НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»

НОЦ «Инновационные металлургические технологии»

ООО «Новые металлургические технологии», Сколково

Развитие барботажных технологий в НИТУ «МИСиС»

Директор НОЦ «ИМТ» НИТУ «МИСиС»,
Генеральный директор ООО «НМТ»

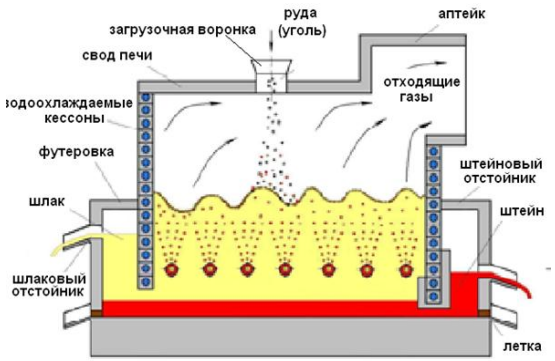
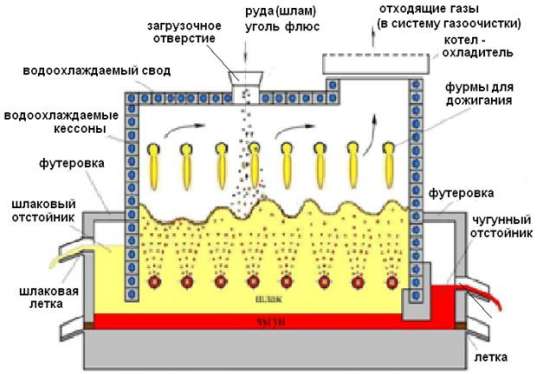
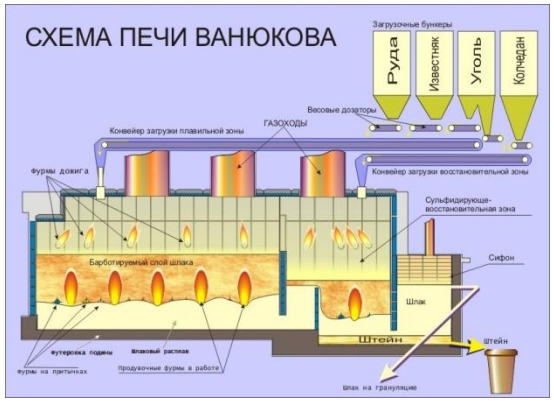
Подгородецкий Г.С.

Тел.: +7(495) 955-00-22

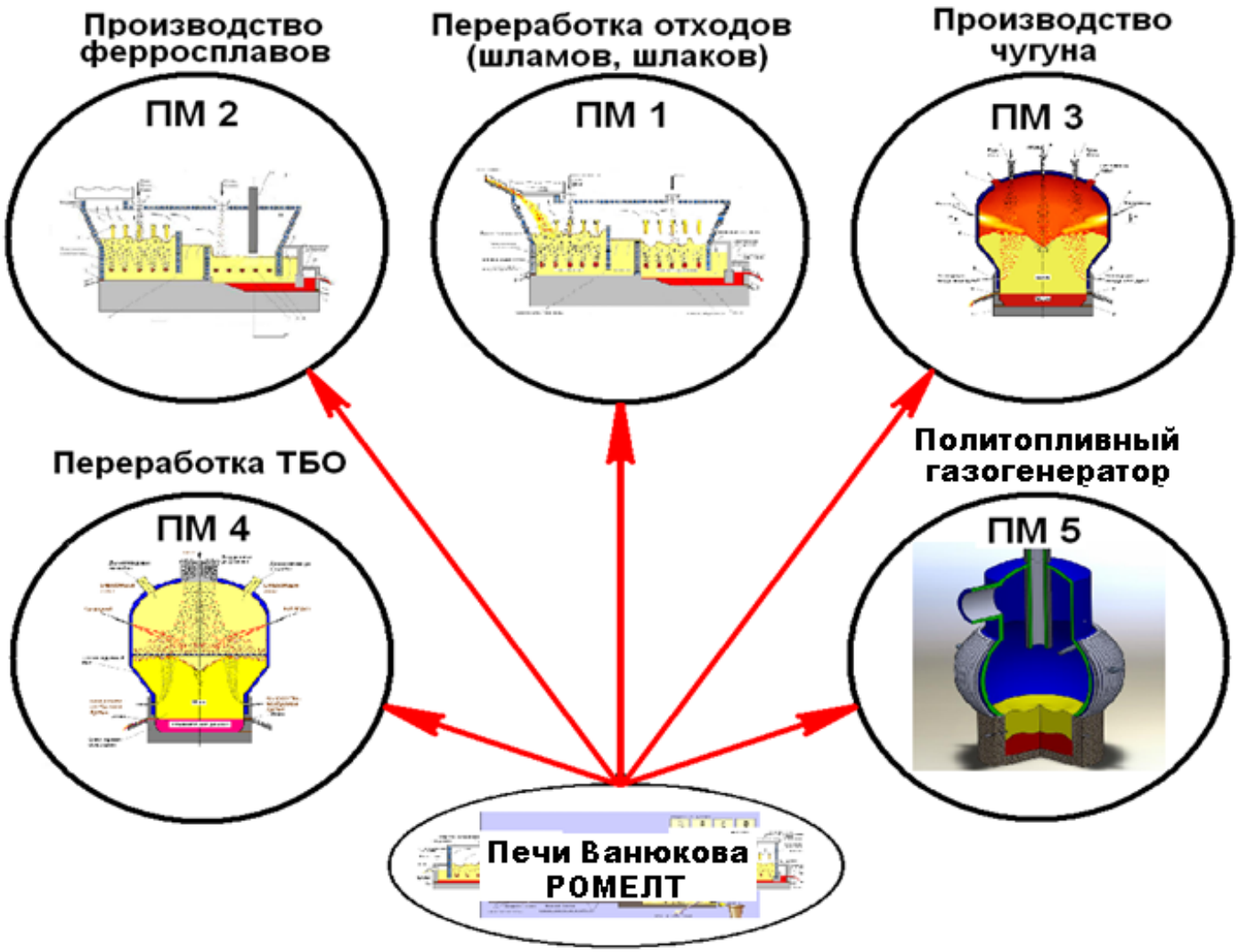
E mail: podgs@misis,ru Сайт: nmtpm.ru

17.09.2019 г.

Промышленные печи, разработанные в НИТУ «МИСиС»

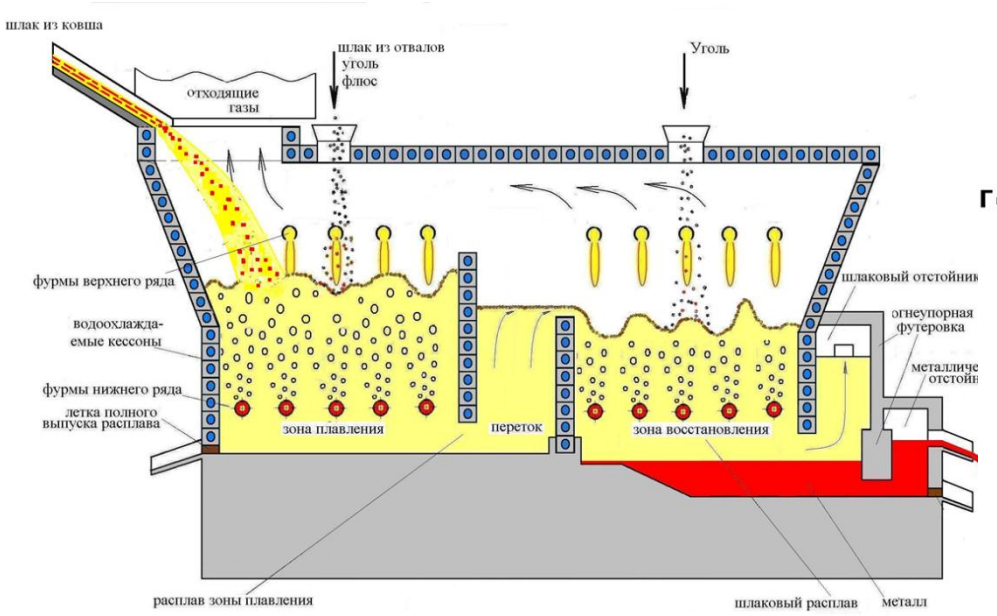
Печь Ванюкова	Печь РОМЕЛТ	Двухзонная печь Ванюкова
			
▪Высокая интенсивность процесса (удельный проплав: 3 – 4 т/м2*час). Превосходит аналоги в 2 – 4 раза. ▪Высокая степень извлечения меди (никеля и других цветных металлов в штейн). ▪Высокая концентрация диоксида серы в отходящих газах, ▪Работает 7 печей в РФ и 5 печей за границей. ▪ **Печь не предназначена для переработки техногенных отходов**	▪ Получение чугуна в одну стадию из неподготовленных железорудных материалов, без применения коксующихся углей и природного газа. ▪ Возможность селективной, комплексной переработки отходов металлургического передела. ▪ Возможность сжигания низкосортных марок углей с получением кондиционного генераторного газа и выработки электроэнергии. ▪Выполняется проект для Союза Мьянмы. ▪ **Высокий удельный расход энергоносителей, низкое качество получаемого чугуна, потери ценных цветных металлов со шлаком**	▪Удельные расходы на 1 т Fe – Ni штейна: ▪ - руда – 10 т, ▪ - уголь – 3 т, ▪ - известняк – 2 т, ▪ - колчедан – 0,7 т, ▪ - воздушное дутье – 1200 нм3, ▪ - технический кислород – 2800 нм3, ▪ - природный газ – 450 нм3. ▪ **Печь не предназначена для переработки техногенных отходов**

Новые разработки НИТУ «МИСиС» в области барботажных процессов (серия ПМ)

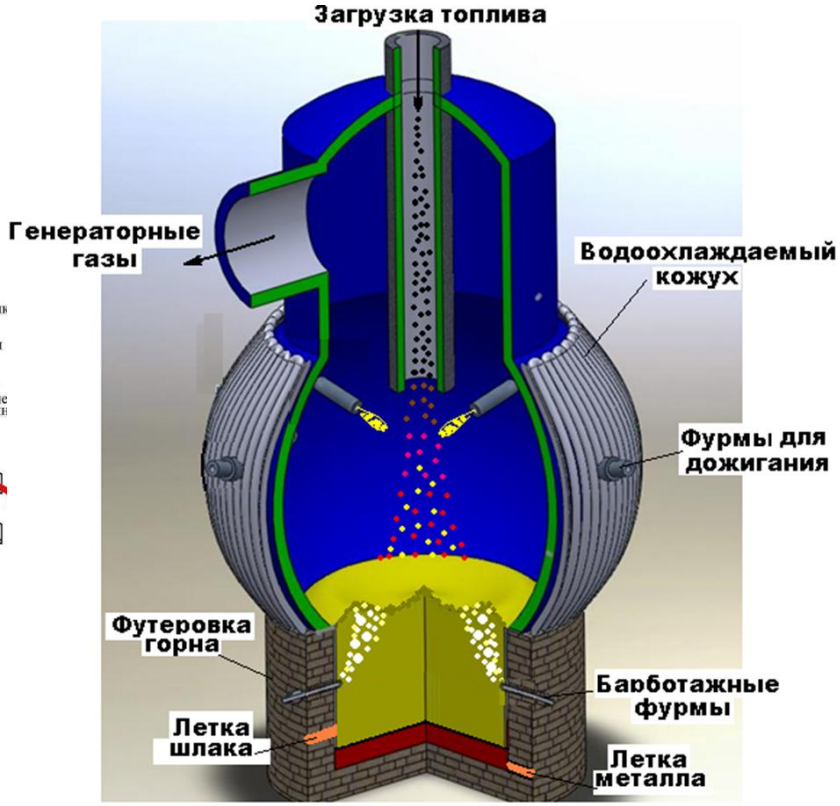


Технологии ПМ 1 и ПМ 5 вошли в Справочник по НДТ РФ ИТС 26-2017

ПМ 1, стр. 388

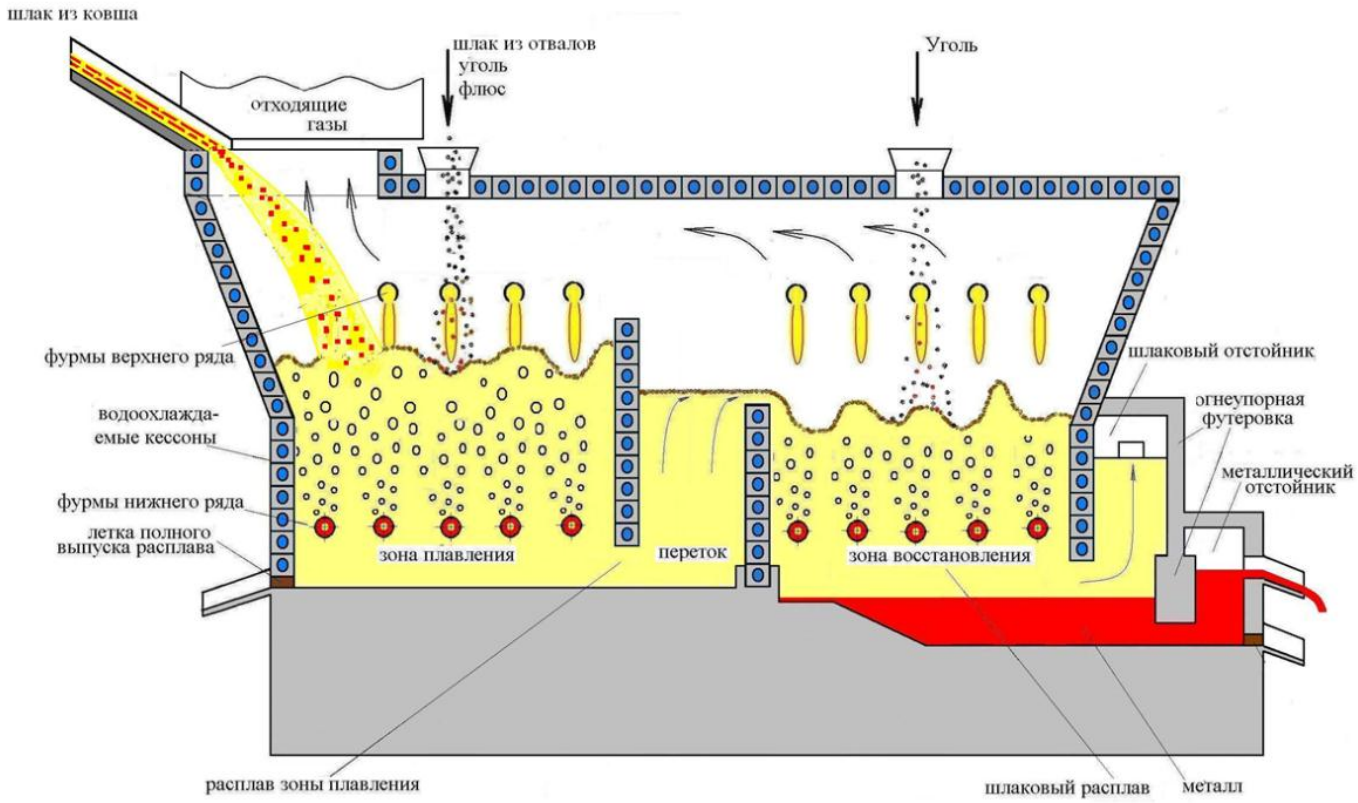


ПМ 5, стр. 387



Источник: Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 26-2017. М., Бюро НДТ, 2017, 478 с.

Новая печь НИТУ «МИСиС» ПМ 1



Химический состав некоторых техногенных отходов ЧМ, массовый %

Компоненты	Доменный шлам	Шлам ККЦ	Пыль ДСП	Прокатная окалина (замасленная)
$Fe_{общ.}$	35 - 45	45 - 60	25 - 35	60,0 – 68,0
C	10 - 25	0,1 - 0,3	0,1 – 0,3	-
SiO_2	5 - 8	1,5 – 3,0	3,0 – 8,0	1,0 – 5,0
Al_2O_3	1 - 5	0,2 – 0,5	0,4 – 1,0	0,1 – 0,3
CaO	5 - 8	5,0 – 15,0	6,0 – 17,0	0,1 – 0,3
MgO	1 - 3	3,0 – 6,0	5,0 – 14,0	0,1 – 0,3
Na_2O	0,2 – 1,0	0,1 – 0,5	0,1 – 0,5	<0,1
K_2O	0,1 – 0,8	0,1 – 0,5	0,1 – 0,5	<0,1
ZnO	0,2 – 2,0	1,0 – 3,0	5,0 – 20,0	<0,1
PbO	0,1 – 0,2	0,1 – 0,3	0,2 – 2,0	<0,1
P_2O_5	0,1 – 0,3	0,1 – 0,2	0,1 – 0,4	0,05 – 0,1
S	0,1 – 0,3	0,1 – 0,2	0,3 – 0,8	0,05 – 0,2
Cl	? до 1,0	? до 0,3	0,2 – 3,0	? до 1,0

Почему эти материалы не используются или используются частично?

Повышенное содержание цинка, свинца, щелочных металлов, хлора.

- **Цинк.** Накапливается в доменных печах, приводит к перерасходу кокса, разрушает кладку печей. Максимальный приход (Baosteel) – 150 г/т чугуна.
- **Свинец.** Разрушает футеровку, накапливается в горне. Способствует разрыву горнов.
- **Щелочные металлы.** Накапливаются в доменных печах, приводят к перерасходу кокса, разрушают кладку печей. Максимальный приход (Baosteel) – 2 кг/т чугуна.
- **Хлор.** Накапливается в пылях ДСП и шламах ККЦ. При переработке в агломерации образует особо опасные экотоксиканты – диоксины и фураны. Их концентрация в отходящих газах последних вакуум камер аглолент превышает в сотни раз ПДВ.

Способы переработки техногенных отходов ЧМ за границами РФ

- Хранение 1 т шламов и пыли ЧМ в Европе обходится ~ в 80 евро в год.
- Заражённые цинком, свинцом и щелочными металлами материалы перерабатываются в специально разработанных установках (низкошахтные доменные печи, вагранки типа Oxy Cap, Zinc Ox, RHF, Waelz и т.д…). Низкие ТЭП, образование вторичных отходов.
- Разработка Cobe Steel ItMk3. 3 установки построены и запущены в Японии. Данных по эксплуатации нет. Завод, построенный в США обанкротился.
- Выводы (Larry M Southwick. Steel Times International – March 2010):

- Still no simple solution to processing EAF dust
- A study published by the Swedish research organisation Mefos determined that recycling of EAF dust was less environmentally friendly than landfilling.

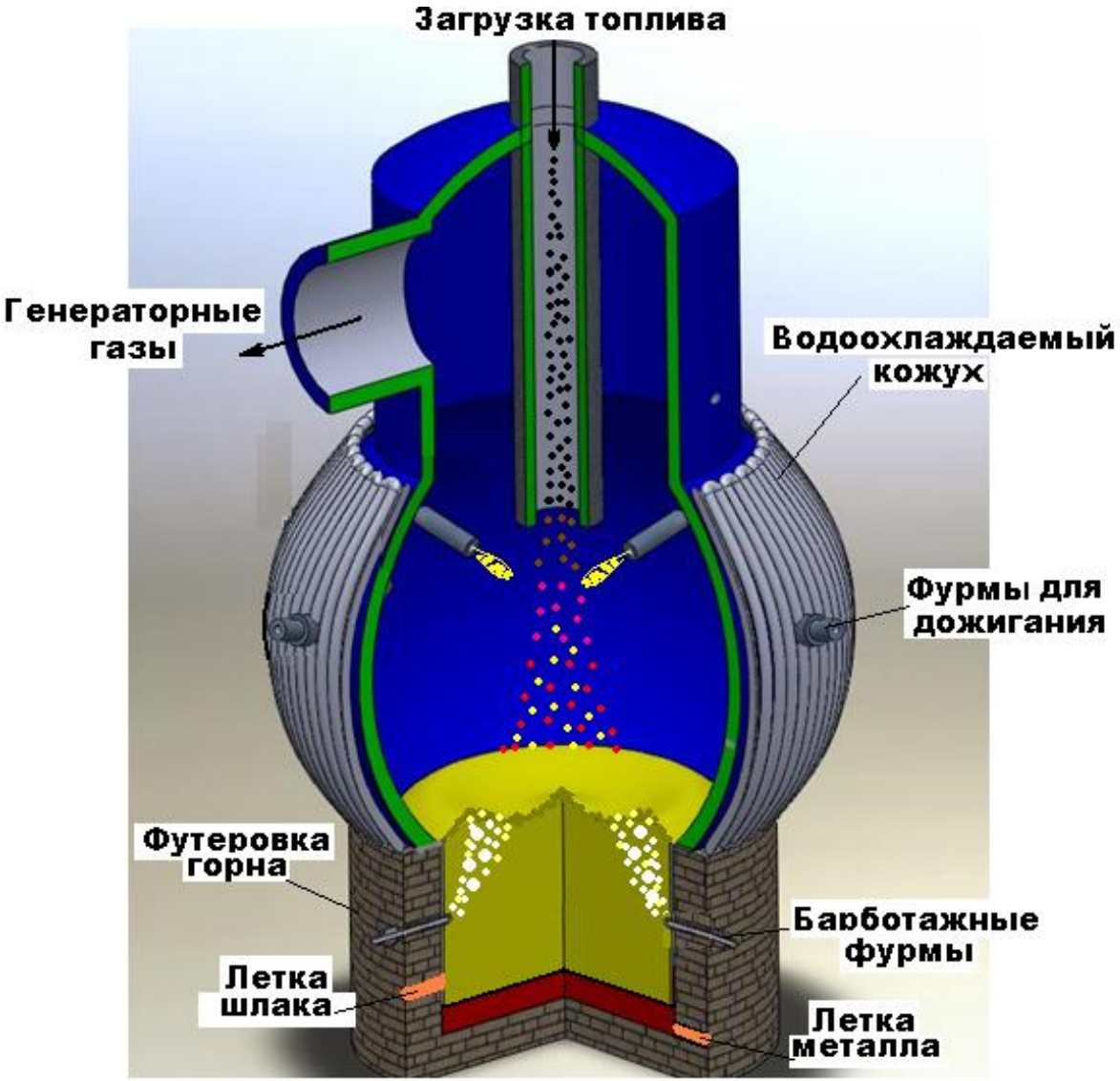
Результаты расчетов. Технические показатели работы печи ПМ 1, S = 6 м2 , на 1 т чугуна

	Шлам ЭСПЦ	Концентрат	Смесь шламов	Красный шлам
Расходы шихтовых материалов и энергоносителей на 1т чугуна				
Fe - сод. Материал, кг	2250 - 2300	1450 - 1490	1970 - 2000	3300 - 3500
Уголь, кг	460 - 560	580 - 670	400 - 480	660 - 780
Кислород, 90%, м3	600 - 630	570 - 610	580 - 630	750 - 800
Природный газ, м3	0 - 150	0 - 150	0 - 150	0 - 200
Выход основного продукта				
Чугун, т/час	**7,8 - 9,1**	**7,8 - 9,1**	**7,8 - 9,1**	**6,5 – 7,8**
Химический состав чугуна, %	**C = 4,5 Si =0,14 S = 0,01 P =0,01**	**C = 4,5 Si = 0,11 S < 0,005 P < 0,005**	**C = 4,5 Si = 0,13 S < 0,005 P < 0,005**	**C = 4,5 Si = 0,15 S = 0,025 P = 0,020**

Результаты расчетов. Экономические показатели работы печи ПМ 1, S = 6 м2

	Шлам ЭСПЦ	Концентрат	Смесь шламов	Красный шлам
Выход продуктов т/год				
Чугун	60000 - 70000	60000 - 70000	60000 - 70000	50000 - 60000
Шлак	22000 - 25000	17000 - 19000	22000 - 25000	75000 - 90000
Zn - концентрат	9000 - 15000	-	2000 - 3000	-
Основные параметры окупаемости проекта				
Кап. вложения, млн. руб.	**1000 - 1500**	**1000 - 1500**	**1000 - 1500**	**1200 - 1700**
Себестоимость чугуна , руб. (без попутной продукции и ВЭР)	**11000 - 12000**	**12000 - 13000**	**10500 - 11500**	**12000 - 13000**
Срок окупаемости после запуска, лет	**< 2,5**	**< 3,0**	**< 2,5**	**< 3,5**

Политопливный газогенератор ПМ 5



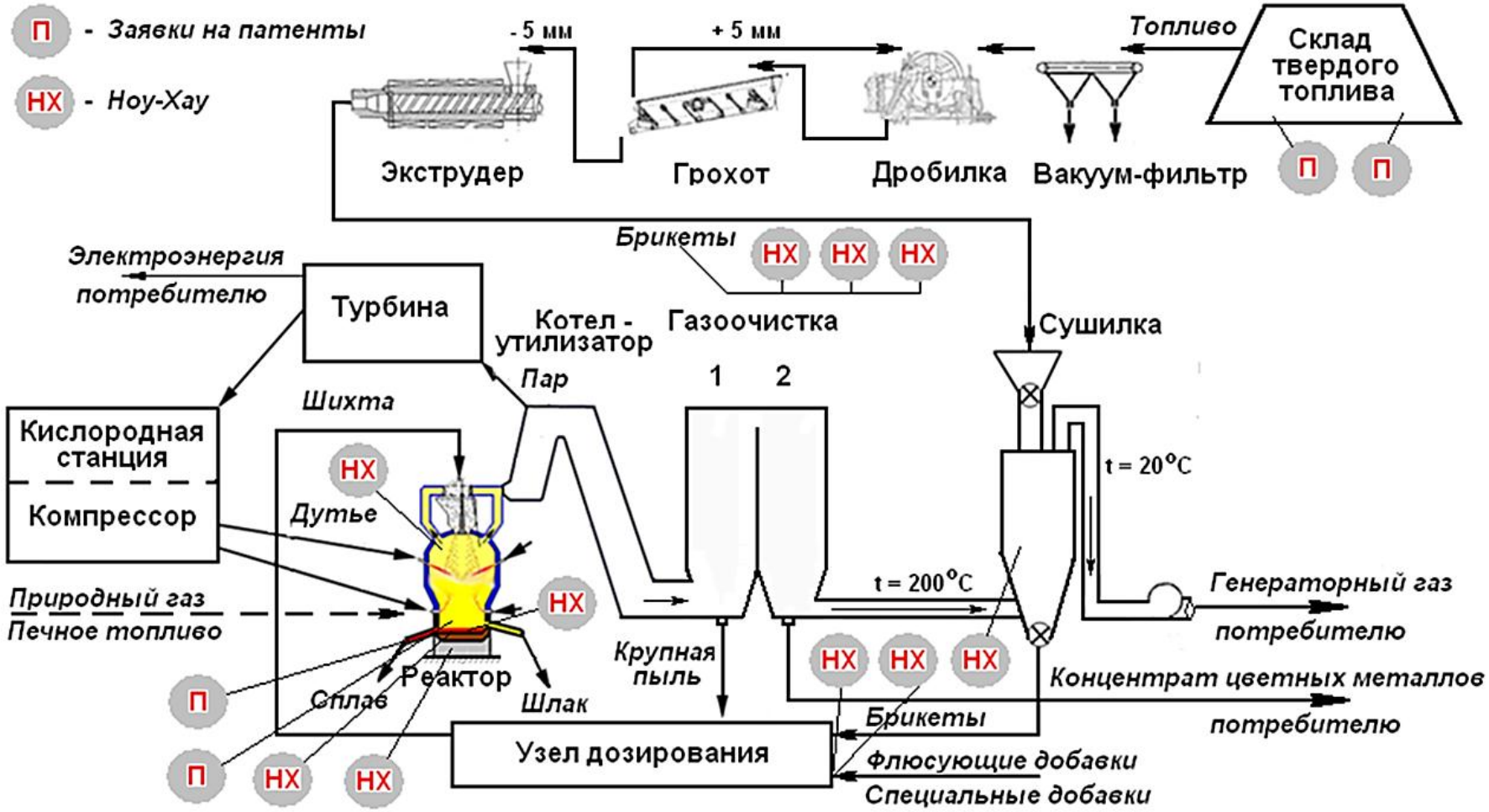
Виды твердого топлива:

- **любые марки углей;**
- **отходы углеобогащения;**
- **торф;**
- **горючие сланцы;**
- **отходы деревообработки;**
- **биомасса;**
- **отходы нефтепереработки;**
- **твердые коммунальные отходы (ТКО).**

Продукты переработки:

- **генераторный газ;**
- **шлак;**
- **металлический сплав;**
- **пар энергетических параметров**

Схема установки политопливного газогенератора



Сравнение основных существующих технологий газификации углей и переработки ТКО

Технологии	Топливо	Товарная продукция	Отходы производства	Удельные капвложения, US$/кВт
Lurgi	Только уголь	Генераторный газ	Зола, пыль	1300-1500
Winkler	Только уголь	Генераторный газ	Зола, пыль	1200-1400
Conoco Phillips	Только уголь	Пар Генераторный газ	Зола, пыль	1400-1600
Koppers Totzek (Shell)	Только уголь	Пар Генераторный газ	Зола, пыль	1200-1400
Simens	Только уголь	Пар Генераторный газ	Шлак, пыль	1200-1500
Hitachi Zosen	Только ТКО	Пар	Зола, пыль	6400
ПМ 5 (10 м2)	Уголь Торф Техногенные отходы ТКО	Электричество Пар Генераторный газ Шлаковое литье Концентрат цветных металлов	НЕТ	700 (уголь) 1200 (ТКО)

Параметры работы ПМ 5 на ТКО

Площадь реактора, $м^2$	2,5	5	10
Расход ТКО, т/час	14,7	29,4	58,8
Расход кислорода, тыс. $м^3$/час	1,7	3,5	7,0
Расход природного газа, тыс. $м^3$/час	0,5	1,0	2,0
Расход воздуха, тыс. $м^3$/час	1,3	2,5	5,0
Выход шлака (сырье для строительного материала), т/час	6,4	12,7	25,4
Выработка электроэнергии МВт/ч	9	19	40
Стоимость строительства и ввода в эксплуатацию	9 - 15 млн. долларов США	20 - 28 млн. долларов США	31 - 50 млн. долларов США

Предварительный анализ окупаемости газогенератора ПМ 5 (10 м2)

Продукты переработки	Шлаковый щебень, электроэнергия	Шлаковый утеплитель, электроэнергия	Шлаковый щебень, электроэнергия, метанол
Капиталовложения, млн. руб.	2 068,0	2 068,0	3 029,3
Персонал, человек	109	109	133
Срок ввода в эксплуатацию, мес.	24	24	24
Оплата за утилизацию ТКО, руб./т	0	0	0
Реализация эл. энергии, руб./кВт	3,0	3,0	3,0
Операционные затраты, млн. руб./год	400,1	400,1	413,8
Валовая выручка, млн. руб./год	322,7	1 092,5	2 902,5
Чистая прибыль после налогообложения, млн. руб.	-77,4	405,7	1 541,0
Окупаемость после ввода в эксплуатацию, лет	Не окупается	5	< 2

Сравнение основных методов газификации (на 1 т ТКО, Q = 1670 ккал)

Показатель	Технологии переработки ТКО		
	Сжигание	Плазма	ПМ 5
Температура, ^{o}C	1200	1500	1500
Объём отходящих газов, $нм^3$	3833	1421	1375
Тепло отходящих газов			
Физическое, МДж	7590	3295	3662
Химическое, МДж	0	12809	10381
Суммарное тепло газов, МДж	7590	16104	14043
Выработка электроэнергии при к.п.д. паровой турбины = 21%, МДж	1579	3382	2949
Затраты электроэнергии на собственные нужды, МДж	540 -720	2340	900 - 1080
Отпуск электроэнергии на сторону, МДж	859 - 1039	1042	1869 – 2046
Отпуск электроэнергии на сторону, МВт/ч	0,24 - 0,29	0,29	0,52 – 0,57

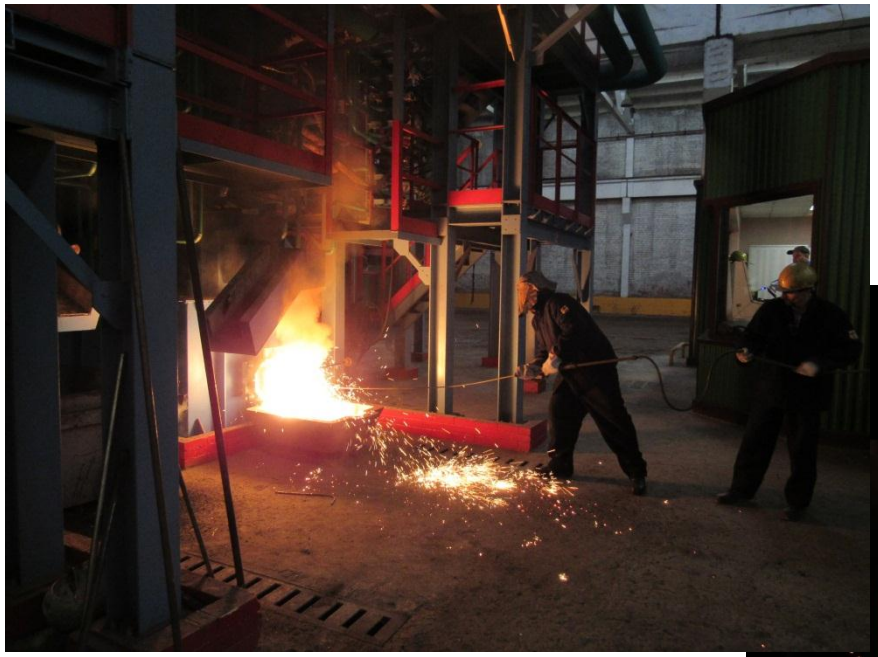
Реализация проектов ПМ1 и ПМ 5 в опытно-промышленном масштабе

Пилотная установка в Мценске (универсальный барботажный реактор ПМ 1 - 5)

Пилотная установка в Мценске (универсальный барботажный реактор ПМ 1 - 5)

Пилотная установка в Мценске запуск установки декабрь 2018 г.

Пилотная установка в Мценске
запуск установки декабрь 2018 г.



Интеллектуальная собственность

По данным технологиям зарегистрировано 11 патентов, 18 ноу-хау. Владелец – НИТУ «МИСиС»

Перспективы развития проекта 1

- Создание консорциума с участием предприятий и научно-технических центров Европы.
- Отработка на пилотном реакторе (г. Мценск) в опытно-промышленных масштабах технологий переработки техногенных отходов металлургии:
  - доменных и конвертерных шламов;
  - окалины, в том числе замасленной;
  - пыли аспирации, пыли ЭСПЦ;
  - шлаков сталеплавильного производства и шлаков цветной металлургии.
- Отработка в опытно-промышленном масштабе переработки легированных (Ni, Cr) природных руд и техногенных материалов.
- Отработка в опытно-промышленном масштабе технологии переработки красных шламов.
- Отработка в опытно-промышленном масштабе производства ферросплавов (ферромарганец, феррохром).
- Сертификация технологии по международным стандартам.
- Разработка рабочих проектов универсальных реакторов для производства металлов.
- Строительство и запуск в эксплуатацию универсальных реакторов для производства металлов.

Перспективы развития проекта 2

- Создание консорциума с участием предприятий и научно-технических центров Европы.
- Отработка на пилотном реакторе (г. Мценск) в опытно-промышленных масштабах технологий безотходной технологии газификации:
  - низкосортных марок углей;
  - отходов углеобогащения;
  - торфа;
  - горючих сланцев;
  - отходов деревообработки и сельскохозяйственных отходов;
  - биомассы;
  - отходов нефтепереработки;
  - твердых бытовых отходов.
- Дооснащение пилотной установки оборудованием для подготовки генераторного газа.
- Отработка технологии производства метанола.
- Сертификация технологии по международным стандартам.
- Разработка рабочих проектов политопливных газогенераторов.
- Строительство и запуск в эксплуатацию политопливных газогенераторов.

Спасибо за внимание. Приглашаем к сотрудничеству!