

**«Исследование энергетической и
экологической эффективности процессов
горения ТБО»**

С каждым годом на защиту и сохранение окружающей среды от отходов жизнедеятельности городов затрачивается все больше материальных, трудовых и земельных ресурсов. Решение проблемы ликвидации и обезвреживания городского мусора – твердых бытовых отходов (ТБО) – оказалась весьма сложной научно-технической задачей. Это связано, в частности, в сосредоточении в этих отходах всего многообразия веществ и материалов, встречающихся в природе и искусственно созданных человеком, а также в непрерывном ускоряющемся росте их количества.

Существует несколько освоенных в мировой практике переработки ТБО технологических направлений, но ни одно из них пока не решает полностью данную проблему, и в то же время, они вносят ряд новых, преимущественно негативных, последствий.

Цель работы:

Определение наиболее оптимальных методов расчета состава продуктов сгорания, получаемых при утилизации твердых бытовых и промышленных отходов и исследование энергетической и экологической эффективности процессов горения твердых бытовых и промышленных отходов. А так же снижение количества полихлорированных дибензодиоксинов и дибензофуранов на стадии сжигания ТБО – как метода утилизации.

Задачи:

- сделать математическую модель расчета горения ТБО;
- провести исследования;
- значения сравнить с имеющимися ранее источниками и программой Fluent;
- предложить новый метод обезвреживания ТБО.

Актуальность:

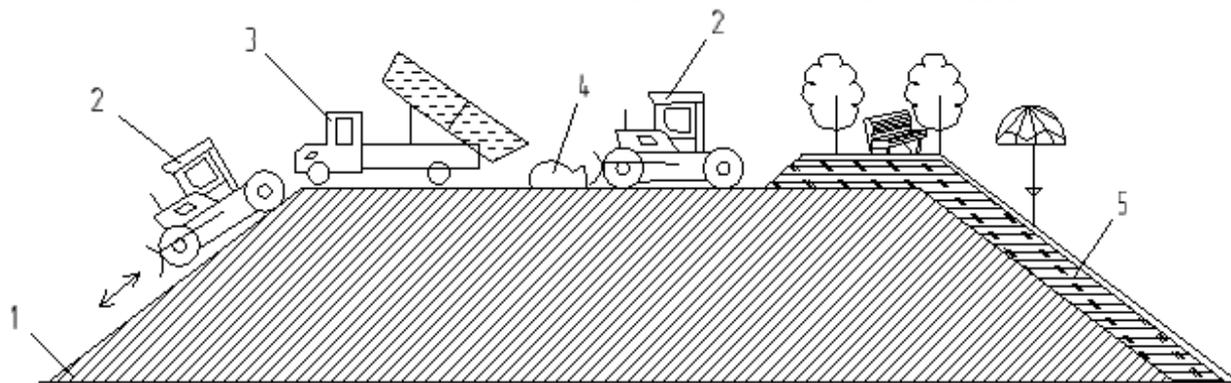
С ростом населенных пунктов, с развитием крупных мегаполисов, все чаще встает вопрос об утилизации ТБО. Планета, на сегодняшний день, перенасыщена канцерогенами. Отсюда, снижение иммунитета у людей, аллергия и онкологические заболевания. В мире существует много методик утилизации, но мы остановимся на утилизации ТБО путем сжигания.

За последние 30 лет произошли кардинальные изменения в идеологии и технике обращения с твёрдыми бытовыми отходами.

Вначале преобладали суммарный способ и общая переработка путём вывоза на санитарные свалки, компостирование и сжигания. Затем в ряде стран стали проводиться работы по механической сепарации ТБО и отдельному сбору твёрдых бытовых отходов путём их сортировки населением на несколько видов: пищевые отходы, чёрные и цветные металлы, стекло, пластмасса, бумага, картон и т. д. Собранные в отдельные ёмкости компоненты отходов подлежат отдельной транспортировке на перерабатывающие предприятия.

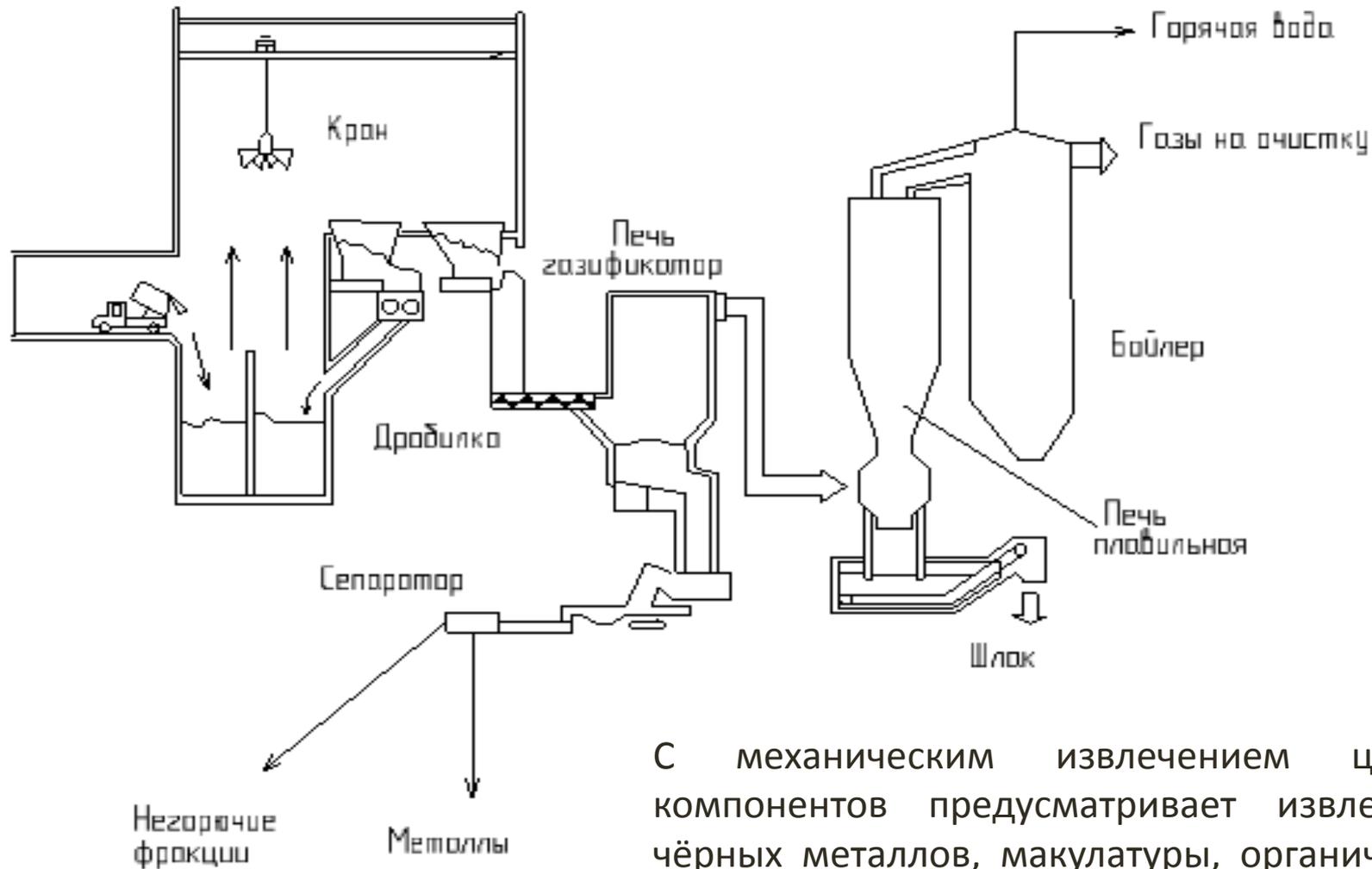
1. Захоронение ТБО

Захоронение ТБО пока еще остается основным способом его утилизации. Из-за того, что многие предприятия построены десятки лет назад и используют устаревшую технологию, в городе накапливаются отходы, по количеству и вредности, представляющие значительную опасность для населения, как близлежащих районов, так и города в целом. Накопление отходов в больших количествах и невозможность удаления их для захоронения или использования приводит к тому, что предприятия зачастую прибегают к несанкционированному их удалению.



- 1 - Закрытая свалка ТБО
- 2 - Бульдозер
- 3 - Самосвал
- 4 - Плодородные земли
- 5 - Рекультивационный слой закрытой свалки

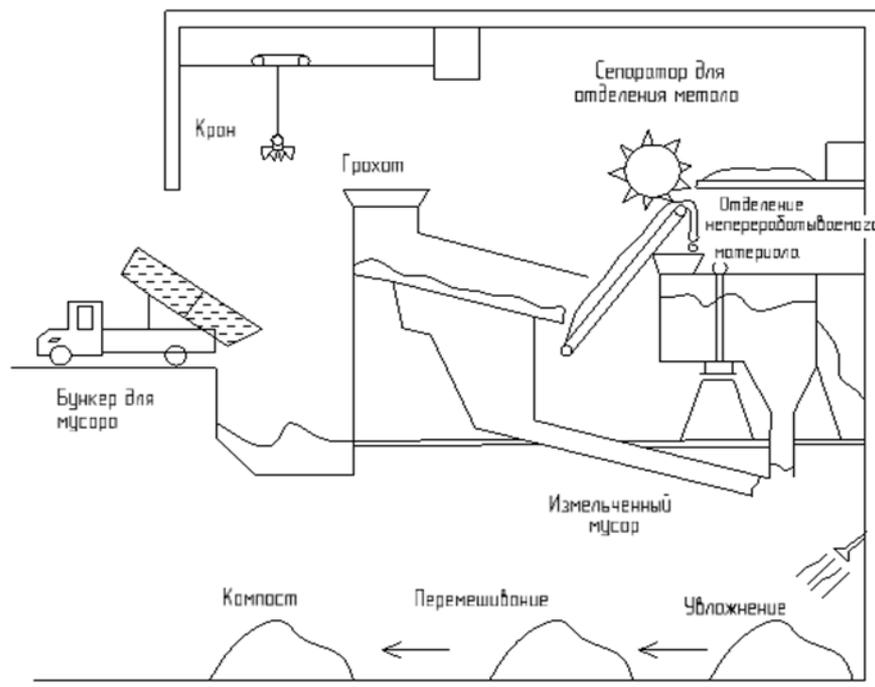
2. Комплексная переработка ТБО



С механическим извлечением ценных компонентов предусматривает извлечение чёрных металлов, макулатуры, органической части, пластмассы и стекла.

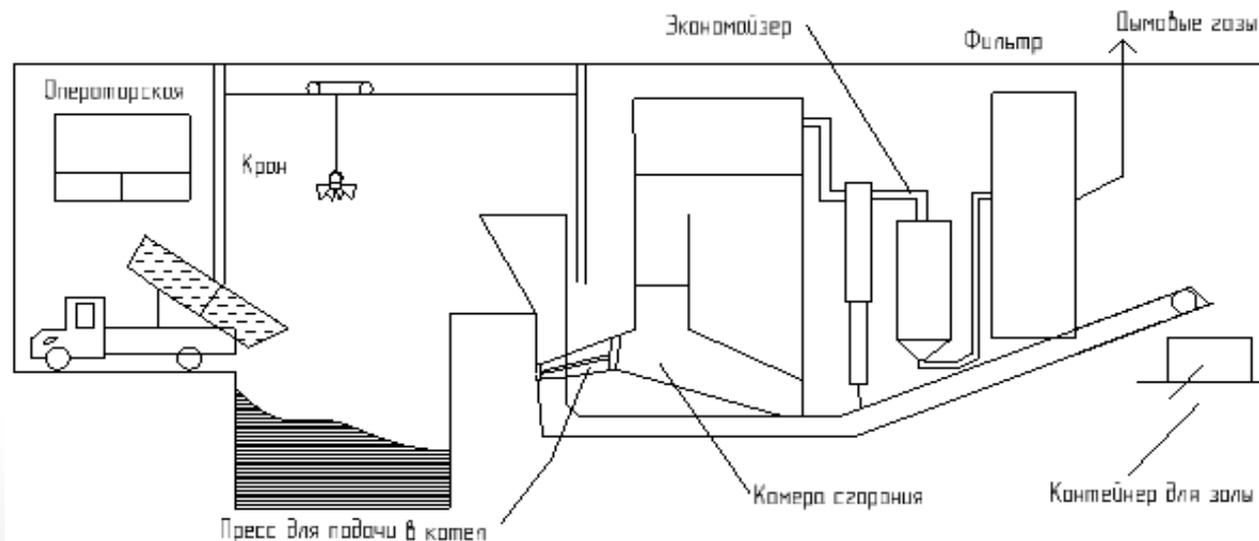
3. Метод компостирования

Основной целью компостирования является обеззараживание ТБО и переработка в удобрение – компост – за счёт биохимического разложения органической части ТБО микроорганизмами. Весьма существенным является и то, что при компостировании в атмосферу выделяется меньшее количество «парниковых» газов (прежде всего диоксида углерода), чем при сжигании или вывозе на свалки. Основной недостаток компоста – высокое содержание тяжёлых цветных металлов в нём.



4. Метод сжигания

Метод сжигания имеет как несомненные достоинства (можно использовать теплоту сгорания ТБО для получения электроэнергии и отопления зданий, надёжное обезвреживание отходов), так и существенные недостатки. Необходима хорошая система очистки топочных газов, так как при сжигании ТБО в атмосферу выделяются хлористый и фтористый водород, сернистый газ, оксиды азота, а также металлы и их соединения (Zn, Cd, Pb, Hg и т. д. в основном в виде аэрозолей) и, что особенно важно, в процессе горения отходов образуются диоксины, дифенилы, присутствие которых в отходящих газах значительно осложняет их очистку из-за малой концентрации этих высокотоксичных соединений.



За исходные данные для численного моделирования был принят состав, предложенный Академией коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова.

По этим данным элементный составы сухой и горючей масс среднестатистических твердых бытовых отходов в процентах по массе может быть задан следующим образом:

$$C^c = 36,53; H^c = 4,428; O^c = 27,798; N^c = 0,369; S^c = 0,123; Cl^c = 0,61; A^c = 29,889; W^c = 18,7.$$
$$C^r = 52,105; H^r = 6,316; O^r = 39,649; N^r = 0,526; S^r = 0,175; Cl^r = 1,228$$

После приведения к молекулярной массе $\mu_T = 1000 \text{ кг/кмоль}$ условная молекула топлива примет вид:



Патентный поиск установок для утилизации ТБО

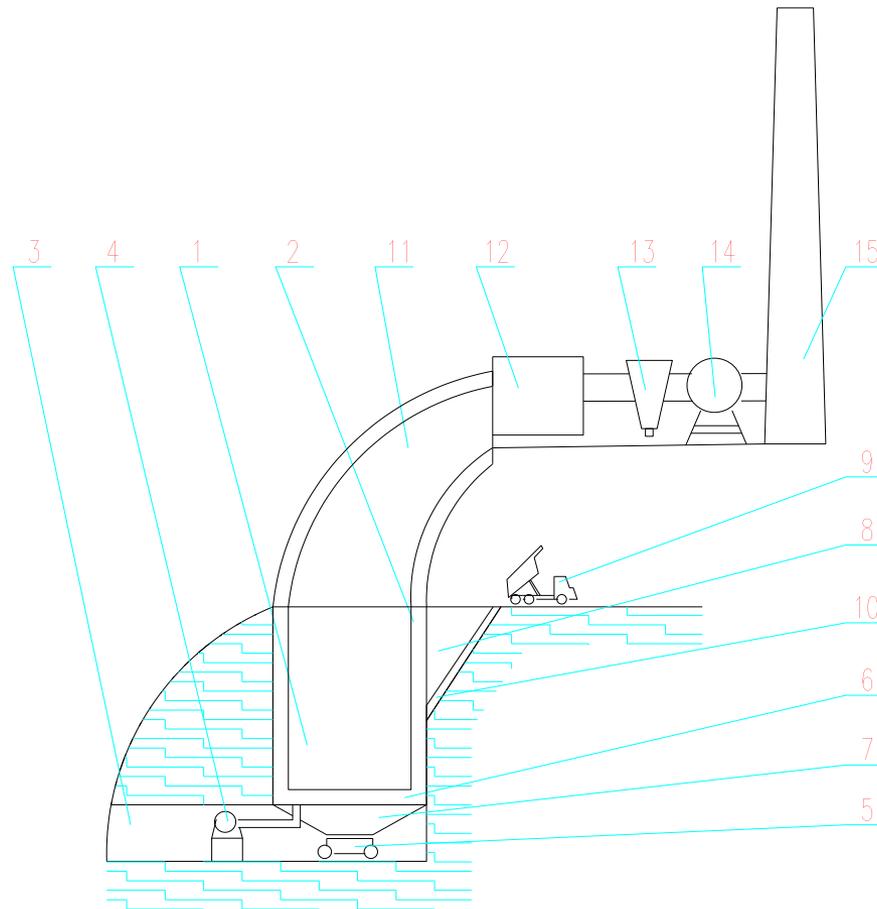


Схема печи для сжигания отходов (Пат. 976222):

1 – вертикальная шахта; 2 – огнеупорный кирпич; 3 – горизонтальная штольня; 4 – вентиляторы подачи воздуха; 5 – механизм удаления золы; 6 – решетка; 7 – бункер для золы; 8 – загрузчик отходов; 9 – транспорт; 10 – магнитные ловушки; 11 – газоотход; 12 – тепло-утилизирующее устройство; 13 – газоочиститель; 14 – дымосос; 15 – дымовая труба.

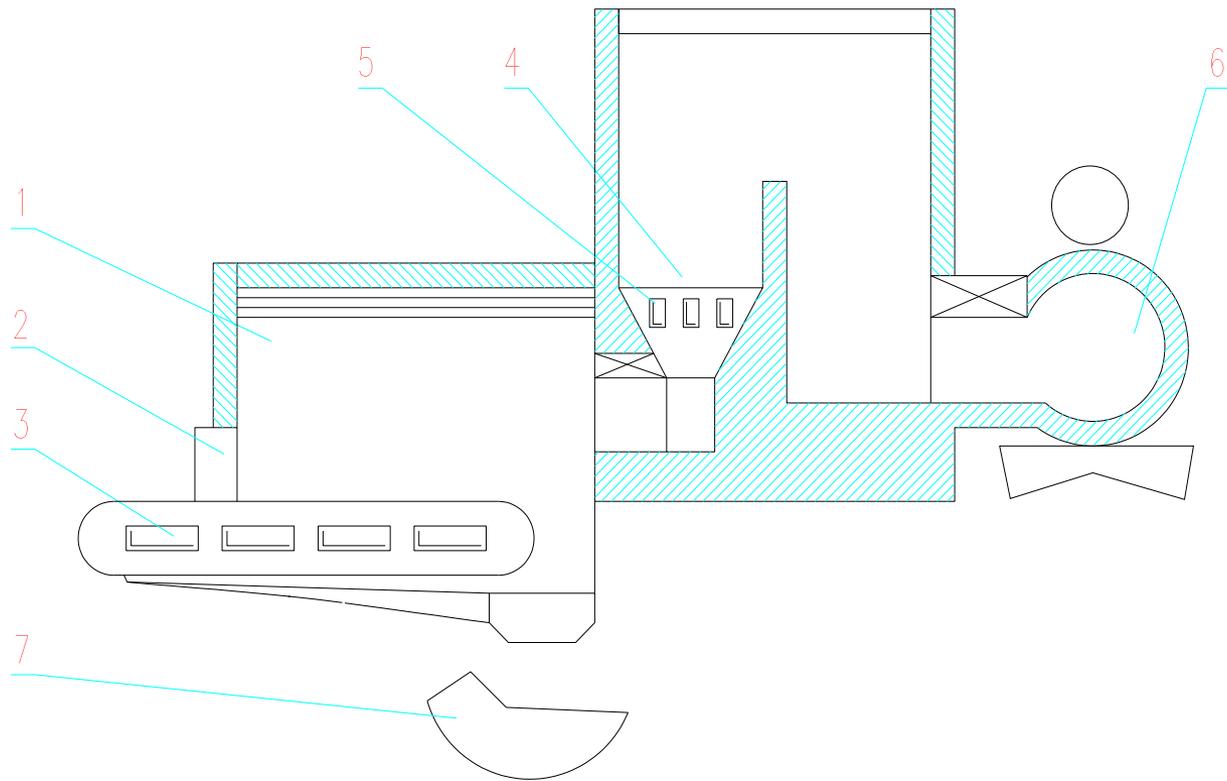


Схема установки для сжигания ТБО (Пат. 1095019 РФ):

1 – топка; 2 – загрузочное устройство; 3 – колосниковая решетка; 4 – камера дожигания; 5 – сопла подвода окислителя; 6 – парогенератор; 7 – устройство для отвода золы

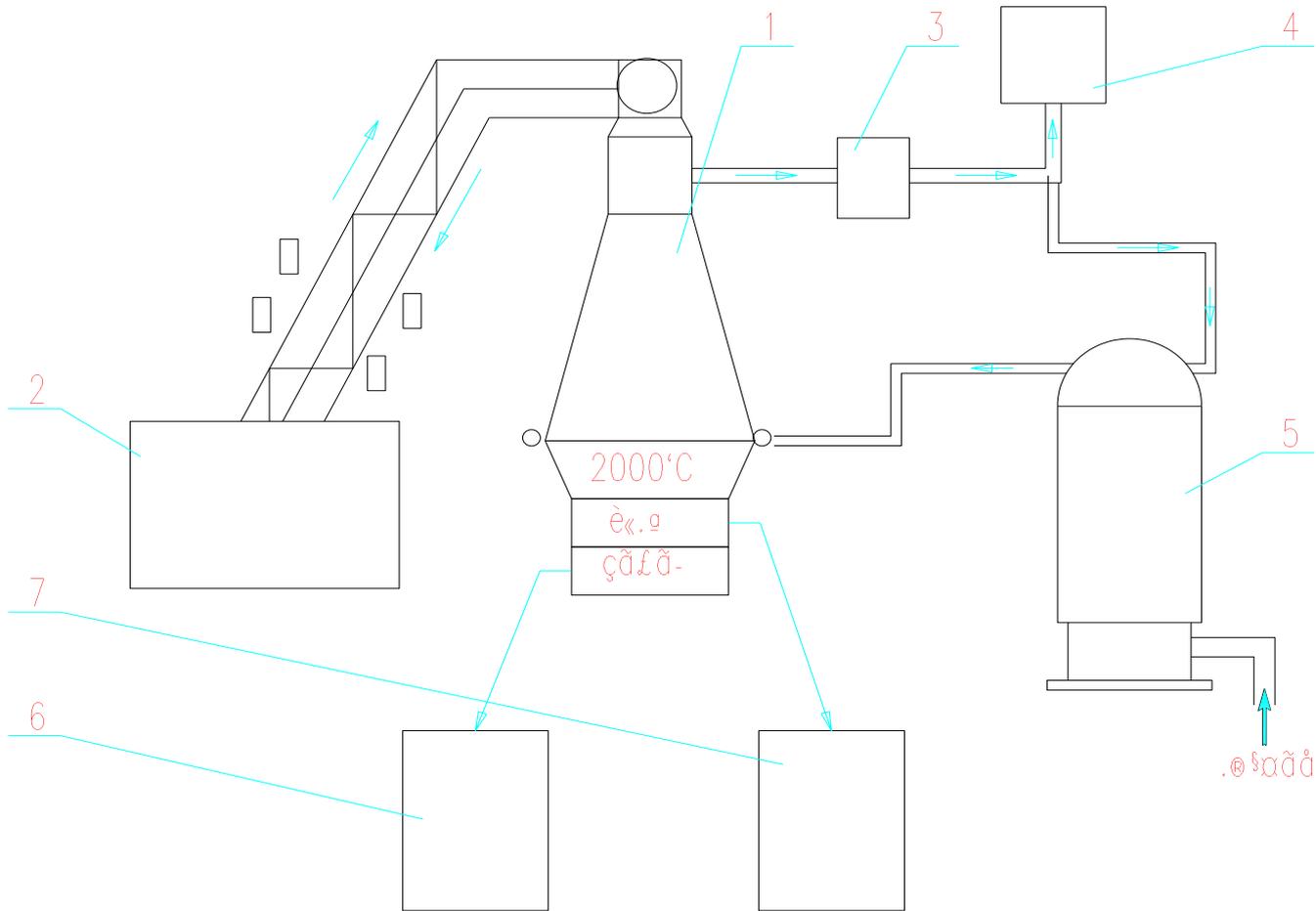
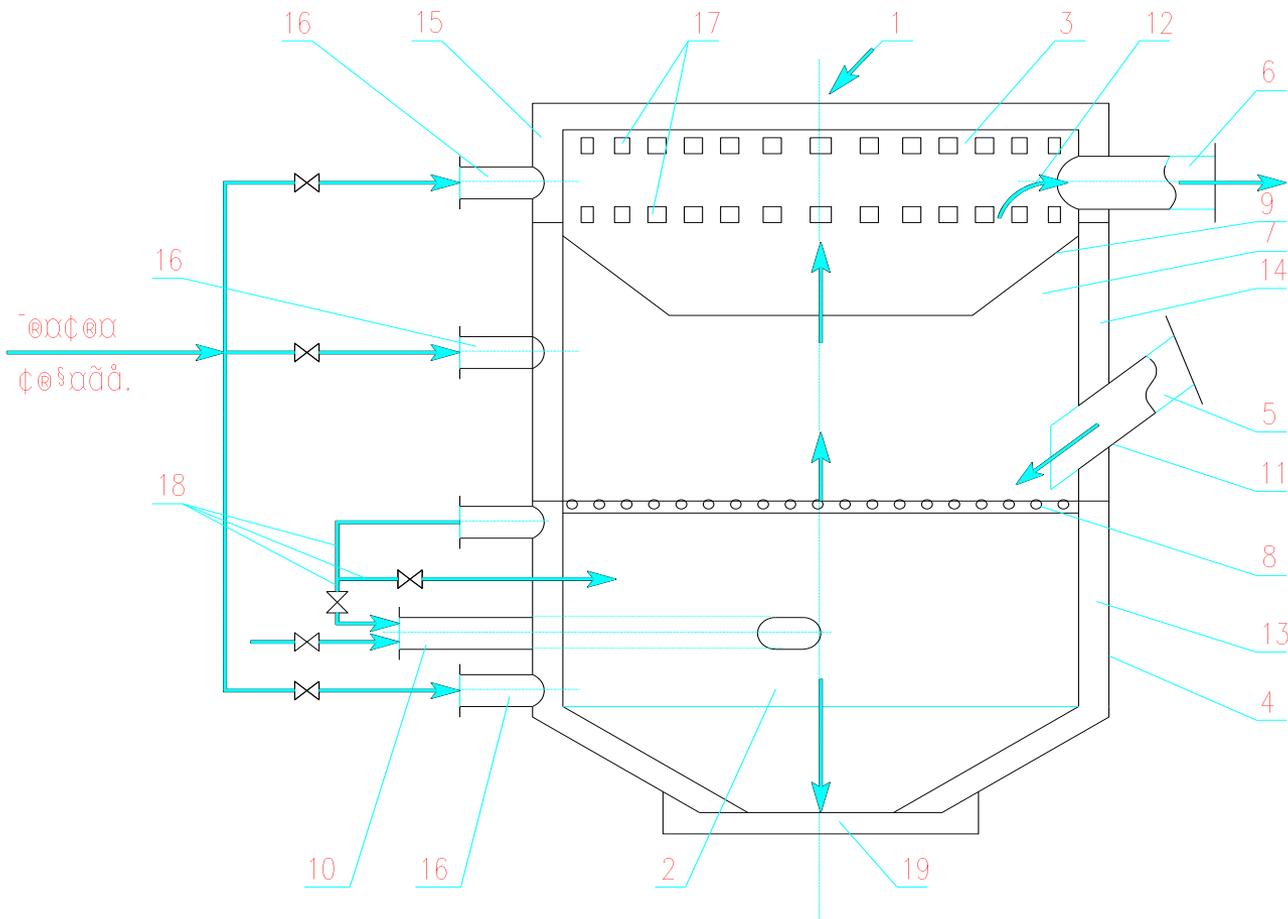


Схема переработки твердых бытовых и промышленных отходов (Пат. 2105245):

1 – вертикальная шахтная печь; 2 – участок приемки, хранения, компактирования, резки отходов на мерные куски для подачи их в печь; 3 – система очистки уходящих газов; 4 – система испарения генераторного газа; 5 – система нагрева воздуха; 6,7 – участки для выпуска чугуна и шлака.



Печь для сжигания отходов (А.с. 1818506 РФ, пат. 2119123 РФ):

1 – камера; 2,3 – нижние и верхние отсеки; 4 – кожух; 5 - -патрубок загрузки отходов; 6 – тракт отвода дымовых газов; 7 – средний отсек камеры; 8 – колосниковая решетка; 9 – диафрагма; 10 – вихревая циклонная камера; 11 – выход в отсек 7; 12 – выход в отсек 3; 13, 14, 15 – охлаждаемые каналы; 16 – патрубок подвода воздуха; 17 – радиальная линия подачи воздуха; 18 – соединяющий тракт; 19 – устройство для удаления золы;

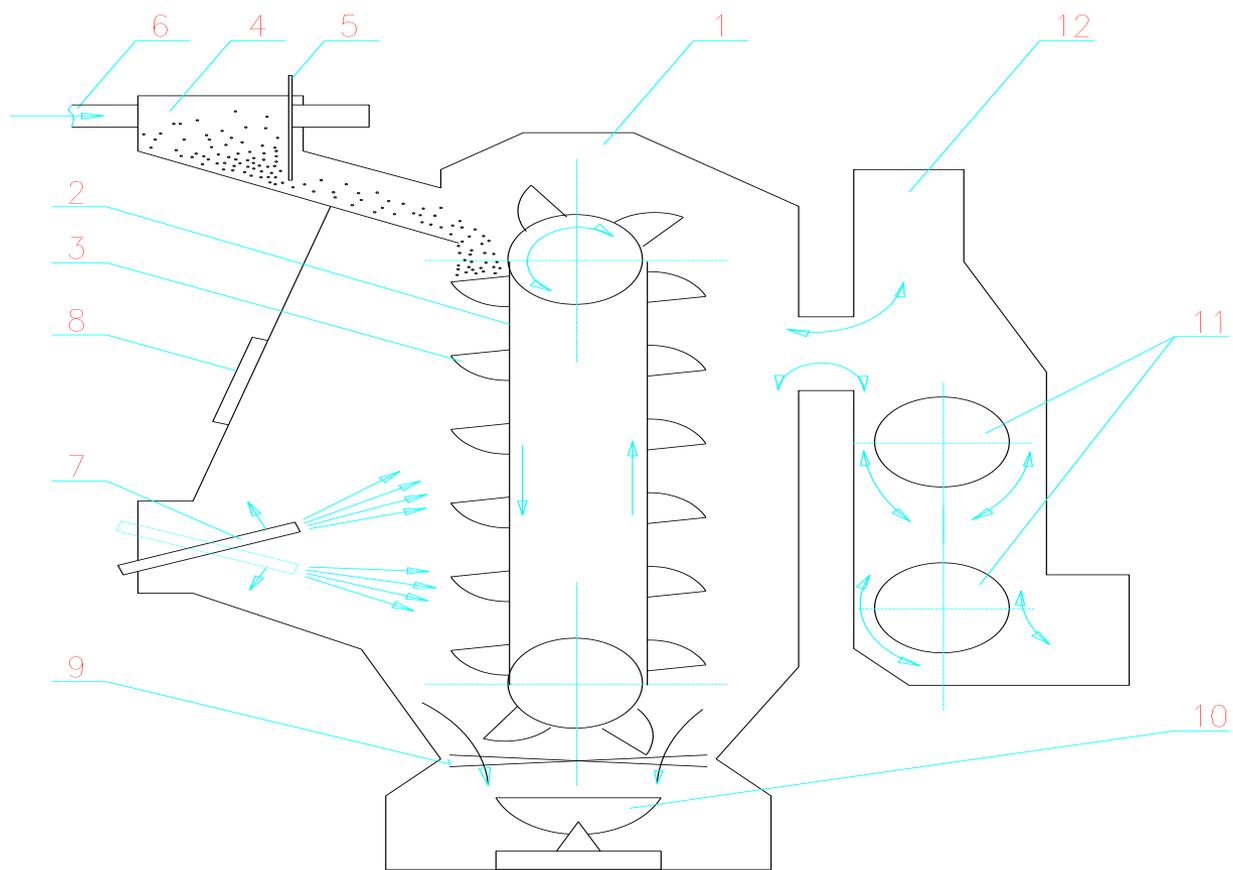
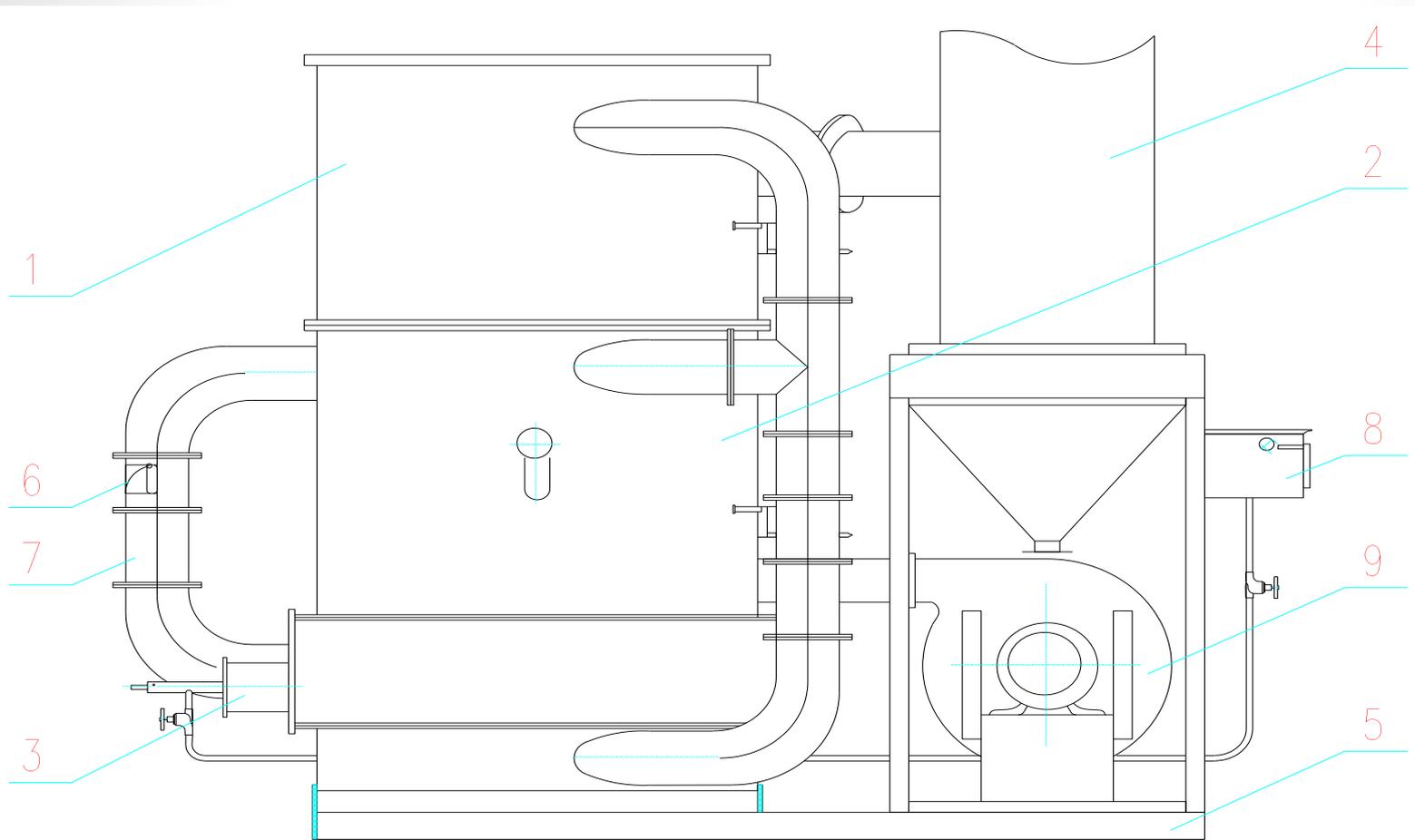


Схема установки для сжигания ТБО (Пат. 996795):

1 – камера сгорания; 2 – конвейер; 3 – ковш; 4 – дозаторный бункер; 5 – дозатор; 6 – нагреваемая труба; 7 – форсунка; 8 – смотровое отверстие; 9 – колосниковая решетка; 10 – тачка для транспортировки золы; 11 – бойлеры для нагрева воды; 12 – предохранительный клапан.



Комбинированное устройство термического обезвреживания жидких и твердых отходов (А.с. 1698577 РФ; пат. 2054143 РФ):

1 – отсек дожигания продуктов газификации горючих отходов; 2 – отсек газификации твердых горючих отходов; 3 – камера подготовки газифицирующего агента; 4 – труба для отвода газообразных продуктов; 5 – основание; 6 – шибер; 7 – патрубок подвода воздуха; 8 – бачок дополнительного горючего; 9 – высоконапорный вентилятор.

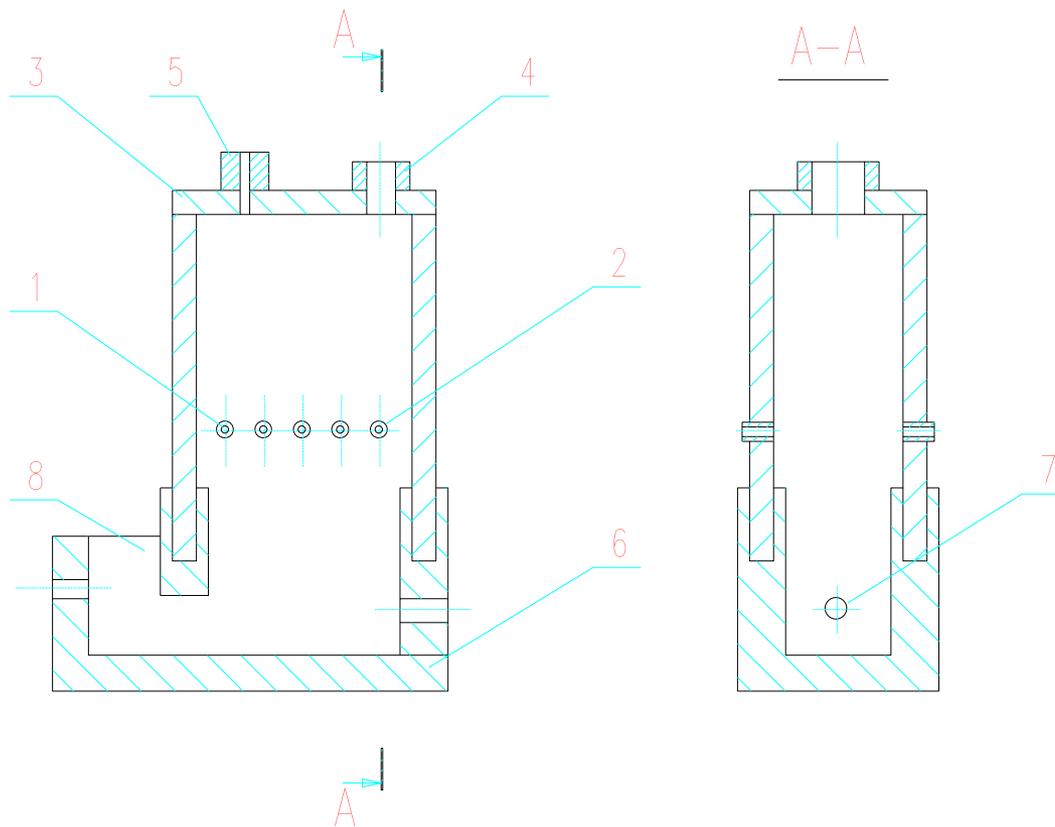


Схема устройства для термического обезвреживания отходов (Пат. 2112905):
 1 – пояс фурм; 2 – сопла; 3 – свод; 4 – отверстия для отбора газа; 5 – отверстие для загрузки шихты; 6 – шлакометаллоприемник; 7 – отверстие для отвода шлака; 8 – загрузочное устройство.

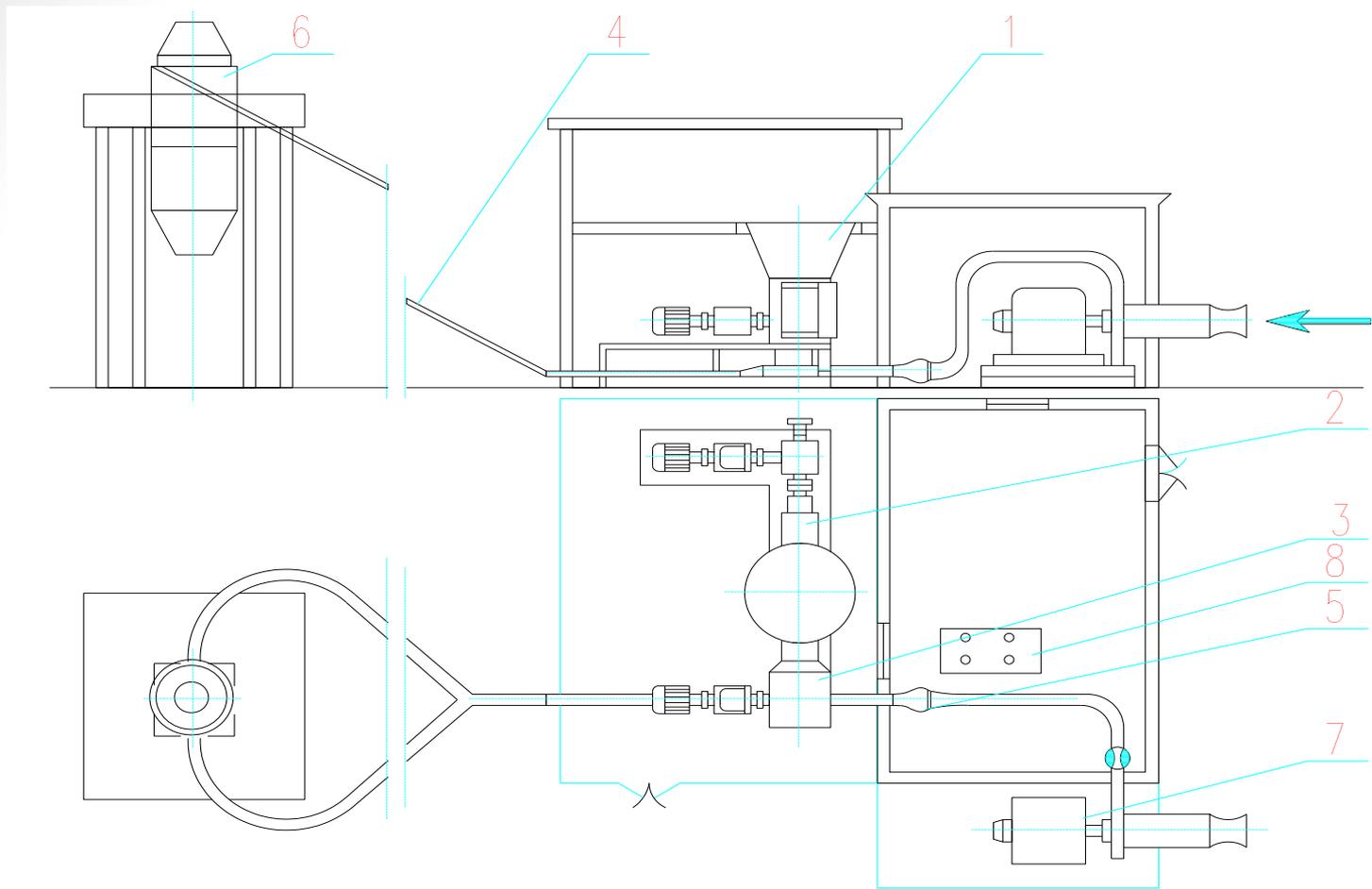
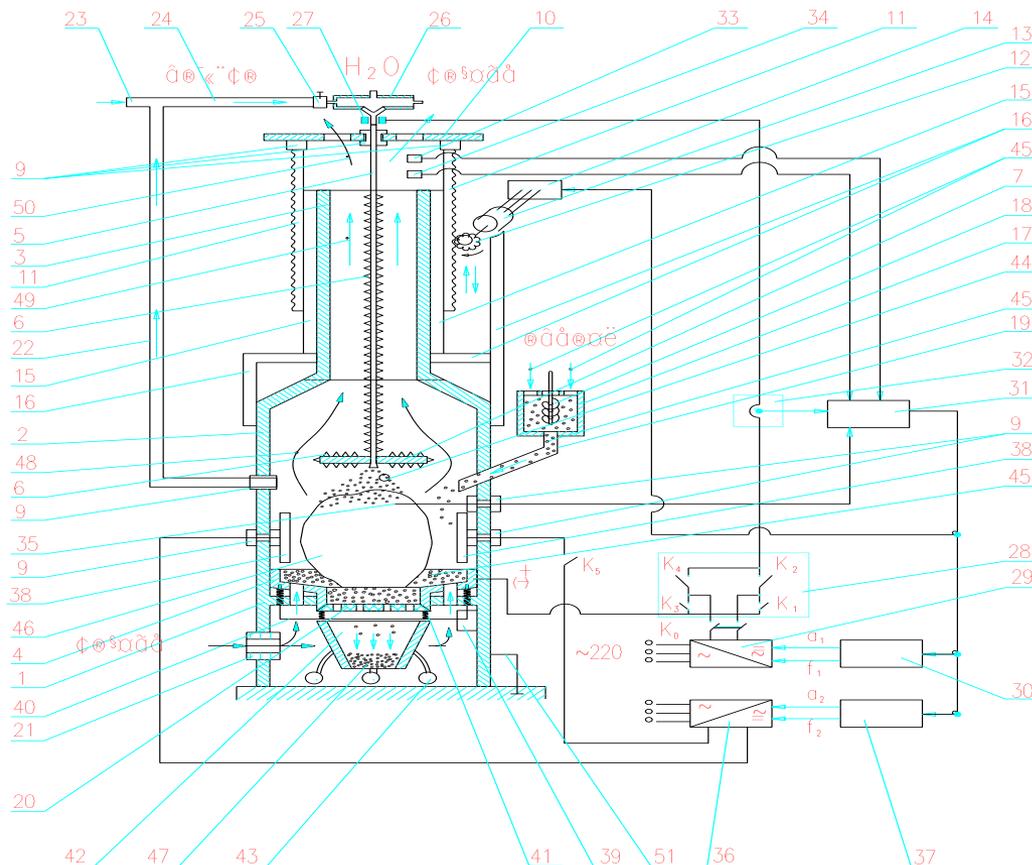


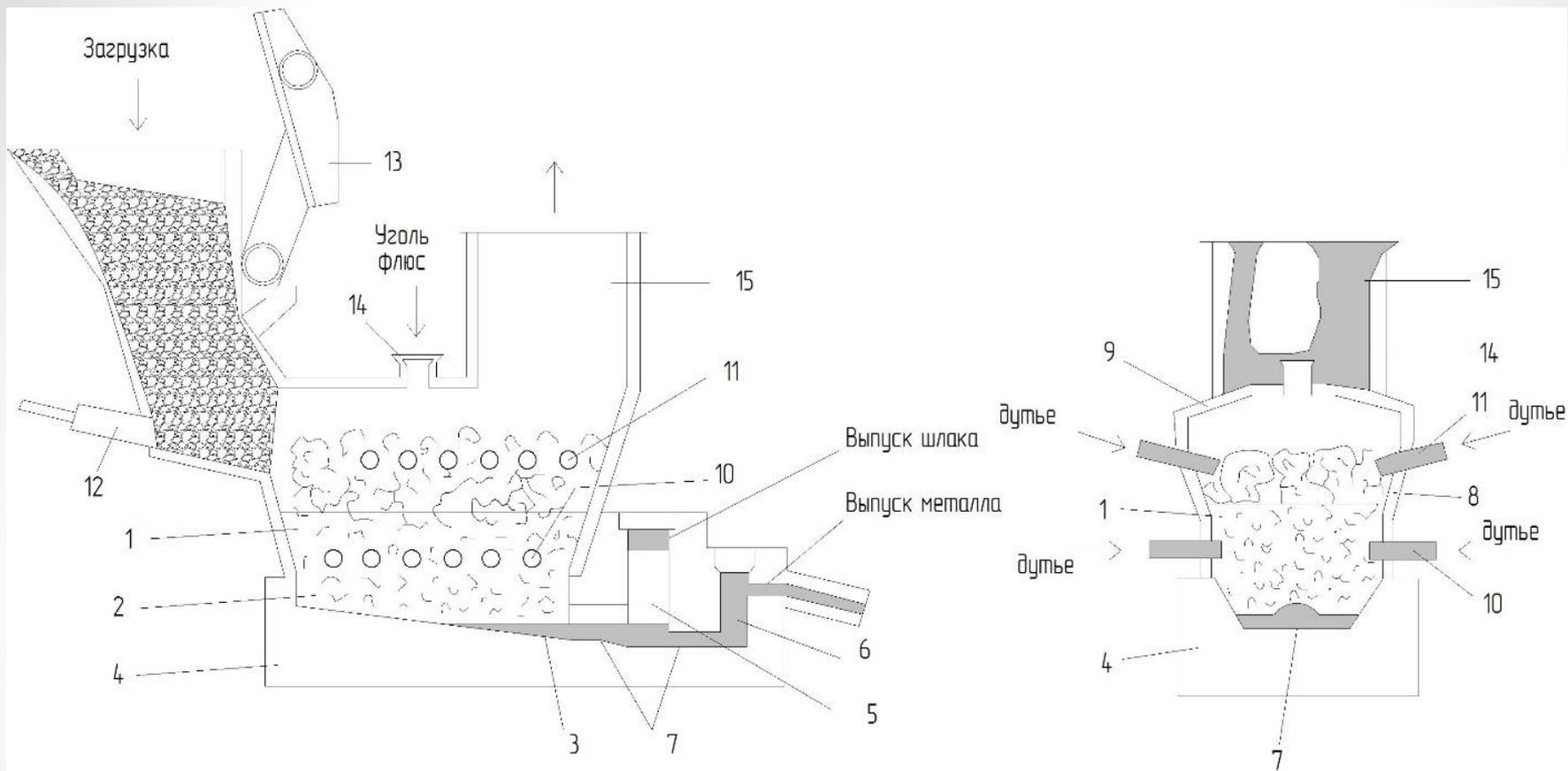
Схема мусоросжигательной установки [23]

1 – загрузочная воронка; 2 – винтовой питатель; 3 – измельчитель; 4 – пневмотранспортный трубопровод; 5 – камера сгорания; 6 – циклон – измельчитель; 7 – воздуходувка; 8 – пульт управления.



Способ сжигания отходов (Пат. 2117870 РФ):

- 1 – цилиндрический корпус камеры сгорания; 2 – крышка; 3 – трубопровод отвода уходящих газов; 4 – перфорированная чаша; 5 – изолированный от камеры электрод; 6 – игольчатая поверхность электрода; 7 – венец; 8 – форсунки; 9 – электроизоляторы; 10 – платформа; 11 – зубчатые рейки; 12 – ведущая шестерня; 13 – электродвигатель; 14 – реверсивный магнитный пускатель; 15 – изоляционная направляющая рейка; 16 – упоры; 17 – бункер; 18 – шнек (17,18 – для приема и подачи измельченных отходов); 19 – направляющий рукав (патрубок); 20 – дырчатый выдвижной поддон; 21 – воздухопровод; 22,23 – топливопроводы; 24 – коллектор; 25 – дроссель; 26 – смеситель эмульгатор топливо + H₂O + воздух (ТВВ); 27 – клемма для подключения к центральному электроду; 28 – переключение полярности; 29,36 – преобразователи напряжения; 30 – система управления; 31 – логический функциональный преобразователь; 32 – выходы датчика тока; 33 – датчик состава выходящих газов (CO, NO и др); 34 – датчик дымности сажи; 35 – датчик температуры пламени; 37 – система управления; 38 – поперечные пластинчатые электроды; 39 – электромагнитный вибратор; 40 – подвижные тяги (штанги); 41 – рессоры для уменьшения динамических нагрузок при их принудительной вибрации; 42 – бункер; 43 – колеса для системы отвода выгребного бункера; 44 – ТВВ аэрозоль; 45 – отходы мусор; 46 – зона пламени; 47 – шлаки и зола; 48 – неочищенные газы; 49 – отходящие газы; 50 – очищенные газы; 51 – контур заземления.



Утилизация ТБО горячим способом:

1, 2 – слой шлака; 3 – слой металла; 4 – огнеупорный под; 5, 6 – сифон для выпуска шлака и металла соответственно; 7 – переток; 8 – охлаждаемые стенки; 9 – охлаждаемый свод; 10, 11 – фурмы для подачи воздуха и топлива соответственно; 12 – загрузочное устройство; 13 – крышка; 14 – загрузочная воронка; 15 – патрубок для отвода газа;

Вывод:

В данной работе решением проблемы расчета состава, термодинамических свойств и процессов горения твердых бытовых и промышленных отходов в приближении химического равновесия. Результаты расчетов в данном приближении являются своеобразным критерием оценки энергетической и экологической эффективности реальных установок, использующих методы термического обезвреживания отходов. Поскольку установление химического равновесия зависит от скоростей химических реакций и времени процесса, то для реальных установок целесообразно проведение исследований по химически неравновесным эффектам, сопровождающих процесс горения.