:** Быстрая утилизация карантинных грузов и отходов с судов.

Ключевые преимущества конструкции

Наши мобильные печи смонтированы в контейнерах стандарта ISO с сертификатом CSC, пригодных для сложных условий. Они полностью подходят для морских и наземных перевозок.

> Благодаря высокогерметичным уплотнениям дверей и контролю разрежения утечка запаха и дыма в окружающую среду полностью исключена во время работы печи.



Подробные технические характеристики

YFM-400L Мощность, инженерные параметры, энергопотребление и физические характеристики модели.

ОПИСАНИЕ ПАРАМЕТРА	ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ / СПЕЦИФИКАЦИЯ
Номинальная мощность сжигания	400 kg / h
Температура первичной камеры	850°C - 950°C
Температура вторичной камеры	1100°C - 1200°C
Мощность горелки первичной камеры	250.000 kcal/h
Мощность горелки вторичной камеры	350.000 kcal/h
Размеры загрузочной двери	1200 mm x 1000 mm
Объем первичной камеры	4.8 m³
Энергопотребление системы	15.0 kW
Внешние габариты (Ш x Д x В)	2400 mm x 5200 mm x 3200 mm
Общий вес нетто	~ 22.000 kg
Тип загрузки отходов	Ручной или гидравлический поршневой
Выгрузка золы	Ручное удаление золы
Очистка дымовых газов	Мокрый скруббер
Автоматизация и управление	Siemens S7-1200 PLC & HMI

ПРИМЕЧАНИЕ ПО МОЩНОСТИ И УСЛОВИЯМ РАБОТЫ

Указанные мощности варьируются в зависимости от влажности (10–50%) и калорийности отходов. Сухие отходы с высоким содержанием пластика достигают верхних пределов, тогда как влажные органические отходы требуют постоянной работы горелки.

Первичная камера сгорания

Специальная футеровка, устойчивая к вибрациям при транспортировке, и цикл газификации.

Первичная камера — это место подачи отходов и начала цикла сжигания. Поскольку мобильные установки постоянно транспортируются, монолитная заливка огнеупора усилена стальной сеткой для предотвращения трещин. Первичная камера работает в обедненной кислородом среде, что обеспечивает стабильную газификацию без вспышек.

Мобильное шасси и система управления воздухом

Подача воздуха в первичную камеру осуществляется с помощью нагнетателей высокого давления, встроенных в пол контейнера или раму прицепа. Контроллер PLC автоматически регулирует расход первичного воздуха через инвертор на основе показаний датчиков.



- **Объем:** большой внутренний объем 4,8 м³ для единовременного приема большого объема отходов.
- **Интеграция горелки:** Автоматическая горелка с длиной факела, адаптированной под геометрию печи.
- **Контроль температуры:** Постоянный мониторинг температуры с помощью двойных термопар типа K.
- **Толщина стенок:** Многослойная структура огнеупорной стены общей толщиной 300 мм.

Вторичная камера дожигания и турбулентность

Высокотемпературное уничтожение летучих газов и вредных выбросов.

Недогоревшие углеводородные газы, летучие органические соединения (ЛОС) и угарный газ, выделившиеся в первичной камере, переносятся во вторичную камеру дожигания. В этой камере газы подвергаются окислению при температуре не менее 1100°C - 1200°C в среде с избытком кислорода.

Турбулентное смешивание газов и критерии соответствия ЕС

Геометрия камеры и угол сопел подачи вторичного воздуха разработаны для создания сильного вихря (турбулентности). Это обеспечивает 100%-й контакт молекул кислорода с недогоревшими газами. Для соответствия директиве ЕС 2000/76/ЕС гарантируется время нахождения газов при 1100°C не менее 2.0 секунд.

> Поскольку внутренняя поверхность вторичной камеры подвергается воздействию кислых газов, ее огнеупорная футеровка выполнена из специальных кремнеземисто-глиноземистых кирпичей с высокой коррозионной стойкостью.

ПАРАМЕТРЫ РЕАКЦИИ ВТОРИЧНОЙ КАМЕРЫ

- **Минимальная рабочая температура:** 1100°C (лимит 1200°C для медицинских и токсичных отходов).
- **Время нахождения газа:** Мин. 2.0 секунды (стандарт ЕС).
- **Расход вторичного воздуха:** Модулируемый впрыск под управлением PLC.
- **Уровень кислорода:** Гарантия мин. 6% свободного кислорода на выходе дымовых газов.
- **Теплоизоляция:** Одеяло из керамического волокна и опорные плиты из силиката кальция.
- **Автоматический контроль горелки:** Автоматическая система зажигания при падении температуры ниже 850°C.

Огнеупорная, волокнистая изоляция и архитектура стального корпуса

Внутренняя огнеупорная футеровка, устойчивая к температуре 1450°C, и усиленная внешняя стальная конструкция.

Срок службы и тепловая стабильность печей напрямую зависят от качества огнеупоров. В печах MT Makina применяется многослойная огнеупорная структура для предотвращения передачи тепла на внешний каркас. Корпус усилен стальными профилями, устойчивыми к температурным деформациям.

Структура огнеупорного слоя

- **Огневая сторона (внутренний слой):** Специальная огнеупорная бетонная отливка или шамотный кирпич с высоким содержанием глинозема (60–85% Al2O3), устойчивый к рабочей температуре 1450°C.
- **Промежуточный изоляционный слой:** Одеяло из керамического волокна и плиты из силиката кальция с низкой теплопроводностью, выдерживающие температуру до 1260°C.
- **Изоляция каркаса:** Каменная вата и изоляционные растворы, обеспечивающие температуру внешней стенки печи не более 60°C.

Внешний каркас и защита от коррозии

Внешний корпус печи изготавливается из конструкционной стали ASTM A36 или аналогов. Зоны, подверженные интенсивным нагрузкам (рамы дверей и загрузочные бункеры), бронированы износостойкими плитами **Hardox**. Поверхности рамы защищены эпоксидной грунтовкой и термостойкой краской.

> Многослойная изоляционная структура повышает тепловую эффективность печи, снижая расход топлива до 35%.



Модулируемая горелка и газовая станция

Автоматическое модулируемое котельное оборудование с высокой безопасностью и множеством вариантов топлива.

Поддержание температуры печи на заданных уровнях (850°C для первичной и 1100°C для вторичной камеры) обеспечивается прецизионным управлением горелок. В серии YF от MT Makina используются промышленные горелки мирового уровня (Baltur, Riello или Ecoflam), полностью интегрированные с автоматикой PLC.

Контроль безопасности и пламени

На горелках установлены фотодатчики (УФ-детекторы), постоянно контролирующие наличие факела. В случае угасания пламени предохранительные электромагнитные клапаны перекрывают подачу топлива за 1.2 секунды, полностью исключая риск скопления газа и взрыва.



Варианты топлива

Горелочные системы, в зависимости от требований заказчика и инфраструктуры объекта, подходящих для природного газа (CNG/LNG), дизельного топлива или сжиженного нефтяного газа (LPG) olarak seçilebilir. Ayrıca çift yakıtlı (Dual-Fuel) brülör entegrasyonu da opsiyonel olarak sunulmaktadır.

Устройства загрузки и подачи отходов

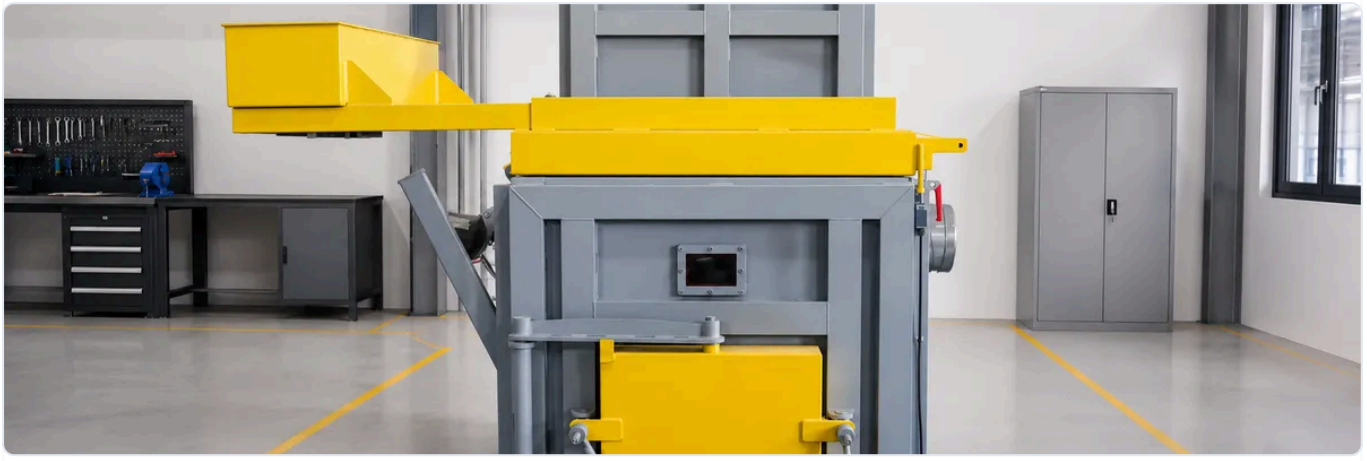
Герметичные решения ручной или автоматической загрузки для работы в полевых условиях.

Безопасная подача отходов в мобильный инсинератор важна для поддержания разрежения и предотвращения утечек газов. В серии YFM доступны два варианта загрузки. В контейнерных моделях (K) популярна верхняя загрузка краном, в прицепных (R) — ручная сдвижная дверь.

Мобильные загрузочные станции

Сдвижные крышки, приводимые в движение пневматическими или гидравлическими цилиндрами на прицепе. При нажатии кнопки крышка открывается, и отходы под действием силы тяжести падают в печь.

GÜVENLİK KİLİDİ: Primer brülör çalışırken kapak açılmaz.



Колосниковые решетки и системы выгрузки золы

Герметичные зольники и механизмы легкой выгрузки золы, встроенные в мобильную раму.

После завершения цикла сжигания минеральную золу необходимо удалить. Мобильные инсинераторы серии YFM оснащены виброустойчивыми колосниками и выдвижным герметичным зольным ящиком снизу. Он на 100% исключает пыление, защищая персонал.

Выдвижной поддон для выгрузки золы

Выдвижной ящик из жаропрочной стали под легированной решеткой печи. После полной остановки и охлаждения установки он легко выдвигается наружу для опорожнения.

СТАНДАРТЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗОЛОЙ И ЗОЛОУДАЛЕНИЯ

- **Материал решетки:** Литая решетка из хромоникелевого сплава с термостойкостью 1200°C.
- **Интерфейс ручного шевеления (чистки):** Тяжелая дверь золоудаления с двойным уплотнением.
- **Герметичность:** Крышки с силиконовыми уплотнениями, предотвращающие подсос воздуха в печи под разрежением.
- **Степень сокращения золы:** Эффективность утилизации 95% по объему и 90% по массе.
- **Характеристика золы:** Инертная (безвредная) минеральная структура золы благодаря полному сгоранию.
- **Охрана окружающей среды:** Интеграция вытяжного зонта для сбора пыли, предотвращающего ее распространение во время сухой выгрузки.

Очистка дымовых газов – Мокрый скруббер

Компактная скрубберная колонна из полипропилена с системой нейтрализации на мобильной платформе.

Высокотемпературные газы из вторичной камеры необходимо очистить для безопасного выброса в полевых условиях. В инсинераторах YFM используется компактная вертикальная колонна **мокрого скруббера**. В этой полипропиленовой или стальной башне газы промываются водяной завесой.

Встроенный циркуляционный бак

Герметичный бак под мобильной рамой, содержащий насосы и станцию дозирования реагентов. Закрытый цикл циркуляции воды минимизирует потребность во внешнем водоснабжении.



Сухая фильтрация и циклонные сепараторы

Компактный сухой циклон для улавливания летучих частиц пыли на выходе мобильной трубы.

Поскольку высота трубы в мобильных установках ограничена, газы сначала проходят через сухой **мультициклон**. Работающий за счет центробежной силы, он осаждает крупные частицы сажи в нижний бункер, снижая нагрузку на скруббер.

Принцип работы мультициклона

Газы тангенциально входят в циклон на высокой скорости. Геометрия создает вихрь. Центробежная сила прижимает тяжелые частицы к стенкам, они теряют скорость и ссыпаются в нижний бункер сбора пыли.



- **Термостойкость:** Корпус из углеродистой стали для работы при температуре до 400°C.
- **Ноль энергопотребления:** Работает исключительно на механических принципах без электричества.
- **Простая очистка:** Быстросъемный пылесборник с прокладкой в нижней части.

Панель управления PLC и интеграция со SCADA

Безопасное управление всей установкой с одного экрана, регистрация данных и телеметрия.

Инсинератор YFM-400L работает в полностью автоматическом режиме. Расход воздуха, модуляция горелок, разрежение, дозирование и блокировки управляются контроллером Siemens или Schneider. Оператор управляет системой с цветного сенсорного экрана (HMI).

Интеграция интеллектуальных датчиков

Датчики давления, термопары, pH-электроды и расходомеры передают данные на PLC в реальном времени. Система обрабатывает их для стабилизации горения и минимизации расхода топлива.

SCADA и удаленный сервис

Встроенный modem позволяет инженерам MT Makina удаленно отслеживать параметры, обновлять ПО и анализировать коды ошибок, решая сервисные вопросы без выезда на объект.

ПАРАМЕТРЫ ЭКРАНА HMI

- **Chamber 1 Temp:** 850°C - 950°C (Grafiksel Takip)
- **Chamber 2 Temp:** 1100°C (Emisyon Emniyet Kilidi)
- **Draft Pressure:** -15 Pa (Hafif Vakum Kontrolü)
- **pH level:** 7.2 (Otomatik Dozajlama Aktif)
- **System Status:** RUNNING - LIVE TELEMETRY

> Система хранит историю температур и эмиссий за 1 год с возможностью экспорта на USB.



Экологические стандарты выбросов и соответствие

Сравнение показателей выбросов установки с нормами Европейского Союза и лимитами.

YFM-400L оснащен технологиями очистки газов, соответствующими самым строгим экологическим законам. Сочетание температуры 1100°C и времени нахождения газов не менее 2 секунд во вторичной камере с мокрыми скрубберами снижает выбросы значительно ниже нормативов.

ЗАГРЯЗНЯЮЩЕЕ ВЕЩЕСТВО	ЛИМИТ ЕС (2010/75/EU)	ИЗМЕРЕННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ
Общая пыль (PM)	10 mg/m³	< 6.5 mg/m³
Оксид углерода (CO)	50 mg/m³	< 15.0 mg/m³
Диоксид серы (SO_2)	50 mg/m³	< 8.0 mg/m³
Оксиды азота (NOx)	200 mg/m³	< 120.0 mg/m³
Хлороводород (HCl)	10 mg/m³	< 2.5 mg/m³
Диоксины и фураны	0.1 ng-TEQ/m³	< 0.04 ng-TEQ/m³

НЕПРЕРЫВНЫЙ МОНИТОРИНГ ВЫБРОСОВ (CEMS)

С помощью установленных на трубе газоанализаторов (CEMS) показатели CO, O_2, пыли, SO_2 и температуры регистрируются в реальном времени. Система поддерживает прямую передачу данных в базы данных министерства экологии.

Место установки, фундамент и сборка

Tesisin kurulacağı beton zemin kaide gereksinimleri ve altyapı bağлantıları.

Поскольку печь является тяжелой установкой с тепловым расширением, фундамент и инфраструктура должны соответствовать стандартам. Чертежи фундамента передаются клиенту инженерами MT Makina до отгрузки оборудования.

Спецификация пола и бетона

Пол для установки должен представлять собой железобетонный плитный фундамент класса не менее **C25/30**. Толщина бетона должна быть не менее 250 мм с двойным армированием стальной сеткой. Выравнивание фундамента печи имеет решающее значение для монтажа трубопроводов без механических напряжений.

Срок монтажа

Срок монтажа на месте, включая сборку модульных частей, трубопроводов и электропроводки, составляет в среднем **5–7 рабочих дней**. После монтажа проводятся холодные испытания и горячая пусконаладка (испытание сжигания с отходами) под руководством супервизора MT Makina.

ТРЕБОВАНИЯ К ИНФРАСТРУКТУРЕ

- **Электрическая мощность:** Трехфазная линия питания 380 В / 50 Гц, 32 А.
- **Топливная линия:** Дизельный бак или линия подключения газа мин. 300 мбар в зависимости от типа горелки.
- **Подключение воды:** Водопроводная вода под давлением 2–4 бар для скруббера (рекомендуется умягченная вода).
- **Сжатый воздух:** Сухой воздух давлением не менее 6 бар для пневматической загрузочной двери и очистки фильтров.

ПРОТОКОЛ ВВОДА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ И ПРИЕМКИ

1. Механический и электрический контроль (холодные испытания):
После установки системы проверяются направления вращения двигателей, расходы вентиляторов, сигнализация PLC, последовательность розжига горелок и прокладки герметичности. На этом этапе проводится базовое обучение операторов.

2. Испытание на сжигание и измерение выбросов (горячие испытания):
Система постепенно нагревается до рабочей температуры (1100°C). Производительность подтверждается загрузкой реальных отходов. Во время пусконаладки контролируются и регистрируются показатели выбросов дымовых газов.

График периодического обслуживания и эксплуатации

Процедуры и проверки, необходимые для продления срока службы установки и поддержания КПД.

Регулярное техническое обслуживание инсинераторов необходимо для обеспечения надежности механических узлов и футеровки, работающих при высоких температурах. Детальный график передается операторам вместе с системой.

ПЕРИОД ОБСЛУЖИВАНИЯ	ВЫПОЛНЯЕМЫЕ РАБОТЫ И ПРОВЕРКИ
Ежедневные проверки	Очистка зольника, проверка фотоэлемента горелки, проверка воздушных форсунок, контроль уровня pH скруббера.
Еженедельные проверки	Очистка топливного фильтра, проверка натяжения ремней вентиляторов, уплотнений поршней дверей, проверка сажи в каналах.
Ежемесячные проверки	Контроль износа футеровки, калибровка датчиков температуры (термопар), очистка крыльчатки насоса скруббера.
Ежегодное обслуживание	Локальная замена изношенного огнеупора, проверка зажимов электропанели, замена подшипников вентилятора, очистка дымохода.

ГАРАНТИЯ ОРИГИНАЛЬНЫХ ЗАПЧАСТЕЙ

Все критические огнеупорные смеси, термопары, форсунки горелок и фильтры постоянно хранятся на складе MT Makina. Быстрая отправка запчастей минимизирует простои.

Охрана труда, техника безопасности и СИЗ

Безопасность оператора и системы защиты от высоких температур при эксплуатации установки.

Системы сжигания отходов включают зоны высоких температур, электрооборудование под напряжением, топливопроводы и движущиеся части. В связи с этим строгое соблюдение правил охраны труда обязательно для предотвращения несчастных случаев.

Механические и электрические блокировки

Загрузочные дверцы блокируются концевыми выключателями и соленоидами для предотвращения ручного открытия, если температура выше лимитов или отключен дымосос. При авариях система выдает звуковой и световой сигналы на HMI.

Аварийные сценарии

При отключении электроэнергии или перегреве электромагнитные клапаны горелки мгновенно закрываются пружинными затворами. Кроме того, на объекте установлены легкодоступные **кнопки аварийного останова**.

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ

- **Термостойкие перчатки:** Обязательно использование длинных рукавиц с алюминированным покрытием при загрузке отходов и чистке золы.
- **Защитный щиток:** Щиток с золотым покрытием визора для защиты лица от теплового излучения.
- **Пылевой респиратор:** Обязательно использование маски класса FFP3 при удалении золы.
- **Рабочая обувь:** Защитные ботинки со стальным носком, антипрокольной подошвой и антистатическими свойствами.

“Geri Dönüşüm Sistemleri”

MT MAKİNA LTD. ŞTİ.

ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМИЧЕСКОЙ УТИЛИЗАЦИИ

ГЛАВНЫЙ ОФИС И АДРЕС

Cumhuriyet Mah. 1983 Sk. Kent Palas 2
Kat:7 D:85 Esenyurt / Стамбул / Турция

E-POSTA

info@mtmakina.com.tr

ТЕЛЕФОНЫ СВЯЗИ

Tel: +90 850 259 01 66

Tel: +90 212 671 74 55

WhatsApp: +90 542 310 99 30

НАШИ САЙТЫ

www.incinerator.com.tr
www.mtmakina.com.tr