

Общество с ограниченной ответственностью

«Грин Ресайклинг Технолоджиз»



УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ООО «ГринАрТех»

А. А. Панфилов



«12» 12 2023 г.

ОКПД 2 28.21.12.000

**Блочно-модульный комплекс серии БРП для утилизации полимерных  
и других органических отходов методом термического разложения  
органического сырья в процессе низкотемпературного пиролиза**

Технологический регламент

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

г. Москва

2023 г.

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Перв. примен.  
Справ. №

Настоящий технологический регламент (далее по тексту – регламент) является основным технологическим документом по описанию характеристик производственного объекта, исходного сырья, готовой продукции, вспомогательных материалов, технологической схемы, параметров технологического процесса производства, условий безопасной эксплуатации производства, охраны окружающей среды и промышленной санитарии в соответствии с действующими нормативными документами Российской Федерации.

Регламент разработан на производство работ на Комплексе серии БРП (далее по тексту – Комплекс).

- Комплекс может использоваться как технологическая отдельная единица утилизации твердых бытовых отходов и жидких отходов.
- Комплекс может входить в систему утилизации отходов, и предназначен для переработки отсортированных твердых бытовых отходов и жидких отходов.

Подп. и дата  
Инв. № дубл.  
Взам. инв. №  
Подп. и дата

| Изм.      | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|-----------|------|----------|-------|------|
| Разраб.   |      | Таран    |       |      |
| Пров.     |      |          |       |      |
| Н. контр. |      |          |       |      |
| Утв.      |      |          |       |      |

*ТР 28.21.12-004-18379833-2023*

|                                  |  |      |      |        |
|----------------------------------|--|------|------|--------|
| <b>Комплекс БРП</b>              |  | Лит. | Лист | Листов |
|                                  |  |      | 2    | 3      |
| <b>ООО «ГринАрТех»</b>           |  |      |      |        |
| <b>ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ</b> |  |      |      |        |

## Термины, определения, сокращения

**БРП:** бесконтактное расщепление полимеров.

**Обработка отходов:** деятельность, связанная с выполнением каких-либо технологических операций, которые могут привести к изменению физического, химического или биологического состояния отходов для обеспечения последующих работ по обращению с отходами.

**Сепарация (сортировка):** Механическая обработка неоднородных отходов, имеющая целью их разделение на однородные составляющие.

**Переработка отходов:** деятельность, связанная с выполнением технологических процессов по обращению с отходами для обеспечения повторного использования в народном хозяйстве полученных сырья, энергии, изделий и материалов.

**Коммунальные отходы:**

**ТКО - твердые коммунальные отходы:** Отходы потребления, образующиеся в бытовых условиях и относящиеся к разряду предметов и техники, элементов конструкций — в основном крупногабаритных, которые обеспечивают жизнедеятельность человеку, применяются в ходе ведения им хозяйственной деятельности.

**ТБО – твердые бытовые отходы:** Пищевые продукты, различные вещества и материалы природного и искусственного происхождения, которые используются человеком в местах его проживания.

**ВМР - вторичные материальные ресурсы:** Отходы производства и потребления, образующиеся в народном хозяйстве, для которых существует возможность повторного использования непосредственно или после дополнительной обработки.

**ГОСТ –** Государственный стандарт

**ГСМ –** Горюче-смазочные материалы

**ЗВ –** Загрязняющее вещество

**ПДК –** Предельно допустимая концентрация

**СанПиН –** Санитарные правила и нормы

**СНиП –** Строительные нормы и правила

**СИЗ –** Средства индивидуальной защиты

**ТУ –** Технические условия

**ФККО –** Федеральный классификационный каталог отходов

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

Лис

3

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

## СОДЕРЖАНИЕ

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Общая характеристика Комплекса серии БРП.....  | 7  |
| 1.1   | Наименование .....   | 7  |
| 1.2   | Категория и номер действующего нормативного документа.....                                   | 7  |
| 1.3   | Сведения об организации .....  | 8  |
| 1.4   | Основное назначение Комплекса.....   | 8  |
| 1.5   | Режимы работы .....  | 9  |
| 1.5.1 | Циклический режим работы.....  | 11 |
| 1.5.2 | Циклический с дозагрузкой.....   | 12 |
| 1.5.3 | Непрерывный режим работы .....   | 14 |
| 1.6   | Основные потребительские свойства Комплекса .....  | 17 |
| 2     | Характеристика исходного сырья, материалов, готовой продукции.....                           | 18 |
| 2.1   | Характеристика утилизируемых отходов (сырья).....  | 18 |
| 2.2   | Агрегатное состояние исходного сырья.....  | 35 |
| 2.3   | Способ подготовки утилизируемых отходов (сырья) к переработке...                             | 24 |
| 2.4   | Переработка утилизируемых отходов (сырья).....   | 25 |
| 2.4.1 | Пиролиз ТКО.....   | 26 |
| 2.4.2 | Пиролиз медицинских отходов.....   | 28 |
| 2.4.3 | Пиролиз пластиковых отходов ПВД, ПНД, ППН и пленки.....                                      | 30 |
| 2.4.4 | Пиролиз отходов шин, покрышек, камер автомобильных.....                                      | 31 |
| 2.4.5 | Пиролиз отходов лигнина.....   | 32 |
| 2.4.6 | Пиролиз отходов нефтепереработки.....  | 33 |
| 2.4.7 | Пиролиз RDF топлива.....   | 34 |
| 2.5   | Характеристики получаемых продуктов.....   | 35 |
| 2.5.1 | Жидкость пиролиза. ....  | 35 |
| 2.5.2 | Остаток зольноуглеродистый.....  | 50 |
| 2.2.2 | Газ пиролизный .....   | 53 |
| 3     | Описание технологического процесса и технологической схемы<br>производственного объекта..... | 56 |
| 3.1   | Теоретические основы технологического процесса .....   | 56 |

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
|      |      |          |       |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

|               |   |          |       |                               |
|---------------|---|----------|-------|-------------------------------|
| Перв. примен. | 3.2 Описание технологического процесса ..... 57   |          |       |                               |
|               | 3.2.1 Блок-схема..... 57  |          |       |                               |
| Справ. №      | 3.2.2 Аппаратная схема производства..... 58   |          |       |                               |
|               | 3.2.3 План типичного производственного участка ..... 59   |          |       |                               |
|               | 3.2.4 Описание технологического процесса ..... 59   |          |       |                               |
|               | 4 Нормы технологического режима ..... 62  |          |       |                               |
|               | 5 Контроль технологического процесса..... 63  |          |       |                               |
|               | 6 Подготовка производственной площадки для эксплуатации комплекса ..... 70  |          |       |                               |
|               | 6.1 Техника, задействованная для выполнения монтажных работ ..... 70  |          |       |                               |
|               | 6.2 Организация временного складирования отходов..... 70  |          |       |                               |
|               | 6.3 Организация временного складирования готовой продукции..... 70  |          |       |                               |
|               | 6.4 Организация технологической площадки комплекса серии БРП ..... 72   |          |       |                               |
|               | 6.5 Организация заправки техники в период монтажных и<br>эксплуатационных работ комплекса серии БРП ..... 72              |          |       |                               |
|               | 6.6 Организация хранения запаса технической воды ..... 72   |          |       |                               |
|               | 7 Организация жизнедеятельности персонала для эксплуатации комплекса. 73  |          |       |                               |
|               | 7.1 Организация пребывания персонала ..... 73   |          |       |                               |
|               | 7.2 Организация накопления отходов жизнедеятельности персонала..... 73  |          |       |                               |
|               | 8 Безопасная эксплуатация производства..... 74  |          |       |                               |
|               | 8.1 Общие требования ..... 74   |          |       |                               |
|               | 8.2 Требования к обслуживающему персоналу..... 75   |          |       |                               |
|               | 8.3 Характеристика опасностей производства ..... 77   |          |       |                               |
|               | 8.3.1 Требования взрывобезопасности..... 78   |          |       |                               |
|               | 8.3.2 Требования пожарной безопасности..... 80  |          |       |                               |
|               | 8.3.3 Требования электробезопасности..... 81  |          |       |                               |
|               | 8.4 Средства защиты ..... 82  |          |       |                               |
|               | 9 Отходы, образующиеся при производстве, сточные воды, выбросы в<br>атмосферу, методы их утилизации, переработки ..... 85 |          |       |                               |
|               | 9.1 Мероприятия по минимизации воздействия отходов производства и<br>потребления ..... 85                                 |          |       |                               |
|               |   |          |       |                               |
| Инв. № подл.  |   |          |       |                               |
|               |   |          |       |                               |
| Подп. и дата  |   |          |       |                               |
|               |   |          |       |                               |
| Взам. инв. №  |   |          |       |                               |
|               |   |          |       |                               |
| Инв. № дубл.  |   |          |       |                               |
|               |   |          |       |                               |
| Подп. и дата  |   |          |       |                               |
|               |   |          |       |                               |
|               |   |          |       | ТР 28.21.12-004-18379833-2023 |
|               |   |          |       | Лис                           |
|               |   |          |       | 5                             |
| Изм.          | Лист  | № докум. | Подп. | Дата                          |

|                               |  |          |       |      |
|-------------------------------|--|----------|-------|------|
| Перв. примен.                 | 9.2 Программа производственного экологического контроля (мониторинга) (ПЭК (М) за характером изменения компонентов экосистемы в области обращения с отходами..... 86 |          |       |      |
|                               | 9.3 Мероприятия по охране окружающей среды ..... 877   |          |       |      |
| Справ. №                      | 9.3.1 Характеристика газовых выбросов, методы их обезвреживания... 888   |          |       |      |
|                               | 9.3.2 Мероприятия по охране атмосферного воздуха ..... 90  |          |       |      |
|                               | 9.3.3 Характеристики образующихся не утилизируемых отходов, их обезвреживание ..... 90   |          |       |      |
|                               | 9.3.4 Характеристика шумового воздействия ..... 911  |          |       |      |
|                               | 9.3.5 Характеристика сточных вод, методы их обезвреживания ..... 911   |          |       |      |
|                               | 10 Техничко-экономические нормативы..... 933   |          |       |      |
|                               | 10.1 Сведения о тепловых нагрузках..... 93   |          |       |      |
|                               | 10.2 Сведения о потребности в паре и сжатом воздухе ..... 933  |          |       |      |
|                               | 10.3 Расход топлива..... 933   |          |       |      |
|                               | 10.4 Расход воды..... 94   |          |       |      |
|                               | 10.5 Сведения о потребляемых мощностях ..... 95  |          |       |      |
| Подп. и дата                  | 11 Перечень обязательных инструкций, нормативной и технической документации..... 96  |          |       |      |
|                               | 11.1 Нормативно-техническая документация по охране труда..... 96   |          |       |      |
| Инв. № дубл.                  | 12 Варианты исполнения ..... 97  |          |       |      |
|                               | 13 Технологическая схема производства продукции (графическая часть) ..100  |          |       |      |
|                               | Приложение А ..... 10101   |          |       |      |
| Взам. инв. №                  | Приложение Б ..... 10202   |          |       |      |
|                               | Лист регистрации изменений..... 105  |          |       |      |
| Подп. и дата                  |  |          |       |      |
|                               |  |          |       |      |
| Инв. № подл.                  |  |          |       |      |
|                               |  |          |       |      |
| Изм.                          | Лист   | № докум. | Подп. | Дата |
| ТР 28.21.12-004-18379833-2023 |  |          |       | Лис  |
|                               |  |          |       | 6    |

|               |   |  |              |              |              |
|---------------|---|--|--------------|--------------|--------------|
| Перв. примен. | <h1>1 Общая характеристика Комплекса серии БРП</h1> |  |              |              |              |
|               | Справ. №  | <h2>1.1 Наименование</h2> <p>Аббревиатура Комплекса серии БРП расшифровывается как:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– БРП – бесконтактное расщепление полимеров;</li> <li>– 1, 2, 3 – вариант модификации.</li> </ul>   |              |              |              |
| Подп. и дата  |   | <h2>1.2 Категория и номер действующего нормативного документа</h2> <p>Комплекс изготавливается по ТУ 28.21.12-005-18379833-2023. Комплекс должен соответствовать требованиям технических условий и комплекта конструкторской и технологической документации, утвержденной в установленном порядке в ООО «ГринАрТех».</p> <p>Комплекс должен соответствовать требованиям следующих нормативных документов: ОСТ 26-18-5-88 (ОСТ 26.260.18-2004, СТО Газпром 2-2.1.-607-2011); ГОСТ 34347; ГОСТ 33259; Федеральным нормам и правилам в области промышленной безопасности «Правила безопасности химически опасных производственных объектов» (Приказ от 7 декабря 2020 г. №500); Федеральным нормам и правилам в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» приказ № 533 (15.12.2020); Трубопроводы технологические стальные. Требования к устройству и эксплуатации на взрывопожароопасных и химически опасных производствах ГОСТ 32569; Технический регламент о требованиях пожарной безопасности №123-ФЗ; ВНТП 01/87/04 (Объекты газовой и нефтяной промышленности, выполненные с применением блочных и блочно-комплектных устройств. Нормы технологического проектирования); ГОСТ 12.1.004; ГОСТ 12.1.005; ГОСТ 12.1.007; ГОСТ 12.1.010; ГОСТ 12.1.018; ГОСТ 12.1.019; ГОСТ 12.2.003; ОСТ 26-2043-91; ГОСТ 12.2.049; ГОСТ 12.2.062-064; ГОСТ 12.4.026; Правилам устройств электроустановок ПУЭ (изд.7); Электроустановки низковольтные. Часть 5-54 ГОСТ Р 50571.5.54; ГОСТ Р ИСО 15534-1; ГОСТ 12.3.002; ГОСТ 31610.20-1; ГОСТ Р 58577; ОСТ 26.260.758-2003; ПБ 03-584-03; ГОСТ 23118; ГОСТ 23120; ГОСТ 31610.0; ГОСТ 30852.13; ГОСТ 31441.1; ГОСТ ИЕС 60079-14; ГОСТ Р ИСО 15534-1.</p> |              |              |              |
|               | Инв. № дубл.  | Инв. №   | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл. |
| Изм.          | Лист  | № докум.   | Подп.        | Дата         |              |

### 1.3 Сведения об организации

Регламент изготовлен:

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Полное наименование:      | ООО «Грин Ресайклинг Технолоджиз»  |
| Сокращенное наименование: | ООО «ГринАрТех»  |
| Юридический адрес:        | 123242, г. Москва, ул. Б. Грузинская, д.20, этаж подвал, помещение IV, комната 5, офис 1 |
| Почтовый адрес:           | 123242, г. Москва, а/я 87  |
| Телефон                   | +7-495- 822-17-57; +7-985-284-14-79  |

### 1.4 Основное назначение Комплекса

Комплекс серии БРП по ТУ 28.21.12-005-18379833-2023 предназначен для утилизации полимерных и других органических отходов методом термического разложения органического сырья в процессе низкотемпературного пиролиза, с получением жидкости пиролиза и остатка зольноуглеродистого<sup>1</sup>. Образующийся в процессе пиролиза газ идет на собственные нужды (данный газ используется как топливо для горелок, при достаточном его количестве).

Устройства, входящие в состав комплекса, могут иметь как самостоятельное технологическое применение, так и применение в различных взаимных комбинациях, обусловленных технологическим процессом работы.

Комплекс изготавливается в климатическом исполнении УХЛ4 по ГОСТ 15150.

Всё оборудование (электрическое и неэлектрическое) Комплекса (кроме оборудования, размещенного вне взрывоопасной зоны) должно иметь исполнения, предназначенные для установки во взрывоопасных зонах класса 2 помещений и наружных установок согласно маркировке взрывозащиты ГОСТ 31610.10-1, ГОСТ 30852.13 и ГОСТ 31441.1.

К утилизации на Комплексе принимаются отходы производства и потребления кодов, наименований и групп, включенных в федеральный классификационный каталог отходов (далее – ФККО) Приложение 1 ТУ<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Жидкость пиролиза по ТУ 19.20.28-006-18379833-2023, остаток зольноуглеродистый по ТУ 20.13.21-006-18379833-2021

ТУ 28.21.12-004-18379833-2023

Лис

8

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

Копировал

Формат А4

|               |  |
|---------------|--|
| Перв. примен. |  |
| Справ. №      |  |

Комплекс серии БРП – блочно-модульный и состоит из крупногабаритных транспортируемых узлов поставочных частей, в соответствии с конструкторской документацией.

Комплекс выполнен в мобильном варианте исполнения и монтируется на участке проведения работ, состоит из следующего технологического оборудования:

- оборудование загрузки;
- реакторный блок;
- узел стыковочный;
- насосная установка впрыска в УТФ (Уловитель Тяжелых Фракций);
- теплообменник №1;
- блок конденсации;
- система отвода дымовых газов;
- система охлаждения блока конденсации;
- печь утилизации избыточного газа;
- межблочная арматура и средства измерения КИПиА;
- вспомогательное оборудование (азотная станция, установка очистки газовых выбросов);
- АСУ Комплекса.

### 1.5 Режимы работы

Комплекс серии БРП может работать в нижеследующих режимах:

- циклическом;
- циклическом с дозагрузкой (процесс завершается при достижении предельного количества технологических остатков в реакторе, который контролируется по увеличению времени выгрузки зольноуглеродистого остатка);
- непрерывном (процесс завершается при остановке на плановый осмотр и ремонт, или по окончанию подаваемого для утилизации сырья и вспомогательных ресурсов).

|              |  |
|--------------|--|
| Подп. и дата |  |
| Инв. № дубл. |  |
| Взам. инв. № |  |
| Подп. и дата |  |
| Инв. № подл. |  |

|      |      |          |       |      |  |                               |     |
|------|------|----------|-------|------|--|-------------------------------|-----|
|      |      |          |       |      |  | ТР 28.21.12-004-18379833-2023 | Лис |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |  |                               | 9   |

Режим работы определяется комплектом поставки оборудования и зависит от утилизируемого сырья.

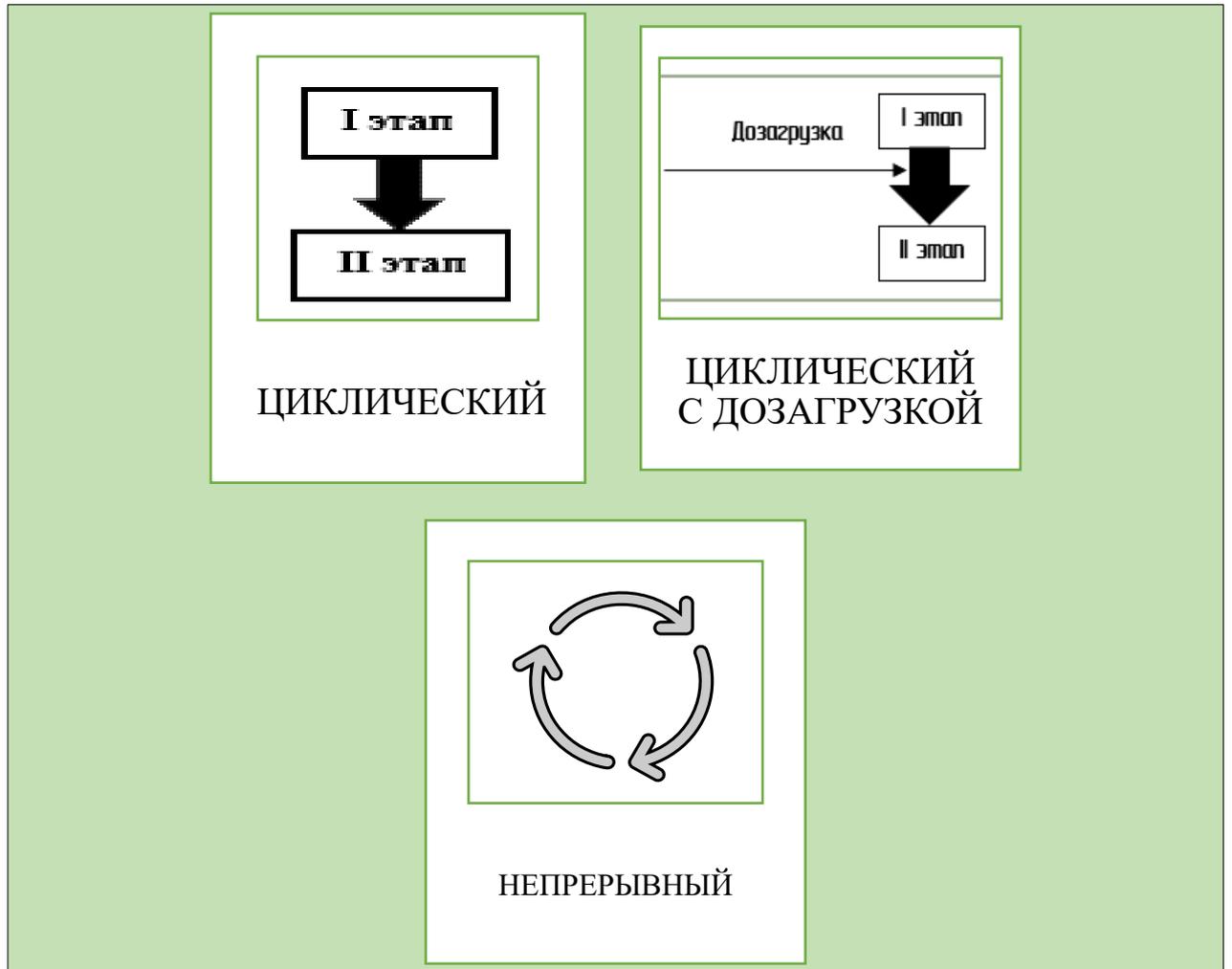


Рисунок 1.1 - Режимы работы Комплекса серии БРП

|               |  |
|---------------|--|
| Перв. примен. |  |
| Справ. №      |  |
| Подп. и дата  |  |
| Инв. № дубл.  |  |
| Взам. инв. №  |  |
| Подп. и дата  |  |
| Инв. № подл.  |  |

|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|      |      |          |       |      |

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

## 1.5.1 Циклический режим работы

### 1.5.1.1 Блок-схема циклического режима

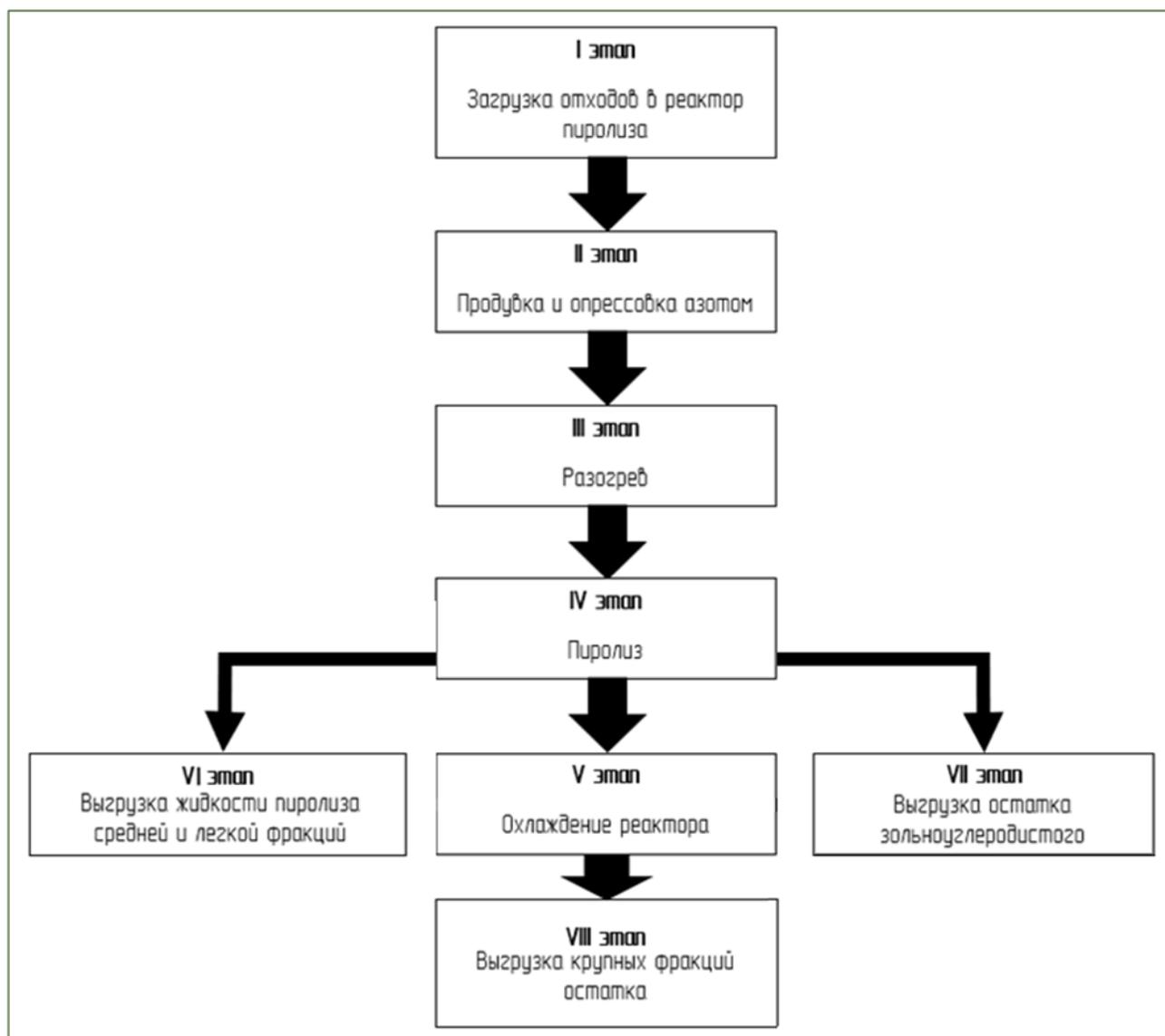


Рисунок 1.2 - Блок-схема циклического режима

Циклический режим работы заключается в последовательном выполнении всех технологических этапов (с I этапа по VIII этап), а этапы с V по VII могут выполняться параллельно.

### 1.5.1.2 Способ загрузки сырья

Загрузка сырья обеспечивается дозированной подачей при помощи загрузочного ленточного конвейера в загрузочное устройство (люк) реактора. Конвейер подводится в загрузочный люк внутрь колбы реактора и осуществляет подачу сырья.

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|      |      |          |       |      |

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

Лис

11

Перв. примен.  
Справ. №

Загрузка жидких и пастообразных отходов в реактор происходит непосредственно трубой или рукавом через загрузочный люк от илососной машины и/или при закрытом загрузочном люке через специальный штуцер, расположенный на оси колбы реактора. Загрузка жидких и пастообразных отходов производится избыточным давлением, создаваемым илососной машиной.

## 1.5.2 Циклический с дозагрузкой

### 1.5.2.1 Блок схема

При определенных видах отходов (кроме крупногабаритных) возможна дозагрузка в процессе пиролиза через герметичное загрузочное устройство без остановки технологического процесса (при временно остановленном реакторе и временно погашенных горелках, есть возможность не останавливать вращение колбы реактора).

Процесс «циклический с дозагрузкой» завершается при достижении предельного количества технологических остатков в реакторе.

### 1.5.2.2 Способ загрузки сырья

Режим работы «циклический с дозагрузкой» аналогичен предыдущему режиму (циклический), но с небольшим отличием: процесс дозагрузки сырья начинается в момент окончания выделения газа пиролиза, не ранее. Момент окончания пиролиза контролируется визуально (по уменьшению пламени в Печи утилизации избыточного газа из-за уменьшения выделения газа пиролиза). Дозагрузка производится с применением специальных загрузочных устройств. Загрузочными устройствами могут быть: шнековый питатель, насос или толкатель. Основным требованием для данного режима работы является обеспечение герметичности.

Подп. и дата  
Инв. № дубл.  
Взам. инв. №  
Подп. и дата  
Инв. № подл.

|      |      |          |       |      |                               |           |
|------|------|----------|-------|------|-------------------------------|-----------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | ТР 28.21.12-004-18379833-2023 | Лис       |
|      |      |          |       |      |                               | <b>12</b> |

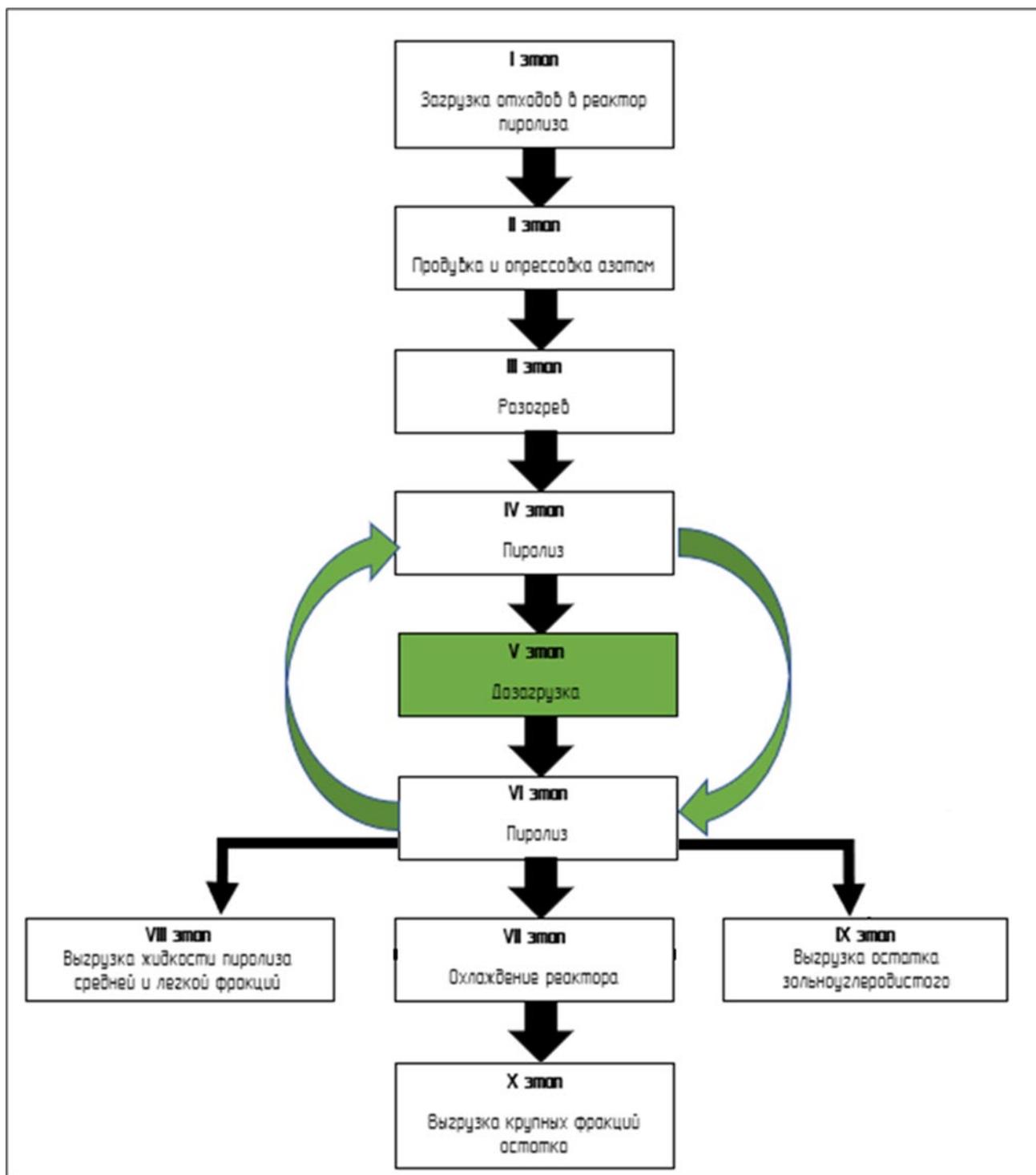


Рисунок 1.3 - Блок-схема циклического режима с дозагрузкой

## 1.5.3 Непрерывный режим работы

Непрерывный режим работы возможен в двух вариантах

### 1.5.3.1 Блок-схема

#### 1.5.3.1.1 Вариант №1

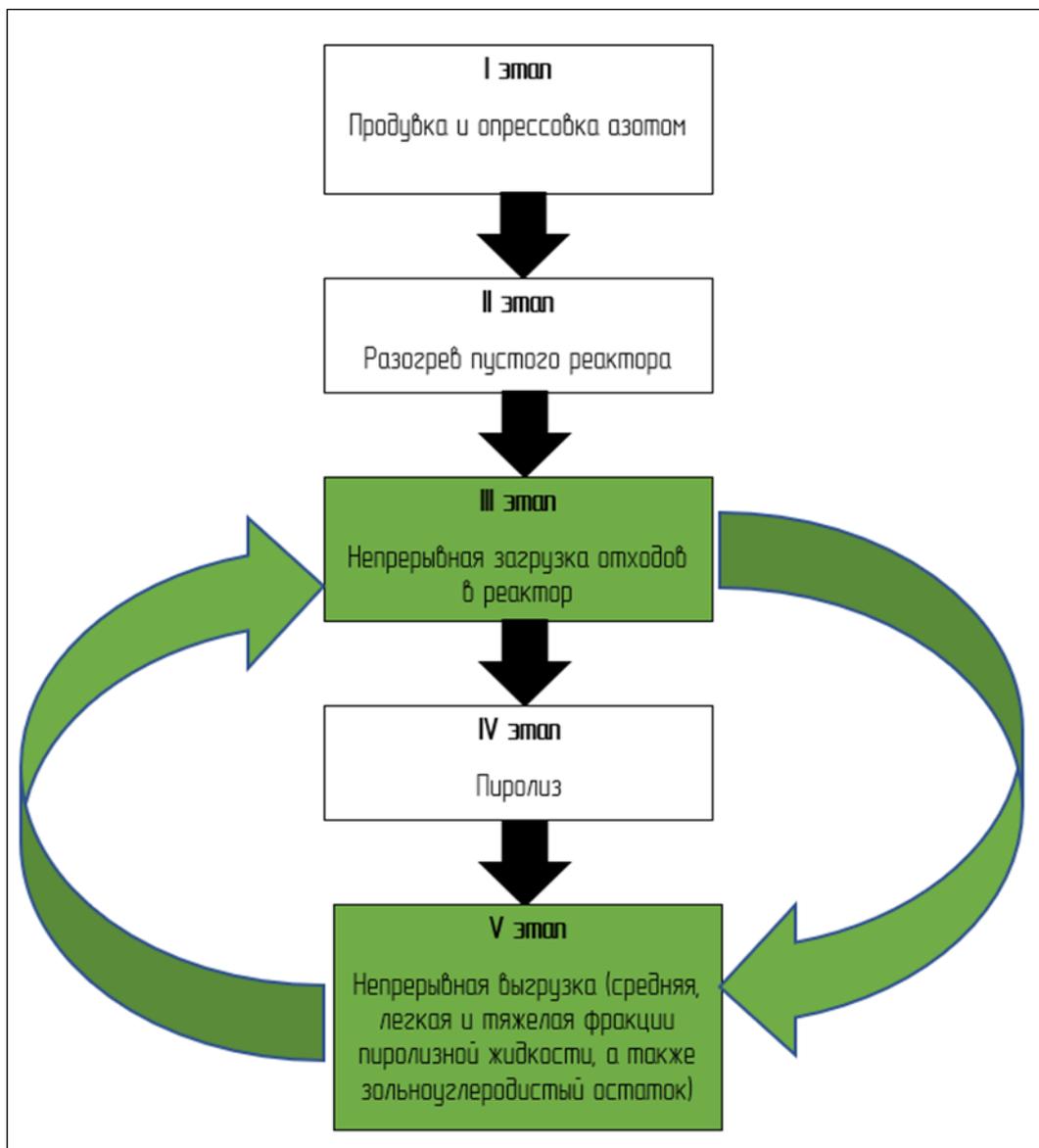


Рисунок 1.4 - Блок-схема непрерывного процесса. Вариант № 1.

В данном варианте рассмотрен технологический процесс, который подразумевает собой разогрев пустого реактора до определенной температуры, с последующей непрерывной загрузкой сырья через герметичное загрузочное устройство при заданной скорости. Преимуществом этого варианта является сокращение времени начала технологического процесса пиролиза и получение пиролизного газа для горелок (в целях экономии энергоресурсов).

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|      |      |          |       |      |

TP 28.21.12-004-18379833-2023

Лис

14

### 1.5.3.1.2 Вариант №2

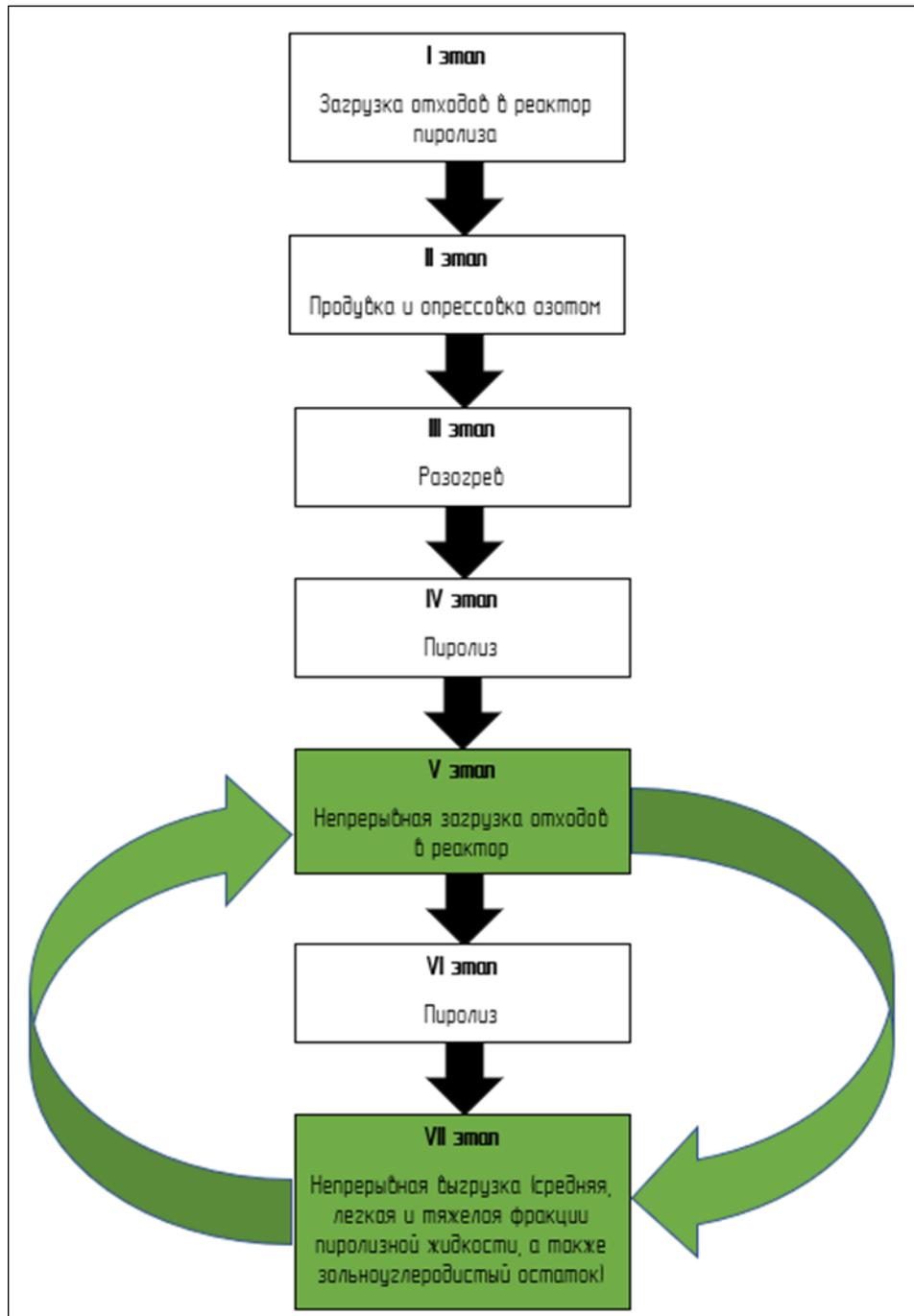


Рисунок 1.5 - Непрерывный режим работы. Вариант № 2.

Данный режим работы позволяет утилизировать дисперсное, аморфное и жидкое сырье (размер частиц - 10x10x3 мм, не более, подбирается опытным путем в зависимости от вида сырья и подачи сырья на пиролиз) непрерывно без остановки реактора пиролиза.

Для реализации данного режима работы необходимо обеспечить следующие условия:

|               |  |
|---------------|--|
| Перв. примен. |  |
| Справ. №      |  |
| Подп. и дата  |  |
| Инв. № дубл.  |  |
| Взам. инв. №  |  |
| Подп. и дата  |  |
| Инв. № подл.  |  |

|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|      |      |          |       |      |

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

|               |
|---------------|
| Перв. примен. |
| Справ. №      |

- наличие герметичного устройства непрерывной подачи сырья, обеспечивающего его поступление в реактор через шлюзовую камеру или гидрозатвор, или под давлением, превышающим давление в колбе реактора, и герметичный выход зольноуглеродистого остатка;

- отсутствие склонности к скручиванию/соединению частиц в общую единую массу, препятствующую дозированной выгрузке и замедляющую процесс пиролиза, и полноту превращения сырья в зольноуглеродистый остаток;

- исходное сырье не должно оказывать аварийное воздействие при резком перепаде температур;

- применение такого сырья, при утилизации которого в колбе реактора не образуется крупных фракций мусора (более 50x50) спеканием или иным способом;

- дополнительная подготовка сырья (требования по размеру фракции).

Скорость вращения колбы реактора при непрерывном режиме работы может варьироваться в зависимости от требований по времени выдержки сырья внутри.

Нагрев по всей длине реактора может быть переменным.

### 1.5.3.2 Способ загрузки сырья

Для подачи сыпучего или измельченного сырья в реактор применяется один из следующих видов загрузочных устройств, удовлетворяющих требованиям герметичной загрузки без взаимобмена сред:

- шнековый питатель с «пробкованием» сырья;
- шиберные задвижки или шлюзовый питатель;
- гидрозатвор.

Загрузка жидких или пастообразных отходов производится илососной машиной. Загрузка жидких или пастообразных отходов производится при закрытом загрузочном люке через специальный штуцер на загрузочном люке реактора.

|              |
|--------------|
| Подп. и дата |
| Инв. № дубл. |
| Взам. инв. № |
| Подп. и дата |
| Инв. № подл. |

|      |      |          |       |      |                               |                  |
|------|------|----------|-------|------|-------------------------------|------------------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | ТР 28.21.12-004-18379833-2023 | Лис<br><b>16</b> |
|      |      |          |       |      |                               |                  |

## 1.6 Основные потребительские свойства Комплекса

Технические характеристики Комплекса представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Технические характеристики Комплекса без устройств загрузки

| №  | Характеристика  | Значение   |  |                   |
|----|---|--|--|-------------------|
|    |   | Циклический режим  | Циклический с дозагрузкой                            | Непрерывный режим |
| 1  | Проектная производительность Комплекса по утилизируемым отходам, т/сут      | До 15  | До 17  | До 25             |
| 2  | Проектная производительность Комплекса по жидкости пиролиза*, т/сут         | До 7,5   | До 8,5   | До 10             |
| 3  | Масса Комплекса, т, не более  | 45   | 45   | 45                |
| 4  | Высота основного оборудования, м, не более                                  | 4,5  | 4,5  | 4,5               |
| 5  | Высота трубы утилизационной горелки, м, не менее                            | 6,6  | 6,6  | 6,6               |
| 6  | Высота дымовой трубы, м, не более   | 13,5   | 13,5   | 13,5              |
| 7  | Занимаемая площадь, м <sup>2</sup> , не более                               | 400  |  |                   |
| 8  | Мощность электропитания, кВт, не более                                      | 90   |  |                   |
| 9  | Напряжение электропитания, В  | 380  |  |                   |
| 10 | Расход воды на подпитку системы газоочистки, м <sup>3</sup> /год, не более  | 400  | 500  | 1000              |
| 11 | Расход воды на подпитку системы охлаждения, м <sup>3</sup> /год, не более** | 0,05 (опция)   |  |                   |
| 12 | Условия эксплуатации  | место установки  | в отапливаемом производственном помещении (+5...+45) |                   |
|    |   | необходимость постоянного присутствия обслуживающего персонала | нет  |                   |
|    |   | температура окружающей среды, °С                               | -57 ÷ +45  |                   |
| 13 | Режим работы  | Круглосуточный   | 2 смены по 12 часов                                  |                   |
|    |   | Круглогодичный   | 7512 часов в год                                     |                   |

\*Выход жидкости пиролиза в значительной мере зависит от исходного состава отходов.

\*\*При использовании закрытой системы охлаждения, заполненной антифризом, подпитка водой не требуется.

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

Лис

17

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

## 2 Характеристика исходного сырья, материалов, готовой продукции

### 2.1 Характеристика утилизируемых отходов (сырья)

Принимаемые на утилизацию на установке серии БРП органические и полимерные фракции, входящие в состав твердых коммунальных отходов, и другие органические отходы, включенные в ФККО (Федеральный классификационный каталог отходов, утвержден приказом Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 22.05.2017 N 242 (в ред. от 16.05.2022), должны соответствовать следующим требованиям:

Таблица 2.1 – Требования к составу сырья

| № пп | Наименование показателя   | Требования  |
|------|---|---|
| 1    | Отходы II-IV класса опасности   | Поставщик отходов должен предоставлять паспорта ФККО на принимаемые на утилизацию отходы, подтверждающие отнесение отходов к II-IV классам опасности<br>В целях реализации Федерального закона об отходах №89-ФЗ (от 14.06.2020) и во исполнение постановления Правительства РФ от 17.06.2011 г. № 818 «О порядке внесения Государственного кадастра отходов и проведения паспортизации опасных отходов» Министерство природных ресурсов Российской Федерации разработало и утвердило форму паспорта опасного отхода и инструкцию по ее заполнению (ГОСТ Р 53691) |
| 2    | Отходы V класса опасности   | Необходимо предоставлять результаты биотестирования, в т.ч. для не включенных в ФККО отходов  |
| 3    | Резинотехнические изделия, углеводородсодержащие и полимерные отходы II-V класса, включенные в ФККО | Отходы должны соответствовать требованиям радиационной безопасности в соответствии с «Нормами радиационной безопасности» СанПиН 2.6.1.2523-09 (НРБ-99/2009) и ГОСТ 30108  |
| 4    | Резиносодержащие и полимерсодержащие медицинские отходы «Б» и «В» класса                            | Определены в СанПиН 2.1.7.2790-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с медицинскими отходами», утвержденными постановлением Главного санитарного врача Российской Федерации от 09.12.2010 № 163 (зарегистрирован в Минюсте России 17.02.2011, регистрационный № 19871)  |
| 5    | Размер частиц, мм   | ≤ 200   |
| 6    | Содержание серы, %  | ≤ 5,0   |
| 7    | Содержание фтор- и хлорсодержащих компонентов, %  | ≤ 5,0   |
| 8    | Мощность экспозиционной дозы, мкР/ч   | ≤ 30  |

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

Лис

18

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

Таблица 2.2 - Морфологический состав сырья, утилизируемого на Комплексе серии БРП

| Наименование                                 | Состав фракции  |
|--|---|
| Медицинские отходы «Б» и «В» класса          | - класс опасности Б (медицинский инструментарий; использованные одноразовые шприцы, иглы, капельные системы; остатки пищи из инфекционных, туберкулезных и кожно-венерологических отделений; органические отходы в операционных блоках (ткани, органы); загрязненные биологическими жидкостями бинты, салфетки, постельные принадлежности; лекарственные препараты с истекшим сроком годности; вскрытые вакцины (живые); одноразовые изделия из латекса и резины (перчатки, дренажи, катетеры);<br>- класс опасности В (преимущественно средства личной гигиены (памперсы, пеленки) и СИЗ (защитные костюмы) перевязочный материал, загрязненный биологическими жидкостями пациента; загрязненный хирургический инструментарий (металлический и резиновый); патологоанатомические отходы; биологические жидкости инфекционных и фтизиатрических больных; пищевые остатки из тубдиспансеров; загрязненные стеклянные предметы; сырье из вирусологических и микробиологических лабораторий; биологические жидкости пациентов с анаэробными инфекциями; мусор из микологических лечебниц; мусор из иммунобиологических производств). |
| ТКО (твердые коммунальные отходы)            | - стекло, бумага и картон, изделия из бумаги и картона (влагопрочная), тетрапак, изделия полимерные упаковочные, изделия полимерные прочие, металл черный, металл цветной, текстиль, дерево, изделия из резины, медицинские отходы, средства личной гигиены, прочие.  |
| Шины, отходы РТИ                             | - шины, покрышки и камеры резиновые (пневматические и полупневматические для автомобильного, городского и прочего транспорта) и металлическая обвязка.  |
| Пластиковые отходы, пленка                   | полиэтилен низкого давления, вкладыши, пенополиэтилен, полиэтилен высокого давления, стрейч, непригодный к употреблению материал типа покрытия теплиц, мешки для удобрений,   |
| Отходы нефтепереработки                      | нефтепродукты, вода и механические примеси  |
| Текстиль                                     | Остатки от произведенной пряжи, ткани и ниток, отходы бытового и производственно-технического характера, изношенные изделия, шторы, покрывала, гардины, спецодежда, постельное белье и пр.  |
| Щепа/опилки                                  | отходы переработки древесины  |
| Лигнин                                       | Отходы бумажной промышленности  |
| Зерна, солома, протравленные зерна, соломка. | Отходы сельскохозяйственной промышленности  |
| РДФ топливо                                  | Отходы  |

Запрещается принимать на утилизацию отходы, не имеющие разработанных в установленном законом порядке паспортов опасных отходов.

Перв. примен.  
Справ. №  
Подп. и дата  
Инв. № дубл.  
Взам. инв. №  
Подп. и дата  
Инв. № подл.

|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|------|------|----------|-------|------|

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

Лис  
19

|                               |  |      |          |       |      |
|-------------------------------|--|------|----------|-------|------|
| Перв. примен.                 | <p>Входной контроль принимаемых на утилизацию отходов для переработки на установке серии БРП производится методом предварительного анализа состава, свойств и характеристик, заявленных в сопровождающих документах, согласно ГОСТ Р 57741-2017, и методом визуального контроля.</p> <p>Процедура предварительной приемки включает в себя:</p> <p>а) проверку отходов на соответствие их планируемым методам обработки;</p> <p>б) проверку контактных данных производителя отходов и описания отходов в части их состава и категорий опасности;</p> <p>в) определение подходящего способа обработки для каждого вида отходов, с учетом физико-химических свойств отдельных видов отходов и заданных характеристик переработанных отходов.</p> <p>Визуальный контроль поступающих на утилизацию отходов эксплуатирующая организация полигона по переработке ТКО обязана проводить с целью обеспечить работу линии сортировки отходов перед БРП для обеспечения отсутствия в поступающих на утилизацию отходах фтор-, хлор-, серосодержащих компонентов, а также отходов, превышающих разрешенные габаритные размеры.</p> <p>Принимаемые отходы должны соответствовать требованиям радиационной безопасности в соответствии с «Нормами радиационной безопасности» СанПиН 2.6.1.2523-09 (НРБ-99/2009) и ГОСТ 30108. Входной радиационный контроль проводят в соответствии с «Временными критериями по принятию решений при обращении с почвами, твердыми строительными, промышленными и другими отходами, содержащими гамма-излучающие радионуклиды», утвержденными Главным государственным санитарным врачом РФ 05.06.1992 г. № 01-19/5-11.</p> <p>Входной радиационный контроль для обнаружения источников гамма- и нейтронного излучения в принимаемых на утилизацию отходах, перемещаемых на полигон ТБО через зону контроля в транспортных средствах, осуществляется с помощью системы обнаружения делящихся и радиоактивных материалов стационарной таможенной установкой «ЯНТАРЬ-2СН».</p> <p>Производительность Комплекса в значительной мере зависит от степени его загрузки, которая определяется влажностью и насыпной плотностью утилизируемых отходов (Таблица 2.3).</p> |      |          |       |      |
|                               | Справ. №   |      |          |       |      |
| Подп. и дата                  |  |      |          |       |      |
|                               | Инв. № дубл.   |      |          |       |      |
| Взам. инв. №                  |  |      |          |       |      |
| Подп. и дата                  |  |      |          |       |      |
| Инв. № подл.                  |  |      |          |       |      |
|                               | Изм.   | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| ТР 28.21.12-004-18379833-2023 |  |      |          |       | Лис  |
|                               |  |      |          |       | 20   |

Таблица 2.3 - Производительность Комплекса при загрузке различными видами подготовленных отходов и при работе в разных режимах

| Группа отходов      | Группа отходов по ФККО  | Усредненный состав                          | Проектная насыпная плотность отходов, кг/м <sup>3</sup> | Влажность, % | Режим работы              | Проектная производительность, кг/сут |
|---------------------|---|---|---|--------------|---------------------------|--------------------------------------|
| Органические отходы | 4 05 100 00 00 0, 4 05 200 00 00 0, 4 05 400 00 00 0, 4 05 500 00 00 0, 4 05 800 00 00 0, 4 05 900 00 00 0, 7 41 100 00 00 0, 3 45 100 00 00 0, 3 45 200 00 00 0, 3 48 500 00 00 0, 3 51 200 00 00 0, 6 19 121 00 00 0, 7 10 200 00 00 0, 7 43 500 00 00 0, 9 11 200 00 00 0, 9 17 000 00 00 0, 9 18 302 00 00 0, 9 18 600 00 00 0, 9 18 000 00 00 0, 9 21 300 00 00 0, 9 22 000 00 00 0, 9 23 000 00 00 0, 9 24 000 00 00 0, | Макулатура с повышенной влажностью, фильтры | 240   | 40-60        | Циклический               | 9 000                                |
|                     | 1 52 100 00 00 0, 2 33 100 00 00 0, 3 05 100 00 00 0, 3 05 200 00 00 0, 3 05 300 00 00 0, 3 18 300 00 00 0, 4 04 100 00 00 0, 4 04 200 00 00 0, 4 04 900 00 00 0, 4 90 000 00 00 0, 4 95 100 00 00 0, 8 12 000 00 00 0, 8 29 000 00 00 0, 8 41 000 00 00 0, 8 49 000 00 00 0, 8 85 100 00 00 0, 9 19 300 00 00 0, 9 31 100 00 00 0  | Древесные отходы                            | 200   | 40-60        | Циклический               | 7500                                 |
|                     | 3 02 100 00 00 0, 3 02 200 00 00 0, 3 03 100 00 00 0, 3 03 200 00 00 0, 3 03 500 00 00 0, 3 18 900 00 00 0, 4 02 200 00 00 0, 4 02 300 00 00 0, 4 56 300 00 00 0, 9 19 200 00 00 0, 3 02 300 00 00 0, 3 04 100 00 00 0,   | Текстиль из натуральных тканей              | 240   | 50-70        | Циклический               | 9 000                                |
|                     | 3 01 100 00 00 0, 3 01 200 00 00 0, 4 01 100 00 00 0, 4 01 200 00 00 0, 4 01 300 00 00 0, 4 01 400 00 00 0, 4 01 500 00 00 0, 4 01 600 00 00 0, 4 01 700 00 00 0, 7 36 100 00 00 0  | Пищевые отходы (подготовленные)             | 360   | 70-90        | Циклический               | 11 700                               |
|                     |   |   |   |              | Циклический с дозагрузкой | 13 000                               |

|              |              |              |               |
|--------------|--------------|--------------|---------------|
| Инва.№ подл. | Взам. инв. № | Инва.№ дубл. | Подп. и дата. |
|              |              |              |               |
|              |              |              |               |
|              |              |              |               |
|              |              |              |               |

| Группа отходов    | Группа отходов по ФККО   | Усредненный состав                   | Проектная насыпная плотность отходов, кг/м <sup>3</sup> | Влажность, % | Режим работы              | Проектная производительность, кг/сут |  |                               |     |       |             |       |   |                   |     |       |             |        |
|-------------------|--|--------------------------------------|---|--------------|---------------------------|--------------------------------------|--|-------------------------------|-----|-------|-------------|-------|---|-------------------|-----|-------|-------------|--------|
| Полимерные отходы | 3 07 100 00 00 0, 3 15 000 00 00 0,<br>3 18 100 00 00 0, 3 18 200 00 00 0,<br>3 31 000 00 00 0, 4 34 100 00 00 0,<br>4 36 000 00 00 0, 7 41 100 00 00 0  | Упаковки полимерные                  | 120   | 30-40        | Циклический               | 4 500                                |  |                               |     |       |             |       |   |                   |     |       |             |        |
|                   |  | Упаковки полимерные (подготовленные) | 130   |              | Непрерывный               | 6 000                                |  |                               |     |       |             |       |   |                   |     |       |             |        |
|                   | 3 35 100 00 00 0, 4 34 100 00 00 0,<br>4 36 000 00 00 0  | Пленки                               | 100   | 20-30        | Циклический               | 3 750                                |  |                               |     |       |             |       |   |                   |     |       |             |        |
|                   |  |                                      |   |              | Циклический с дозагрузкой | 4 300                                |  |                               |     |       |             |       |   |                   |     |       |             |        |
|                   |  |                                      |   |              | Непрерывный               | 5 000                                |  |                               |     |       |             |       |   |                   |     |       |             |        |
|                   | 3 15 000 00 00 0, 3 15 500 00 00 0,<br>3 35 100 00 00 0, 3 35 100 00 00 0,<br>3 35 382 52 20 3, 3 35 400 00 00 0,<br>3 35 700 00 00 0, 3 41 200 00 00 0,<br>3 71 300 00 00 0, 3 81 500 00 00 0,<br>4 34 200 00 00 0, 4 34 900 00 00 0,<br>4 38 200 00 00 0, 4 38 000 00 00 0,<br>4 38 900 00 00 0, 4 91 100 00 00 0,<br>4 93 100 00 00 0, 7 42 500 00 00 0,<br>8 27 100 00 00 0, 9 19 200 00 00 0,<br>9 21 500 00 00 0, 9 21 000 00 00 0,<br>9 22 116 11 40 4, 7 47 800 00 00 0,<br>9 49 800 00 00 0 | Изделия из полимерных материалов     | 144   | 30-40        | Циклический               | 5 400                                |  |                               |     |       |             |       |   |                   |     |       |             |        |
|                   |  |                                      |   |              |                           |                                      | 3 02 900 00 00 0, 3 03 100 00 00 0,<br>3 04 300 00 00 0, 3 19 100 00 00 0,<br>3 41 400 00 00 0, 4 02 110 00 00 0,<br>4 02 300 00 00 0, 4 34 100 00 00 0,<br>4 38 300 00 00 0, 8 92 000 00 00 0 | Ткани из смешанных материалов | 216 | 50-70 | Циклический | 8 100 |   |                   |     |       |             |        |
|                   |  |                                      |   |              |                           |                                      |  |                               |     |       |             |       | 3 31 000 00 00 0, 3 31 200 00 00 0,<br>3 72 200 00 00 0, 4 03 100 00 00 0,<br>4 31 100 00 00 0, 4 33 100 00 00 0,<br>4 33 200 00 00 0, 4 33 600 00 00 0,<br>4 34 600 00 00 0, 7 41 300 00 00 0,<br>7 43 700 00 00 0, 9 21 100 00 00 0,<br>9 21 910 91 51 4, 9 22 000 00 00 0,<br>9 23 000 00 00 0 | Изделия из резины | 600 | 15-20 | Циклический | 13 500 |
|                   |  |                                      |   |              |                           |                                      |  |                               |     |       |             |       |   |                   |     |       | Непрерывный | 20 000 |

Ивв.№ подл. Подп. и дата. Взам. инв. № Инв.№ дубл. Подп. и дата.

| Группа отходов              | Группа отходов по ФККО   | Усредненный состав                         | Проектная насыпная плотность отходов, кг/м <sup>3</sup> | Влажность, % | Режим работы              | Проектная производительность, кг/сут |
|-----------------------------|--|--|---|--------------|---------------------------|--------------------------------------|
| ТКО                         | 7 31 100 00 00 0, 7 31 200 00 00 0, 7 31 900 00 00 0, 7 33 100 00 00 0, 7 33 200 00 00 0, 7 34 100 00 00 0, 7 34 200 00 00 0, 7 35 100 00 00 0, 7 36 200 00 00 0, 7 37 000 00 00 0, 7 37 000 00 00 0, 7 39 400 00 00 0, 7 39 500 00 00 0 | ТКО смешанное                              | 420   | 55-70        | Циклический               | 10 000                               |
| Нефтесодержащие отходы      | 3 08 200 00 00 0, 3 08 250 00 00 0, 3 08 290 00 00 0, 4 02 310 00 00 0, 4 05 912 00 00 0, 4 06 300 00 00 0, 4 06 350 00 00 0, 4 33 202 00 00 0, 7 42 350 00 00 0   | Нефтесодержащие отходы                     | 700   | 30-50%       | Циклический               | 15 000                               |
|                             |  |  |   |              | Циклический с дозагрузкой | 17 000                               |
|                             |  |  |   |              | Непрерывный               | 25 000                               |
| Сельскохозяйственные отходы | 1 11 010 00 00 0, 1 11 100 00 00 0, 1 11 200 00 00 0, 1 11 300 00 00 0, 1 11 400 00 00 0, 1 11 900 00 00 0, 7 33 300 00 00 0, 7 39 900 00 00 0   | Растительные и органические отходы         | 600   | 40-60        | Циклический               | 13 000                               |
|                             |  |  |   |              | Непрерывный               | 18 000                               |
| Промышленные отходы         | 3 17 100 00 00 0, 7 43 611 00 00 0, 9 19 500 00 00 0, 7 47 100 00 00 0   | Краски, масла, отходы мойки (осадок), пыль | 480   | 30-40        | Циклический               | 10 000                               |

|              |               |
|--------------|---------------|
| Инва.№ подл. | Подп. и дата. |
| Взам. инв. № | Инва.№ дубл.  |

|      |      |          |          |       |      |     |                               |     |
|------|------|----------|----------|-------|------|-----|-------------------------------|-----|
| Изм. | Лист | № докум. | № докум. | Подп. | Дата | Дат | ТР 28.21.12-004-18379833-2023 | Лис |
|      |      |          |          |       |      |     |                               | 23  |

## 2.2 Агрегатное состояние исходного сырья

По агрегатному состоянию сырье делится на твердое (дисперсное, аморфное и крупногабаритное) и жидкое.

Агрегатное состояние исходного сырья

| Наименование         | Способ загрузки  |
|----------------------|--|
| Дисперсное (сыпучее) | Ленточный конвейер, нория, вручную лопатой, механизированный (воронка и эскалатор), пневматический; винтовой шнек. |
| Аморфное             |  |
| Крупногабаритное     | Вручную, кран, конвейер, нория, пневмо- гидротолкатель   |
| Жидкое               | Насос, самотеком, илососная машина   |

\*Загрузка с помощью винтового шнека, пневмо- гидротолкателем, насосом или пневматическим способом осуществляется через патрубок на оси реактора

## 2.3 Способ подготовки утилизируемых отходов (сырья) к переработке

В зависимости от вида определяется способ подготовки отходов для переработки:

– ТКО на предварительном этапе сортируют вручную с целью извлечения балластных (неорганических) компонентов, состоящих из фракций металла, стекла, строительного мусора, смета, отсева.

Основными видами вторичных ресурсов, выделяемыми из общего потока отходов, поступающих на производство, являются:

Макулатура по ГОСТ 10700;

Отходы полимеров и пластмасс;

Металлы черные вторичные по ГОСТ 2787;

Лом и отходы цветных металлов по ГОСТ 1639;

Ветошь и текстиль по ГОСТ4643-75;

Бой стекла, тара стеклянная по ГОСТ Р 52233;

Сырье вторичное резиновое по ГОСТ 8407;

Древесная щепа топливная по ТУ 5313-001-09873971-2014

Далее отходы сепарируют методом барабанного грохочения для отделения крупной фракции размером  $\geq 70$  мм.

|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|------|------|----------|-------|------|

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

Лис

24

|               |   |  |              |              |              |  |
|---------------|---|--|--------------|--------------|--------------|--|
| Перв. примен. | <p>Затем отходы подают в гидросепаратор, где под действием напора разделяющего агента (воды) происходит процесс гидросепарации для отделения песка, камней, костей, металлов, батареек, пищевых отходов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Отходы нефтепереработки пропускают через вибросито для отсеивания крупных фракций размером <math>\geq 40 \times 40</math> мм примесей металла, стекла, камней;</li> <li>– Древесные отходы пропускают через шредер с получением фракции размером <math>\leq 20</math> мм;</li> <li>– Лигнин пропускают через вибросито для отсеивания крупных фракций размером <math>\geq 40 \times 40 \times 40</math> мм;</li> <li>– Сыпучие отходы пропускают через вибросито для отсеивания крупных фракций размером <math>\geq 40 \times 40 \times 40</math> мм;</li> <li>– Шины диаметром до 22" предварительной обработки не требуют, более крупные пропускают через шредер с получением фракции размером <math>\leq 50</math> см;</li> <li>– Медицинские отходы должны поступать на установку серии БРП в специальной таре размером <math>\leq 50 \times 50 \times 50</math> см;</li> <li>– Пленки ПВД, ПНД, ППН необходимо формовать в брикеты размером <math>\leq 50 \times 50 \times 50</math> см. Другие виды пленок на утилизацию не принимаются.</li> </ul> |  |              |              |              |  |
|               | Справ. №  | <p><b>2.4 Переработка утилизируемых отходов (сырья)</b></p> <p>Способ пиролизной утилизации отходов представляет собой термическую деструкцию подготовленных материалов в реакторе барабанного типа при низких температурах без доступа кислорода. Основной задачей при ведении технологического процесса пиролиза является получение жидкости пиролиза (первичные смолы – ценное топливо в жидком виде) и зольноуглеродистого остатка, а также достижение необходимого количества газа пиролиза с максимальным значением теплоты сгорания для использования на собственные нужды при работе Комплекса. Количество и качество продуктов пиролиза зависят от состава отходов и температуры процесса.</p> <p>В таблицах 2.4 - 2.19 приведены результаты анализов пиролиза различного вида отходов, поступающих на переработку.</p> |              |              |              |  |
| Подп. и дата  |   | Инв. № дубл.   | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл. | <p style="text-align: center;">ТР 28.21.12-004-18379833-2023</p> |
|               | Изм.  |  |              |              |              |  |

Таблица 1.4 - Средняя продолжительность этапов пиролиза

| № этапа | Наименование  | Ср. продолжительность, ч |
|---------|---|--------------------------|
| I       | Загрузка отходов в реактор пиролиза                                 | 0,5-2                    |
| II      | Продувка, опрессовка азотом   | 0,2-0,5                  |
| III     | Разогрев  | 2-4                      |
| IV      | Пиролиз   | 3-10                     |
| V       | Охлаждение реактора   | 1,5-8                    |
| VI      | Выгрузка жидкости пиролиза средней и легкой фракций                 | 0,5-1                    |
| VII     | Выгрузка Остатка зольноуглеродистого, удаление мелкодисперсной пыли | 0,5-1                    |
| VIII    | Выгрузка крупных фракций мусора*                                    | 0,5-1                    |

\*Наличие крупных фракций мусора (крупногабаритных остатков, стекла, металлокорда, керамики и прочее) в колбе реактора, после выгрузки зольноуглеродистого остатка, возможно в зависимости от утилизируемого сырья

### 2.4.1 Пиролиз ТКО

Предварительно отсортированные от балластных (неорганических) компонентов ТКО транспортером подают в реактор барабанного типа.

Процесс пиролиза проводят в периодическом режиме в течение 9-25 часов в зависимости от количества и качества исходного сырья. Пиролиз ТБО может протекать в разных температурных режимах. При низких температурах выход газа меньше, больше образуется пиролизной жидкости и пикарбона. С увеличением температуры равновесие сдвигается в сторону образования пиролизного газа.

ТКО состоят из органической массы, влаги и неорганической массы. Пиролиз протекает при постепенном нагревании. Сначала удаляют поверхностную (капиллярную) воду при температуре 120-150°C, а затем применяют термическую деструкцию в диапазоне температур 200-400°C при непрерывном ворошении сырья.

Разделение парогазовой смеси на воду и топливные фракции осуществляют регулированием процесса конденсации. На первом этапе термической переработки сырья парогазовую смесь охлаждают в Уловителе тяжелой фракции, а на втором этапе применяют систему теплообменных аппаратов (блок конденсации), где происходит разделение жидкости пиролиза и ее пофракционный сбор. Остаточные неконденсируемые газы направляются на сжигание в газовые горелки топочного пространства реактора и в печь утилизации избыточного газа.

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

Лис

26

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

Таблица 2.5 - Пиролиз ТКО

| Температуры пиролиза | Описание процесса   |
|----------------------|---|
| до 160 °С            | В начале при относительно низких температурах происходит испарение влаги с последующим термическим разложением органической массы. По мере протекания процесса удаляются кислород, водород и азот, а зольный остаток обогащается углеродом.   |
| ниже 200 °С          | Кислород выделяется в виде диоксида углерода (СО <sub>2</sub> ) и пирогенетической воды. В этом температурном интервале происходит отщепление функциональных групп (-ОН) с образованием воды. Азот органической массы отходов выделяется в виде аммиака, других азотистых соединений и в свободном виде. Содержащийся в органической массе кислород помимо СО <sub>2</sub> и пирогенетической воды начинает превращаться в фенолы, уксусную кислоту, жирные кислоты, фураны и другие кислородсодержащие вещества. |
| 200 ÷ 250 °С         | В данном интервале происходит заметное выделение СО, СО <sub>2</sub> и пирогенетической воды, возрастает количество уксусной и других жирных кислот, появляются следы первичной смолы.  |
| 250 ÷ 300 °С         | Температурная область характеризуется обильным выделением газа, пирогенетической воды и уксусной кислоты. Образуется также относительно много ароматических углеводородов (бензолов, фенолов), предельных, непредельных углеводородов и заметное количество воды, а доля азотистых соединений незначительная.   |
| 300 ÷ 400 °С         | Начинается бурное разложение органической массы отходов, обусловленное выделением больших количеств газа, ароматических углеводородов, жидких предельных и непредельных углеводородов. Причем содержание СО <sub>2</sub> в газе начинает заметно снижаться, а содержание водорода (Н <sub>2</sub> ) и метана (СН <sub>4</sub> ) в газе возрастает.  |

Таблица 2.6 Средние технические характеристики процесса пиролиза ТКО

| № п/п | Наименование показателя                   | Ед. изм              | Измерение   | № п/п | Наименование показателя             | Ед. изм        | Измерение                         |
|-------|---|----------------------|-------------|-------|-------------------------------------|----------------|-----------------------------------|
| 1.    | Вес*                                      | кг                   | 2000-4000   | 8.    | Жидкость пиролизная                 | л              | 1587-2233                         |
| 2.    | Объем                                     | м <sup>3</sup>       | 12-25       | 8.1.  | Легкая фракция                      | л              | 750-1200                          |
| 3.    | Время цикла                               | ч                    | 08:09-11:00 | 8.2.  | Средняя фракция / (гуща из емкости) | л              | 350-380 (0)-(3)                   |
| 4.    | Расход топлива                            | л                    | 420-510     | 8.3.  | Тяжелая фракция                     | л              | 25-450                            |
| 5.    | Давление max                              | кПа                  | 8,7-12,4    | 8.4.  | Сверхлегкая фракция                 | л              | 12-65-50                          |
| 6.    | Температура max                           | С°                   | 339,6-399,3 | 9.    | Остаток зольноуглеродистый          | кг             | 276-530                           |
| 7.1.  | Время горения пиролизного газа на утилите | ч/мин                | 4:56-7:24   | 10.   | Расход квенча                       | л              | 0-150                             |
| 7.2.  | Время горения пиролизного газа на горелке | мин / кол-во горелок | 0           | 11.   | Пиролизный газ / горючий газ        | м <sup>3</sup> | 117,119/80,574<br>152,729/132,731 |

\* Примечание: вес загруженных в реактор отходов рассчитан из среднего веса отходов одного захвата грейфера (25 захватов, вес одного – 160 кг)

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

Лис

27

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

Таблица 2.7 Продукты пиролиза ТКО

| Продукты пиролиза             | Ед. изм | Всего, л         | Темная, л | Горючесть Да/нет | Светлая, л | Горючесть Да/нет |
|-------------------------------|---------|------------------|-----------|------------------|------------|------------------|
| Тяжелая фракция               | л       | 25-450           | 70        | да               |            |                  |
| Легкая фракция                | л       | 750-1200         | 100       | нет              | 650-1100   | нет              |
| Средняя фракция               | л       | 350-380          | 50-70     | нет              | 300-330    | нет              |
| Ср фракция (гуща из бака СФ)  | кг      | 0-3              | 0         |                  | 0          |                  |
| Сверхлегкая фракция (газолин) | л       | 12-65            |           | да               |            |                  |
| Зольноуглеродистый остаток    | кг      | 276-530          |           |                  |            |                  |
| <b>ИТОГО</b>                  |         | <b>1587-2233</b> |           |                  |            |                  |

#### 2.4.2 Пиролиз Медицинских отходов

Технология пиролиза медицинских отходов не требует предварительного обеззараживания отходов и сортировки; предусматривает работу с материалом, содержащим до 50% жидких фракций и влажностью общей массы до 90%. Медицинские отходы должны поступать на установку серии БРП в специальной таре (одноразовые емкости, прочные пакеты или мешки) размером  $\leq 50 \times 50 \times 50$  см.

Медицинские отходы (МО) транспортером подают в реактор барабанного типа. Загрузка отходов механизированная.

Комплекс может работать как в непрерывном, так и в периодическом режиме.

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

Лис

28

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

Таблица 2.8 Морфологический состав медицинских отходов, % по массе

| Наименование фракции     | Характеристика  | Вес         | 1016           |
|--------------------------|---|-------------|----------------|
|                          |   | кг          | %              |
| <b>Класс опасности Б</b> | медицинский инструментарий; использованные одноразовые шприцы, иглы, капельные системы; остатки пищи из инфекционных, туберкулезных и кожно-венерологических отделений; органические отходы в операционных блоках (ткани, органы); загрязненные биологическими жидкостями бинты, салфетки, постельные принадлежности; лекарственные препараты с истекшим сроком годности; вскрытые вакцины (живые); одноразовые изделия из латекса и резины (перчатки, дренажи, катетеры).  | 524         | 51,6%          |
| <b>Класс опасности В</b> | <i>Преимущественно средства личной гигиены (памперсы, пеленки) и СИЗ (защитные костюмы)</i> перевязочный материал, загрязненный биологическими жидкостями пациента; загрязненный хирургический инструментарий (металлический и резиновый); патологоанатомические отходы; биологические жидкости инфекционных и фтизиатрических больных; пищевые остатки из тубдиспансеров; загрязненные стеклянные предметы; сырье из вирусологических и микробиологических лабораторий; биологические жидкости пациентов с анаэробными инфекциями; мусор из микологических лечебниц; мусор из иммунобиологических производств. | 492         | 48,4%          |
| <b>ВСЕГО</b>             |   | <b>1016</b> | <b>100,00%</b> |

Таблица 2.9 Технические характеристики процесса пиролиза медицинских отходов

| № п/п | Наименование показателя        | Ед. изм | Измерение   | № п/п | Наименование показателя    | Ед. изм | Измерение |
|-------|--------------------------------|---------|-------------|-------|----------------------------|---------|-----------|
| 1.    | Вес                            | кг      | 1 016       | 8.    | Жидкость пиролизная        |         | 617       |
| 2.    | Объем                          | м³      | 9           | 8.1.  | Легкая фракция             | кг      | 83        |
| 3.    | Время цикла                    | ч       | 21 ч        | 8.2.  | Средняя фракция            | кг      | 454       |
| 4.    | Расход топлива                 | л       | 270         | 8.3.  | Тяжелая фракция            | кг      | 80        |
| 5.    | Давление                       | Па      | 3 – 6,2     | 9.    | Остаток зольноуглеродистый | кг      | 260       |
| 6.    | Температура пиролиза           | °С      | 16,1 -405,3 | 9.1.  | менее 20 мм                | кг      | -         |
| 7.    | Время горения пиролизного газа | ч       | 6 ч 57 мин  | 9.2.  | более 20 мм                | кг      | -         |
|       |                                |         |             | 10.   | Осадок                     | кг      | 6,5       |

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

Лис

29

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

### 2.4.3 Пиролиз пластиковых отходов ПВД, ПНД, ППН и пленки

Утилизация полимерных отходов ПВД, ПНД, ППН и пленки производится после предварительной формовки пленок в брикеты размером  $\leq 50 \times 50 \times 50$  см.

При термической деструкции в первую очередь происходит разрушение наименее прочных связей полимерного субстрата. Далее происходит практически полный распад остальных связей при поддержании более высокой температуры. Также наблюдается уменьшение массы полимерного сырья в связи с реакциями деполимеризации, а также статического разрыва макромолекул и отщепления боковых групп.

Таблица 2.10 Технические характеристики процесса пиролиза пленки

| № п/п | Наименование показателя                              | Ед. изм                              | Измерение                                   | № п/п | Наименование показателя             | Ед. изм        | Измерение         |
|-------|--|--------------------------------------|---|-------|-------------------------------------|----------------|-------------------|
| 1     | Вес*   | кг                                   | 942-2200                                    | 8     | Жидкость пиролизная                 | л              | 560               |
| 2     | Объем  | м <sup>3</sup>                       | 20  | 8.1   | Легкая фракция                      | л              | 230               |
| 3     | Время цикла  | ч:мин                                | 06:00-10:50                                 | 8.2   | Средняя фракция / (гуща из емкости) | л              | 280 (0)           |
| 4     | Расход топлива                                       | л                                    | 250-500                                     | 8.3   | Тяжелая фракция                     | л              | 40                |
| 5     | Давление тах   | кПа                                  | 11,5-12,3                                   | 8.4   | Сверхлегкая фракция                 | л              | 10                |
| 6     | Температура тах                                      | С°                                   | 386,6-398,2                                 | 9     | Остаток зольноуглеродистый          | кг             | 230               |
| 7.1   | Время горения пиролизного газа на утилите            | ч:мин                                | 04:20-09:07                                 | 10    | Расход квенча                       | л              | 0                 |
| 7.2   | Объем газа/Время горения пиролизного газа на горелке | м <sup>3</sup> /мин / кол-во горелок | 53,844/200мин<br>58,548/227мин<br>1 горелка | 11    | Пиролизный газ / горючий газ        | м <sup>3</sup> | 85,114/<br>65,963 |

\* Примечание: вес загруженных в реактор отходов взвешено весами на территории ПУ № 2

Таблица 2.11 Продукты пиролиза пленки

| Продукты пиролиза             | Ед. изм | Всего, л        | Темная, л | Горючесть Да/нет | Светлая, л | Горючесть Да/нет |
|-------------------------------|---------|-----------------|-----------|------------------|------------|------------------|
| Тяжелая фракция               | л       | 40-500          |           | да               |            |                  |
| Легкая фракция                | л       | 230-480         | 100-150   | да               | 130-330    | да               |
| Средняя фракция               | л       | 280-600         | 280-600   | да               |            |                  |
| Ср фракция (гуща из бака СФ)  | кг      | 0               | 0         |                  | 0          |                  |
| Сверхлегкая фракция (газолин) | л       | 5-10            |           | да               |            |                  |
| Зольноуглеродистый остаток    | кг      | 230-493         |           |                  |            |                  |
| <b>ИТОГО</b>                  |         | <b>790-2078</b> |           |                  |            |                  |

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

Лис

30

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

## 2.4.4 Пиролиз отходов шин, покрышек, камер автомобильных

Проблема утилизации старых автомобильных шин, резиновых деталей, которые отработали свой эксплуатационный срок, имеет большое экологическое значение. В связи с тем, что природное нефтяное сырье является невозполнимым видом полезных ископаемых, автомобильные шины являются ценным сырьем. После его переработки путем низкотемпературного пиролиза получают жидкие фракции насыщенных углеводородов (синтетическую нефть), горючий газ, углеродистый остаток, а также металлический корд.

Загрузка отходов в реактор производится вручную через приемный люк. Шины размещаются на поддоне, который с помощью компактного погрузчика Bobcat поднимается на уровень размещения загрузочного люка. Далее рабочие вручную загружают отходы РТИ в реактор.

Таблица 2.12 Морфологический состав отходов шин, покрышек, камер автомобильных

| Наименование фракции              | Характеристика  | Вес         | 2080           |
|-----------------------------------|---|-------------|----------------|
|                                   |   | кг          | %              |
| Шины, покрышки и камеры резиновые | Пневматические и полупневматические для автомобильного, городского и прочего транспорта | 2 060       | 99%            |
| Прочее                            | Металлическая обвязка   | 20          | 1%             |
| <b>ВСЕГО</b>                      |   | <b>1016</b> | <b>100,00%</b> |

Таблица 2.13 Технические характеристики процесса пиролиза шин, покрышек, камер автомобильных

| № п/п | Наименование показателя        | Ед. изм | Измерение   | № п/п | Наименование показателя    | Ед. изм | Измерение |
|-------|--------------------------------|---------|-------------|-------|----------------------------|---------|-----------|
| 1     | Вес                            | кг      | 2 080       | 8     | Жидкость пиролизная        | кг      | 804       |
| 2     | Объем                          | м3      | 6           | 8.1   | Легкая фракция             | кг      | 80        |
| 3     | Время цикла                    | ч, мин  | 39 ч 30 мин | 8.2   | Средняя фракция            | кг      | 364       |
| 4     | Расход топлива                 | л       | 210         | 8.3   | Тяжелая фракция            | кг      | 360       |
| 5     | Давление                       | Па      | 1,9 – 5,7   | 9     | Остаток зольноуглеродистый | кг      | 373       |
| 6     | Температура пиролиза           | °С      | 5,9 – 396,2 | 9.1   | менее 20 мм                | кг      |           |
| 7     | Время горения пиролизного газа | ч, мин  | 5 ч 20 мин  | 9.2   | более 20 мм                | кг      |           |
|       |                                |         |             | 10    | Металлический корд         | кг      | 558       |

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

Лис

31

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

## 2.4.5 Пиролиз лигнина

Лигнин представляет собой отход двух производств: гидролизного и целлюлозно-бумажного. В гидролизной промышленности получают порошок, т.н. гидролизный лигнин. Гидролизный лигнин образуется во время обработки древесины в серной и соляной кислоте. В целлюлозном производстве образуются водорастворимые формы лигнина.

Лигнин пропускают через вибросито для отсеивания крупных фракций размером  $\geq 40 \times 40 \times 40$  мм и транспортером подают в реактор барабанного типа, заливают воду и запускают процесс низкотемпературного пиролиза.

Таблица 2.14 Технические характеристики процесса пиролиза лигнина

| № п/п | Наименование показателя                                   | Ед. изм                                 | Измерение   | № п/п | Наименование показателя             | Ед. изм        | Измерение           |
|-------|---|---|-------------|-------|-------------------------------------|----------------|---------------------|
| 1     | Вес*  | кг                                      | 1200-1500   | 8     | Жидкость пиролизная                 | л              | 662-1180            |
| 2     | Объем   | м <sup>3</sup>                          | 4           | 8.1   | Легкая фракция                      | л              | 400-500             |
| 3     | Время цикла   | ч                                       | 5-12        | 8.2   | Средняя фракция / (гуща из емкости) | л              | 250-300 (0)         |
| 4     | Расход топлива  | л                                       | 340-490     | 8.3   | Тяжелая фракция                     | л              | 10-350              |
| 5     | Давление max  | кПа                                     | 7,0-11,2    | 8.4   | Сверхлегкая фракция                 | л              | 2-30                |
| 6     | Температура max   | С°                                      | 389,6-246,1 | 9     | Остаток зольноуглеродистый          | кг             | 340-260             |
| 7.1   | Время горения пиролизного газа на утилите                 | ч                                       | 4,35-6,0    | 10    | Расход квенча                       | л              | 0-145               |
| 7.2   | Объем газа /<br>Время горения пиролизного газа на горелке | м <sup>3</sup> /мин /<br>кол-во горелок | 0/40/1      | 11    | Пиролизный газ /<br>горючий газ     | м <sup>3</sup> | 191,872/<br>104,739 |

Таблица 2.15 Продукты пиролиза лигнина

| Продукты пиролиза             | Ед. изм | Всего, л         | Темная, л | Горючесть Да/нет | Светлая, л | Горючесть Да/нет |
|-------------------------------|---------|------------------|-----------|------------------|------------|------------------|
| Тяжелая фракция               | л       | 10-350           |           | да               |            |                  |
| Легкая фракция                | л       | 400-500          | 100-80    | да               | 300-420    |                  |
| Средняя фракция               | л       | 250-300          | 250-300   | нет              | 0          |                  |
| Ср фракция (гуща из бака СФ)  | кг      | 0                | 0         |                  | 0          |                  |
| Сверхлегкая фракция (газолин) | л       | 2-30             |           |                  |            |                  |
| Зольноуглеродистый остаток    | кг      | 340-260          |           |                  |            |                  |
| <b>ИТОГО</b>                  |         | <b>1002-1440</b> |           |                  |            |                  |

|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|------|------|----------|-------|------|

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

Лис

32

## 2.4.6 Пиролиз отходов нефтепереработки

Отходы нефтепереработки пропускают через вибросито для отсеивания крупных фракций примесей металла, стекла, камней размером  $\geq 40 \times 40$  мм, транспортером подают в реактор барабанного типа, и запускают процесс низкотемпературного пиролиза.

Таблица 2.16 Технические характеристики процесса пиролиза нефтешламов

| № п/п | Наименование показателя                                   | Ед. изм                              | Измерение        | № п/п | Наименование показателя             | Ед. изм        | Измерение                       |
|-------|---|--------------------------------------|------------------|-------|-------------------------------------|----------------|---------------------------------|
| 1     | Вес*  | кг                                   | 3160-1160        | 8     | Жидкость пиролизная                 | л              | 2032-560                        |
| 2     | Объем   | м <sup>3</sup>                       | 5-2              | 8.1   | Легкая фракция                      | л              | 920-20                          |
| 3     | Время цикла   | ч                                    | 15,3-12,2        | 8.2   | Средняя фракция / (гуща из емкости) | л              | 690-450 (0)                     |
| 4     | Расход топлива  | л                                    | 510-460          | 8.3   | Тяжелая фракция                     | л              | 420-90                          |
| 5     | Давление тах  | кПа                                  | 6,2-6,6          | 8.4   | Сверхлегкая фракция                 | л              | 2-0                             |
| 6     | Температура тах   | С°                                   | 389,6-350,9      | 9     | Остаток зольноуглеродистый          | кг             | 967-311                         |
| 7.1   | Время горения пиролизного газа на утилите                 | ч                                    | 12,5-3,5         | 10    | Расход квенча                       | л              | 100-0                           |
| 7.2   | Объем газа /<br>Время горения пиролизного газа на горелке | м <sup>3</sup> /мин / кол-во горелок | 0<br>16,328/20/1 | 11    | Пиролизный газ / горючий газ        | м <sup>3</sup> | 277,0/227,368<br>203,287/89,798 |

\* Примечание: вес загруженных в реактор отходов взвешен весами ПУ № 2 ОП ЭКО-ТЕХНОПАРК «Тула»

Таблица 2.17 Продукты пиролиза нефтешламов

| Продукты пиролиза             | Ед. изм | Всего, л        | Темная, л | Горючесть Да/нет | Светлая, л | Горючесть Да/нет |
|-------------------------------|---------|-----------------|-----------|------------------|------------|------------------|
| Тяжелая фракция               | л       | 420-90          |           | да               |            |                  |
| Легкая фракция                | л       | 920-20          | 200-20    | нет              | 720-0      |                  |
| Средняя фракция               | л       | 690-450         | 450       | нет              | 0          |                  |
| Ср фракция (гуща из бака СФ)  | кг      | 0               | 6900      |                  | 0          |                  |
| Сверхлегкая фракция (газолин) | л       | 2-0             |           |                  |            |                  |
| Зольноуглеродистый остаток    | кг      | 967311          |           |                  |            |                  |
| <b>ИТОГО</b>                  |         | <b>2999-871</b> |           |                  |            |                  |

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

Лис

33

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

## 2.4.7 Пиролиз RDF топлива

RDF топливо не требует предварительной обработки перед загрузкой его в бункер-дозатор, отходы транспортером подают в реактор барабанного типа и запускают процесс низкотемпературного пиролиза.

Таблица 2.18 Технические характеристики процесса пиролиза RDF топлива

| № п/п | Наименование показателя                              | Ед. изм                              | Измерение   | № п/п | Наименование показателя             | Ед. изм        | Измерение                     |
|-------|--|--------------------------------------|-------------|-------|-------------------------------------|----------------|-------------------------------|
| 1     | Вес*   | кг                                   | 2000        | 8     | Жидкость пиролизная                 | л              | 1225-325                      |
| 2     | Объем  | м <sup>3</sup>                       | 24          | 8.1   | Легкая фракция                      | л              | 640-90                        |
| 3     | Время цикла  | ч                                    | 9,8-5,7     | 8.2   | Средняя фракция / (гуща из емкости) | л              | 460-210 (0)                   |
| 4     | Расход топлива                                       | л                                    | 380-240     | 8.3   | Тяжелая фракция                     | л              | 125-25                        |
| 5     | Давление max   | кПа                                  | 10,2-5,0    | 8.4   | Сверхлегкая фракция                 | л              | 0                             |
| 6     | Температура max                                      | С°                                   | 360,1-186,3 | 9     | Остаток зольноуглеродистый          | кг             | 633-243                       |
| 7.1   | Время горения пиролизного газа на утилите            | ч                                    | 8,8-2,7     | 10    | Расход квенча                       | л              | 100-0                         |
| 7.2   | Объем газа/Время горения пиролизного газа на горелке | м <sup>3</sup> /мин / кол-во горелок | 0           | 11    | Пиролизный газ / горючий газ        | м <sup>3</sup> | 187,931/169,929<br>89,67/43,1 |

Таблица 2.19 Продукты пиролиза RDF топлива

| Продукты пиролиза             | Ед. изм | Всего, л        | Темная, л | Горючесть Да/нет | Светлая, л | Горючесть Да/нет |
|-------------------------------|---------|-----------------|-----------|------------------|------------|------------------|
| Тяжелая фракция               | л       | 125-25          |           | да               |            |                  |
| Легкая фракция                | л       | 640-90          | 140-90    | да               | 500-0      |                  |
| Средняя фракция               | л       | 460-210         | 460-210   | нет              | 0          |                  |
| Ср фракция (гуща из бака СФ)  | кг      | 0               | 0         |                  | 0          |                  |
| Сверхлегкая фракция (газолин) | л       | 0               |           | да               |            |                  |
| Зольноуглеродистый остаток    | кг      | 633-243         |           |                  |            |                  |
| <b>ИТОГО</b>                  |         | <b>1858-568</b> |           |                  |            |                  |

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

Лис

34

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

## 2.5 Характеристики получаемых продуктов

Утилизация полимерных и других органических отходов производится методом термического разложения органического сырья в процессе низкотемпературного пиролиза, с получением жидкости пиролиза, остатка зольноуглеродистого и пиролизного газа. Состав и объемы образования продукции зависят от качества исходного сырья.

Выгрузка зольноуглеродистого остатка производится в герметичный стальной сосуд, жидкость пиролиза – в еврокуб, пиролизный газ идет на собственные нужды.

### 2.5.1 Жидкость пиролиза

С химической точки зрения жидкость пиролиза близка по элементарному составу к исходной биомассе и представляет собой сложную смесь окисленных углеводов со значительным содержанием воды, по внешнему виду - темную маслянистую жидкость с характерным запахом. В жидкости пиролиза может присутствовать твердый древесный уголь (при пиролизе древесины).

Жидкое агрегатное состояние, а также более высокая энергетическая плотность по сравнению с исходной биомассой позволяют облегчить ее транспортировку и хранение. Однако необходимо учитывать некоторые особенности жидкости пиролиза по сравнению с традиционными нефтяными топливами, а именно высокие плотность и вязкость, кислотность, меньшую теплотворную способность и сильную зависимость состава продуктов сгорания от режимных параметров.

Жидкость пиролиза разделяют на три основные фракции: легкую (кетоны и кислоты/ тяжелая смесь бензинов и дизельного топлива); среднюю (легкие фенолы и сахара, в основном, дизельное топливо с примесью тяжелых бензинов) и тяжелую (высокое содержание тяжелых фенолов и сахаров/ мазут).

Жидкость пиролиза является легковоспламеняющейся жидкостью.

Технические характеристики жидкости пиролиза приведены в ТУ 19.20.28-006-18379833-2023.

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|------|------|----------|-------|------|
|      |      |          |       |      |

TP 28.21.12-004-18379833-2023

Лис

35

В таблицах 2.20 – 2.28 приведены результаты анализов пиролизной жидкости, получаемой из различного вида отходов. Данные получены от ИНХС, РХТУ, РПН Сфера, ОИВТ РАН, ВТИ.

Таблица 2.20 - Характеристики жидких продуктов пиролиза ТКО

| № пп | ТВЕРДЫЕ КОММУНАЛЬНЫЕ ОТХОДЫ ТКО                              |   |  |
|------|--|---|--|
|      | 1  | Физико-химические характеристики                                    | Метод испытания  |
| 1    | Внешний вид  | Гомогенная вязкая жидкость тёмно-коричневого цвета с резким запахом | По 7.3 ГОСТ Р 70708<br>ГОСТ 2706.1 ГОСТ 6370           |
| 2    | Плотность при 20 °С, г/см <sup>3</sup>                       | 0,879-0,923   | По ГОСТ 3900   |
| 3    | Плотность при 15 °С, кг/м <sup>3</sup>                       | -   |  |
| 4    | Йодное число, г йода на 100г. пробы,                         | 10,05-11,70   | По ГОСТ 2070-82*                                       |
| 5    | Кислотность, мг КОН/г пробы                                  | 8,79-78,5   | По ГОСТ 5985-79  |
| 6    | Содержание мех. примесей, %                                  | 3,6-10,03   | По ГОСТ 6370   |
| 7    | Коксуемость  | -   | По ГОСТ 19932-99*                                      |
| 8    | Зольность  | 0,025-0,038   | По ГОСТ 1461*  |
| 9    | Испытание на медной пластине                                 | -   | По ГОСТ 6321   |
| 10   | Температура застывания, °С                                   | 2,0-17,0  | ГОСТ 20287-91  |
| 11   | Температура вспышки в закрытом тигле, °С                     | 26,0-26,1   | ГОСТ 6356  |
| 12   | Температура вспышки в открытом тигле, °С                     | 36,0-36,2   | ГОСТ 6356  |
| 13   | Кинематическая вязкость при 40 °С, мм <sup>2</sup> /с        | 3,000648±0,15   | ГОСТ 33768-2015  |
| 14   | Кинематическая вязкость при 50 °С, мм <sup>2</sup> /с        | 3,09-3,02   | ГОСТ 33768-2015  |
| 15   | Кинематическая вязкость при 80 °С, мм <sup>2</sup> /с        | 2,49-5,434255   | ГОСТ 33768-2015  |
| 16   | Давление насыщенных паров, кПа                               | -   | ГОСТ 1756  |
| 17   | Массовая доля воды, %, не более                              | 0,3-39,9  | По 7.5 ГОСТ Р 70708 или ГОСТ 2477, раздел 2 ГОСТ 14870 |
| 18   | Концентрация фактических смол, мг/100 см <sup>3</sup>        | 18895-198035  | ГОСТ 1567, ГОСТ 8489                                   |
| 19   | Теплота сгорания, кДж/кг                                     | 42500-42600   | ГОСТ 21261   |
| 20   | Массовая доля бензола, %, не менее                           | 22,283-28,779   | По 7.4 ГОСТ Р 70708, ГОСТ Р 52714                      |
| 21   | Массовая доля общей серы, %, не более                        | 0,038±0.002   | ГОСТ 19121, ГОСТ 33768-2015256                         |
| 22   | Массовая доля ароматических углеводородов С6-С8, %, не менее | 63,2±3.2  | По ГОСТ Р ЕН 12916                                     |

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

Лис

36

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

|  |   |                                   |             |                    |
|--|---|-----------------------------------|-------------|--------------------|
| Перв. примен.  | ТВЕРДЫЕ КОММУНАЛЬНЫЕ ОТХОДЫ ТКО   |                                   |             | Метод<br>испытания |
|  | 2   | Элементный анализ<br>IPC-AES, ppm | Al          | 911,561            |
| Cu   |   |                                   | 5,040       |                    |
| Fe   |   |                                   | 515,120     |                    |
| K  |   |                                   | 20,307      |                    |
| Mg   |   |                                   | 21,556      |                    |
| Na   |   |                                   | 110,048     |                    |
| Ni   |   |                                   | 0,102       |                    |
| Pb   |   |                                   | 5,031       |                    |
| 3  | Элементный анализ<br>XRF, ppm   | V                                 | 0,025-0,76  | XRF                |
|  |   | S                                 | 38-538      |                    |
|  |   | Cl                                | 364-398     |                    |
|  |   | Br                                | 0,78        |                    |
|  |   | Si                                | 97 - 394    |                    |
|  |   | As                                | 0           |                    |
| 4  | Элементный анализ<br>(C, H, N), %   | Hg                                | 0           | (C, H, N)          |
|  |   | C                                 | H           |                    |
| Справ. №   | 57,51-79,35   |                                   | 10,37-11,14 | 1,04-1,06          |
|  | <p>Жидкость пиролиза ТКО применяется в качестве жидкого топлива для собственных жидко- топливных горелок Комплекса серии БРП, промышленных печей, котлоагрегатов, теплогенераторов, оснащенных распыляющими горелками, в качестве заменителя мазута, в производстве асфальтобитумных смесей, для производства электроэнергии в паровых турбинах с генераторами как низкой, так и высокой мощности. Жидкость пиролиза может перерабатываться с использованием метода ректификации для получения бензина, дизельного топлива, растворителей, ароматических углеводородов, пластификаторов. Помимо этого, резиновая крошка, растворенная в жидкости пиролиза, может быть использована при производстве рулонных, мастичных и герметизирующих материалов.</p> |                                   |             |                    |
| Инв. № подл.   | Инв. № дубл.  |                                   |             | Лис<br>37          |
|  | Инв. №  |                                   |             |                    |
| Подп. и дата   | Взам. инв. №  |                                   |             |                    |
|  | Подп. и дата  |                                   |             |                    |
| <p style="text-align: center;">ТР 28.21.12-004-18379833-2023</p> |   |                                   |             | Лис                |
| Изм.   | Лист  | № докум.                          | Подп.       | Дата               |

Таблица 2.21 - Характеристики жидких продуктов пиролиза медицинских отходов

| <b>МЕДИЦИНСКИЕ ОТХОДЫ</b> |  |  |  |
|---------------------------|--|--|--|
| № пп                      | <b>Физико-химические характеристики</b>                      |  | <b>Метод испытания</b>                                 |
| 1                         | Внешний вид  | Гомогенная текучая жидкость коричневого цвета с резким запахом | По 7.3 ГОСТ Р 70708<br>ГОСТ 2706.1 ГОСТ 6370           |
| 2                         | Плотность при 20 °С, г/см <sup>3</sup>                       | 0,841-0,869  | По ГОСТ 3900   |
| 3                         | Плотность при 15 °С, кг/м <sup>3</sup>                       | -  |  |
| 4                         | Йодное число, г йода на 100г. пробы                          | 10,28-30,04  | По ГОСТ 2070-82*                                       |
| 5                         | Кислотность, мг КОН/г пробы                                  | 3,79-10,32   | По ГОСТ 5985-79  |
| 6                         | Содержание мех. примесей, %                                  | 0,095-2,44   | По ГОСТ 6370   |
| 7                         | Коксуемость  | 1,6-2,4  | По ГОСТ 19932-99*                                      |
| 8                         | Зольность  | 0,009-0,082  | По ГОСТ 1461*  |
| 9                         | Испытание на медной пластине                                 | 1  | По ГОСТ 6321   |
| 10                        | Температура застывания, °С                                   | минус 43 –22   | ГОСТ 20287-91  |
| 11                        | Температура вспышки в закрытом тигле, °С                     | ниже 20  | ГОСТ 6356  |
| 12                        | Температура вспышки в открытом тигле, °С                     | ниже 20  | ГОСТ 6356  |
| 13                        | Кинематическая вязкость при 40 °С, мм <sup>2</sup> /с        | 2,002791- 4,71126  | ГОСТ 33768-2015  |
| 14                        | Кинематическая вязкость при 50 °С, мм <sup>2</sup> /с        | 1,15±0,06  | ГОСТ 33768-2015  |
| 15                        | Кинематическая вязкость при 80 °С, мм <sup>2</sup> /с        | 1,023±0,06   | ГОСТ 33768-2015  |
| 16                        | Давление насыщенных паров, кПа                               | 2,0-5,0  | ГОСТ 1756  |
| 17                        | Массовая доля воды, %, не более                              | 0,1-- 1,7  | По 7.5 ГОСТ Р 70708 или ГОСТ 2477, раздел 2 ГОСТ 14870 |
| 18                        | Концентрация фактических смол, мг/100 см <sup>3</sup>        | 3500-66917   | ГОСТ 1567, ГОСТ 8489                                   |
| 19                        | Теплота сгорания, кДж/кг                                     | 42950-45100  | ГОСТ 21261   |
| 20                        | Массовая доля бензола, %, не менее                           | 27,413 – 34,673  | По 7.4 ГОСТ Р 70708, ГОСТ Р 52714                      |
| 21                        | Массовая доля общей серы, %, не более                        | 0,172  | ГОСТ 19121, ГОСТ 33768-2015256                         |
| 22                        | Массовая доля ароматических углеводородов С6-С8, %, не менее | 72,9±3,95  | По ГОСТ Р ЕН 12916                                     |

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

Лис

38

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

|               |                                   |                           |                                   |             |                            |         |
|---------------|-----------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|-------------|----------------------------|---------|
| Перв. примен. |                                   | <b>МЕДИЦИНСКИЕ ОТХОДЫ</b> |                                   |             | <b>Метод<br/>испытания</b> |         |
|               |                                   | 2                         | Элементный анализ<br>IPC-AES, ppm | Al          | 1,643-25,974               | IPC-AES |
|               |                                   |                           |                                   | Cu          | 0,008 – 0,011              |         |
|               |                                   |                           |                                   | Fe          | 4,713-17,407               |         |
|               |                                   |                           |                                   | K           | 2,262-25,325               |         |
|               |                                   |                           |                                   | Mg          | 0,191-13,965               |         |
|               |                                   |                           |                                   | Na          | 62,752-94,470              |         |
|               |                                   |                           |                                   | Ni          | 0,011-0,096                |         |
|               |                                   |                           |                                   | Pb          | 2,553-4,085                |         |
|               |                                   | V                         | 0,555-0,576                       |             |                            |         |
| 3             | Элементный анализ<br>XRF, ppm     | S                         | 41,4-662                          | XRF         |                            |         |
|               |                                   | Cl                        | 22,9-497                          |             |                            |         |
|               |                                   | Br                        | 0,39-0,44                         |             |                            |         |
|               |                                   | Si                        | 63-1380                           |             |                            |         |
|               |                                   | As                        | 0                                 |             |                            |         |
|               |                                   | Hg                        | 0,01-0,12                         |             |                            |         |
| 4             | Элементный анализ<br>(C, H, N), % | C                         | H                                 | N           | (C, H, N)                  |         |
|               |                                   | 71,64-81,47               | 9,29-11,04                        | 0,75 - 1,09 |                            |         |
| Справ. №      |                                   |                           |                                   |             |                            |         |

Таблица 2.22 - Характеристики жидких продуктов пиролиза полимерных отходов ПВД, ПНД, ППН

|              |                                   |                                    |                                   |           |                            |         |
|--------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------|----------------------------|---------|
| Подп. и дата |                                   | <b>ОТХОДЫ ПЛЕНКИ ПНД, ПВД, ППН</b> |                                   |           | <b>Метод<br/>испытания</b> |         |
|              |                                   | 2                                  | Элементный анализ<br>IPC-AES, ppm | Fe        | 21,6-52,0                  | IPC-AES |
|              |                                   |                                    |                                   | Cr        | 1,8-2,3                    |         |
|              |                                   |                                    |                                   | Mn        | 0,51-3,0                   |         |
|              |                                   |                                    |                                   | Cu        | 1,4                        |         |
|              |                                   |                                    |                                   | Ni        | 1,7                        |         |
|              |                                   |                                    |                                   | As        | < 0,5                      |         |
|              |                                   |                                    |                                   | Ba        | < 7,5                      |         |
|              |                                   |                                    |                                   | Pb        | 1,8                        |         |
|              |                                   | V                                  | < 0,2                             |           |                            |         |
| 3            | Элементный анализ<br>XRF, ppm     | S                                  | 0,03                              | XRF       |                            |         |
|              |                                   | Cl                                 | 79-120                            |           |                            |         |
|              |                                   | Ca                                 | 6,1-214                           |           |                            |         |
|              |                                   | Si                                 | 246-261                           |           |                            |         |
|              |                                   | P                                  | 1,1-18,8                          |           |                            |         |
|              |                                   | Na                                 | 3,0 ± 0,3                         |           |                            |         |
| 4            | Элементный анализ<br>(C, H, N), % | C                                  | H                                 | N         | (C, H, N)                  |         |
|              |                                   | 79,74-86,02                        | 12,02–12,30                       | 0,12-0,70 |                            |         |
| Инв. № подл. |                                   |                                    |                                   |           | Лис                        |         |
|              |                                   | TP 28.21.12-004-18379833-2023      |                                   |           |                            |         |
|              |                                   | Изм.                               | Лист                              | № докум.  |                            | Подп.   |
|              |                                   |                                    |                                   |           | 39                         |         |

|               |  |   |   |  |
|---------------|--|---|---|--|
| Перв. примен. | <b>ОТХОДЫ ПЛЕНКИ ПНД, ПВД, ППН</b>                           |   |   |  |
|               | <b>№<br/>пп</b>  |   |   | <b>Метод<br/>испытания</b>                             |
| Справ. №      | <b>1</b>   | <b>Физико-химические характеристики</b>               |   |  |
|               | 1  | Внешний вид   | Густая вязкая масса или гомогенная вязкая жидкость тёмно-коричневого цвета с резким запахом | По 7.3 ГОСТ Р 70708<br>ГОСТ 2706.1 ГОСТ 6370           |
|               | 2  | Плотность при 20 °С, г/см <sup>3</sup>                | 0,789-0,819   | По ГОСТ 3900   |
|               | 3  | Плотность при 15 °С, кг/м <sup>3</sup>                | -   |  |
|               | 4  | Йодное число, г йода на 100г. пробы                   | -   | По ГОСТ 2070-82*                                       |
|               | 5  | Кислотность, мг КОН/г пробы                           | 3,79-6,50   | По ГОСТ 5985-79  |
|               | 6  | Содержание мех. примесей, %                           | 0,1±0,01  | По ГОСТ 6370   |
|               | 7  | Коксуемость   | -   | По ГОСТ 19932-99*                                      |
|               | 8  | Зольность   | -   | По ГОСТ 1461*  |
|               | 9  | Испытание на медной пластине                          | -   | По ГОСТ 6321   |
|               | 10   | Температура застывания, °С                            | -   | ГОСТ 20287-91  |
|               | 11   | Температура вспышки в закрытом тигле, °С              | Минус 18 - 22   | ГОСТ 6356  |
|               | 12   | Температура вспышки в открытом тигле, °С              | 31±1,55   | ГОСТ 6356  |
|               | 13   | Кинематическая вязкость при 20 °С, мм <sup>2</sup> /с | 2,95-3,01   | ГОСТ 33768-2015  |
|               | 14   | Кинематическая вязкость при 50 °С, мм <sup>2</sup> /с | -   | ГОСТ 33768-2015  |
|               | 15   | Кинематическая вязкость при 80 °С, мм <sup>2</sup> /с | -   | ГОСТ 33768-2015  |
|               | 16   | Давление насыщенных паров, кПа                        | -   | ГОСТ 1756  |
|               | 17   | Массовая доля воды, %, не более                       | -   | По 7.5 ГОСТ Р 70708 или ГОСТ 2477, раздел 2 ГОСТ 14870 |
|               | 18   | Концентрация фактических смол, мг/100 см <sup>3</sup> | 3695,6-26464  | ГОСТ 1567, ГОСТ 8489                                   |
|               | 19   | Теплота сгорания, кДж/кг                              | -   | ГОСТ 21261   |
|               | 20   | Массовая доля бензола, %, не менее                    | 5,1506-7,3502   | По 7.4 ГОСТ Р 70708, ГОСТ Р 52714                      |
|               | 21   | Массовая доля общей серы, %, не более                 | 0,014-0,058   | ГОСТ 19121, ГОСТ 33768-2015256                         |
| 22            | Массовая доля ароматических углеводородов С6-С8, %, не менее | 51,481-74,316   | По ГОСТ Р ЕН 12916  |  |
| Инв. № подл.  | <b>ТР 28.21.12-004-18379833-2023</b>                         |   |   |  |
|               | Изм.   | Лист  | № докум.  | Подп. Дата   |
| Подп. и дата  | <b>Лис</b>   |   |   |  |
| Подп. и дата  | <b>40</b>  |   |   |  |

Таблица 2.23 - Характеристики жидких продуктов пиролиза нефтешлама

| № пп | НЕФТЕШЛАМ  |   |  |
|------|--|---|--|
|      | Физико-химические характеристики                             |   | Метод испытания  |
| 1    | Внешний вид  | Гомогенная текучая жидкость тёмно-зелёного цвета с резким запахом | По 7.3 ГОСТ Р 70708<br>ГОСТ 2706.1 ГОСТ 6370           |
| 2    | Плотность при 20 °С, г/см <sup>3</sup>                       | 0,825 – 0.963   | По ГОСТ 3900   |
| 3    | Плотность при 15 °С, кг/м <sup>3</sup>                       | 0,829 – 0,840   |  |
| 4    | Йодное число, г йода на 100г. пробы                          | -   | По ГОСТ 2070-82*                                       |
| 5    | Кислотность, мг КОН/г пробы                                  | -   | По ГОСТ 5985-79  |
| 6    | Содержание мех. примесей, %                                  | 0,02 - 0.09   | По ГОСТ 6370   |
| 7    | Коксуемость  | -   | По ГОСТ 19932-99*                                      |
| 8    | Зольность  | -   | По ГОСТ 1461*  |
| 9    | Испытание на медной пластине                                 | -   | По ГОСТ 6321   |
| 10   | Температура застывания, °С                                   | -   | ГОСТ 20287-91  |
| 11   | Температура вспышки в закрытом тигле, °С                     | 27±1,35   | ГОСТ 6356  |
| 12   | Температура вспышки в открытом тигле, °С                     | 37±1,85   | ГОСТ 6356  |
| 13   | Кинематическая вязкость при 40 °С, мм <sup>2</sup> /с        | -   | ГОСТ 33768-2015  |
| 14   | Кинематическая вязкость при 50 °С, мм <sup>2</sup> /с        | -   | ГОСТ 33768-2015  |
| 15   | Кинематическая вязкость при 80 °С, мм <sup>2</sup> /с        | 0,548 – 2,006   | ГОСТ 33768-2015  |
| 16   | Давление насыщенных паров, кПа                               | 1,5±0,075   | ГОСТ 1756  |
| 17   | Массовая доля воды, %, не более                              | 0,1 – 0,29  | По 7.5 ГОСТ Р 70708 или ГОСТ 2477, раздел 2 ГОСТ 14870 |
| 18   | Концентрация фактических смол, мг/100 см <sup>3</sup>        | 246 - 3561  | ГОСТ 1567, ГОСТ 8489                                   |
| 19   | Теплота сгорания, кДж/кг                                     | -   | ГОСТ 21261   |
| 20   | Массовая доля бензола, %, не менее                           | -   | По 7.4 ГОСТ Р 70708, ГОСТ Р 52714                      |
| 21   | Массовая доля общей серы, %, не более                        | 0,540 – 0,68  | ГОСТ 19121, ГОСТ 33768-2015256                         |
| 22   | Массовая доля ароматических углеводородов С6-С8, %, не менее | -   | По ГОСТ Р ЕН 12916                                     |

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|------|------|----------|-------|------|

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

Лис  
41

|               |                                   |                  |                                   |           |                            |  |         |
|---------------|-----------------------------------|------------------|-----------------------------------|-----------|----------------------------|--|---------|
| Перв. примен. |                                   | <b>НЕФТЕШЛАМ</b> |                                   |           | <b>Метод<br/>испытания</b> |  |         |
|               |                                   | 2                | Элементный анализ<br>IPC-AES, ppm | Al        | 5,906                      |  | IPC-AES |
|               |                                   |                  |                                   | Cu        | 0,107 – 8,90               |  |         |
|               |                                   |                  |                                   | Fe        | 1,697- 7,04                |  |         |
|               |                                   |                  |                                   | K         | 0,36 – 3,59                |  |         |
|               |                                   |                  |                                   | Mg        | 0,683 – 1,25               |  |         |
|               |                                   |                  |                                   | Mn        | 50,01                      |  |         |
|               |                                   |                  |                                   | Ni        | ≤ 0,003                    |  |         |
|               |                                   |                  |                                   | Zn        | 0,014 – 8,62               |  |         |
|               |                                   |                  |                                   | V         | ≤ 0,003                    |  |         |
| 3             | Элементный анализ<br>XRF, ppm     | S                | 0,540-0,680                       |           | XRF                        |  |         |
|               |                                   | Cl               | 986                               |           |                            |  |         |
|               |                                   | Si               | 427                               |           |                            |  |         |
|               |                                   |                  |                                   |           |                            |  |         |
|               |                                   |                  |                                   |           |                            |  |         |
| 4             | Элементный анализ<br>(C, H, N), % | C                | H                                 | N         | (C, H, N)                  |  |         |
|               |                                   | 57,51-79,35      | 10,37-11,14                       | 1,04-1,06 |                            |  |         |
| Справ. №      |                                   |                  |                                   |           |                            |  |         |

Таблица 2.24 - Характеристики жидких продуктов пиролиза текстиля

|                               |                                   |                 |                                   |      |                            |  |         |
|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------------------------|------|----------------------------|--|---------|
| Инв. № подл.                  | Подп. и дата                      | <b>ТЕКСТИЛЬ</b> |                                   |      | <b>Метод<br/>испытания</b> |  |         |
|                               |                                   | 2               | Элементный анализ<br>IPC-AES, ppm | Fe   | 42,0                       |  | IPC-AES |
|                               |                                   |                 |                                   | Cr   | 1,5                        |  |         |
|                               |                                   |                 |                                   | Mn   | 2,7                        |  |         |
|                               |                                   |                 |                                   | Cu   | 2,0                        |  |         |
|                               |                                   |                 |                                   | Ni   | 1,6                        |  |         |
|                               |                                   |                 |                                   | As   | < 0,5                      |  |         |
|                               |                                   |                 |                                   | Ba   | < 7,5                      |  |         |
|                               |                                   |                 |                                   | Pb   | 2,6                        |  |         |
|                               |                                   | V               | < 0,24                            |      |                            |  |         |
| 3                             | Элементный анализ<br>XRF, ppm     | Cl              | 553                               |      | XRF                        |  |         |
|                               |                                   | Si              | 260                               |      |                            |  |         |
|                               |                                   |                 |                                   |      |                            |  |         |
|                               |                                   |                 |                                   |      |                            |  |         |
| 4                             | Элементный анализ<br>(C, H, N), % | C               | H                                 | N    | (C, H, N)                  |  |         |
|                               |                                   | 70,69           | 6,59                              | 2,88 |                            |  |         |
| Взаим. инв. №                 | Подп. и дата                      | Инв. № дубл.    | Подп. и дата                      |      |                            |  |         |
| Изм.                          | Лист                              | № докум.        | Подп.                             | Дата |                            |  |         |
| TP 28.21.12-004-18379833-2023 |                                   |                 |                                   |      | Лис                        |  |         |
|                               |                                   |                 |                                   |      | 42                         |  |         |

|               |   |              |   |  |  |            |  |          |
|---------------|---|--------------|---|--|--|------------|--|----------|
| Перв. примен. | Справ. №  | <b>№ пп</b>  |   | <b>ТЕКСТИЛЬ</b>  |  |            |  |          |
|               |   | <b>1</b>     | <b>Физико-химические характеристики</b> |  | <b>Метод испытания</b>                       |            |  |          |
|               |   | 1            | Внешний вид                             | Двухфазная текучая жидкость янтарно-коричневого цвета с резким запахом | По 7.3 ГОСТ Р 70708<br>ГОСТ 2706.1 ГОСТ 6370 |            |  |          |
|               |   | 2            | Плотность при 20 °С, г/см <sup>3</sup>  | 0,90-1,015   | По ГОСТ 3900                                 |            |  |          |
|               |   | 3            | Плотность при 15 °С, кг/м <sup>3</sup>  | -  |  |            |  |          |
|               |   | 4            | Йодное число, г йода на 100г. пробы     | -  | По ГОСТ 2070-82*                             |            |  |          |
|               |   | 5            | Кислотность, мг КОН/г пробы             | -  | По ГОСТ 5985-79                              |            |  |          |
|               |   | 6            | Содержание мех. примесей, %             | 4,95 - 5,05  | По ГОСТ 6370                                 |            |  |          |
|               |   | 7            | Коксуемость                             | -  | По ГОСТ 19932-99*                            |            |  |          |
|               |   | 8            | Зольность                               | 0,006±0,0003   | По ГОСТ 1461*                                |            |  |          |
|               |   | 9            | Испытание на медной пластине            | -  | По ГОСТ 6321                                 |            |  |          |
|               |   | Подп. и дата | Инв. № дубл.                            | Взам. инв. №   | Подп. и дата                                 | 10         | Температура застывания, °С                             | минус 5  |
| 11            | Температура вспышки в закрытом тигле, °С              |              |   |  |  | ниже 20    | ГОСТ 6356  |          |
| 12            | Температура вспышки в открытом тигле, °С              |              |   |  |  | ниже 20    | ГОСТ 6356  |          |
| 13            | Кинематическая вязкость при 40 °С, мм <sup>2</sup> /с |              |   |  |  | -          | ГОСТ 33768-2015  |          |
| 14            | Кинематическая вязкость при 50 °С, мм <sup>2</sup> /с |              |   |  |  | 1,71±0,09  | ГОСТ 33768-2015  |          |
| 15            | Кинематическая вязкость при 80 °С, мм <sup>2</sup> /с |              |   |  |  | 0,515±0,03 | ГОСТ 33768-2015  |          |
| 16            | Давление насыщенных паров, кПа                        |              |   |  |  | -          | ГОСТ 1756  |          |
| 17            | Массовая доля воды, %, не более                       |              |   |  |  | 42,9±2,15  | По 7.5 ГОСТ Р 70708 или ГОСТ 2477, раздел 2 ГОСТ 14870 |          |
| 18            | Концентрация фактических смол, мг/100 см <sup>3</sup> |              |   |  |  | 3316±166   | ГОСТ 1567, ГОСТ 8489                                   |          |
| 19            | Теплота сгорания, кДж/кг                              |              |   |  |  | 30750±1540 | ГОСТ 21261   |          |
| 20            | Массовая доля бензола, %, не менее                    |              |   |  |  | -          | По 7.4 ГОСТ Р 70708, ГОСТ Р 52714                      |          |
| Инв. № подл.  | Подп. и дата  |              |   |  |  | Изм.       | Лист   | № докум. |
|               |   | 43           |   |  |  |            |  |          |

Таблица 2.25 - Характеристики жидких продуктов пиролиза шин, покрышек и камер резиновых

| <b>ШИНЫ, ПОКРЫШКИ И КАМЕРЫ РЕЗИНОВЫЕ</b> |  |  |  |
|--|--|--|--|
| № пп                                     | Физико-химические характеристики                             |  | Метод испытания  |
| 1  | Внешний вид  | Густая вязкая масса тёмно-коричневого цвета с резким запахом | По 7.3 ГОСТ Р 70708<br>ГОСТ 2706.1 ГОСТ 6370           |
| 2  | Плотность при 20 °С, г/см <sup>3</sup>                       | 0,756 - 0,963  | По ГОСТ 3900   |
| 3  | Плотность при 15 °С, кг/м <sup>3</sup>                       | -  |  |
| 4  | Йодное число, г йода на 100г. пробы                          | 38,21-130,11   | По ГОСТ 2070-82*                                       |
| 5  | Кислотность, мг КОН/г пробы                                  | 0-4,43   | По ГОСТ 5985-79  |
| 6  | Содержание мех. примесей, %                                  | 0,06-0,47  | По ГОСТ 6370   |
| 7  | Коксуемость  | 0,05-1,5   | По ГОСТ 19932-99*                                      |
| 8  | Зольность  | 0-0,018  | По ГОСТ 1461*  |
| 9  | Испытание на медной пластине                                 | 1  | По ГОСТ 6321   |
| 10                                       | Температура застывания, °С                                   | ниже минус 21-23   | ГОСТ 20287-91  |
| 11                                       | Температура вспышки в закрытом тигле, °С                     | -  | ГОСТ 6356  |
| 12                                       | Температура вспышки в открытом тигле, °С                     | -  | ГОСТ 6356  |
| 13                                       | Кинематическая вязкость при 40 °С, мм <sup>2</sup> /с        | 0,607611-20,858952   | ГОСТ 33768-2015  |
| 14                                       | Кинематическая вязкость при 50 °С, мм <sup>2</sup> /с        | -  | ГОСТ 33768-2015  |
| 15                                       | Кинематическая вязкость при 80 °С, мм <sup>2</sup> /с        | -  | ГОСТ 33768-2015  |
| 16                                       | Давление насыщенных паров, кПа                               | 2-30   | ГОСТ 1756  |
| 17                                       | Массовая доля воды, %, не более                              | 0-2  | По 7.5 ГОСТ Р 70708 или ГОСТ 2477, раздел 2 ГОСТ 14870 |
| 18                                       | Концентрация фактических смол, мг/100 см <sup>3</sup>        | 236-55131  | ГОСТ 1567, ГОСТ 8489                                   |
| 19                                       | Теплота сгорания, кДж/кг                                     | -  | ГОСТ 21261   |
| 20                                       | Массовая доля бензола, %, не менее                           | 15,739 – 18,982  | По 7.4 ГОСТ Р 70708, ГОСТ Р 52714                      |
| 21                                       | Массовая доля общей серы, %, не более                        | 0,8344   | ГОСТ 19121, ГОСТ 33768-2015256                         |
| 22                                       | Массовая доля ароматических углеводородов С6-С8, %, не менее | -  | По ГОСТ Р ЕН 12916                                     |

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|------|------|----------|-------|------|

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

Лис  
**44**

|               |                                   |  |                                   |           |                            |  |         |
|---------------|-----------------------------------|--|-----------------------------------|-----------|----------------------------|--|---------|
| Перв. примен. | Справ. №                          | <b>ШИНЫ, ПОКРЫШКИ И КАМЕРЫ РЕЗИНОВЫЕ</b> |                                   |           | <b>Метод<br/>испытания</b> |  |         |
|               |                                   | 2  | Элементный анализ<br>IPC-AES, ppm | Al        | 3,882-29,87                |  | IPC-AES |
|               |                                   |  |                                   | Cu        | 0,010-0,027                |  |         |
|               |                                   |  |                                   | Fe        | 3,614-16,691               |  |         |
|               |                                   |  |                                   | K         | 7,564-20,307               |  |         |
|               |                                   |  |                                   | Mg        | 2,992-21,556               |  |         |
|               |                                   |  |                                   | Na        | 110,048-125,837            |  |         |
|               |                                   |  |                                   | Ni        | 0,027-0,102                |  |         |
|               |                                   |  |                                   | Pb        | 5,301-6,238                |  |         |
|               |                                   | V  | 0,76 -1,466                       |           |                            |  |         |
| 3             | Элементный анализ<br>XRF, ppm     | S  | 467-3350                          |           | XRF                        |  |         |
|               |                                   | Cl                                       | 83,0-355                          |           |                            |  |         |
|               |                                   | Br                                       | 2,5-3,7                           |           |                            |  |         |
|               |                                   | Si                                       | 362-2170                          |           |                            |  |         |
|               |                                   | As                                       | 0                                 |           |                            |  |         |
|               |                                   | Hg                                       | 0,4-1,2                           |           |                            |  |         |
| 4             | Элементный анализ<br>(C, H, N), % | C  | H                                 | N         | (C, H, N)                  |  |         |
|               |                                   | 66,65-78,04                              | 9,05-10,55                        | 0,83-1,05 |                            |  |         |

Таблица 2.26 - Характеристики жидких продуктов пиролиза лигнина

|              |                                   |                      |                                   |             |                            |  |         |
|--------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------|----------------------------|--|---------|
| Подп. и дата | Инв. № дубл.                      | <b>ОТХОДЫ ЛИГНИН</b> |                                   |             | <b>Метод<br/>испытания</b> |  |         |
|              |                                   | 2                    | Элементный анализ<br>IPC-AES, ppm | Al          | 3,882-29,87                |  | IPC-AES |
|              |                                   |                      |                                   | Cu          | 0,010-0,027                |  |         |
|              |                                   |                      |                                   | Fe          | 3,614-16,691               |  |         |
|              |                                   |                      |                                   | K           | 7,564-20,307               |  |         |
|              |                                   |                      |                                   | Mg          | 2,992-21,556               |  |         |
|              |                                   |                      |                                   | Na          | 110,048-125,837            |  |         |
|              |                                   |                      |                                   | Ni          | 0,027-0,102                |  |         |
|              |                                   |                      |                                   | Pb          | 5,301-6,238                |  |         |
|              |                                   | V                    | 0,76 -1,466                       |             |                            |  |         |
| 3            | Элементный анализ<br>XRF, ppm     | S                    | 46,7-335                          |             | XRF                        |  |         |
|              |                                   | Cl                   | 8,30-572                          |             |                            |  |         |
|              |                                   | Br                   | 0,25-0,37                         |             |                            |  |         |
|              |                                   | Si                   | 36,2-525                          |             |                            |  |         |
|              |                                   | As                   | 0                                 |             |                            |  |         |
|              |                                   | Hg                   | 0,04-0,12                         |             |                            |  |         |
| 4            | Элементный анализ<br>(C, H, N), % | C                    | H                                 | N           | (C, H, N)                  |  |         |
|              |                                   | 55.2 - 91,0          | 1,86 - 11,0                       | 0,56 - 2,54 |                            |  |         |

|              |              |              |              |              |     |    |                               |      |          |       |      |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----|----|-------------------------------|------|----------|-------|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата | Лис | 45 |                               |      |          |       |      |
|              |              |              |              |              |     |    | TP 28.21.12-004-18379833-2023 |      |          |       |      |
|              |              |              |              |              |     |    | Изм.                          | Лист | № докум. | Подп. | Дата |

|               |   |                      |  |   |  |
|---------------|---|----------------------|--|---|--|
| Перв. примен. | № пп  | <b>ОТХОДЫ ЛИГНИН</b> |  | <b>Метод испытания</b>  |  |
|               |   |                      |  |   | <b>Физико-химические характеристики</b>      |
|               |   | 1                    | Внешний вид  | Гомогенная вязкая жидкость тёмно-коричневого цвета с резким запахом | По 7.3 ГОСТ Р 70708<br>ГОСТ 2706.1 ГОСТ 6370 |
|               |   | 2                    | Плотность при 20 °С, г/см <sup>3</sup>                       | 0,75-0,90   | По ГОСТ 3900                                 |
|               |   | 3                    | Йодное число, г йода на 100г пробы                           | -   | По ГОСТ 2070-82*                             |
|               |   | 4                    | Кислотность, мг КОН/г пробы                                  | -   | По ГОСТ 5985-79                              |
|               |   | 5                    | Содержание мех. примесей, %                                  | 0,06±0,003  | По ГОСТ 6370                                 |
|               |   | 6                    | Коксуемость  | 2,24±0,11   | По ГОСТ 19932-99*                            |
|               |   | 7                    | Зольность  | 0,28 – 33,87  | По ГОСТ 1461*                                |
|               |   | 8                    | Испытание на медной пластине                                 | -   | По ГОСТ 6321                                 |
|               |   | 9                    | Температура застывания, °С                                   | минус 5,0   | ГОСТ 20287-91                                |
|               |   | Справ. №             | 10   | Температура вспышки в закрытом тигле, °С                            | ниже 20                                      |
| 11            | Температура вспышки в открытом тигле, °С              |                      | ниже 20  | ГОСТ 6356   |  |
| 12            | Кинематическая вязкость при 20 °С, мм <sup>2</sup> /с |                      | 4,98±0,25  | ГОСТ 33768-2015   |  |
| 13            | Кинематическая вязкость при 50 °С, мм <sup>2</sup> /с |                      | -  | ГОСТ 33768-2015   |  |
| 14            | Кинематическая вязкость при 80 °С, мм <sup>2</sup> /с |                      | -  | ГОСТ 33768-2015   |  |
| 15            | Давление насыщенных паров, кПа                        |                      | 1,0±0.05   | ГОСТ 1756   |  |
| 16            | Массовая доля воды, %, не более                       |                      | 4,48 – 11,85   | По 7.5 ГОСТ Р 70708<br>или ГОСТ 2477, раздел 2<br>ГОСТ 14870        |  |
| 17            | Концентрация фактических смол, мг/100 см <sup>3</sup> |                      | 9250±460   | ГОСТ 1567, ГОСТ 8489  |  |
| 18            | Теплота сгорания, кДж/кг                              |                      | 4670 - 8630  | ГОСТ 21261  |  |
| 19            | Массовая доля бензола, %, не менее                    |                      | 51,87±2,6  | По 7.4 ГОСТ Р 70708,<br>ГОСТ Р 52714                                |  |
| 20            | Массовая доля общей серы, %, не более                 |                      | 0,0639 – 0,70  | ГОСТ 19121, ГОСТ<br>33768-2015256                                   |  |
| Изм. № подл.  | 21  |                      | Массовая доля ароматических углеводородов С6-С8, %, не менее | -   | По ГОСТ Р ЕН 12916                           |
|               | <i>ТР 28.21.12-004-18379833-2023</i>                  |                      |  |   |  |
|               | Изм.  | Лист                 | № докум.   | Подп.   |  |
|               | Лис   |                      |  |   |  |
|               | 46  |                      |  |   |  |

Таблица 2.27 - Характеристики жидких продуктов пиролиза RDF топлива

| № пп | RDF ТОПЛИВО  |   | Метод испытания  |
|------|--|---|--|
| 1    | Физико-химические характеристики                             |   | Метод испытания  |
| 1    | Внешний вид  | Гомогенная текучая жидкость светло-желтого цвета с резким запахом | По 7.3 ГОСТ Р 70708<br>ГОСТ 2706.1 ГОСТ 6370                 |
| 2    | Плотность при 20 °С, г/см <sup>3</sup>                       | 0,866 - 1,010   | По ГОСТ 3900   |
| 3    | Йодное число, г йода на 100г. пробы                          | -   | По ГОСТ 2070-82*   |
| 4    | Кислотность, мг КОН/г пробы                                  | -   | По ГОСТ 5985-79  |
| 5    | Содержание мех. примесей, %                                  | -   | По ГОСТ 6370   |
| 6    | Коксуемость  | 0,2-4,63  | По ГОСТ 19932-99*  |
| 7    | Зольность  | 0,54 - 4,63   | По ГОСТ 1461*  |
| 8    | Испытание на медной пластине                                 | 0,3116 - 1,19   | По ГОСТ 6321   |
| 9    | Температура застывания, °С                                   | 5,5-12,0  | ГОСТ 20287-91  |
| 10   | Температура вспышки в закрытом тигле, °С                     | ниже 20 - 63  | ГОСТ 6356  |
| 11   | Температура вспышки в открытом тигле, °С                     | ниже 20 - 98  | ГОСТ 6356  |
| 12   | Кинематическая вязкость при 20 °С, мм <sup>2</sup> /с        | 1,06-2,83   | ГОСТ 33768-2015  |
| 13   | Кинематическая вязкость при 40 °С, мм <sup>2</sup> /с        | -   | ГОСТ 33768-2015  |
| 14   | Кинематическая вязкость при 80 °С, мм <sup>2</sup> /с        | 4,18±0,21   | ГОСТ 33768-2015  |
| 15   | Давление насыщенных паров, кПа                               | 17,2±0,86   | ГОСТ 1756  |
| 16   | Массовая доля воды, %, не более                              | 0,7±0,035   | По 7.5 ГОСТ Р 70708<br>или ГОСТ 2477, раздел 2<br>ГОСТ 14870 |
| 17   | Концентрация фактических смол, мг/100 см <sup>3</sup>        | 10800-11340   | ГОСТ 1567, ГОСТ 8489   |
| 18   | Теплота сгорания, кДж/кг                                     | 3150 - 7370   | ГОСТ 21261   |
| 19   | Массовая доля бензола, %, не менее                           | 61,18±3,06  | По 7.4 ГОСТ Р 70708,<br>ГОСТ Р 52714                         |
| 20   | Массовая доля общей серы, %, не более                        | 0,0937 – 0,87   | ГОСТ 19121, ГОСТ<br>33768-2015256                            |
| 21   | Массовая доля ароматических углеводородов С6-С8, %, не менее | -   | По ГОСТ Р ЕН 12916   |

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|------|------|----------|-------|------|

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

Лис  
47

|               |                                   |                    |                                   |           |                            |         |
|---------------|-----------------------------------|--------------------|-----------------------------------|-----------|----------------------------|---------|
| Перв. примен. | Справ. №                          | <b>RDF ТОПЛИВО</b> |                                   |           | <b>Метод<br/>испытания</b> |         |
|               |                                   | 2                  | Элементный анализ<br>IPC-AES, ppm | V         | 46                         | IPC-AES |
|               |                                   |                    |                                   | Mn        | 697                        |         |
|               |                                   |                    |                                   | Cu        | 1932                       |         |
|               |                                   |                    |                                   | Ni        | 1970                       |         |
|               |                                   |                    |                                   | Sr        | 651                        |         |
|               |                                   |                    |                                   | Cr        | 5029                       |         |
|               |                                   |                    |                                   | Zn        | 13578                      |         |
|               |                                   |                    |                                   | Pb        | 280                        |         |
|               |                                   |                    |                                   | As        | ≤ 10                       |         |
| 3             | Элементный анализ<br>XRF, ppm     | S                  | 130±7                             | XRF       |                            |         |
|               |                                   | Cl                 | 818 - 2330                        |           |                            |         |
|               |                                   | Cd                 | ≤0,0030                           |           |                            |         |
|               |                                   | Si                 | 499- 844                          |           |                            |         |
|               |                                   | Li                 | 0,173                             |           |                            |         |
|               |                                   | Pb                 | ≤0,048                            |           |                            |         |
| 4             | Элементный анализ<br>(C, H, N), % | C                  | H                                 | N         | (C, H, N)                  |         |
|               |                                   | 39,9-88,7          | 0,61-10,8                         | 0,76-2,38 |                            |         |

Таблица 2.28 - Характеристики жидких продуктов пиролиза щепы/опилок

|              |                                   |               |              |              |                            |                                   |    |                            |         |
|--------------|-----------------------------------|---------------|--------------|--------------|----------------------------|-----------------------------------|----|----------------------------|---------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата                      | Взаим. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата | <b>ОТХОДЫ ЩЕПА/ ОПИЛКИ</b> |                                   |    | <b>Метод<br/>испытания</b> |         |
|              |                                   |               |              |              | 2                          | Элементный анализ<br>IPC-AES, ppm | V  | 19                         | IPC-AES |
|              |                                   |               |              |              |                            |                                   | Cu | 282                        |         |
|              |                                   |               |              |              |                            |                                   | Ni | 1852                       |         |
|              |                                   |               |              |              |                            |                                   | Sr | 561                        |         |
|              |                                   |               |              |              |                            |                                   | Cr | 2061                       |         |
|              |                                   |               |              |              |                            |                                   | Zn | 1529                       |         |
|              |                                   |               |              |              |                            |                                   | Pb | 609                        |         |
|              |                                   |               |              |              |                            |                                   | Co | 54                         |         |
|              |                                   |               |              |              |                            |                                   | Ba | 1429                       |         |
| 3            | Элементный анализ<br>XRF, ppm     | S             | 335          | XRF          |                            |                                   |    |                            |         |
|              |                                   | Cl            | 578          |              |                            |                                   |    |                            |         |
|              |                                   | Si            | 521          |              |                            |                                   |    |                            |         |
|              |                                   |               |              |              |                            |                                   |    |                            |         |
|              |                                   |               |              |              |                            |                                   |    |                            |         |
| 4            | Элементный анализ<br>(C, H, N), % | C             | H            | N            | (C, H, N)                  |                                   |    |                            |         |
|              |                                   | 90            | 12,51        | 2,48         |                            |                                   |    |                            |         |

TP 28.21.12-004-18379833-2023

|               |          |              |              |              |              |              |                               |  |  |  |                        |    |
|---------------|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------------|--|--|--|------------------------|----|
| Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл. | <b>ОТХОДЫ ЩЕПА/ ОПИЛКИ</b>    |  |  |  |                        |    |
|               |          |              |              |              |              |              | <b>№ пп</b>                   | <b>Физико-химические характеристики</b>                      |  |  | <b>Метод испытания</b> |    |
|               |          |              |              |              |              |              | 1                             | Внешний вид  | Гомогенная вязкая жидкость желтого цвета | По 7.3 ГОСТ Р 70708<br>ГОСТ 2706.1 ГОСТ 6370                 |                        |    |
|               |          |              |              |              |              |              | 2                             | Плотность при 20 °С, г/см <sup>3</sup>                       | 0,755-0,892                              | По ГОСТ 3900   |                        |    |
|               |          |              |              |              |              |              | 3                             | Йодное число, г йода на 100г. пробы                          | -  | По ГОСТ 2070-82*   |                        |    |
|               |          |              |              |              |              |              | 4                             | Кислотность, мг КОН/г пробы                                  | -  | По ГОСТ 5985-79  |                        |    |
|               |          |              |              |              |              |              | 5                             | Содержание мех. примесей, %                                  | 0,06±0,003                               | По ГОСТ 6370   |                        |    |
|               |          |              |              |              |              |              | 6                             | Коксуемость  | 2,24±0,1                                 | По ГОСТ 19932-99*  |                        |    |
|               |          |              |              |              |              |              | 7                             | Зольность  | 5,81 - 13,23                             | По ГОСТ 1461*  |                        |    |
|               |          |              |              |              |              |              | 8                             | Испытание на медной пластине                                 | -  | По ГОСТ 6321   |                        |    |
|               |          |              |              |              |              |              | 9                             | Температура застывания, °С                                   | минус 5                                  | ГОСТ 20287-91  |                        |    |
|               |          |              |              |              |              |              | 10                            | Температура вспышки в закрытом тигле, °С                     | -  | ГОСТ 6356  |                        |    |
|               |          |              |              |              |              |              | 11                            | Температура вспышки в открытом тигле, °С                     | -  | ГОСТ 6356  |                        |    |
|               |          |              |              |              |              |              | 12                            | Кинематическая вязкость при 20 °С, мм <sup>2</sup> /с        | 4,92±0,28                                | ГОСТ 33768-2015  |                        |    |
|               |          |              |              |              |              |              | 13                            | Кинематическая вязкость при 50 °С, мм <sup>2</sup> /с        | -  | ГОСТ 33768-2015  |                        |    |
|               |          |              |              |              |              |              | 14                            | Кинематическая вязкость при 80 °С, мм <sup>2</sup> /с        | -  | ГОСТ 33768-2015  |                        |    |
|               |          |              |              |              |              |              | 15                            | Давление насыщенных паров, кПа                               | -  | ГОСТ 1756  |                        |    |
|               |          |              |              |              |              |              | 16                            | Массовая доля воды, %, не более                              | 11,85±0,59                               | По 7.5 ГОСТ Р 70708<br>или ГОСТ 2477, раздел 2<br>ГОСТ 14870 |                        |    |
|               |          |              |              |              |              |              | 17                            | Концентрация фактических смол, мг/100 см <sup>3</sup>        | 0,54±0,03                                | ГОСТ 1567, ГОСТ 8489   |                        |    |
|               |          |              |              |              |              |              | 18                            | Теплота сгорания, кДж/кг                                     | -  | ГОСТ 21261   |                        |    |
|               |          |              |              |              |              |              | 19                            | Массовая доля бензола, %, не менее                           | 6680-7700                                | По 7.4 ГОСТ Р 70708,<br>ГОСТ Р 52714                         |                        |    |
|               |          |              |              |              |              |              | 20                            | Массовая доля общей серы, %, не более                        | -  | ГОСТ 19121, ГОСТ<br>33768-2015256                            |                        |    |
|               |          |              |              |              |              |              | 21                            | Массовая доля ароматических углеводородов С6-С8, %, не менее | ≤0,01                                    | По ГОСТ Р ЕН 12916   |                        |    |
|               |          |              |              |              |              |              | ТР 28.21.12-004-18379833-2023 |  |  |  | Лис                    |    |
|               |          |              |              |              |              |              | Изм.                          | Лист   | № докум.                                 | Подп.  | Дата                   | 49 |

## 2.5.2 Остаток зольноуглеродистый

Зольноуглеродистый остаток представляет собой пористую крошку с размером частиц 0,1-30 мм, отдельные частицы могут быть размером до 60-120 мм. Цвет – черный, с сероватым оттенком.

Остаток зольноуглеродистый изготавливается в соответствии с требованиями ТУ 20.13.21-006-18379833-2021.

При выгрузке остатка зольноуглеродистого фрагменты размером 10x15 мм задерживаются на сетке реактора установки серии БРП и должны удаляться через загрузочный люк реактора во время периодических чисток (1 раз в неделю).

Испытательным центром «Теплотехник» ОАО «ВТИ» были проведены исследования образца твердых промышленных отходов (зольноуглеродистого остатка после пиролиза ТКО). Все результаты испытаний пересчитывались на различные состояния: рабочее состояние, сухое состояние и сухое беззольное состояние.

Остаток зольноуглеродистый может самовоспламеняться от источников огня. При загорании сухого углеродистого остатка его следует тушить паром или инертным газом.

Таблица 2.29 - Физико-химические показатели остатка зольноуглеродистого

| № п/п | Характеристика   | Значение |
|-------|--|----------|
| 1     | Плотность, кг/м <sup>3</sup> , не более                  | 430      |
| 2     | Теплота сгорания, кДж/кг, не менее                       | 27250    |
| 3     | Зольность, %, не более                                   | 17       |
| 4     | Укрывистость, г/м <sup>2</sup> , не менее                | 50       |
| 5     | Массовая доля серы, %, не более                          | 2,6      |
| 6     | Влажность, %, не более                                   | 3        |
| 7     | Удельная поверхность не менее, м <sup>2</sup> /г         | 7,5      |
| 8     | Основная фракция (d(0.5)), мкм                           | 135      |
| 9     | Абсорбция дибутилфталата не менее, см <sup>3</sup> /100г | 50       |

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

Лис

50

Таблица 2.29 – Характеристики остатка зольноуглеродистого после пиролиза ТКО

| № п/п | Наименование показателя                             | Аналитическая проба | Результаты пересчета аналитических данных, масс. % |                 |                            |
|-------|---|---------------------|--|-----------------|----------------------------|
|       |   |                     | Рабочее состояние                                  | Сухое состояние | Сухое беззольное состояние |
| 1     | Содержание влаги, %                                 | 1,56                | 1,65   | -               | -                          |
| 2     | Зольность, %  | 50,09               | 50,04  | 50,88           | -                          |
| 3     | Содержание серы, %                                  | 0,46                | 0,46   | 0,47            | 0,95                       |
| 4     | Содержание хлора, %                                 | 1,87                | 1,87   | 1,90            | 3,87                       |
| 5     | Содержание углерода, %                              | 40,9                | 40,9   | 41,5            | 84,6                       |
| 6     | Содержание водорода, %                              | 1,45                | 1,45   | 1,47            | 3,00                       |
| 7     | Содержание азота, %                                 | 1,66                | 1,66   | 1,69            | 3,43                       |
| 8     | Содержание кислорода, %                             | 2,01                | 1,97   | 2,09            | 4,15                       |
| 9     | Выход летучих веществ, %                            | 16,02               | 16,01  | 16,27           | 33,13                      |
| 10    | Теплота сгорания в калориметрической бомбе, ккал/кг | 3510                | -  | -               | -                          |
| 11    | Теплота сгорания высшая, ккал/кг                    | 3500                | -  | 3550            | 7230                       |
| 12    | Теплота сгорания низшая, ккал/кг                    | -                   | 3410   | 3470            | 7070                       |

Таблица 2.30 – Характеристики остатка зольноуглеродистого после пиролиза древесной щепы

| № п/п | Наименование показателя                             | Аналитическая проба | Результаты пересчета аналитических данных, масс. % |                 |                            |
|-------|---|---------------------|--|-----------------|----------------------------|
|       |   |                     | Рабочее состояние                                  | Сухое состояние | Сухое беззольное состояние |
| 1     | Содержание влаги, %                                 | 2,25                | 2,25   | -               | -                          |
| 2     | Зольность, %  | 13,23               | 13,23  | 13,53           | -                          |
| 3     | Содержание серы, %                                  | < 0,01              | <0,01  | < 0,01          | < 0.01                     |
| 4     | Содержание углерода, %                              | 79,4                | 79,4   | 81,2            | 93,9                       |
| 5     | Содержание водорода, %                              | 1,65                | 1,65   | 1,69            | 1,95                       |
| 6     | Содержание азота, %                                 | 0,80                | 0,80   | 0,82            | 0,95                       |
| 7     | Содержание кислорода, %                             | 2,66                | 2,66   | 2,75            | 3,19                       |
| 8     | Выход летучих веществ, %                            | 6,14                | 6,14   | 6,28            | 7,26                       |
| 9     | Теплота сгорания в калориметрической бомбе, ккал/кг | 6680                | -  | -               | -                          |
| 10    | Теплота сгорания высшая, ккал/кг                    | 6670                | 6670   | 6820            | 7890                       |
| 11    | Теплота сгорания низшая, ккал/кг                    | -                   | 6570   | 6740            | 7790                       |

TP 28.21.12-004-18379833-2023

Лис

51

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

Таблица 2.31 – Характеристики остатка зольноуглеродистого после пиролиза лигнина

| № п/п | Наименование показателя                             | Аналитическая проба | Результаты пересчета аналитических данных, масс. % |                 |                            |
|-------|---|---------------------|--|-----------------|----------------------------|
|       |   |                     | Рабочее состояние                                  | Сухое состояние | Сухое беззольное состояние |
| 1     | Содержание влаги, %                                 | 4,48                | 11,85  | -               | -                          |
| 2     | Зольность, %  | 11,48               | 10,59  | 12,02           | -                          |
| 3     | Содержание серы, %                                  | 0,30                | 0,28   | 0,31            | 0,36                       |
| 4     | Содержание углерода, %                              | 70,2                | 64,8   | 73,5            | 83,5                       |
| 5     | Содержание водорода, %                              | 5,75                | 5,31   | 6 02            | 6,84                       |
| 6     | Содержание азота, %                                 | 2,03                | 1,87   | 2 12            | 2,41                       |
| 7     | Содержание кислорода, %                             | 5,76                | 5,30   | 6 03            | 6,89                       |
| 8     | Выход летучих веществ, %                            | 43,53               | 40,17  | 45,57           | 51,80                      |
| 9     | Теплота сгорания в калориметрической бомбе, ккал/кг | 7270                | -  | -               | -                          |
| 10    | Теплота сгорания высшая, ккал/кг                    | 7250                | -  | 7590            | 8630                       |
| 11    | Теплота сгорания низшая, ккал/кг                    | -                   | 6350   | 7280            | 8270                       |

Таблица 2.32 – Характеристики остатка зольноуглеродистого после пиролиза RDF топлива

| № п/п | Наименование показателя                             | Аналитическая проба | Результаты пересчета аналитических данных, масс. % |                 |                            |
|-------|---|---------------------|--|-----------------|----------------------------|
|       |   |                     | Рабочее состояние                                  | Сухое состояние | Сухое беззольное состояние |
| 1     | Содержание влаги, %                                 | 12,66               | 23,84  | -               | -                          |
| 2     | Зольность, %  | 35,73               | 31,16  | 40,91           | -                          |
| 3     | Содержание серы, %                                  | 0,45                | 0,39   | 0,51            | 0,87                       |
| 4     | Содержание углерода, %                              | 45,8                | 39,9   | 52,4            | 88,7                       |
| 5     | Содержание водорода, %                              | 0,70                | 0,61   | 0,80            | 1,36                       |
| 6     | Содержание азота, %                                 | 1,23                | 1,07   | 1,41            | 2,38                       |
| 7     | Содержание кислорода, %                             | 3,43                | 3,03   | 3,97            | 6,69                       |
| 8     | Выход летучих веществ, %                            | 5,47                | 4,77   | 6,26            | 10,60                      |
| 9     | Теплота сгорания в калориметрической бомбе, ккал/кг | 3820                | -  | -               | -                          |
| 10    | Теплота сгорания высшая, ккал/кг                    | 3810                | -  | 4360            | 7370                       |
| 11    | Теплота сгорания низшая, ккал/кг                    | -                   | 3150   | 4320            | 7300                       |

TP 28.21.12-004-18379833-2023

Лис

52

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

По ГОСТ 19433 класс опасности сухого углеродистого остатка 9, подкласс – 9.1. Для предупреждения самовозгорания остатка зольноуглеродистого предусмотрена выгрузка его в герметичный стальной сосуд. Также в непосредственной близости от места выгрузки остатка зольноуглеродистого необходимо предусмотреть возможность тушения его разбрызгиванием воды.

Остаток зольноуглеродистый (после соответствующей переработки) можно использовать в резинотехнической промышленности в качестве наполнителя резины; в качестве добавки ко всем полимерам для улучшения механических и эксплуатационных свойств; в качестве присадки в металлургии, в качестве черного пигмента в лакокрасочной промышленности, в печах в качестве твердого топлива (после необходимой обработки), либо в качестве добавки к жидкому топливу; в качестве заменителя активированного угля (после специальной активации), что является экономически целесообразным в связи с высокой ценой этого продукта.

### 2.5.3 Газ пиролизный

Характеристики газа пиролиза, используемого в процессе работы установки, представлены в таблице 3.4.

Таблица 2.33 - Характеристики газа пиролиза

| № п/п | Характеристика                            | Значение |
|-------|---|----------|
| 1     | Состав газа пиролиза, %                   |          |
|       | Азот (N <sub>2</sub> )                    | 2-4      |
|       | Водород (H <sub>2</sub> )                 | 10-20    |
|       | Окись углерода (CO)                       | 2-6      |
|       | Двуокись углерода (CO <sub>2</sub> )      | 2-8      |
|       | Метан (CH <sub>4</sub> )                  | 30-40    |
|       | Этан (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )     | 10-20    |
|       | Влага (H <sub>2</sub> O)                  | 30-40    |
| 2     | Плотность при НУ, кг/м <sup>3</sup>       | до 1,18  |
| 3     | Удельная теплота сгорания по ГОСТ, МДж/кг | до 48    |

Таблица 2.34 Характеристики газа пиролиза шин автомобильных

| Компонент              | % об    |       |       | % масс |       |       |
|------------------------|---------|-------|-------|--------|-------|-------|
|                        | водород | 0,62  | 0,00  | 0,85   | 0,04  | 0,00  |
| кислород               | 0,58    | 19,68 | 7,15  | 0,58   | 21,55 | 6,34  |
| азот                   | 74,60   | 78,08 | 41,15 | 64,76  | 74,81 | 31,93 |
| монооксид углерода     | 0,46    | 0,00  | 0,16  | 0,40   | 0,00  | 0,12  |
| диоксид углерода       | 16,57   | 1,62  | 43,39 | 22,61  | 2,44  | 52,90 |
| метан                  | 1,20    | 0,05  | 1,69  | 0,60   | 0,03  | 0,75  |
| этилен                 | 0,46    | 0,04  | 0,76  | 0,40   | 0,04  | 0,59  |
| этан                   | 0,35    | 0,03  | 0,67  | 0,32   | 0,03  | 0,55  |
| пропилен               | 0,53    | 0,04  | 0,67  | 0,69   | 0,06  | 0,78  |
| пропан                 | 0,31    | 0,03  | 0,44  | 0,43   | 0,04  | 0,54  |
| изобутан               | 0,10    | 0,01  | 0,15  | 0,18   | 0,02  | 0,24  |
| н-бутан                | 0,13    | 0,03  | 0,14  | 0,24   | 0,05  | 0,23  |
| т-бутен-2              | 0,12    | 0,01  | 0,07  | 0,20   | 0,01  | 0,11  |
| бутен-1                | 0,12    | 0,02  | 0,22  | 0,21   | 0,03  | 0,34  |
| изобутен               | 0,44    | 0,09  | 0,92  | 0,76   | 0,16  | 1,43  |
| ц-бутен-2              | 0,08    | 0,01  | 0,05  | 0,14   | 0,01  | 0,08  |
| бутадиен               | 0,85    | 0,02  | 0,19  | 1,42   | 0,04  | 0,28  |
| изопентан              | 0,07    | 0,01  | 0,62  | 0,15   | 0,03  | 1,24  |
| в-пентан               | 0,10    | 0,01  | 0,27  | 0,22   | 0,03  | 0,53  |
| пентены                | 0,86    | 0,11  | 0,21  | 1,87   | 0,27  | 0,41  |
| углеводороды С6 и выше | 1,45    | 0,12  | 0,24  | 3,79   | 0,34  | 0,56  |

|  | Показатель по ГОСТ | Фактическое значение  |      |       |
|--|--------------------|---|------|-------|
|  |                    | Низшая теплота сгорания при стандартных условиях, МДж/м <sup>3</sup> , не менее | 31,8 | 7,4   |
| Молярная доля диоксида углерода, %, не более | 2,5                | 16,57   | 1,6  | 43,39 |

Перв. примен. / Справ. № / Подп. и дата / Инв. № дубл. / Взам. инв. № / Подп. и дата / Инв. № подл.

Таблица 2.35 Характеристики газа пиролиза медицинских отходов

| Компонент                          | % об  |       | % масс |       |
|------------------------------------|-------|-------|--------|-------|
|                                    |       |       |        |       |
| водород                            | 2,33  | 3,15  | 2,33   | 0,17  |
| кислород                           | 4,57  | 3,04  | 4,57   | 2,55  |
| азот                               | 26,41 | 17,82 | 26,41  | 13,05 |
| монооксид углерода                 | 3,13  | 0,19  | 3,13   | 0,14  |
| диоксид углерода                   | 35,67 | 37,99 | 35,67  | 43,73 |
| метан                              | 8,09  | 7,62  | 8,09   | 3,19  |
| этилен                             | 3,50  | 5,02  | 3,50   | 3,67  |
| этан                               | 3,90  | 4,18  | 3,90   | 3,28  |
| пропилен                           | 4,29  | 6,96  | 4,29   | 7,65  |
| пропан                             | 1,38  | 1,63  | 1,38   | 1,87  |
| изобутан                           | 0,11  | 0,15  | 0,11   | 0,23  |
| н-бутан                            | 0,40  | 0,23  | 0,40   | 0,35  |
| т-бутен-2                          | 0,24  | 0,27  | 0,24   | 0,40  |
| бутен-1                            | 0,90  | 1,29  | 0,90   | 1,89  |
| изобутен                           | 1,68  | 3,38  | 1,68   | 4,96  |
| ц-бутен-2                          | 0,17  | 0,17  | 0,17   | 0,25  |
| бутадиен                           | 1,04  | 2,05  | 1,04   | 2,90  |
| изопентан                          | 0,13  | 0,26  | 0,13   | 0,50  |
| в-пентан                           | 1,22  | 2,01  | 1,22   | 3,79  |
| пентены                            | 0,18  | 0,39  | 0,18   | 0,71  |
| углеводороды C <sub>6</sub> и выше | 0,66  | 2,11  | 0,66   | 4,66  |

|  | Показатель по ГОСТ | Фактическое значение |       |
|--|--------------------|----------------------|-------|
| Низшая теплота сгорания при стандартных условиях, %, МДж/м <sup>3</sup> , не менее | 31,8               | 20,4                 | 30,5  |
| Молярная доля диоксида углерода, %, не более                                       | 2,5                | 35,67                | 37,99 |

Газ, полученный в результате пиролиза отработанных автомобильных пневматических шин и медицинских отходов, не соответствует требованиям ГОСТ 5542 по содержанию диоксида углерода и по значению низшей теплоты сгорания, но поскольку низшая теплота сгорания газа превышает 1,83 МДж/м<sup>3</sup>, при определенных условиях может поддерживать горение, т.е. является горючим.

Перв. примен. / Справ. № / Подп. и дата / Инв. № дубл. / Взам. инв. № / Подп. и дата / Инв. № подл.

### 3 Описание технологического процесса и технологической схемы производственного объекта

#### 3.1 Теоретические основы технологического процесса

В основе технологического процесса утилизации отходов, реализуемого на Комплексе, лежит метод низкотемпературного пиролиза (до + 400 С).

Пиролиз – процесс термического разложения отходов, содержащих органические вещества, при недостатке или отсутствии окислителя, в результате чего образуются парогазовая смесь и твердый углеродистый остаток.

Рассмотрим на примере пиролиза ТКО (твердые коммунальные отходы). Главным преимуществом пиролиза по сравнению с процессом непосредственного сжигания отходов является его высокая эффективность с точки зрения предотвращения загрязнения окружающей среды. Кроме того, с помощью пиролиза можно утилизировать различные составляющие ТБО, не поддающиеся другим видам утилизации, а именно, пластмассы, автопокрышки, отстойные вещества, отработанные масла и др. После проведения пиролиза практически не остается биологически активных веществ, в связи с чем, подземное складирование отходов пиролиза не несет в себе вреда окружающей среде.

К преимуществам пиролиза можно отнести малую мощность используемого оборудования и легкость транспортировки и хранения полученных продуктов.

Комплекс рассчитывается под определенные параметры работы в зависимости от Технического задания.

За критерий оптимальности ведения процесса принят максимальный выход жидкой фракции, контролируется максимальной температурой пиролиза. За критерий готовности остатка зольноуглеродистого принят критерий на минимальное содержание летучих веществ в составе углерода, которое контролируется наличием пламени в горелках газа пиролиза.

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|------|------|----------|-------|------|

TP 28.21.12-004-18379833-2023

Лис  
56

## 3.2 Описание технологического процесса

Схема технологическая для циклического режима приведена в Приложении А.

Описание технологического процесса по стадиям приведено в разделе 5 настоящего ТР.

В технологической схеме указаны основные технологические параметры процесса (температуры и давления, а также потоки), основного оборудования, участвующего в процессе, включенного в состав технологической схемы, основных элементов автоматизации и блокировок.

### 3.2.1 Блок-схема

Блок-схема режима работы Комплекса приведена на рисунке 3.1.

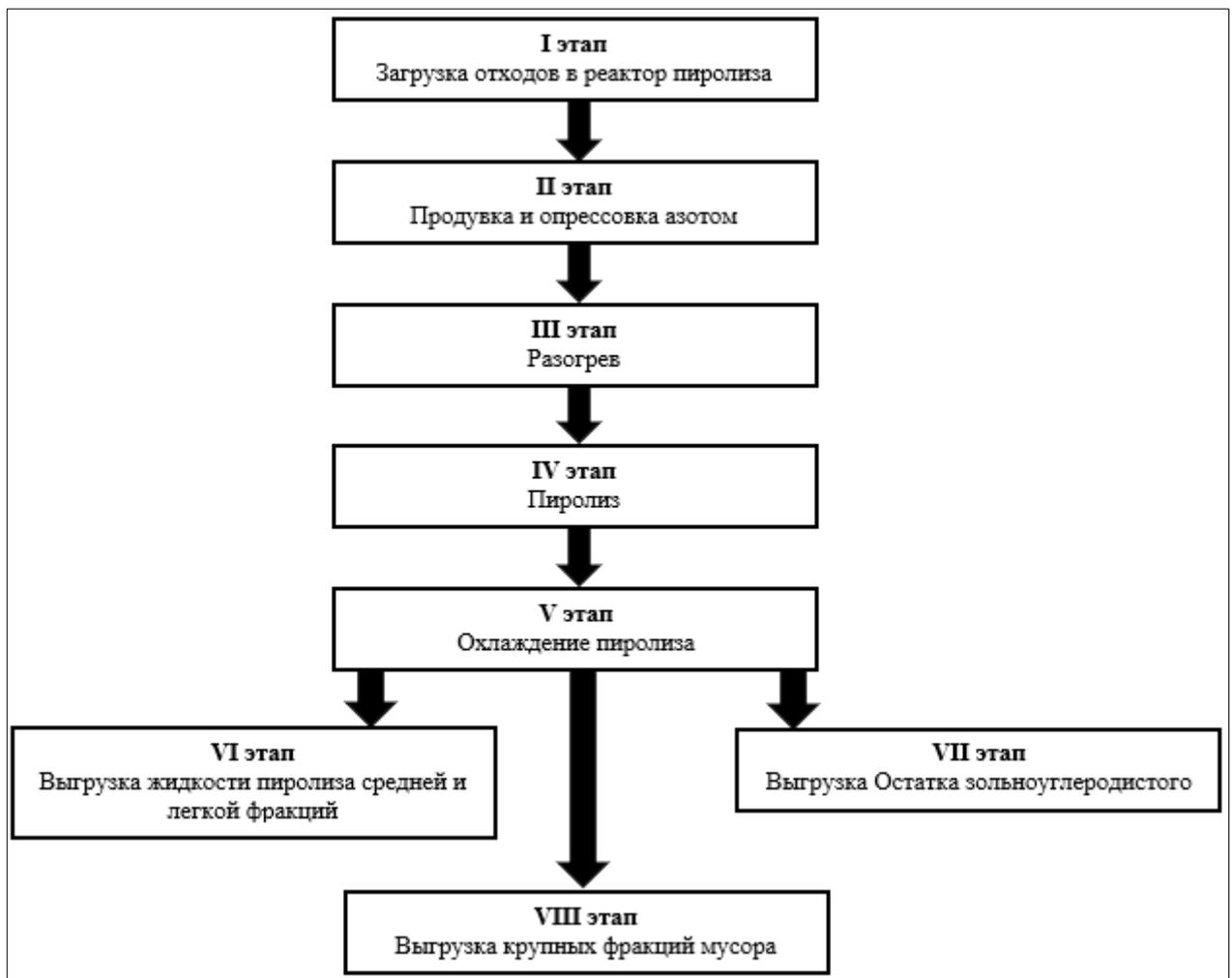


Рисунок 3.1 - Блок-схема производственного процесса

### 3.2.2 Аппаратная схема производства

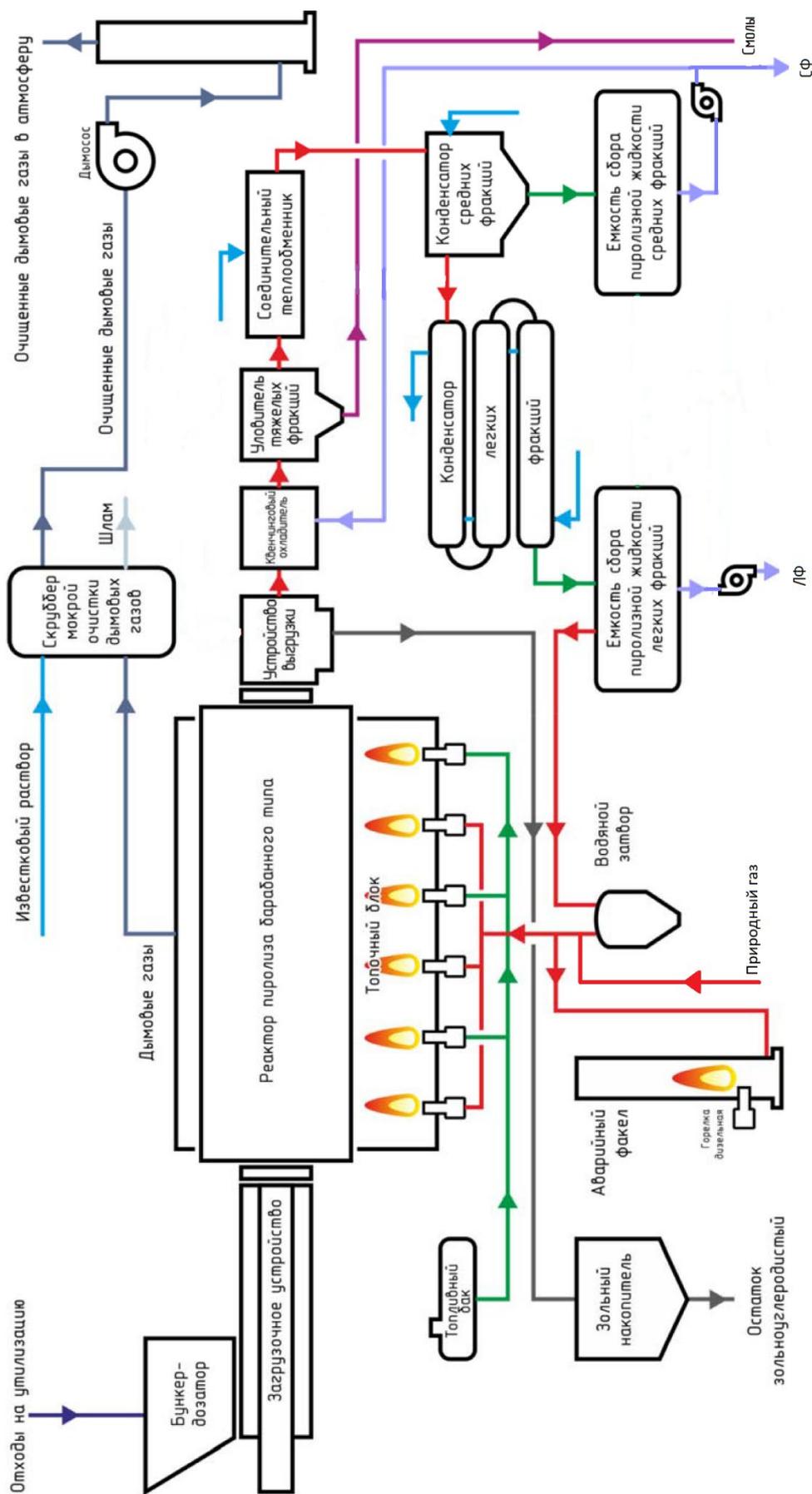


Рисунок 3.2 - Аппаратная схема производства

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|      |      |          |       |      |

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

Лис  
58

### 3.2.3 План типичного производственного участка

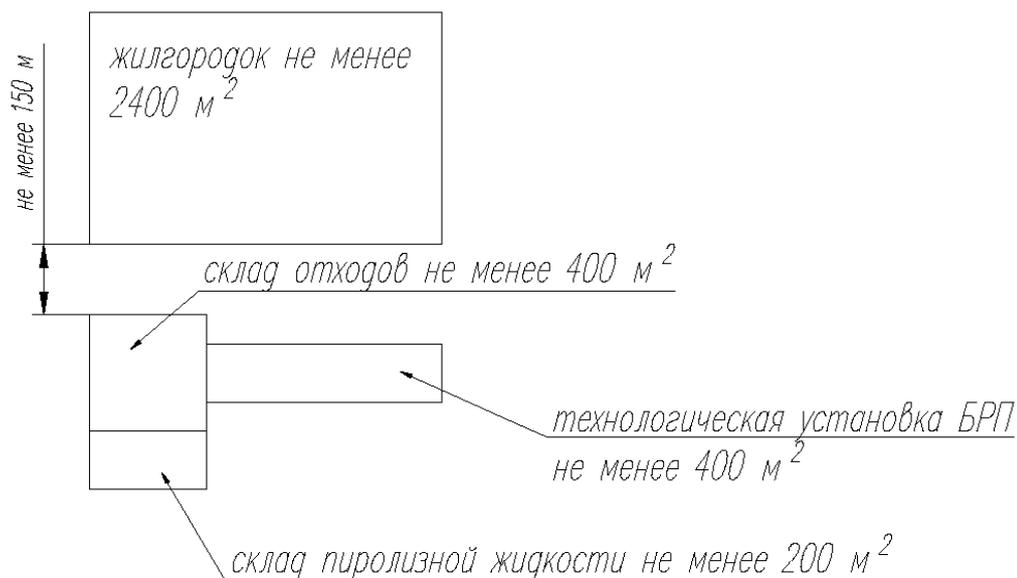


Рисунок 3.3 - План расположения Комплекса

### 3.2.4 Описание технологического процесса

Общий вид Комплекса приведен на рисунке 3.4.

Загрузка сырья обеспечивается дозированной подачей при помощи загрузочного устройства в люк реактора (см. рисунок 3.4).

Наполнение колбы реактора контролируется оператором визуальным способом (при помощи стационарного фонаря). Оператор регулирует степень наполнения сырьем колбы реактора, отодвигая положение загрузочного конвейера в обратном направлении, для равномерного распределения сырья в рабочем пространстве. После наполнения колбы реактора, оператор прекращает подачу сырья, отключив транспортеры согласно алгоритму (см. АСУ ТП). Важно учитывать скорость движения ленты и время срабатывания/задержки оборудования. Загрузка жидких и пастообразных отходов в реактор происходит непосредственно через загрузочный люк от илососной машины. Загрузка жидких и пастообразных отходов производится избыточным давлением, создаваемым илососной машиной. Загрузка жидких отходов не должна превышать уровень оси колбы реактора.

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|------|------|----------|-------|------|
|      |      |          |       |      |

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

Лис  
59

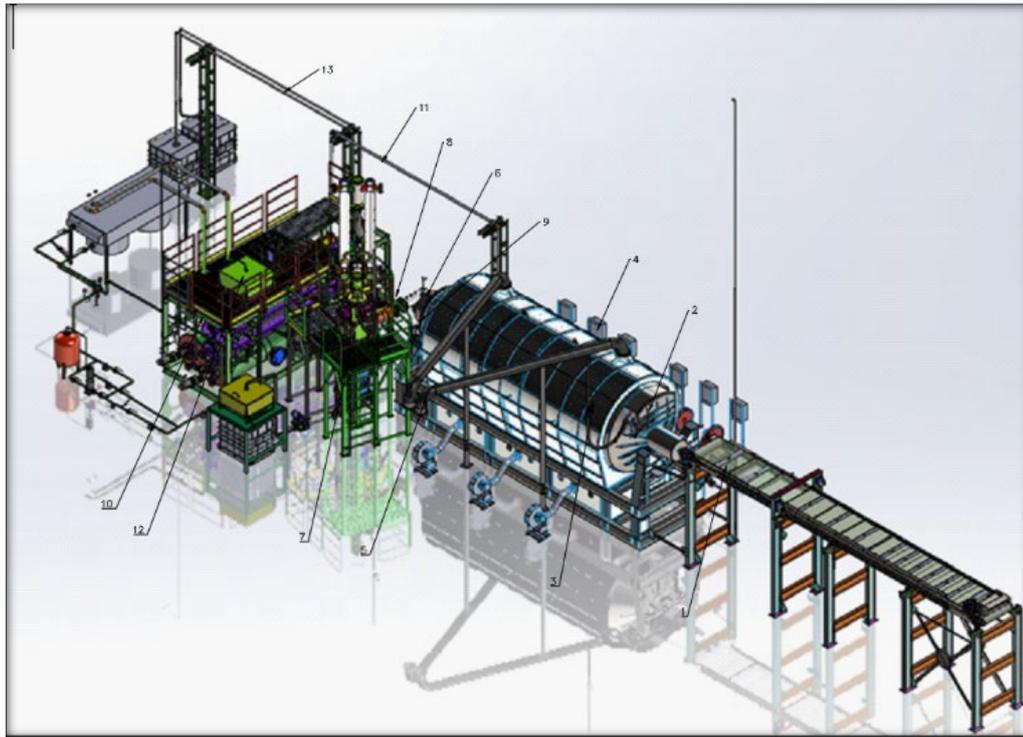


Рисунок 3.4 - Общий вид Комплекса

1-Загрузочный телескопический конвейер; 2-Загрузочное устройство; 3-Реактор пиролиза барабанного типа с кожухом; 4-Топочный блок; 5-Система отвода дымовых газов; 6-Узел стыковочный; 7-Уловитель тяжелой фракции; 8-Теплообменник №1; 9- Устройство выгрузки Зольноуглеродистого остатка; 10-Блок конденсации; 11, 13 - трубопроводы; 12-Насосная установка впрыска в УТФ

Процесс пиролиза происходит во вращающемся реакторе барабанного типа (барабанная вращающаяся печь), нагреваемом горелочными устройствами, расположенными в топочном блоке. Внутри реактора утилизируемые отходы под воздействием температуры с ограниченным доступом кислорода подвергаются процессу пиролиза, в результате которого образуется парогазовая смесь, отводящаяся в блок конденсации, и остаток зольноуглеродистый (ЗУО).

Нагрев реактора осуществляется за счет тепла продуктов сгорания, поступающих из топочного блока в пространство между барабаном реактора и кожухом реактора. Во время производственного процесса реактор вращается с постоянной скоростью. Дымовые газы из топочного пространства реактора очищаются в системе отвода дымовых газов мокрым способом. По окончании цикла пиролиза производится охлаждение реактора, при этом дымосос, находящийся в системе отвода дымовых газов, продолжает работу в обязательном порядке с целью обдувания наружных стенок реактора холодным воздухом извне.

|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|      |      |          |       |      |

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

Лис

60

Перв. примен.  
Справ. №

В блоке конденсации происходит конденсация жидкости пиролиза и ее пофракционный сбор. Остаточные неконденсируемые газы направляются на сжигание в газовые горелки топочного пространства реактора и в печь утилизации избыточного газа.

В завершение производственного цикла осуществляется выгрузка зольноуглеродистого остатка.

Подробные инструкции по работе оборудования, описание операций и контролируемых параметров приводятся в руководстве по эксплуатации.

Приемка, упаковка, маркировка, хранение, транспортирование и утилизация продуктов пиролиза производятся в соответствии с требованиями:

Остаток зольноуглеродистый - ТУ 20.13.21-006-18379833-2021;

Жидкость пиролиза - ТУ 19.20.28-006-18379833-2023.

Подп. и дата  
Инв. № дубл.  
Взам. инв. №  
Подп. и дата  
Инв. № подл.

|      |      |          |       |      |                               |     |
|------|------|----------|-------|------|-------------------------------|-----|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | ТР 28.21.12-004-18379833-2023 | Лис |
|      |      |          |       |      |                               | 61  |

#### 4 Нормы технологического режима

Значения параметров ведения технологического процесса, поддержание которых позволит обеспечивать качество утилизации отходов методом пиролиза и обеспечить соблюдение требований техники безопасности и безопасности окружающей среды, представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Параметры технологического режима

| № п/п | Технологическая операция. Технологический параметр   | Допускаемые пределы технологического параметра |
|-------|--|--|
| 1     | Производительность подачи отходов на утилизацию, т/сут   | До 25  |
| 2     | Выход по жидкости пиролиза*, т/сут   | До 10  |
| 3     | Выход по остатку зольно-углеродистому, т/сут   | До 15  |
| 4     | Расход жидкого топлива на этапе нагрева реактора пиролиза, л/час   | 20-120   |
| 5     | Расход газа пиролиза на работу Комплекса, м <sup>3</sup> /час  | 18-100   |
| 6     | Устойчивая температура в реакторе пиролиза, °С   | До 400   |
| 7     | Давление в реакторе пиролиза, кПа, не выше   | 40   |
| 8     | Скорость вращения реактора пиролиза, об/мин  | 4  |
| 9     | Температура дымовых газов на выходе из трубы, °С   | 100-200  |
| 10    | Температура охлаждающей воды на входе в уловитель тяжелых фракций, °С  | 5-35   |
| 11    | Расход охлаждающей жидкости в квенчинговом охладителе, м <sup>3</sup> /час   | 0,02-0,2                                       |
| 12    | Температура охлаждающей воды на входе в блок конденсации, °С   | 5-35   |
| 13    | Температура охлаждающей воды на выходе из блока конденсации, °С  | 35-70  |
| 14    | Расход воды на подпитку при использовании емкости естественного охлаждения (при относит. влажности воздуха 60% и температуре 20°С), м <sup>3</sup> /сут                                | 0,05   |
| 15    | Объем отходящих дымовых газов, м <sup>3</sup> /час   | 1500-4500                                      |
| 16    | Расход раствора в скруббере, м <sup>3</sup> /час   | 0,1-0,2  |
| 17    | Объем известкового раствора в баке, м <sup>3</sup> не менее  | 0,7  |
| 18    | Расход воды на приготовление известкового раствора, м <sup>3</sup> /сут  | 1,6-4,0  |
| 19    | Максимальный линейный размер частиц утилизируемых отходов, мм  | 50   |
| 20    | Объем образующихся смол, до кг/сут   | 200  |
| 21    | Норма объема образующихся отходов конвейерной ленты при техническом обслуживании конвейера получено по результатам эксплуатации за 2 года на опытно промышленной установке БРП-1, т/г. | 0,035  |
| 22    | Норма объема образующихся отходов черных металлов при техническом обслуживании конвейера получено по результатам эксплуатации за 2 года на опытно промышленной установке БРП-1, т/г.   | 0,1  |

\*Выход жидкости пиролиза в значительной мере зависит от исходного состава отходов.

|               |              |                               |              |              |      |      |          |       |      |
|---------------|--------------|-------------------------------|--------------|--------------|------|------|----------|-------|------|
| Перв. примен. | Справ. №     | ТР 28.21.12-004-18379833-2023 |              |              |      |      | Лис      |       |      |
|               |              |                               |              |              |      |      | 62       |       |      |
| Подп. и дата  | Инв. № дубл. | Взам. инв. №                  | Подп. и дата | Инв. № подл. | Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|               |              |                               |              |              |      |      |          |       |      |

## 5 Контроль технологического процесса

### Входной контроль отходов, принимаемых на утилизацию

К утилизации на Комплексе принимаются органические и полимерные фракции, входящие в состав твердых коммунальных отходов, и другие органические отходы, включенные в ФККО (Федеральный классификационный каталог отходов, утвержден приказом Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 22.05.2017 N 242 (в ред. от 16.05.2022)).

Отходы потребления доставляются специальным автомобильным транспортом. Входной контроль осуществляется для определения свойств отходов, подаваемых для утилизации на Комплексе.

При въезде на территорию организован контрольно-пропускной пункт, где производится взвешивание, регистрация грузов и входящий радиационный контроль в соответствии с «Временными критериями по принятию решений при обращении с почвами, твердыми строительными, промышленными и другими отходами, содержащими гамма-излучающие радионуклиды», утвержденными Главным государственным санитарным врачом РФ 05.06.1992 г. № 01-19/5-11.

Входной радиационный контроль для обнаружения источников гамма- и нейтронного излучения в принимаемых на утилизацию отходах, перемещаемых на полигон ТБО через зону контроля в транспортных средствах, осуществляется с помощью системы обнаружения делящихся и радиоактивных материалов стационарной таможенной «ЯНТАРЬ-2СН».

Критерием допуска к использованию в технологическом процессе по настоящему ТР является мощность экспозиционной дозы не более 30 мкр/ч.

КПП оснащен двумя устройствами весового контроля.

На принимаемые на утилизацию отходы I - IV классов опасности поставщик отходов должен предоставлять паспорт ФККО, составленный на основании данных о составе отходов, оценке степени их негативного воздействия на окружающую среду.

Выгрузка поступающих отходов осуществляется специализированным транспортом с разгрузочной площадки непосредственно в зависимости от типа

Перв. примен.  
Справ. №

Подп. и дата  
Инв. № дубл.  
Взам. инв. №  
Подп. и дата  
Инв. № подл.

|      |      |          |       |      |                               |           |
|------|------|----------|-------|------|-------------------------------|-----------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | ТР 28.21.12-004-18379833-2023 | Лис<br>63 |
|      |      |          |       |      |                               |           |

|               |   |      |          |       |      |  |
|---------------|---|------|----------|-------|------|--|
| Перв. примен. | <p>отхода и текущей загрузки комплекса либо в бункер-накопитель, либо на питатели (бункера-дозаторы), оборудованные разрывателями пакетов. В случае выгрузки в приемный бункер, в дальнейшем отходы перемещаются на питатели с помощью одного из двух грейферных кранов.</p> <p>Входной контроль принимаемых на утилизацию отходов для переработки на установке серии БРП производится методом предварительного анализа состава, свойств и характеристик, заявленных в сопровождающих документах, согласно ГОСТ Р 57741-2017, и методом визуального контроля.</p> <p>Входной контроль предусматривает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– наличие системы мероприятий, направленных на полное документирование и регламентирование надлежащего обращения с приемлемыми видами отходов, поступающих на предприятие;</li> <li>– наличие четких и однозначных критериев для отказа в принятии отходов и для оповещения обо всех выявленных при этом несоответствиях;</li> <li>– применение визуального осмотра входящего потока отходов для проверки их соответствия полученному описанию во время процедуры предварительной приемки;</li> <li>– идентификацию отходов (опасные или неопасные) и информацию о поставщике (производителе отходов).</li> </ul> <p>Процедура входного контроля поступающих на утилизацию отходов включает в себя следующие мероприятия:</p> <p>После питателей (бункеров-дозаторов) отходы поступают в барабанный грохот, где разделяются на два потока: с размеров фракции до 70 мм, и с размеров фракции более 70 мм. Мелкая фракция (до 70 мм) направляется с помощью отводного конвейера «хвостов» 1 рода в цех гидросепарации. Крупная фракция (свыше 70 мм) поступает в сортировочную кабину, оборудованную постами ручной сортировки. Отходы при приеме подвергаются внешнему осмотру сотрудником предприятия (оператором комплекса) на предмет отсутствия объектов, превышающих габаритные значения, в случае их наличия они должны быть извлечены вручную.</p> |      |          |       |      |  |
|               | Справ. №  |      |          |       |      |  |
| Подп. и дата  |   |      |          |       |      |  |
|               | Инв. № дубл.  |      |          |       |      |  |
| Взам. инв. №  |   |      |          |       |      |  |
|               | Подп. и дата  |      |          |       |      |  |
| Инв. № подл.  |   |      |          |       |      |  |
|               | Изм.  | Лист | № докум. | Подп. | Дата | <p style="text-align: center;">ТР 28.21.12-004-18379833-2023</p> |

|                                      |   |   |          |       |      |      |      |          |       |      |  |  |  |  |
|--------------------------------------|---|---|----------|-------|------|------|------|----------|-------|------|--|--|--|--|
| Перв. примен.                        | <p>Задачей каждого места является отбор конкретной фракции. Каждая фракция собирается в персональном месте и по мере накопления по отдельному транспортеру направляется к пакетировочному прессу, где отсортированное вторсырье в зависимости от фракции либо брикетируется, либо сгружается в транспортные бункера (стекло, электрооборудование, некоторые виды металлоизделий и т.д.) с дальнейшим перемещением в зону складирования.</p> |   |          |       |      |      |      |          |       |      |  |  |  |  |
|                                      | Справ. №  | <p>Прошедшие этап предварительной обработки отходы загружаются фронтальным погрузчиком в мобильный двухвальный шредер, оборудованный магнитным сепаратором для извлечения магнитных включений после дробления. Дробленные ТБО конвейером, входящим в комплектацию шредера, транспортируются в вибрационный грохот. Следующим циклом обработки отходов является разделение дробленных отходов на фракции по их размеру на специальных просеивающих поверхностях – вибрационных сменных ситах. Фракционное разделение производится на три размерных ряда: крупная фракция; средняя фракция; мелкая фракция.</p> |          |       |      |      |      |          |       |      |  |  |  |  |
| Подп. и дата                         |   | <p>Крупная фракция направляется в приёмную зону ванны гидравлической сепарации, где отделяются полимерные материалы, бумага и картон, дерево и растительные частицы, ПЭТФ бутылка, стекло, упаковка различных видов и т.д.</p>  |          |       |      |      |      |          |       |      |  |  |  |  |
|                                      | Инв. № дубл.  | <p>Средняя фракция направляется на воздушную сепарацию. После обработки средней и крупной фракций отходы через ленточный конвейер подаются на узел распределения ТКО для равномерной подачи на участок БРП в соответствие с производственным циклом реакторов. Легкая фракция, содержащая в себе преимущественно полимеры, может быть направлена напрямую в цех БРП.</p>  |          |       |      |      |      |          |       |      |  |  |  |  |
| Взам. инв. №                         |   | <p>При приемке отходов сверяется соответствие их паспорту опасного отхода и другим сопроводительным документам, подтверждающим объем и состав отходов.</p>  |          |       |      |      |      |          |       |      |  |  |  |  |
|                                      | Подп. и дата  | <p>Контроль проводится силами и средствами эксплуатирующей организации комплекса, результаты документируются в журнале входного контроля.</p>   |          |       |      |      |      |          |       |      |  |  |  |  |
| Инв. № подл.                         |   | <p>Информационная таблица:</p> <table border="1"> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>  |          |       |      | Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |  |  |  |  |
|                                      | Изм.  | Лист  | № докум. | Подп. | Дата |      |      |          |       |      |  |  |  |  |
|                                      |   |   |          |       |      |      |      |          |       |      |  |  |  |  |
| <p>ТР 28.21.12-004-18379833-2023</p> |   |   |          |       |      |      |      |          |       |      |  |  |  |  |
| <p>Лис</p>                           |   |   |          |       |      |      |      |          |       |      |  |  |  |  |
| <p>65</p>                            |   |   |          |       |      |      |      |          |       |      |  |  |  |  |

## Промежуточный контроль

Технологическая линия бескислородного расщепление полимеров (БРП) имеет производительность до 15.44 т/ч (при плотности поступающих ТКО около от 110 до 300 кг/м<sup>3</sup> и их стандартной морфологии). В основе технологического режима процесса утилизации отходов лежит метод термического разложения органического сырья – низкотемпературного пиролиза. В процессе пиролиза образуется остаток зольноуглеродистый и парогазовая смесь, которая состоит из паров углеводородов, водяных паров и горючих неконденсируемых газов, конденсируемых жидкостей пиролиза.

Во время работы Комплекса необходимо следить за температурой в реакторе пиролиза и давлением газов пиролиза.

В случаях сбоя подачи газа пиролиза на горелки, переходить на нагрев сырья жидким топливом пиролиза для сохранения поступательной реакции пиролиза. Для достижения максимальной производительности необходимо строго следить за температурным режимом и учитывать практический опыт.

Следует отметить, что во время реакции пиролиза датчики термопар могут выходить из строя, а также давать искажённые результаты температур на индикаторах вследствие загрязнения смоляными фракциями, что, в свою очередь, может дезинформировать рабочий персонал. Поэтому, помимо строгого соответствия температурному графику, рабочему персоналу Комплекса следует руководствоваться теоретическими знаниями особенностей реализуемых процессов.

Контроль основных параметров технологического процесса и управление аппаратами Комплекса осуществляется с щита управления.

### Контроль качества готовой продукции

Контроль качества готовой продукции осуществляется для подтверждения соответствия ее требованиям технических условий.

Контроль качества готовой продукции осуществляется силами привлеченной аттестованной лаборатории.

|               |          |              |              |              |              |              |                               |      |          |       |      |
|---------------|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------------|------|----------|-------|------|
| Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл. | ТР 28.21.12-004-18379833-2023 |      |          |       | Лис  |
|               |          |              |              |              |              |              | Изм.                          | Лист | № докум. | Подп. | Дата |

Контролируемые показатели с указанием стадий процесса и точки контроля приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Контролируемые показатели Комплекса с указанием стадий процесса и точек контроля

| Точка контроля                                       | Контролируемые показатели            | Нормативные документы на методы измерений (испытаний, контроля анализов)  | Норма             | Частота контроля |
|--|--------------------------------------|---|-------------------|------------------|
| <b>Входной радиационный контроль отходов</b>         |                                      |   |                   |                  |
| Площадка входного радиационного контроля             | Мощность экспозиционной дозы         | «Временные критерии по принятию решений при обращении с почвами, твердыми строительными, промышленными и другими отходами, содержащими гамма-излучающие радионуклиды», утвержденные Главным государственным санитарным врачом РФ 05.06.1992 г. № 01-19/5-11 | не более 30 мкР/ч | Каждая партия    |
| <b>Прием дисперсных отходов в непрерывном режиме</b> |                                      |   |                   |                  |
| Помещение накопления отходов                         | Габаритный размер частиц отходов, мм | Соответствующий габаритам загрузочного устройства   | 200×200×100       | Каждая партия    |
| Загрузочный транспортер                              | Скорость подачи, кг/ч                |   | 5000-30000        | Постоянно        |
| <b>Пиролиз отходов</b>                               |                                      |   |                   |                  |
| Реактор пиролиза                                     | Температура на выходе, °С            | п. 3.2.5.2 настоящего ТР  | До 400            | Постоянно        |
|  | Давление, кПа                        | п. 3.2.5.1 настоящего ТР  | Не выше 30        | Постоянно        |
|  | Скорость вращения барабана, 1/мин    | п. 3.2.5.1 настоящего ТР  | 4                 | Постоянно        |
| <b>Подача газа пиролиза на горелки</b>               |                                      |   |                   |                  |
| Линия подачи газа                                    | Расход газа, нм³/ч                   | п. 3.2.5 настоящего ТР  | 30-100            | Постоянно        |
| <b>Конденсация пиролиза жидкости</b>                 |                                      |   |                   |                  |
| Уловитель тяжелых фракций                            | Температура на выходе, °С            | п. 3.2.5.3 настоящего ТР  | 140-160           | Постоянно        |
| Конденсатор средних фракций                          | Температура на входе, °С             | п. 3.2.5.6.1 настоящего ТР  | 50-140            | Постоянно        |
| Теплообменник №2                                     | Температура на входе, °С             | п. 3.2.5.6.3 настоящего ТР  | 40-60             | Постоянно        |

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

Лис

67

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

|               |  |   |   |                                 |                         |  |
|---------------|--|---|---|---------------------------------|-------------------------|--|
| Перв. примен. | <b>Точка контроля</b>                        | <b>Контролируемые показатели</b>            | <b>Нормативные документы на методы измерений (испытаний, контроля анализов)</b> | <b>Норма</b>                    | <b>Частота контроля</b> |  |
|               | <b>Охлаждение блока конденсации</b>          |   |   |                                 |                         |  |
|               | Линия подачи воды на охлаждение              | Температура, °С                             | п. 9.1 настоящего ТР  | 5-30                            | Постоянно               |  |
|               | Линия сброса воды из блока конденсации       | Температура, °С                             | п. 4 настоящего ТР  | 35-70                           | Постоянно               |  |
|               | Емкость хранения топлива жидкости пиролизной | Состав, Анализ силами сторонней лаборатории | п. 3.2.5.6 настоящего ТР  | См.                             | Каждый новый вид отхода |  |
|               | <b>Система очистки дымовых газов</b>         |   |   |                                 |                         |  |
|               | Уровень раствора в емкости скруббера         | Уровень раствора                            |   | Не менее 90% от рабочего уровня | Постоянно               |  |
|               | Бак скруббера                                | рН  |   | 7-8                             | 1 раз в смену           |  |
|               |  |   |   |                                 |                         |  |

Данные о контроле технологического процесса с помощью систем сигнализации и блокировок представлены в Приложении Б.

Алгоритм технологического процесса представлен в Руководстве по эксплуатации БРП2.50.400.000.000.000 РЭ.

Контроль отходов и сырья на пригодность к технологии пиролиза

Не все отходы могут быть пригодны для обработки методом пиролиза, либо быть не пригодными к использованию в установках низкотемпературного пиролиза в отдельности. При включении в ФККО новых видов отходов в составе групп отходов, предусмотренных для пиролиза, для удостоверения возможности применения не апробированных отходов (не апробированными могут быть и отходы, произведенные из аналогичных апробированным отходам, но имеющим немного отличный состав), следует провести ряд процедур под контролем изготовителя/разработчика оборудования, а именно:

- провести тестовый пиролиз в лабораторной установке с объемом загрузки около 10 кг;

|              |  |
|--------------|--|
| Подп. и дата |  |
| Инв. № дубл. |  |
| Взам. инв. № |  |
| Подп. и дата |  |
| Инв. № подл. |  |

|      |      |          |       |      |                                      |           |
|------|------|----------|-------|------|--------------------------------------|-----------|
|      |      |          |       |      | <i>ТР 28.21.12-004-18379833-2023</i> | Лис       |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |                                      | <b>68</b> |

|                               |   |              |              |              |           |
|-------------------------------|---|--------------|--------------|--------------|-----------|
| Перв. примен.                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• изучить отложения в трубопроводах, на стенках реторты, наличие следов разрушения металла и т.д.;</li> <li>• изучить жидкость пиролиза, зольноуглеродистый остаток, газ пиролиза на пригодность к использованию и применению в аппаратном исполнении оборудования;</li> <li>• вновь применяемое сырье должно добавляться дозированно к апробированному сырью в смешении с разовым замещением текущего сырья на +15% от цикла к циклу.</li> </ul> <p>Комплекс не предназначен для утилизации следующего типа сырья: фтор-, хлор-, галогенсодержащего сырья, сырья, содержащего взрывчатые вещества, термитные смеси, окислители.</p> |              |              |              |           |
|                               | Справ. №  |              |              |              |           |
| Инв. № подл.                  | Подп. и дата  | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |           |
|                               |   |              |              |              |           |
| Изм.                          | Лист  | № докум.     | Подп.        | Дата         |           |
| ТР 28.21.12-004-18379833-2023 |   |              |              |              | Лис       |
|                               |   |              |              |              | <b>69</b> |

## 6 Подготовка производственной площадки для эксплуатации комплекса

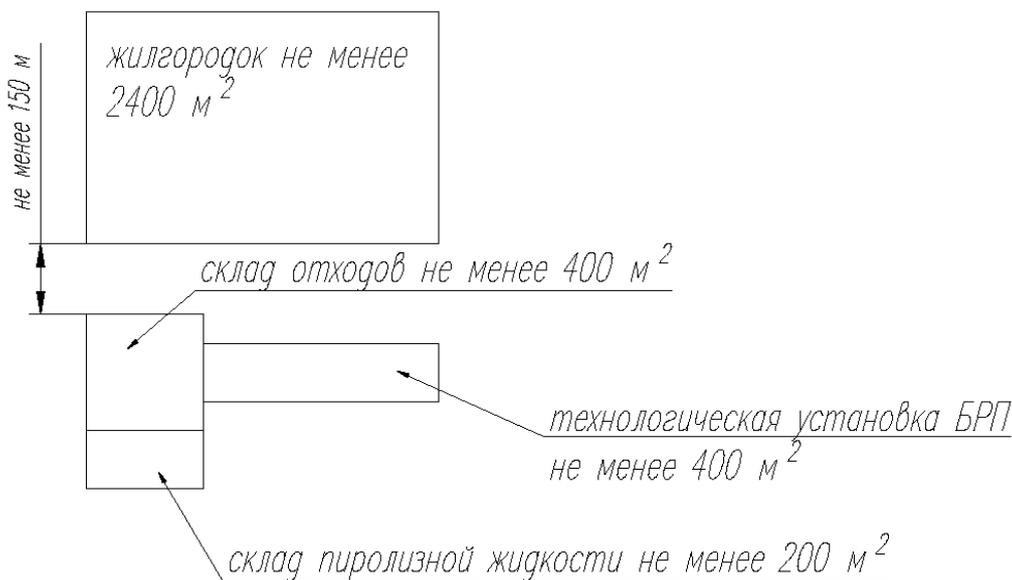
### 6.1 Техника, задействованная для выполнения монтажных работ

Во время монтажных работ - кран 50т, манипулятор 8т, 2 подъемника электрических. Срок выполнения монтажных работ – 45 дней.

Во время эксплуатации – 2 шт. вилочный погрузчик (дизельный) 2,5-3 тс, 2 шт. дизель-генератор (~ 300 КВт полной мощности,  $\geq 100$  КВт электрической мощности).

### 6.2 Организация временного складирования отходов

Для эксплуатации комплекса необходимо организовать временное складирование отходов в зависимости от их типов, которые в дальнейшем будут утилизированы на установке комплекса серии БРП. Для этого необходимо подготовить бетонную площадку с навесом площадью не менее  $400 \text{ м}^2$ . На площадке нанести разметку по типу временного складирования отходов.



### 6.3 Организация временного складирования готовой продукции

Для эксплуатации комплекса необходимо организовать временное складирование готовой продукции в зависимости от типов. Для этого

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|------|------|----------|-------|------|
|      |      |          |       |      |

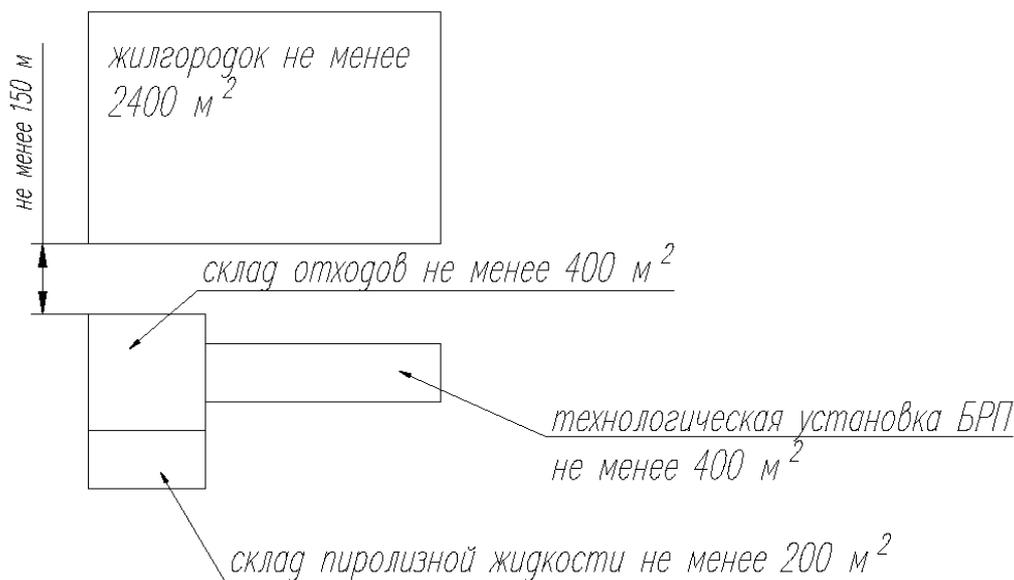
ТР 28.21.12-004-18379833-2023

Лис

70

|               |
|---------------|
| Перв. примен. |
| Справ. №      |

необходимо подготовить бетонную площадку с навесом площадью не менее 200 м<sup>2</sup>. На площадке нанести разметку по типу временного хранения готовой продукции.



**Организация хранения жидкости пиролиза на площадке складирования готовой продукции.**

Обеспечить наличие трех емкостей объемом по  $V=10 \text{ м}^3$ . Тип емкостей РГС или РГСп (возможно двустенный). Загрузку в емкости хранения возможно осуществлять несколькими способами: электронасосными винтовыми агрегатами в составе блока конденсации установки серии БРП через промежуточные транспортировочные емкости объемом не более  $V=1 \text{ м}^3$ , доставку осуществлять вилочным погрузчиком, или при помощи электронасосных агрегатов типа КМС100-80-180А-Е-ТД-У2, непосредственно в емкости готовой продукции.

**Организация хранения зольноуглеродистого остатка на площадке складирования готовой продукции.**

Обеспечить временное хранение зольноуглеродистого остатка в герметичных стальных емкостях объемом не менее 250 литров. Обеспечить транспортировку емкостей с зольно-углеродистым остатком вилочным погрузчиком.

|              |
|--------------|
| Подп. и дата |
| Инв. № дубл. |
| Взам. инв. № |
| Подп. и дата |
| Инв. № подл. |

|      |      |          |       |      |                                      |           |
|------|------|----------|-------|------|--------------------------------------|-----------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | <i>ТР 28.21.12-004-18379833-2023</i> | Лис       |
|      |      |          |       |      |                                      | <b>71</b> |

Перв. примен.  
Справ. №

#### 6.4 Организация технологической площадки комплекса серии БРП

Для эксплуатации комплекса серии БРП необходимо организовать площадку с твердым покрытием, предусмотреть сток хозяйственно-бытовых сточных вод, которые требуется осуществить при помощи трапов не менее 300x300 мм в подземную стеклопластиковую или стальную емкость объемом не менее  $V = 10 \text{ м}^3$ , соединенную с трапом подземной трубой диаметром 200 мм с уклоном не менее 0,005. Заключить договор с региональным оператором на вывоз промышленных химически загрязненных стоков.

#### 6.5 Организация заправки техники в период монтажных и эксплуатационных работ комплекса серии БРП

В период монтажных работ заправку гусеничной и иной техники осуществлять топливозаправщиком.

В период эксплуатационных работ заправка техники выполняется на стационарной автозаправочной станции, мобильной автозаправочной станции, либо топливозаправщиком. Для организации заправки топливом через мобильную автозаправочную станцию, либо топливозаправщиком организовать площадку с твердым покрытием, бордюрным покрытием для исключения протечек.

#### 6.6 Организация хранения запаса технической воды

Для эксплуатации комплекса серии БРП предусмотрена подпитка системы газоочистки. Для этого необходимо обеспечить доставку технической воды. Доставка воды подпиточной осуществляется автотранспортом, ежедневное потребление не менее 1 м<sup>3</sup> в сутки. Хранение технической воды осуществляется в стальной емкости объемом не менее  $V = 5 \text{ м}^3$  в помещении технологического оборудования.

Подп. и дата  
Инв. № дубл.  
Взам. инв. №  
Подп. и дата  
Инв. № подл.

|      |      |          |       |      |                               |     |
|------|------|----------|-------|------|-------------------------------|-----|
|      |      |          |       |      | ТР 28.21.12-004-18379833-2023 | Лис |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |                               |     |

Перв. примен.  
Справ. №

## 7 Организация жизнедеятельности персонала для эксплуатации комплекса серии БРП

### 7.1 Организация пребывания персонала

Для непрерывной работы комплекса серии БРП в круглосуточном режиме необходимо обеспечить постоянное пребывание персонала на производственной площадке. Режим работы персонала возможен вахтовый или сменный. Для этого необходимо обеспечить городок проживания в составе: 1 блок-модуль принятия пищи, 1 блок-модуль административный, 2 блок-модуля для проживания персонала, 1 блок-модуль туалеты и душевые, 1 блок-модуль склад, 1 цистерна питьевой воды, 1 цистерна технической воды, 1 подземная емкость объемом 5 м<sup>3</sup> для водоотведения (душ, раковины и т.п.). Договор с региональным оператором на вывоз хозяйственно-бытовых вод.

### 7.2 Организация накопления отходов жизнедеятельности персонала

В период монтажа- установлены на площадке контейнеры для строительного и отдельно бытового мусора. Заключены договоры с региональным оператором на вывоз ТБО и строительного мусора.

На период работы установки большая часть мусора утилизируется на самой установке комплекса серии БРП.

Подп. и дата  
Инв. № дубл.  
Взам. инв. №  
Подп. и дата  
Инв. № подл.

|      |      |          |       |      |                               |     |
|------|------|----------|-------|------|-------------------------------|-----|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | ТР 28.21.12-004-18379833-2023 | Лис |
|      |      |          |       |      |                               | 73  |

## 8 Безопасная эксплуатация производства

Эксплуатацию Комплекса следует осуществлять в соответствии с руководством по эксплуатации, технической документацией на покупное комплектующее оборудование и следующими документами: СП 75.13330.2011; ГОСТ 12.2.003; ПУЭ; ГОСТ Р 50571.5.54, ПТЭЭП «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», ГОСТ 12.1.004.

### 8.1 Общие требования

Монтаж и эксплуатация Комплекса должны производиться в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

Конструкция технологических блоков должна обеспечивать безопасность их эксплуатации и соответствовать требованиям следующих стандартов безопасности труда:

|                                      |                 |
|--------------------------------------|-----------------|
| по пожарной безопасности             | ГОСТ 12.1.004   |
| санитарно-гигиенические требования   | ГОСТ 12.1.005   |
| вредные вещества                     | ГОСТ 12.1.007   |
| по взрывобезопасности                | ГОСТ 12.1.010   |
| по искробезопасности                 | ГОСТ 12.1.018   |
| по электробезопасности               | ГОСТ 12.1.019   |
| производственного оборудования       | ГОСТ 12.2.003   |
| болтов, шпилек, гаек и шайб          | ОСТ 26-2043-91  |
| по эргономике                        | ГОСТ 12.2.049   |
| рабочих мест                         | ГОСТ 12.2.061   |
| защитное ограждение                  | ГОСТ 12.2.062   |
| безопасность арматуры                | ГОСТ 12.2.063   |
| органов управления                   | ГОСТ 12.2.064   |
| цвета сигнальные, знаки безопасности | ГОСТ Р 12.4.026 |
| средства индивидуальной защиты       | ГОСТ Р 59123    |
| температура касаемых поверхностей    | ГОСТ Р 51337    |
| процессы производственные            | ГОСТ 12.3.002   |

Опознавательная окраска трубопроводов, предупреждающие знаки и маркировочные щитки должны выполняться в соответствии с ГОСТ 14202, если не имеется других указаний в технической документации.

|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|------|------|----------|-------|------|

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

Лис

74

## 8.2 Требования к обслуживающему персоналу

К самостоятельной работе по эксплуатации и обслуживанию должны допускаться лица, не моложе 18 лет, имеющее профессионально-техническое образование, соответствующую подготовку, прошедшие медицинское освидетельствование и не имеющие противопоказаний по состоянию здоровья, прошедшие вводный и первичный на рабочем месте инструктажи по охране труда, обученные безопасным методам и приемам работы, прошедшие стажировку на рабочем месте и проверку знаний требований охраны труда, а также обучение и проверку знаний правил пожарной безопасности в объеме должностных обязанностей; обучение и проверку знаний правил электробезопасности в объеме должностных обязанностей; обученные по программе, предусматривающей изучение устройств Комплекса и правил его эксплуатации в соответствии с руководством по эксплуатации на Комплекс, а также оборудования, входящего в состав Комплекса и руководством по эксплуатации АСУ. Персонал, обслуживающий Комплекс, должен быть обучен правилам безопасности труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004 и аттестован по работе с медицинскими отходами согласно СанПин 2.1.3684-21.

К самостоятельной работе допускаются прошедшие:

- вводный и первичный инструктажи;
- инструктаж по пожарной безопасности и электробезопасности;
- инструктаж о порядке работы во взрывоопасной зоне;
- проверку знаний по правилам техники безопасности;
- правилам устройства и безопасной эксплуатации сосудов и трубопроводов, работающих под избыточным давлением;
- прошедшим обучение правилам безопасной работы на объекте Комплекса, в том числе с токсичными жидкостями.

Подготовка и аттестация специалистов должна производиться в соответствии с требованиями ФНиП в области промышленной безопасности для

|               |          |              |              |              |              |              |                               |      |          |       |      |
|---------------|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------------|------|----------|-------|------|
| Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл. | ТР 28.21.12-004-18379833-2023 |      |          |       | Лис  |
|               |          |              |              |              |              |              | Изм.                          | Лист | № докум. | Подп. | Дата |

|               |
|---------------|
| Перв. примен. |
| Справ. №      |

«Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» и Постановлением от 25 октября 2019 года № 1365 «О подготовке и об аттестации в области промышленной безопасности, по вопросам безопасности гидротехнических сооружений, безопасности в сфере электроэнергетики» (с изм. на 28.04.2022).

Обслуживающий персонал должен не реже чем через шесть месяцев проходить повторный инструктаж по технике безопасности.

Эксплуатация Комплекса должна осуществляться в соответствии с эксплуатационной документацией и разработанными инструкциями по технике безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности при обслуживании Комплекса. Работа Комплекса должна осуществляться под постоянным наблюдением обслуживающего персонала. Запрещается оставлять работающую остановку без присмотра или доверять третьим лицам.

Планово-предупредительный ремонт, внеплановый ремонт, капитальный ремонт оборудования должны выполняться бригадой слесарей-монтажников в количестве не менее двух человек.

Работы должны выполняться после:

- полного обесточивания технологического оборудования Комплекса с вывешиванием таблички «НЕ ВКЛЮЧАТЬ! РАБОТАЮТ ЛЮДИ» или аналогичных на рубильниках соответствующих силовых шкафов;
- полной дегазации всех аппаратов, сосудов и трубопроводов с продувкой инертным газом;
- монтажа дополнительных приборов искусственного освещения (при необходимости), при этом во взрывоопасную зону переносные светильники должны вноситься только во включенном состоянии.

Остановить работу посредством нажатия кнопки аварийного отключения необходимо в случаях:

- при обнаружении в стенках аппаратов, сосудов или участках трубопроводов трещин, нарушении исходной геометрической формы

|              |  |
|--------------|--|
| Подп. и дата |  |
| Инв. № дубл. |  |
| Взам. инв. № |  |
| Подп. и дата |  |
| Инв. № подл. |  |

|      |      |          |       |      |                               |     |
|------|------|----------|-------|------|-------------------------------|-----|
|      |      |          |       |      | ТР 28.21.12-004-18379833-2023 | Лис |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |                               | 76  |

|               |  |
|---------------|--|
| Перв. примен. |  |
| Справ. №      |  |

комплектующего оборудования Комплекса, работающего под избыточным давлением;

- выхода из строя любого прибора, обеспечивающего измерение значения давления рабочего тела;
- выхода из строя систем отвода дымовых газов и системы охлаждения;
- при возникновении пожара оборудования Комплекса или в непосредственной близости от оборудования Комплекса.

Для выполнения огневых работ на Комплексе должны привлекаться только аттестованные в соответствии с ФНиП от 11 декабря 2020 № 519 в области промышленной безопасности «Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах» (с изм. 03.02.2023).

Знание обслуживающего персонала по вопросам техники безопасности при эксплуатации Комплекса должны проверяться не реже одного раза в год комиссией, состав которой определяется приказом руководителя эксплуатирующей организацией.

### 8.3 Характеристика опасностей производства

Процесс эксплуатации оборудования сопровождается следующими опасными и вредными производственными факторами, в соответствии с классификацией по ГОСТ 12.0.003:

- вращающиеся части оборудования (попадание);
- повышенная температура трубопроводов и колбы реактора;
- части оборудования, находящиеся под напряжением более 50В;
- разлив/пролив жидкости пиролиза;
- утечка газа пиролиза;
- отравление рабочего персонала продуктами пиролиза (в процессе цикла, при работе с установкой);
- падение человека с высоты;
- падение груза с высоты.

|              |  |
|--------------|--|
| Подп. и дата |  |
| Инв. № дубл. |  |
| Взам. инв. № |  |
| Подп. и дата |  |
| Инв. № подл. |  |

|      |      |          |       |      |                               |     |
|------|------|----------|-------|------|-------------------------------|-----|
|      |      |          |       |      | ТР 28.21.12-004-18379833-2023 | Лис |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |                               | 77  |

### Запрещается работать:

- При подключении лишь к одной сети электропотребления (либо генератор/либо городская сеть);
- При неисправном теплоизоляционном ограждении колбы реактора;
- С неисправным электрооборудованием и приборами;
- Начинать процесс пиролиза до окончания продувки реактора азотом;
- Сокращать время продувки реактора азотом после отключения горелок;
- Вскрывать реактор без предварительного охлаждения;
- Открывать смотровые люки во время работы реактора;
- Применять при очистке газоходов и внутренних полостей оборудования легковоспламеняющиеся жидкости (бензин, ацетон и пр.);
- Вскрывать сборочные единицы газовых коммуникаций и реактор без предварительной продувки системы нейтральным газом;
- Пользоваться курительными и зажигательными принадлежностями вблизи оборудования.

Запрещается на ходу производить ремонт и чистку движущихся частей.

Запрещается производить подтяжку резьбовых соединений трубопроводов, находящимся под давлением.

Ответственность за выполнение санитарных норм и правил на рабочем месте работника, занятого в производственном процессе, возлагается на предприятие, эксплуатирующее оборудование Комплекса.

Обслуживающий персонал при работе Комплекса должен обращать особое внимание на герметичность всех соединений, показания данных датчиков температуры и давления. Строго контролировать плотность всех фланцевых и резьбовых соединений, а также соединений отдельных сборочных единиц и деталей оборудования.

#### 8.3.1 Требования взрывобезопасности

Все модули/блоки Комплекса, кроме оборудования АСУ, размещенного в шкафах управления вне взрывоопасной зоны, должны быть предназначены для

|               |      |          |       |      |                               |           |
|---------------|------|----------|-------|------|-------------------------------|-----------|
| Перв. примен. |      |          |       |      |                               |           |
|               |      |          |       |      |                               |           |
| Справ. №      |      |          |       |      |                               |           |
|               |      |          |       |      |                               |           |
| Подп. и дата  |      |          |       |      |                               |           |
|               |      |          |       |      |                               |           |
| Инв. № дубл.  |      |          |       |      |                               |           |
|               |      |          |       |      |                               |           |
| Взам. инв. №  |      |          |       |      |                               |           |
|               |      |          |       |      |                               |           |
| Подп. и дата  |      |          |       |      |                               |           |
|               |      |          |       |      |                               |           |
| Инв. № подл.  |      |          |       |      |                               |           |
|               |      |          |       |      |                               |           |
| Изм.          | Лист | № докум. | Подп. | Дата | ТР 28.21.12-004-18379833-2023 | Лис<br>78 |
|               |      |          |       |      |                               |           |

|               |  |      |          |       |      |                               |
|---------------|--|------|----------|-------|------|-------------------------------|
| Перв. примен. | <p>работы в зоне класса «2» по ГОСТ 30582.9-2002 и иметь уровень взрывозащиты оборудования «повышенная надежность против взрыва» («повышенный») в соответствии с ТР ТС 012/2011.</p> <p>Электрическое оборудование всех изделий Комплекса должно соответствовать требованиям ГОСТ 30852.0-2002 и ГОСТ ЕІС 60079-14-2003.</p> <p>Неэлектрическое оборудование всех изделий Комплекса должно соответствовать требованиям ГОСТ 31441.1-2011.</p> <p>Требования к вентиляторам, установленным в устройствах Комплекса, должно соответствовать требованиям ГОСТ Р 55026-2012 и ГОСТ 31441.1-2011.</p> <p>Допустимые виды утечек по ГОСТ 30852.9-2002 из оборудования:</p> <p>утечки первой степени:</p> <p>а) уплотнения на Узле стыковочном и реактором с утечкой горючего вещества в нормальном режиме работы;</p> <p>б) устройства отделения воды в резервуарах с горючей жидкостью, из которых возможна утечка горючей жидкости вещества в атмосферу в процессе выпуска воды в нормальном режиме работы;</p> <p>в) клапаны сброса и различные отверстия, через которые возможна утечка горючего вещества в нормальном режиме работы.</p> <p>утечки второй степени:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– уплотнения клапанов,</li> <li>– сброс газа на «Печь утилизации избыточного газа»,</li> <li>– фланцы, соединения и трубные фитинги, клапаны сброса и др. отверстия.</li> </ul> <p>Для безопасного ведения технологического процесса необходимо создание бескислородной среды, с этой целью после загрузки реактора и закрытия загрузочного люка, а также после каждого законченного процесса пиролиза необходимо проводить продувку колбы реактора, аппаратов и технологических трубопроводов азотом или углекислым газом для вытеснения кислорода воздуха из технологических полостей оборудования.</p> <p>Продувка технологических полостей оборудования с целью вытеснения кислорода воздуха обеспечивается трехкратным объемом инертного газа.</p> |      |          |       |      |                               |
|               | Справ. №   |      |          |       |      |                               |
| Подп. и дата  |  |      |          |       |      |                               |
|               | Инв. № дубл.   |      |          |       |      |                               |
| Взам. инв. №  |  |      |          |       |      |                               |
|               | Подп. и дата   |      |          |       |      |                               |
| Инв. № подл.  |  |      |          |       |      |                               |
|               | Изм.   | Лист | № докум. | Подп. | Дата | ТР 28.21.12-004-18379833-2023 |

Перв. примен.  
Справ. №

Запрещается опрессовка сжатым воздухом колбы реактора, аппаратов и технологических трубопроводов перед процессом пиролиза.

### 8.3.2 Требования пожарной безопасности

Наиболее вероятные виды пожаров – пожары твердых горючих веществ (А), пожары горючих жидкостей (В), пожары газов (С) и пожары электрооборудования (Е) по Техническому регламенту о требованиях пожарной безопасности (№123-ФЗ).

Категория взрывоопасной смеси, которая может образовываться в рабочих зонах Комплекса – «ПА-Т1» (газ) по ГОСТ 30852.5.

Уровни и способы обеспечения пожарной безопасности должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.004-91.

Оборудование АСУ, размещенное в шкафах управления, относится к категории установок «ДН», и должно размещаться в помещении категории «Д» в соответствии с требованиями Технического регламента о требованиях пожарной безопасности.

Образующийся в процессе пиролиза зольно-углеродистый остаток в присутствии кислорода воздуха способен самовоспламениться, поэтому для безопасного ведения технологического процесса необходимо создание бескислородной среды.

В процессе пиролиза возможно образование тонкодисперсной угольной пыли. Пыль обладает значительной поверхностью соприкосновения с внешней средой, что при попадании кислорода воздуха через места возникающих в процессе эксплуатации зазоров и неплотностей разъемов влечет за собой опасность возникновения процесса неконтролируемого окисления, и, соответственно, горения или взрыва пылевой массы.

Для тушения очага возгорания использовать порошковый огнетушитель, песок, кошму, с позиции более 2х метров от очага - углекислотный огнетушитель. При пожаре обесточенной установки использовать порошковые составы, тонко распыленную воду, химические пены.

Подп. и дата  
Инв. № дубл.  
Взам. инв. №  
Подп. и дата  
Инв. № подл.

|      |      |          |       |      |                               |           |
|------|------|----------|-------|------|-------------------------------|-----------|
|      |      |          |       |      | ТР 28.21.12-004-18379833-2023 | Лис<br>80 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |                               |           |



требованиям на применяемое взрывозащищенное оборудование и ГОСТ 30852.13-2002.

Уровень напряженности электромагнитного поля в рабочих объемах не должен превышать значения, обеспечивающего пребывание обслуживающего персонала в течение всего рабочего дня, и соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.002-84.

Всё низковольтное оборудование Комплекса, предназначенное для размещения вне взрывоопасной зоны, должно соответствовать требованиям ТР ТС 004/2011.

#### 8.4 Средства защиты

Таблица 8.1 - Перечень средств СИЗ

| Технологический процесс  | Наименование и содержание операций и переходов | Должность работника, выполняющего технологическую операцию, процесс, согласно Приказа Росстандарта от 12.12.2014 N 2020-ст | Оборудование и приспособления | Перечень веществ и материалов, используемых при выполнении технологического процесса   |
|--|--|--|-------------------------------|--|
| Утилизация полимерных и других органических отходов, реализуемая на Комплексе, основанная на процессе низкотемпературного пиролиза | Загрузка сырья                                 | Оператор, Помощник оператора, Слесарь 3 разряда  | Комплекс серии БРП            | Каска, защитные очки, перчатки, комбинезон, обувь для химических производств. При выгрузке жидкости пиролиза в открытые емкости и при выгрузке зольноуглеродистого остатка к комплекту добавить изолирующий противогаз или фильтрующий с фильтром марки «А». |
|  | Продувка и опрессовка азотом                   |  |                               |  |
|  | Разогрев                                       |  |                               |  |
|  | Пиролиз  |  |                               |  |
|  | Охлаждение реактора                            |  |                               |  |
|  | Выгрузка жидкости пиролиза                     |  |                               |  |
|  | Выгрузка зольноуглеродистого остатка           |  |                               |  |
|  | Выгрузка крупных фракций мусора                |  |                               |  |

|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|------|------|----------|-------|------|

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

Лис

82

Перв. примен.  
Справ. №

Избегать прямого контакта с жидкостью пиролиза и зольно-углеродистым остатком. Не курить и не принимать пищу на рабочем месте. Соблюдать правила личной гигиены. Использовать средства индивидуальной защиты. Предварительные при приеме на работу и периодические медицинские осмотры с участием терапевта, отоларинголога и дерматолога.

### Общие рекомендации

#### Защита органов дыхания (типы СИНОД)

Респираторы, фильтрующие противогазы марки БКФ и шланговый противогаз марки ПШ-1.

#### Средства защиты

Спецодежда для защиты от воздействия нефтепродуктов, непромокаемые фартуки. Рекомендуются защитные ткани с покрытием из поливинилхлорида, полиэтилена, тефлона, которые не пропускают масла; спецобувь. Защитные очки, перчатки, маслобензостойкие перчатки; для защиты кожи рабочих от воздействия масел и профилактики кожных заболеваний весьма эффективны гидрофильные пленкообразующие защитные мази, пасты, ожиряющие кожу кремы.

#### Средства индивидуальной защиты в аварийных ситуациях

Изолированный защитный костюм КИХ-5 в комплекте с изолирующим противогазом ИП-4М или дыхательным аппаратом АСВ-2. Защитный общевойсковой костюм Л-1 и Л-2 в комплекте с промышленным противогазом РПГ-67 и патроном А. Перчатки масло-бензостойкие или дисперсии бутилкаучука, специальная обувь. При возгорании – огнезащитный костюм в комплекте с самоспасателем СПИ-20.

#### Системы инженерных мер безопасности

Общеобменная приточно-вытяжная вентиляция рабочих помещений. Герметизация помещения, аппаратов слива и налива, емкостей для хранения.

Подп. и дата  
Инв. № дубл.  
Взам. инв. №  
Подп. и дата  
Инв. № подл.

|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|------|------|----------|-------|------|

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

|               |  |              |              |              |              |
|---------------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Перв. примен. | <p>Периодический контроль за состоянием воздушной среды. Взрывоопасное исполнение искусственного освещения. Металлические части эстакад, трубопроводы, подвижные средства перекачки, резервуары, автоцистерны, рукава и наконечники во время сливо-наливных работ должны быть заземлены и защищены от статического электричества.</p> <p>При хранении и применении жидкости пиролиза, следует предусматривать меры, исключающие попадание его в системы ливневой канализации, а также в открытые водоемы и почву.</p> <p><u>Способы обезвреживания и нейтрализации продуктов производства при разливах и авариях</u></p> <p>При появлении проливов немедленно остановить работу установки, неисправность устранить, пролив убрать.</p> <p>В случае разлива нефтепродуктов на площадке место разлива необходимо засыпать песком с последующим его сбором.</p> |              |              |              |              |
|               | Справ. №   |              |              |              |              |
| Инв. № подл.  |  | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |
|               | Лис  |              |              |              |              |
| Изм.          | Лист   | № докум.     | Подп.        | Дата         | 84           |

Перв. примен.  
Справ. №

## 9 Отходы, образующиеся при производстве, сточные воды, выбросы в атмосферу, методы их утилизации, переработки

Источниками образования отходов в период эксплуатации Комплекса будут являться:

- непосредственно процесс пиролиза отходов;
- обслуживание Комплекса;
- производственная деятельность сотрудников;
- обслуживание погрузчика;
- уборка помещений и территории;
- работа очистных сооружений;
- освещение территории.

В процессе хранения и транспортировки жидкость пиролиза и остаток зольноуглеродистый не будут терять потребительских свойств – отходы продукции, утратившей потребительские свойства, не образуются. Отходы тары и упаковки продукции в соответствии с материалами проекта также не образуются, так как предусмотрено использование возвратной тары.

### 9.1 Мероприятия по минимизации воздействия отходов производства и потребления

При обращении с отходами предусмотрены следующие организационные мероприятия:

- сбор и накопление образующихся отходов будет осуществляться отдельно по их видам, физическому агрегатному состоянию, пожаро-, взрывоопасности, другим признакам и в соответствии с установленными классами опасности;
- все образующиеся отходы подлежат сбору, накоплению и вывозу для передачи специализированным организациям, обладающим соответствующими лицензиями и мощностями по обезвреживанию и размещению отходов;
- организация площадок накопления отходов и продукции, имеющих

Подп. и дата  
Инв. № дубл.  
Взам. инв. №  
Подп. и дата  
Инв. № подл.

|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|      |      |          |       |      |

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

Лис  
85

|  |   |          |       |      |      |          |       |      |  |  |  |  |  |
|--|---|----------|-------|------|------|----------|-------|------|--|--|--|--|--|
| Перв. примен.  | соответствующее обустройство и отвечающих требованиям экологической безопасности;   |          |       |      |      |          |       |      |  |  |  |  |  |
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• оснащение площадок контейнерами, размер и количество которых обеспечивают накопление отходов и продукции с соблюдением санитарно-эпидемиологических правил и нормативов при установленных проектом объемах предельного накопления и периодичности вывоза;</li> </ul>   |          |       |      |      |          |       |      |  |  |  |  |  |
| Справ. №   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• защита хозяйственно-бытового мусора от доступа животных и птиц (устройство ограждения, устройство охранной сигнализации и освещения периметра, имеющего отпугивающее действие на животных; использование контейнеров, оснащенных крышками);</li> </ul>   |          |       |      |      |          |       |      |  |  |  |  |  |
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ограничение доступа персонала к отходам высоких классов опасности;</li> <li>• информирование персонала об опасности, исходящей от отходов.</li> </ul>  |          |       |      |      |          |       |      |  |  |  |  |  |
| Подп. и дата   | <p>При изменениях технологических процессов, осуществляемых на Комплексе, и образовании новых видов или разновидностей отходов, предусматривается: определение состава и класса опасности образующихся отходов, их регистрация в ФККО; выявление отходов, являющихся источниками воздействия на окружающую среду; контроль за соблюдением нормативов воздействия на окружающую среду в области обращения с отходами; обеспечение своевременной разработки (пересмотра) нормативов образования и размещения отходов; аналитический контроль за качественными характеристиками образующихся отходов и другими показателями воздействия отходов на окружающую среду (при необходимости).</p> |          |       |      |      |          |       |      |  |  |  |  |  |
|  | <p><b>9.2 Программа производственного экологического контроля (мониторинга) (ПЭК (М) за характером изменения компонентов экосистемы в области обращения с отходами</b></p>  |          |       |      |      |          |       |      |  |  |  |  |  |
| Взам. инв. №   | <p>Период монтажа. Постоянно: ведение журнала учета движения отходов; организация и контроль за своевременным отдельным сбором и вывозом отходов на утилизацию; организация и контроль за своевременным сбором и</p>  |          |       |      |      |          |       |      |  |  |  |  |  |
|  | <p>Подп. и дата</p>   |          |       |      |      |          |       |      |  |  |  |  |  |
| Инв. № подл.   | <p>Инв. № дубл.</p>   |          |       |      |      |          |       |      |  |  |  |  |  |
|  | <p>Инв. № подл.</p>   |          |       |      |      |          |       |      |  |  |  |  |  |
| <table border="1"> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> |   |          |       | Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |  |  |  |  |  |
| Изм.   | Лист  | № докум. | Подп. | Дата |      |          |       |      |  |  |  |  |  |
|  |   |          |       |      |      |          |       |      |  |  |  |  |  |
| <p>TP 28.21.12-004-18379833-2023</p>   |   |          |       |      |      |          |       |      |  |  |  |  |  |
| <p>Лис</p>   |   |          |       |      |      |          |       |      |  |  |  |  |  |
| <p>86</p>  |   |          |       |      |      |          |       |      |  |  |  |  |  |

|               |  |   |              |              |              |  |
|---------------|--|---|--------------|--------------|--------------|--|
| Перв. примен. | <p>вывозом отходов, подлежащих захоронению, на полигон; организация и контроль выполнения мероприятий по уборке территории.</p> <p>Период эксплуатации. Прием и организация первичного учета отходов: входной радиационный контроль принимаемых отходов – постоянно; контроль получаемой продукции на соответствие требованиями ТУ – каждая партия; ведение журнала учета движения отходов – постоянно; контроль своевременного раздельного сбора и вывоза отходов на утилизацию – 2 раза в год (по мере накопления); контроль своевременного сбора и вывоза отходов, подлежащих захоронению, на полигон – постоянно (по мере накопления, в соответствии с договорами и графиками вывоза).</p> <p>Места временного накопления отходов: учет объемов накопления отходов в соответствии с их лимитом – постоянно; контроль выполнения мероприятий по уборке территории – постоянно; контроль выполнения мероприятий по ремонту (замене), покраске и маркировке емкостей для временного накопления отходов (контейнеров) – 1 раз в 2 года; контроль соблюдения графика передачи отходов сторонним специализированным организациям – постоянно; контроль раздельного сбора и накопления отходов – постоянно.</p> |   |              |              |              |  |
|               | Справ. №   | <p><b>9.3 Мероприятия по охране окружающей среды</b></p> <p>Разработка мероприятий по охране окружающей среды при эксплуатации Комплекса, определение влияния технологии на объекты окружающей среды должны проводиться в соответствии с требованиями Федерального закона РФ «Об охране окружающей среды», от 10.01.2002 №7-ФЗ (ред. от 01.09.2022) и действующих нормативно-правовых актов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Федеральный закон РФ «Об охране атмосферного воздуха» от 04.05.1999 № 96-ФЗ (ред. от 11.06.2021);</li> <li>-Федеральный закон РФ «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 № 89-ФЗ (ред. от 04.08.2023);</li> <li>-Постановление 2 Об утверждении санитарных правил и норм СанПин 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению</li> </ul> |              |              |              |  |
| Подп. и дата  |  | Инв. № дубл.  | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл. | <p style="text-align: center;">ТР 28.21.12-004-18379833-2023</p> |
| Изм.          | Лист   |   |              |              |              |  |

|               |  |   |          |       |      |                               |    |
|---------------|--|---|----------|-------|------|-------------------------------|----|
| Перв. примен. | <p>безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания;</p> <p>-ГН 2.1.6.3492-17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений;</p> <p>-Федеральный классификационный каталог отходов (ФККО), утв. приказом Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 22.05.2017 № 242 (ред. от 29.03.2021 № 149);</p> |   |          |       |      |                               |    |
|               | Справ. №   | <p>-Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда»;</p> <p>-ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».</p>   |          |       |      |                               |    |
| Подп. и дата  |  | <p>Виды возможного воздействия технологии на окружающую среду связаны:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– с выбросами загрязняющих веществ в рабочую зону и в атмосферу;</li> <li>– с образованием не утилизируемых отходов;</li> <li>– с шумовым воздействием от работы технологических машин;</li> <li>– сточные воды.</li> </ul>   |          |       |      |                               |    |
|               | Инв. № дубл.   | <p><b>9.3.1 Характеристика газовых выбросов, методы их обезвреживания</b></p> <p>В качестве источников выделения загрязняющих веществ (ЗВ) при эксплуатации Комплекса являются:</p>   |          |       |      |                               |    |
| Взам. инв. №  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– дымовая труба;</li> <li>– емкость накопления жидкого топлива пиролиза;</li> <li>– выгрузка зольноуглеродистого остатка;</li> <li>– печь утилизации избыточного газа;</li> <li>– погрузка зольноуглеродистого остатка;</li> <li>– погрузчик и автотранспорт, которые осуществляют доставку отходов на утилизацию и вывоз образующихся отходов.</li> </ul> |          |       |      |                               |    |
|               | Подп. и дата   |   |          |       |      |                               |    |
| Инв. № подл.  |  |   |          |       |      |                               |    |
|               | Изм.   | Лист  | № докум. | Подп. | Дата | ТР 28.21.12-004-18379833-2023 |    |
|               |  |   |          |       |      |                               | 88 |

|               |   |   |          |       |      |
|---------------|---|---|----------|-------|------|
| Перв. примен. | <p>Выбросы ЗВ в атмосферу определены расчетным путем в соответствии с действующими методиками: «Методика расчета выделений ЗВ в атмосферу от стационарных дизельных установок. СПб, 2001»; «Методика по нормированию и определению выбросов ЗВ в атмосферу для предприятий нефтепродуктообеспечения ООО «НК «Роснефть». Астрахань, 2003г.»; «Методика проведения инвентаризации выбросов ЗВ в атмосферу автотранспортных предприятий (расчетным методом). М.,1998 г.»; Дополнения и изменения к «Методике проведения инвентаризации выбросов ЗВ в атмосферу автотранспортных предприятий (расчетным методом)», 1999г.; «Методические указания по определению выбросов ЗВ в атмосферу из резервуаров» (утверждены приказом Госкомэкологии России от 08.04.1998 №199); «Методическое пособие по расчету выбросов от неорганизованных источников в промышленности строительных материалов», Новороссийск, 2001; «Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов ЗВ в атмосферных воздух», 2012г. Выбросы от дымовой трубы определены в соответствии с п.38 Порядка проведения инвентаризации стационарных источников и выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, корректировки ее данных, документирования и хранения данных, полученных в результате проведения таких инвентаризации и корректировки, утвержденным приказом Минприроды России от 07.08.2018 № 352, по результатам замеров концентраций ЗВ и параметров ГВС на выходе из дымовой трубы.</p> |   |          |       |      |
|               | Справ. №  | <p>Контроль качества атмосферного воздуха в рабочей зоне должен проводиться в соответствии с утвержденной программой, в которой указываются места отбора проб воздуха, контролируемые параметры и периодичность отбора проб. Отбор проб и их анализ должен осуществляться аттестованными и/или аккредитованными в этой области лабораториями или лабораторными центрами.</p>            |          |       |      |
| Подп. и дата  |   | <p>В соответствии с Р 2.2.2006-05 и ГОСТ 12.1.005-88 периодичность контроля веществ в воздухе рабочей зоны устанавливается в зависимости от класса опасности вредного вещества: веществ I класса опасности – не реже 1 раза в 10 дней; II класс – не реже 1 раза в месяц; III-IV классов – не реже 1 раза в квартал. В зависимости от конкретных условий производства периодичность</p> |          |       |      |
| Инв. № дубл.  | <p>ТР 28.21.12-004-18379833-2023</p>  |   |          |       |      |
| Взам. инв. №  | <p>Лис</p>  |   |          |       |      |
| Подп. и дата  | <p>89</p>   |   |          |       |      |
| Инв. № подл.  | Изм.  | Лист  | № докум. | Подп. | Дата |

Перв. примен.  
Справ. №

контроля может быть изменена по согласованию с органами государственного санитарного надзора. При установленном соответствии содержания вредных веществ III, IV классов опасности уровню ПДК допускается проводить контроль не реже 1 раза в год.

### 9.3.2 Мероприятия по охране атмосферного воздуха

Предусмотрены следующие мероприятия по защите атмосферного воздуха от загрязнения: осуществление мероприятий по предупреждению и устранению аварийных выбросов ЗВ в атмосферный воздух; учет выбросов ЗВ в атмосферный воздух и их источников, проведение производственного контроля за соблюдением установленных нормативов выбросов ЗВ в атмосферный воздух; постоянный контроль за соблюдением технологических процессов с целью обеспечения минимальных выбросов ЗВ; прекращение использования оборудования, выбросы которого превышают нормативно-допустимые; для сокращения неорганизованных выбросов через неплотности в соединениях монтажа технологического оборудования и трубопроводов предусмотрен максимум сварных соединений вместо фланцевых; во избежание коррозионных разрушений и массового поступления ЗВ в атмосферу проектом предусмотрено покрытие антикоррозионной изоляцией подземных трубопроводов; герметизация всех трубопроводов и оборудования технологического процесса транспортировки газа; использование двигателей с минимальными значениями удельных выбросов вредных веществ в атмосферу; эксплуатация автотранспорта с обязательным диагностическим контролем; поддержание исправного технического состояния двигателей.

### 9.3.3 Характеристики образующихся не утилизируемых отходов, их обезвреживание

В процессе работы образуются не утилизируемые отходы и крупные фракции мусора после выгрузки ЗУО. Не утилизируемые отходы накапливаются на территории предприятия и ежемесячно передаются на обезвреживание

Подп. и дата  
Инв. № дубл.  
Взам. инв. №  
Подп. и дата  
Инв. № подл.

|      |      |          |       |      |                               |           |
|------|------|----------|-------|------|-------------------------------|-----------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | ТР 28.21.12-004-18379833-2023 | Лис<br>90 |
|      |      |          |       |      |                               |           |

специализированной организации, имеющей лицензию на осуществление деятельности по обращению с опасными отходами.

### 9.3.4 Характеристика шумового воздействия

При работе Комплекса источниками шума являются: электромотор конвейера; жидкотопливные горелки; газовые горелки; насос водяной для подачи охлаждающей жидкости; насос в системе отвода дымовых газов; привод барабана; погрузо-разгрузочные работы; движение автотранспорта по территории. Производителями предусмотрены защитные кожухи, позволяющие снижать уровень шумового воздействия. Уровень шумового воздействия не превышает допустимых значений, установленных в СанПин 1.2.3685-21.

### 9.3.5 Характеристика сточных вод, методы их обезвреживания

Так как промышленных сточных вод в результате работы Комплекса не образуется, то разработка мероприятий не требуется.

При работе Комплекса возможно косвенное воздействие на поверхностные воды: загрязнение водных объектов веществами, содержащимися в поверхностном стоке с площадки его размещения; загрязнение осадками, выпадающими на поверхность водных объектов и содержащими ЗВ от выбросов при работе Комплекса. ЗВ, попадающие в воздух с выбросами предприятия, могут оседать на поверхности почвы в зоне влияния Комплекса (0,05 ПДК) и совместно с атмосферными осадками, талыми водами в весенний период проникать в поверхностные и подземные воды. Результатом этого воздействия может явиться не только увеличение содержания ЗВ в подземных водах, но и увеличение их миграционной способности, вызванной изменением рН.

Объем водоотведения хозяйственно-бытовых сточных вод равен объему водопотребления и составит – 83,75 м<sup>3</sup>/год (0,229 м<sup>3</sup>/сут). Вода на производственные нужды (на подпитку систем газоочистки и охлаждения) используется безвозвратно. Общий расчетный объем водоотведения поверхностных сточных вод с площадки расположения Комплекса – 197,59 м<sup>3</sup>/год.

Перв. примен.  
Справ. №

Подп. и дата  
Инв. № дубл.  
Взам. инв. №  
Подп. и дата  
Инв. № подл.

|      |      |          |       |      |                               |           |
|------|------|----------|-------|------|-------------------------------|-----------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | ТР 28.21.12-004-18379833-2023 | Лис<br>91 |
|      |      |          |       |      |                               |           |

Перв. примен.  
Справ. №

Хозяйственно-бытовые сточные воды будут отводиться либо в централизованную систему канализации, либо в емкость-накопитель, расположенную на территории площадки, а затем вывозиться на очистные сооружения. Сброс воды на рельеф не предусматривается. Для обеспечения сбора поверхностного стока здание, строение, сооружение и непосредственно площадка по периметру будет оборудована водостоками с последующим направлением поверхностного стока в существующую или проектируемую сеть ливневой канализации, которая оборудована сертифицированными очистными сооружениями, обеспечивающими очистку поверхностного стока до ПДК, предъявляемых к качеству стока в зависимости от характера водоотведения.

Запрещается перемещение, переброска и складирование скола льда, загрязненного или засоленного снега, различного вида мусора, стройматериалов, грунта и т.д. на площади зеленых насаждений.

#### Мероприятия по охране водных ресурсов

В целях минимизации возможного загрязнения поверхностных сточных вод на территории предприятия предусмотрен ряд мероприятий:

- организация регулярной уборки территорий;
- запрещение сброса сточных вод в водный объект без очистки;
- организация уборки и утилизации снега с проездов, мест стоянок автомобильного транспорта;
- упорядочение складирования и транспортирования опасных веществ, отходов;
- соблюдение правил эксплуатации очистных сооружений;
- обеспечение безаварийной работы всего технического оборудования с целью предотвращения переливов оборотной воды, жидкости пиролиза, ГСМ, регулярный контроль работы технологического оборудования.

Размещение Комплекса осуществляется на площадках с водонепроницаемым покрытием, оборудованных системой сбора поверхностного стока.

Подп. и дата  
Инв. № дубл.  
Взам. инв. №  
Подп. и дата  
Инв. № подл.

|      |      |          |       |      |                               |           |
|------|------|----------|-------|------|-------------------------------|-----------|
|      |      |          |       |      | ТР 28.21.12-004-18379833-2023 | Лис<br>92 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |                               |           |

## 10 Технико-экономические нормативы

### 10.1 Сведения о тепловых нагрузках

Сведения о тепловых нагрузках на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение на производственные и другие нужды приведены в таблице 11.1.

Таблица 10.1 - Тепловая нагрузка

| Наименование      | Объем, м <sup>3</sup> | Периоды года, при tн, °С | Расход теплоты, кВт (Гкал/час) |               |        |              | Расход холода, кВт | Установленная мощность электродвигателей, кВт |
|-------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------------|---------------|--------|--------------|--------------------|---|
|                   |                       |                          | На отопление                   | На вентиляцию | На ВОА | общий        |                    |   |
| Укрытие Комплекса |                       | Холодный минус 47 °С     | -                              | 51,5 (0,044)  | -      | 51,5 (0,044) | -                  | 5   |
|                   |                       | Теплый плюс 33 °С        | -                              | -             | -      | -            | -                  | 5   |

### 10.2 Сведения о потребности в паре и сжатом воздухе

Потребность в паре и сжатом воздухе для нужд Комплекса отсутствует.

### 10.3 Расход топлива

В установке серии БРП может применяться различное топливо:

- газ пиролиза;
- природный газ;
- сжиженный газ;
- жидкость пиролиза;
- дизельное топливо, печное топливо, мазут.

Расход топлива на одну установку БРП составляет:

- газа пиролиза (на три горелки в составе реактора) = 82 м<sup>3</sup>/ч = 60 нм.м<sup>3</sup>/ч.
- натурального природного газа (на три горелки) = 82 м<sup>3</sup>/ч = 60 н.м<sup>3</sup>/ч
- расход жидкого топлива (на три горелки) = 108 л/ч = 86,4 кг/ч.

|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|------|------|----------|-------|------|

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

Лис

93

## 10.4 Расход воды

Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды по общей воде составляет:

- в сутки – 1,875 м<sup>3</sup>/сут;
- в максимальный час – 0,65 м<sup>3</sup>/ч;
- расчетный секундный расход – 0,46 л/с.

Расход холодной воды (без учета ГВС) составляет:

- в сутки – 1,17 м<sup>3</sup>/сут;
- в максимальный час – 0,41 м<sup>3</sup>/ч;
- расчетный секундный расход – 0,3 л/с.

Расход воды на технологические нужды составляет:

- в сутки – 32,186 м<sup>3</sup>/сут;
- в максимальный час – 3,556 м<sup>3</sup>/ч;
- расчетный секундный расход – 1,59 л/с.

Расчетный расход горячей воды

Расходы горячей воды на хозяйственные нужды определены аналогично расходам холодной воды согласно СП 30.13330.2020.

Расход горячей воды составляет:

- в сутки – 0,705 м<sup>3</sup>/сут;
- в максимальный час – 0,31 м<sup>3</sup>/ч;
- расчетный секундный расход – 0,22 л/с

Необходимая тепловая мощность для приготовления ГВС составляет:

- тепловой поток в течение максимального часа – 0,0244 Гкал/ч.

## 10.5 Сведения о потребляемых мощностях

Сведения приведены в таблице 10.2.

|               |          |              |              |              |              |              |                               |      |          |       |      |
|---------------|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------------|------|----------|-------|------|
| Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл. | ТР 28.21.12-004-18379833-2023 |      |          |       | Лис  |
|               |          |              |              |              |              |              | Изм.                          | Лист | № докум. | Подп. | Дата |

Таблица 10.2 - Сведения о потребляемых мощностях

| № п/п | Назначение  | Кол-во, шт | Мощность Р, кВт | Установленная мощность агрегатов Р <sub>уст</sub> , кВт | Полная мощность агрегатов Р <sub>полн</sub> , кВА |
|-------|---|------------|-----------------|---|---|
| 1     | Электродвигатель вращения реактора*                             | 1          | 3,00            | 3,00  | 3,6   |
| 2     | Электродвигатель вращения входного конвейера                    | 1          | 4,00            | 4,00  | 4,8   |
| 3     | Электродвигатель подачи ленты                                   | 1          | 1,5             | 1,50  | 1,8   |
| 4     | Электродвигатель привода дымососа                               | 1          | 5,50            | 5,50  | 6,6   |
| 5     | Насос откачки Т.Ф. с УТФ  | 1          | 1,50            | 1,50  | 1,8   |
| 6     | Воздуходувки реактора   | 3          | 2,20            | 6,60  | 7,92  |
| 7     | Насос квенчингового охладителя                                  | 1          | 0,37            | 0,37  | 0,444   |
| 8     | Насос системы охлаждения установки                              | 1          | 2,00            | 2,00  | 2,4   |
| 9     | Насос откачки Л.Ф. и СФ из емкостей Л.Ф. и СФ блока конденсации | 1          | 3,00            | 3,00  | 3,6   |
| 10    | Насос охлаждения скруббера                                      | 1          | 3,00            | 3,00  | 3,6   |
| 11    | АВО   | 1          | 4,00            | 8,00  | 9,6   |
| 12    | Пилотная горелка утилизационной установки                       | 1          | 1,00            | 1,00  | 1,2   |
| 13    | Жидкостные и газовые горелки реактора                           | 6          | 1,5             | 9,00  | 10,8  |
| 14    | Шкафы автоматики, электрики                                     | 2          | 3,00            | 6,00  | 7,2   |
| 15    | Установка PLAZKAT   | 1          | 7,50            | 7,5   | 9   |
| 16    | Азотная станция реактора  | 1          | 7,50            | 7,5   | 9   |
| 17    | Аппаратные  | 1          | 5,00            | 5,00  | 6,0   |
| 18    | Розеточная группа для мобильного оборудования                   | 1          | 15,00           | 15,00   | 18,00   |

\*Мощность электродвигателя вращения реактора может быть увеличена до 4,0 кВт.

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

## 11 Перечень обязательных инструкций, нормативной и технической документации

Для ведения технологического процесса Комплекса по утилизации отходов необходимо пользоваться следующими документами:

- нормативно-техническая документация по охране труда;
- руководство по эксплуатации на Комплекс серии БРП и составляющее оборудование;
- инструкции по технике безопасности, производственной санитарии и пожарной безопасности;
- инструкции по подготовке оборудования к работе, к ремонту и приему из ремонта;
- инструкции по эксплуатации оборудования, средств измерений и средств автоматизации.

### 11.1 Нормативно-техническая документация по охране труда

Нормативно-техническая документация по охране труда включает в себя:

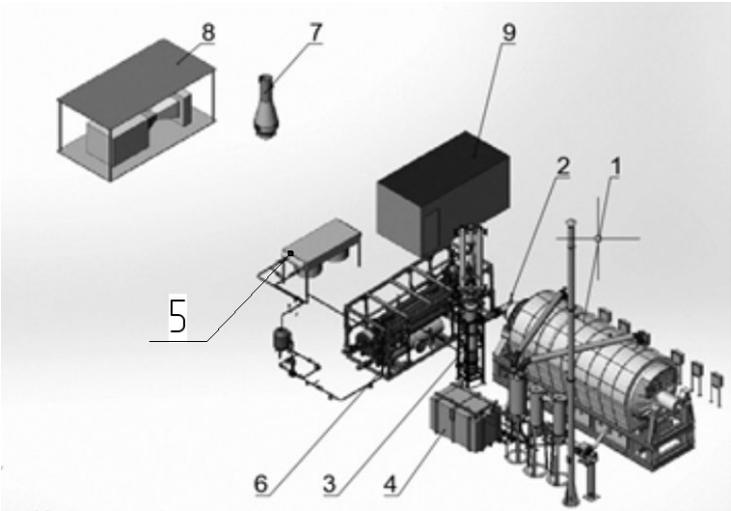
- должностную инструкцию оператора;
- инструкцию по всем видам работ и профессиям по эксплуатации оборудования с утвержденным перечнем инструкций;
- программы инструктажей для операторов;
- журнал регистрации инструктажей операторов на рабочем месте;
- график проверки знаний операторов;
- журнал проверки состояния условий труда объекта;
- журнал проверки защитных средств (противогазов, спасательных поясов, огнетушителей);
- папка с приказами, указаниями, решениями, информационными письмами по безопасности труда.

|               |          |              |              |              |              |              |                               |  |  |  |     |
|---------------|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------------|--|--|--|-----|
| Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл. |                               |  |  |  | Лис |
|               |          |              |              |              |              |              | ТР 28.21.12-004-18379833-2023 |  |  |  |     |
| Изм.          | Лист     | № докум.     | Подп.        | Дата         |              |              |                               |  |  |  |     |

## 12 Варианты исполнения

Комплекс серии БРП выпускается в различных вариантах исполнения. Варианты исполнения приведены в таблицах 1.1-1.3.

Таблица 13.1 - Исполнение 1

| Исполнение 1   |                                    |                                    |        |
|--|------------------------------------|------------------------------------|--------|
| Изображение  | № позиции                          | Перечень оборудования              | Кол-во |
|  | 1                                  | Реактор                            | 1      |
|  | 2                                  | Узел стыковочный                   | 1      |
|  | 3                                  | Уловитель тяжелой фракции          | 1      |
|  | 4                                  | Система отвода дымовых газов       | 1      |
|  | 5                                  | Система охлаждения                 | 1      |
|  | 6                                  | Блок конденсации                   | 1      |
|  | 7                                  | Печь утилизации избыточного газа   | 1      |
|  | 8                                  | Установка очистки газовых выбросов | 1      |
|  | 9                                  | Операторская                       | 1      |
| Режим работы:  | «Циклический»                      |                                    |        |
|  | «Циклический с дозагрузкой»        |                                    |        |
|  | «Непрерывный»                      |                                    |        |
| Опционально  | Азотная станция с блоком ресиверов |                                    |        |
|  | Аппарат газоочистки (АП-1)         |                                    |        |
| Опционально  | Загрузочное устройство             |                                    |        |

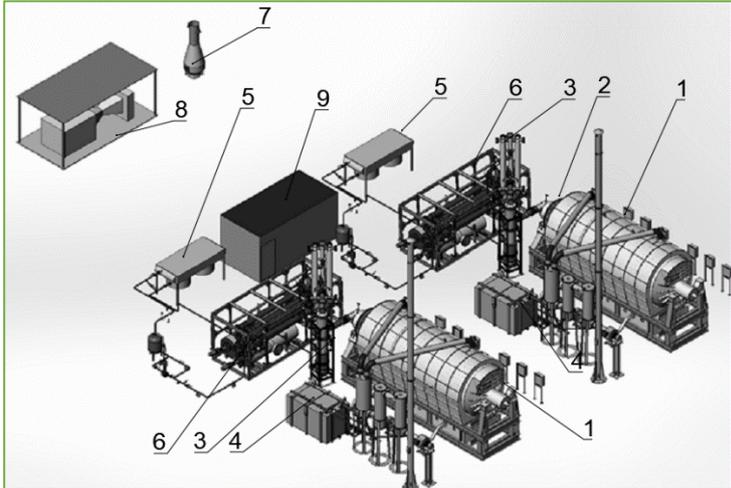
|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|------|------|----------|-------|------|

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

Лис

97

Таблица 13.2 – Исполнение 2

| Исполнение 2   |                                    |                                    |        |
|--|------------------------------------|------------------------------------|--------|
| Изображение  | № позиции                          | Перечень оборудования              | Кол-во |
|  | 1                                  | Реактор                            | 2      |
|  | 2                                  | Узел стыковочный                   | 2      |
|  | 3                                  | Уловитель тяжелой фракции          | 2      |
|  | 4                                  | Система отвода дымовых газов       | 2      |
|  | 5                                  | Система охлаждения                 | 2      |
|  | 6                                  | Блок конденсации                   | 2      |
|  | 7                                  | Печь утилизации избыточного газа   | 1      |
|  | 8                                  | Установка очистки газовых выбросов | 1      |
|  | 9                                  | Операторская                       | 1      |
| Режим работы:  | «Циклический»                      |                                    |        |
|  | «Циклический с дозагрузкой»        |                                    |        |
|  | «Непрерывный»                      |                                    |        |
| Опционально  | Азотная станция с блоком ресиверов |                                    |        |
|  | Аппарат газоочистки (АП-1)         |                                    |        |
| Опционально  | Загрузочное устройство             |                                    |        |

Перв. примен. / Справ. № / Подп. и дата / Инв. № дубл. / Взам. инв. № / Подп. и дата / Инв. № подл.

|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|------|------|----------|-------|------|

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

Таблица 13.3 – Исполнение 3

| Исполнение 3  |   |                                    |        |
|---------------|---|------------------------------------|--------|
| Изображение   | № позиции   | Перечень оборудования              | Кол-во |
|               | 1   | Реактор                            | 2      |
|               | 2   | Узел стыковочный                   | 2      |
|               | 3   | Уловитель тяжелой фракции          | 2      |
|               | 4   | Система отвода дымовых газов       | 1      |
|               | 5   | Система охлаждения                 | 1      |
|               | 6   | Блок конденсации                   | 1      |
|               | 7   | Печь утилизации избыточного газа   | 1      |
|               | 8   | Установка очистки газовых выбросов | 1      |
|               | 9   | Операторская                       | 1      |
| Режим работы: | «Циклический»   |                                    |        |
| Опционально   | При определенных условиях возможен режим работы «циклический с дозагрузкой» |                                    |        |
| Опционально   | Азотная станция с блоком ресиверов  |                                    |        |
| Опционально   | Аппарат газоочистки (АП-1)  |                                    |        |
| Опционально   | Загрузочное устройство  |                                    |        |

Перв. примен. / Справ. № / Подп. и дата / Инв. № дубл. / Взам. инв. № / Подп. и дата / Инв. № подл.

|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|------|------|----------|-------|------|

ТР 28.21.12-004-18379833-2023

Лис  
99

### 13 Технологическая схема производства продукции (графическая часть)

Технологическая схема приведена в Приложении Приложение А.

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|------|------|----------|-------|------|
|      |      |          |       |      |

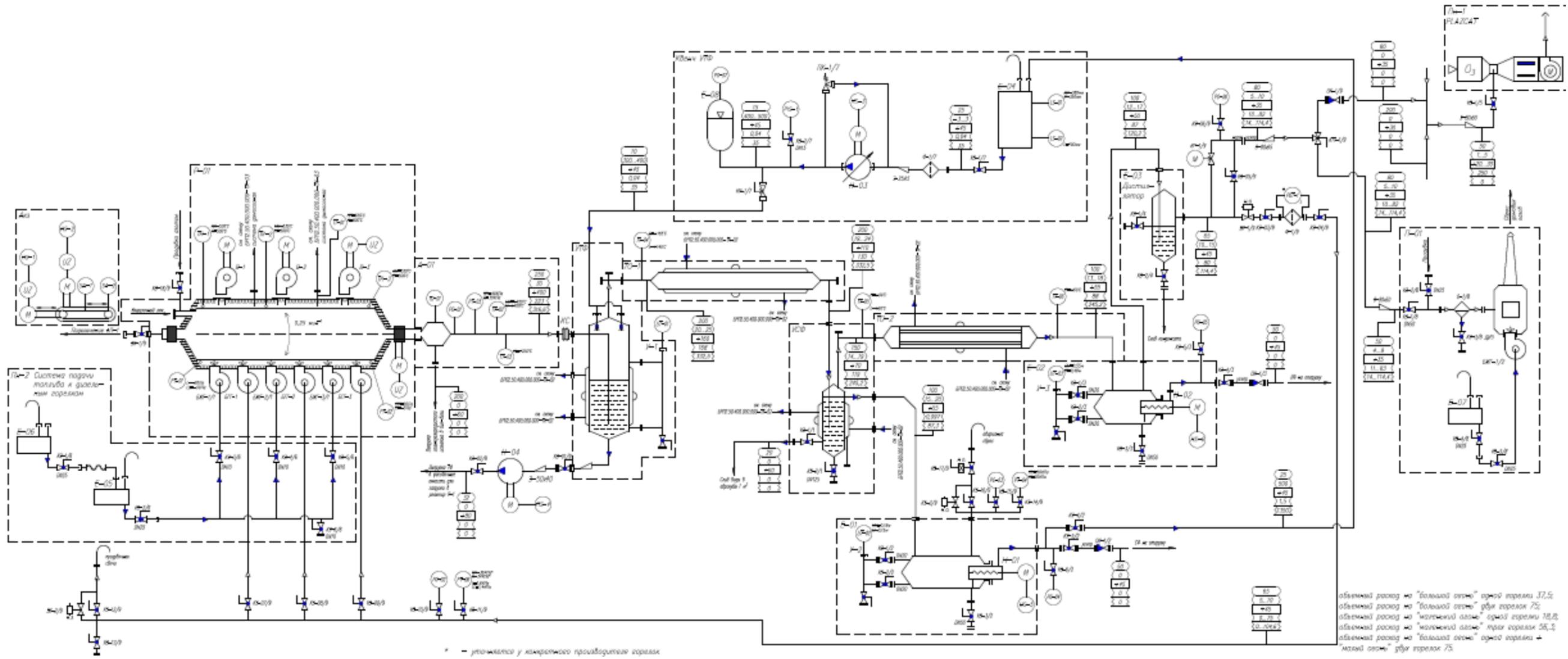
ТР 28.21.12-004-18379833-2023

Лист

100

# Приложение А

## Принципиальная технологическая схема



|              |              |
|--------------|--------------|
| Инов.№ подл. | Подп. и дата |
| Взам. инв. № | Инв.№ дубл.  |
| Подп. и дата | Подп. и дата |

|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|      |      |          |       |      |

ТР 28.21.12-003-18379833-2023

Лист

101

**Приложение Б**

**Таблица входных/выходных сигналов установки пиролиза серии БРП**

| № п/п  | Позиция по схеме | Наименование параметров, описание функции                                      | Рабочие параметры |      |                   | Сигнализация          |               |                       |               | Вход       |            | Выход      |                   | Тип интерфейсного сигнала | Примечание |
|--|------------------|--|-------------------|------|-------------------|-----------------------|---------------|-----------------------|---------------|------------|------------|------------|-------------------|---------------------------|------------|
|  |                  |  | min               | max  | Единицы измерения | Предупредительная min | Аварийная min | Предупредительная max | Аварийная max | Аналоговый | Дискретный | Аналоговый | Дискретный (реле) |                           |            |
| 1  | 2                | 3  | 4                 | 5    | 6                 | 7                     | 8             | 9                     | 10            | 11         | 12         | 13         | 14                | 15                        | 16         |
| <b>Реактор, уловитель тяжёлых фракций (УТФ), квенчинговый охладитель</b> |                  |  |                   |      |                   |                       |               |                       |               |            |            |            |                   |                           |            |
| 1  | ТТ-01            | Температура дымовых газов в кожухе реактора Р-01                               | 5                 | 800  | °С                | -                     | -             | 600                   | 650           | 4-20 мА    | -          | -          | -                 | -                         |            |
| 2  | ТТ-02            | Температура пиролизного газа на выходе из реактора Р-01                        | 5                 | 800  | °С                | -                     | -             | 400                   | 450           | 4-20 мА    | -          | -          | -                 | -                         |            |
| 3  | ТТ-03            | Температура пиролизного газа на выходе из реактора Р-01                        | 5                 | 800  | °С                | -                     | -             | 250                   | -             | 4-20 мА    | -          | -          | -                 | -                         |            |
| 4  | TR-1             | Температура колбы реактора (пирометр)  | 5                 | 800  | °С                | -                     | -             | 500                   | 530           | 4-20 мА    | -          | -          | -                 | -                         |            |
| 5  | TR-2             | Температура колбы реактора (пирометр)  | 5                 | 800  | °С                | -                     | -             | 500                   | 530           | 4-20 мА    | -          | -          | -                 | -                         |            |
| 6  | TR-3             | Температура колбы реактора (пирометр)  | 5                 | 800  | °С                | -                     | -             | 500                   | 530           | 4-20 мА    | -          | -          | -                 | -                         |            |
| 7  | РТ-01            | Разряжение воздуха в топочном пространстве реактора Р-01                       | -5                | -60  | Па                | -20                   | -50           | -                     | -             | 4-20 мА    | -          | -          | -                 | -                         |            |
| 8  | РТ-02            | Давление пиролизного газа в топочном пространстве реактора Р-01 при охлаждении | -5                | 35   | Па                | -                     | -             | 0                     | 30            | 4-20 мА    | -          | -          | -                 | -                         |            |
| 9  | РТ-03            | Давление пиролизного газа на выходе из реактора Р-01                           | 14                | 35   | кПа               | -                     | -             | 40                    | 50            | 4-20 мА    | -          | -          | -                 | -                         |            |
| 10   | РТ-05            | Давление пиролизного газа в газовой рампе                                      | 4                 | 25   | кПа               | 1,0                   | -1,5          | 16                    | 20            | 4-20 мА    | -          | -          | -                 | -                         |            |
| 11   | ТТ-04            | Температура продуктов пиролиза на выходе из уловителя тяжёлых фракций (УТФ)    | 5                 | 390  | °С                | 105                   | 110           | 140                   | -             | 4-20 мА    | -          | -          | -                 | -                         |            |
| 12   | ЛИТ-01           | Уровень в уловителе тяжёлых фракций (УТФ)                                      | 0                 | 1600 | мм                | 250                   | 150           | 850                   | 1100          | 4-20 мА    | -          | -          | -                 | -                         |            |
| 13   | SC-01            | Управление вращением вентилятора воздухоудвки В-2 (ЧРП)                        | 0                 | 3000 | об/мин            | -                     | -             | -                     | -             | 4-20 мА    | Р.К.;=24В  | 4-20 мА    | -                 | -                         |            |
| 14   | SC-02            | Управление вращением реактора Р-01 (ЧРП)                                       | 0                 | 930  | об/мин            | -                     | -             | -                     | -             | 4-20 мА    | Р.К.;=24В  | 4-20 мА    | -                 | -                         |            |
| 15   | BS-01            | Вкл/откл. дизельной горелки БЖГ-1/1  | -                 | -    | -                 | -                     | -             | -                     | -             | -          | -          | -          | Р.К.; ~230В       | -                         |            |
| 16   | SA-01            | Состояние дизельной горелки БЖГ-1/1 "Работа"                                   | -                 | -    | -                 | -                     | -             | -                     | -             | -          | Р.К.;=24В  | -          | -                 | -                         |            |
| 17   | SA-02            | Состояние дизельной горелки БЖГ-1/1 "Неисправность"                            | -                 | -    | -                 | -                     | -             | -                     | -             | -          | -          | -          | -                 | -                         |            |
| 17   | BS-02            | Вкл/откл. газовой горелки БГГ-1  | -                 | -    | -                 | -                     | -             | -                     | -             | -          | -          | -          | Р.К.; ~230В       | -                         |            |
| 18   | SA-03            | Состояние газовой горелки БГГ-1 "Работа"                                       | -                 | -    | -                 | -                     | -             | -                     | -             | -          | Р.К.;=24В  | -          | -                 | -                         |            |
| 19   | SA-04            | Состояние газовой горелки БГГ-1 "Неисправность"                                | -                 | -    | -                 | -                     | -             | -                     | -             | -          | -          | -          | -                 | -                         |            |

Инд.№ подл. Подп. и дата. Взам. инв. № Инв.№ дубл. Подп. и дата.

|             |              |              |             |              |
|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| Инд.№ подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инд.№ дубл. | Подп. и дата |
|             |              |              |             |              |

|    |        |  |     |     |     |     |   |     |     |   |   |   |                |   |
|----|--------|--|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|---|---|---|----------------|---|
| 20 | BS-03  | Вкл/откл. дизельной горелки БЖГ-2/1  | -   | -   | -   | -   | - | -   | -   | - | - | - | P.К.;<br>~230В | - |
| 21 | SA-05  | Состояние дизельной горелки БЖГ-2/1 "Работа"   | -   | -   | -   | -   | - | -   | -   | - | - | - | P.К.;=24В      | - |
| 22 | SA-06  | Состояние дизельной горелки БЖГ-2/1 "Неисправность"                                  |     |     |     |     |   |     |     |   |   |   |                |   |
| 23 | BS-04  | Вкл/откл. газовой горелки БГГ-2  | -   | -   | -   | -   | - | -   | -   | - | - | - | P.К.;<br>~230В | - |
| 24 | SA-07  | Состояние газовой горелки БГГ-2 "Работа"   | -   | -   | -   | -   | - | -   | -   | - | - | - | P.К.;=24В      | - |
| 25 | SA-08  | Состояние газовой горелки БГГ-2 "Неисправность"                                      |     |     |     |     |   |     |     |   |   |   |                |   |
| 26 | BS-05  | Вкл/откл. дизельной горелки БЖГ-3/1  | -   | -   | -   | -   | - | -   | -   | - | - | - | P.К.;<br>~230В | - |
| 27 | SA-09  | Состояние дизельной горелки БЖГ-3/1 "Работа"   | -   | -   | -   | -   | - | -   | -   | - | - | - | P.К.;=24В      | - |
| 28 | SA-10  | Состояние дизельной горелки БЖГ-3/1 "Неисправность"                                  |     |     |     |     |   |     |     |   |   |   |                |   |
| 29 | BS-06  | Вкл/откл. газовой горелки БГГ-3  | -   | -   | -   | -   | - | -   | -   | - | - | - | P.К.;<br>~230В | - |
| 30 | SA-11  | Состояние газовой горелки БГГ-3 "Работа"   | -   | -   | -   | -   | - | -   | -   | - | - | - | P.К.;=24В      | - |
| 32 | SA-12  | Состояние газовой горелки БГГ-3 "Неисправность"                                      |     |     |     |     |   |     |     |   |   |   |                |   |
| 33 | SA-01  | Концевой выключатель позиции загрузочного конвейера Акз                              | -   | -   | -   | -   | - | -   | -   | - | - | - | 3.К. =24В      | - |
| 34 | SA-02  | Концевой выключатель позиции загрузочного конвейера Акз                              | -   | -   | -   | -   | - | -   | -   | - | - | - | 3.К. =24В      | - |
| 35 | M-01   | Управление воздуходувкой В-1 (вкл./выкл.)  | -   | -   | -   | -   | - | -   | -   | - | - | - | P.К.;<br>~230В | - |
| 36 | M-02   | Управление воздуходувкой В-2 (вкл./выкл.)  | -   | -   | -   | -   | - | -   | -   | - | - | - | P.К.;<br>~230В | - |
| 37 | HS-4   | Управление насосом Н-04 (вкл./выкл.)   | -   | -   | -   | -   | - | -   | -   | - | - | - | P.К.;<br>~230В | - |
| 38 | CS-01  | Управление электромагнитным клапаном ЭК-2/9 (открыть)                                | -   | -   | -   | -   | - | -   | -   | - | - | - | P.К.;<br>~230В | - |
| 39 | YA-01  | Состояние электромагнитного клапана ЭК-2/9 (открыт/закрыт)                           | -   | -   | -   | -   | - | -   | -   | - | - | - | P.К.;=24В      | - |
| 40 | HS-03  | Управление насосом Н-03 квенчингового охладителя (вкл./выкл.)                        | -   | -   | -   | -   | - | -   | -   | - | - | - | P.К.;<br>~230В | - |
| 41 | PIS-01 | Сигнализация предельного давления на выкиде насоса Н-03                              | 0   | 0,8 | МПа | -   | - | 0,6 | 0,7 | - | - | - | P.К.;=24В      | - |
| 42 | LS-01  | Сигнализация верхнего уровня средней фракции в ёмкости квенчингового охладителя Е-04 | 100 | 350 | мм  | -   | - | 350 | 380 | - | - | - | P.К.;=24В      | - |
| 43 | LS-02  | Сигнализация нижнего уровня средней фракции в ёмкости квенчингового охладителя Е-04  | 100 | 350 | мм  | 100 | - | -   | -   | - | - | - | P.К.;=24В      | - |

**Блок конденсации**

|   |        |   |   |    |     |   |   |    |    |                |   |   |   |   |
|---|--------|---|---|----|-----|---|---|----|----|----------------|---|---|---|---|
| 1 | ТТ-05  | Температура пиролизного газа на выходе из уловителя средних фракций (УСФ) | 5 | 80 | °С  | - | - | 80 | -  | 4-20 мА        | - | - | - | - |
| 2 | PDT-01 | Перепад давления газа на фильтре Ф-1/9                                    | 0 | 20 | кПа | - | - | 15 | -  | 4-20 мА        | - | - | - | - |
| 3 | ТТ-06  | Температура лёгких фракции на входе в ёмкость легкой фракции Е-02         | 5 | 50 | °С  | - | - | 45 | -  | 4-20 мА        | - | - | - | - |
| 4 | ТТ-08  | Температура теплоносителя на входе в АВО Хв-01                            | 5 | 45 | °С  | - | - | 50 | 60 | 4-20 мА<br>RTD | - | - | - | - |
| 5 | ТТ-09  | Температура теплоносителя на выходе из АВО Хв-01                          | 5 | 33 | °С  | - | - | 40 | 50 | 4-20 мА<br>RTD | - | - | - | - |

TP 28.21.12-004-18379833-2023

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

Лист

103

|              |              |
|--------------|--------------|
| Инд.№ подл.  | Подп. и дата |
| Взам. инв. № | Подп. и дата |
| Инв.№ дубл.  | Подп. и дата |

|    |        |  |     |     |     |     |     |      |      |         |           |         |             |   |
|----|--------|--|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|---------|-----------|---------|-------------|---|
| 6  | PT-05  | Давление пиролизного газа в линии газа на горелки              | 4   | 50  | кПа | 1,4 | 1,6 | 34   | 38   | 4-20 мА | -         | -       | -           | - |
| 7  | PT-04  | Давление пиролизного газа в ёмкости средней фракции E-01       | 4   | 50  | кПа | -   | -   | 20   | 30   | 4-20 мА | -         | -       | -           | - |
| 8  | PT-07  | Давление теплоносителя на выкиде насоса Н-06                   | 0,1 | 0,2 | МПа | -   | -   | 0,25 | 0,35 | 4-20 мА | -         | -       | -           | - |
| 9  | LIT-02 | Уровень средней фракций в ёмкости E-01                         | 0   | 600 | мм  | -   | -   | 150  | 180  | 4-20 мА | -         | -       | -           | - |
| 10 | LIT-03 | Уровень лёгкой фракций в ёмкости E-02                          | 0   | 600 | мм  | -   | -   | 480  | 550  | 4-20 мА | -         | -       | -           | - |
| 11 | YA-03  | Состояние запорно-регулирующего клапана КР-1/9 (открыт/закрыт) | 0   | 100 | %   | -   | -   | -    | -    | 4-20 мА | Р.К.;=24В | -       | -           | - |
| 12 | LS-03  | Сигнализация верхнего уровня воды в дистилляторе E-03          | 0   | 350 | мм  | 300 | -   | 400  | -    | -       | Р.К.;=24В | -       | -           | - |
| 13 | SC-02  | Управление запорно-регулирующим клапаном КР-1/9                | -   | -   | -   | -   | -   | -    | -    | -       | -         | 4-20 мА | -           | - |
| 14 | CS-02  | Управление электромагнитным клапаном ЭК-1/9 (открыть)          | -   | -   | -   | -   | -   | -    | -    | -       | -         | -       | Р.К.; ~230В | - |
| 15 | YA-02  | Состояние электромагнитного клапана ЭК-1/9 (открыт/закрыт)     | -   | -   | -   | -   | -   | -    | -    | -       | Р.К.;=24В | -       | -           | - |
| 16 | CS-03  | Управление электромагнитным клапаном ЭК-3/9 (открыть)          | -   | -   | -   | -   | -   | -    | -    | -       | -         | -       | Р.К.; ~230В | - |
| 17 | YA-04  | Состояние электромагнитного клапана ЭК-3/9 (открыт/закрыт)     | -   | -   | -   | -   | -   | -    | -    | -       | Р.К.;=24В | -       | -           | - |
| 18 | HS-5   | Управление насосом откачки средней фракции Н-01 (вкл./выкл.)   | -   | -   | -   | -   | -   | -    | -    | -       | -         | -       | Р.К.; ~230В | - |
| 19 | HS-6   | Управление насосом откачки лёгкой фракции Н-02 (вкл./выкл.)    | -   | -   | -   | -   | -   | -    | -    | -       | -         | -       | Р.К.; ~230В | - |
| 20 | HS-9   | Управление насосом Н-06 (вкл./выкл.)                           | -   | -   | -   | -   | -   | -    | -    | -       | -         | -       | Р.К.; ~230В | - |
| 21 | HS-10  | Управление вентилятором охладителя Хв-01 (вкл./выкл.)          | -   | -   | -   | -   | -   | -    | -    | -       | -         | -       | Р.К.; ~230В | - |
| 22 | HS-11  | Управление вентилятором охладителя Хв-01 (вкл./выкл.)          | -   | -   | -   | -   | -   | -    | -    | -       | -         | -       | Р.К.; ~230В | - |

### Утилизация дымовых газов

|   |       |  |     |      |        |   |   |     |     |         |           |         |   |   |
|---|-------|--|-----|------|--------|---|---|-----|-----|---------|-----------|---------|---|---|
| 1 | PT-06 | Давление воды на выкиде насоса Н-05              | 0,1 | 0,4  | МПа    | - | - | 0,5 | 0,6 | 4-20 мА | -         | -       | - | - |
| 2 | HS-8  | Управление насосом Н-05 (ЧРП)                    | 0   | 2865 | об/мин | - | - | -   | -   | 4-20 мА | Р.К.;=24В | 4-20 мА | - | - |
| 3 | TT-07 | Температура дымовых газов на входе дымососа В-04 | 5   | 250  | °С     | - | - | 180 | 200 | 4-20 мА | -         | -       | - | - |
| 4 | SC-03 | Управление вращением дымососа В-04 (ЧРП)         | 0   | 2900 | об/мин | - | - | -   | -   | 4-20 мА | Р.К.;=24В | 4-20 мА | - | - |

### Интерфейсные сигналы АСУ ТП

|   |       |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |        |
|---|-------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--------|
| 1 | YA-05 | Состояние установок " PLAZKAT " (работа/останов/готовность/авария)           | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Modbus |
| 2 | YA-06 | Состояние установки гидросепарации мусора (работа/останов/готовность/авария) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Modbus |

### Примечание:

З.К. - нормально-замкнутый "сухой" контакт, размыкается при совершении события;  
Р.К. – нормально -разомкнутый "сухой" контакт, замыкается при совершении события.

|      |      |          |       |      |                               |      |
|------|------|----------|-------|------|-------------------------------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | ТР 28.21.12-004-18379833-2023 | Лист |
|      |      |          |       |      |                               | 104  |

