

ТРИЗ — теория решения изобретательских задач. Данная технология была разработана в Советском Союзе. После второй мировой войны, когда страна только начала приходить в себя после страшной войны, выяснилось, что изобретательские процессы в научно-исследовательских институтах не оптимизированы и требуют очень много времени из-за холостых повторов, одним словом, всегда работали по методу «проб и ошибок».

К 1956 году группой ученых под руководством Г.С. Альтшуллера была опубликована первая редакция «теории решения изобретательских задач».

В основу этой теории легло 40 типовых принципов видоизменения продукта, благодаря которым можно добиться нового изобретательского решения.

Для креативной концепции такая технология подходит, если у вас есть конкретный продукт (например, автомобиль), вокруг которого вам надо обязательно выстраивать визуальную концепцию.

1. ПРИНЦИП ДРОБЛЕНИЯ

- а) Разделить объект на независимые части.
- б) Выполнить объект разборным.
- в) Увеличить степень дробления объекта.

2. ПРИНЦИП ВЫНЕСЕНИЯ

Отделить от объекта «мешающую» часть («мешающее» свойство) или, наоборот, выделить единственно нужную часть (нужное свойство).

3. ПРИНЦИП МЕСТНОГО КАЧЕСТВА

- а) Перейти от одной структуры объекта (или внешней среды, внешнего воздействия) к неоднородной.
- б) Разные части объекта должны иметь (выполнять) различные функции.
- в) Каждая часть объекта должна находиться в условиях, наиболее соответствующих ее работе.

4. ПРИНЦИП АССИМЕТРИИ

- а) Перейти от симметричной формы объекта к асимметричной.
- б) Если объект асимметричен, увеличить степень асимметрии.

5. ПРИНЦИП ОБЪЕДИНЕНИЯ

- а) Соединить однородные или предназначенные для смежных операций объекты.
- б) Объединить во времени однородные или смежные операции.

6. ПРИНЦИП УНИВЕРСАЛЬНОСТИ

Объект выполняет несколько разных функций, благодаря чему отпадает необходимость в других объектах.

7. ПРИНЦИП «МАТРЕШКИ»

- а) Один объект размещен внутри другого объекта, который, в свою очередь, находится внутри третьего и т. д.;
- б) Один объект проходит сквозь полость в другом объекте.

8. ПРИНЦИП АНТИВЕСА

- а) Компенсировать вес объекта соединением с другими объектами, обладающими подъемной силой.

б) Компенсировать вес объекта взаимодействием со средой (за счет аэро-, гидродинамических и других сил).

9. ПРИНЦИП ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО АНТИДЕЙСТВИЯ

а) Заранее придать объекту напряжения, противоположные недопустимым или нежелательным рабочим напряжениям.

б) Если по условиям задачи необходимо совершить какое-то действие, надо заранее совершить антидействие.

10. ПРИНЦИП ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ

а) Заранее выполнить требуемое изменение объекта (полностью или хотя бы частично).

б) Заранее расставить объекты так, чтобы они могли вступить в действие с наиболее удобного места и без затрат времени на доставку.

11. ПРИНЦИП «ЗАРАНЕЕ ПОДЛОЖЕННОЙ ПОДУШКИ»

Компенсировать относительно невысокую надежность объекта заранее подготовленными аварийными средствами.

12. ПРИНЦИП ЭКВИПОТЕНЦИАЛЬНОСТИ

Изменить условия работы так, чтобы не приходилось поднимать или опускать объект.

13. ПРИНЦИП «НАОБОРОТ»

а) Вместо действия, диктуемого условиями задачи, осуществить обратное действие (например, не охлаждать объект, а нагревать).

б) Сделать движущуюся часть объекта (или внешней среды) неподвижной, а неподвижную — движущейся.

в) Перевернуть объект «вверх ногами».

14. ПРИНЦИП СФЕРОИДАЛЬНОСТИ

а) Перейти от прямолинейных частей объекта к криволинейным, от плоских поверхностей к сферическим, от частей, выполненных в виде куба или параллелепипеда, к шаровым конструкциям.

б) Использовать ролики, шарики, спирали.

в) Перейти к вращательному движению, использовать центробежную силу.

15. ПРИНЦИП ДИНАМИЧНОСТИ

а) Характеристики объекта (или внешней среды) должны меняться так, чтобы быть оптимальными на каждом этапе работы.

б) Разделить объект на части, способные перемещаться относительно друг друга.

в) Если объект в целом неподвижен, сделать его подвижным, перемещающимся.

16. ПРИНЦИП ЧАСТИЧНОГО ИЛИ ИЗБЫТОЧНОГО РЕШЕНИЯ

Если трудно получить 100% требуемого эффекта, надо получить «чуть меньше» или «чуть больше». Задача при этом может существенно упроститься.

17. ПРИНЦИП ПЕРЕХОДА В ДРУГОЕ ИЗМЕРЕНИЕ

а) Трудности, связанные с движением (или размещением) объекта по линии, устраняются, если объект приобретает возможность перемещаться в двух измерениях (то есть на плоскости). Соответственно, задачи, связанные с

движением (или размещением) объектов в одной плоскости, устраняются при переходе к пространству трех измерений.

б) Многоэтажная компоновка объектов вместо одноэтажной.

в) Наклонить объект или положить его «набок».

г) Использовать обратную сторону данной площади.

д) Использовать оптические потоки, падающие на соседнюю площадь или на обратную сторону имеющейся площади.

18. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ

а) Привести объект в колебательное движение.

б) Если такое движение уже совершается, увеличить его частоту (вплоть до ультразвуковой).

в) Использовать резонансную частоту.

г) Применить вместо механических вибраторов пьезовибраторы.

д) Использовать ультразвуковые колебания в сочетании с электромагнитными полями.

19. ПРИНЦИП ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

а) Перейти от непрерывного действия к периодическому (импульсному).

б) Если действие уже осуществляется периодически — изменить периодичность.

в) Использовать паузы между импульсами для другого действия.

20. ПРИНЦИП НЕПРЕРЫВНОСТИ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ

а) Вести работу непрерывно (все части объекта должны все время работать с полной нагрузкой).

б) Устранить холостые и промежуточные ходы.

21. ПРИНЦИП ПРОСКОКА

Вести процесс или отдельные его этапы (например, вредные или опасные) на большой скорости.

22. ПРИНЦИП «ОБРАТИТЬ ВРЕД В ПОЛЬЗУ»

а) Использовать вредные факторы (в частности, вредное воздействие среды) для получения положительного эффекта.

б) Устранить вредный фактор за счет сложения с другим вредным фактором.

в) Усилить вредный фактор до такой степени, чтобы он перестал быть вредным.

23. ПРИНЦИП ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

а) Ввести обратную связь.

б) Если обратная часть есть — изменить ее.

24. ПРИНЦИП «ПОСРЕДНИКА»

а) Использовать промежуточный объект, переносящий или передающий действие.

б) На время присоединить к объекту другой (легко удаляемый) объект.

25. ПРИНЦИП САМООБСЛУЖИВАНИЯ

а) Объект должен сам себя обслуживать, выполняя вспомогательные и ремонтные операции.

б) Использовать отходы (энергии, вещества).

26. ПРИНЦИП КОПИРОВАНИЯ

а) Вместо недоступного, сложного, дорогостоящего, неудобного или хрупкого объекта использовать его упрощенные и дешевые копии.

б) Заменить объект или систему объектов их оптическими копиями (изображениями). Использовать при этом изменение масштаба (увеличить или уменьшить копии).

в) Если используются видимые оптические копии, перейти к копиям инфракрасным или ультрафиолетовым.

27. ДЕШЕВАЯ НЕДОЛГОВЕЧНОСТЬ ВЗАМЕН ДОРОГОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ

Заменить дорогой объект набором дешевых объектов, поступившись при этом некоторыми качествами (например, долговечностью).

28. ЗАМЕНА МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

а) Заменить механическую систему оптической, акустической или «запаховой».

б) Использовать электрические, магнитные и электромагнитные поля для взаимодействия с объектом.

в) Перейти от неподвижных полей к движущимся, от фиксированных к меняющимся по времени, от неструктурных к имеющим определенную структуру.

г) Использовать поля в сочетании с ферромагнитными частицами.

29. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПНЕВМО И ГИДРОКОНСТРУКЦИЙ

Вместо твердых частей объекта использовать газообразные и жидкие: надувные и гидронаполняемые, воздушную подушку, гидростатические и гидрореактивные.

30. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИБКИХ ОБОЛОЧЕК И ТОНКИХ ПЛЕНОК

а) Вместо обычных конструкций использовать гибкие оболочки и тонкие пленки.

б) Изолировать объект от внешней среды с помощью гибких оболочек и тонких пленок.

31. ПРИМЕНЕНИЕ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

а) Выполнить объект пористым или использовать дополнительные пористые элементы (вставки, покрытия и т. п.).

б) Если объект уже выполнен пористым, предварительно заполнить поры каким-то веществом.

32. ПРИНЦИП ИЗМЕНЕНИЯ ОКРАСКИ

а) Изменить окраску объекта или внешней среды.

б) Изменить степень прозрачности объекта или внешней среды.

в) Для наблюдения за плохо видимыми объектами или процессами использовать красящие добавки.

г) Если такие добавки уже применяются, использовать меченые атомы.

33. ПРИНЦИП ОДНОРОДНОСТИ

Объекты, взаимодействующие с данным объектом, должны быть сделаны из того же материала (или близкого ему по свойствам).

34. ПРИНЦИП ОТБРОСА И РЕГЕНЕРАЦИИ ЧАСТЕЙ

а) Выполнившая свое назначение или ставшая ненужной часть объекта должна быть отброшена (растворена, испарена и т. д.) или видоизменена непосредственно в ходе работы.

б) Расходуемые части объекта должны быть восстановлены непосредственно в ходе работы.

35. ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТА

а) Изменить агрегатное состояние объекта.

б) Изменить концентрацию или консистенцию.

в) Изменить степень гибкости.

г) Изменить температуру.

36. ПРИМЕНЕНИЕ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ

Использовать явления, возникающие при фазовых переходах, например, изменение объема, выделение или поглощение тепла и т. д.

37. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО РАСШИРЕНИЯ

а) Использовать термическое расширение (или сжатие) материалов.

б) Если термическое расширение уже используется, применить несколько материалов с разными коэффициентами термического расширения.

38. ПРИМЕНЕНИЯ СИЛЬНЫХ ОКИСЛИТЕЛЕЙ

а) Заменить обычный воздух обогащенным.

б) Заменить обогащенный воздух кислородом.

в) Воздействовать на воздух или кислород ионизирующими излучениями.

г) Использовать озонированный кислород.

д) Заменить озонированный (или ионизированный) кислород озоном.

39. ПРИМЕНЕНИЕ ИНЕРТНОЙ СРЕДЫ

а) Заменить обычную среду инертной.

б) Вести процесс в вакууме.

40. ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Перейти от однородных материалов к композиционным.

Сегодня ТРИЗ активно используется по всему миру и с помощью вышеперечисленных приемов были созданы тысячи функциональных изобретений, многими из которых мы с вами пользуемся и даже об этом не подозреваем

Принципы построения занятий по ТРИЗ.

- Минимум сообщения информации, максимум рассуждений.

- Оптимальная форма организации обсуждения проблемных ситуаций — мозговой штурм.

- Системный подход (все в мире взаимосвязано, и любое явление должно рассматриваться в развитии).

- Включение в процессе познания всех доступных для ребенка мыслительных операций и средств восприятия (анализаторов, причинно-следственных выводов и заключений, сделанных самостоятельно; предметно-схематичной наглядности).

- Обязательная активизация творческого воображения.

Таким образом, ТРИЗ, с одной стороны, — занимательная игра, с другой — развитие умственной активности ребенка через творчество. Что дает творчество ребенку?

- Дает возможность проявить себя.
- Стремление получать новую информацию об окружающем.
- Развивает потребность в познавательной деятельности.
- Дает возможность созидать, творить.
- Способствует развитию аналитических способностей.
- Формировать умение развивать и доказывать свою точку зрения.

Этому помогут приемы и методы ТРИЗ.

При проведении занятий можно применять следующие формы работы с детьми: беседу, сюжетно-ролевые и дидактические игры, прослушивание музыки, инсценирование и моделирование ситуаций, выполнение практических работ. Важную роль выполняют схемы, таблицы, условные обозначения и иные способы подачи информации. В качестве иллюстрирующего материала используются сказки, загадки, пословицы, произведения детских писателей. Большое место занимают стихотворения, подобранные таким образом, чтобы мораль, а также заключенный в них вывод не «выпячивались» на передний план, а «прятались» внутри ситуации, нередко смешанной. Мастерство педагога заключается в том, чтобы дать детям самим увидеть эту мораль и сделать соответствующий вывод.

В результате выделяются следующие **положительные стороны ТРИЗ**:

- У учащихся обогащается круг представлений, растет словарный запас, развиваются творческие способности.
- ТРИЗ помогает формировать диалектику и логику, способствует преодолению застенчивости, замкнутости, робости; маленький человек учится отстаивать свою точку зрения, а попадая в трудные ситуации самостоятельно находить оригинальные решения.
- ТРИЗ способствует развитию наглядно-образного, причинного, эвристического мышления; памяти, воображения, воздействует на другие психические процессы.

Основные этапы методики ТРИЗ

1. Поиск сути

Перед учащимися ставится проблема (вопрос), которую надо решить. И все ищут разные варианты решения, то, что является истиной.

2. «Тайна двойного» - выявление противоречий: хорошо-плохо

Например: аккумулятор — это плюсы и минусы

3. Разрешение противоречий (при помощи игр).

Например: багажное отделение в автомобиле нужно большое, чтобы все поместилось, но страдает дизайн автомобиля. Решение этого противоречия — увеличение багажника за счет складных задних сидений.

Методы

- Метод мозгового штурма
- Метод каталога
- Метод фокальных объектов (МФО)

- Метод "Системный анализ"
- Метод морфологического анализа
- Метод морфологического анализа
- Метод обоснования новых идей "Золотая рыбка"
- Методика ММЧ (моделирование маленькими человечками)
- Метод проб и ошибок.
- Мышление по аналогии.
- Типовые приемы фантазирования (ТПФ)

Задания для размышления:

Как перенести какой омыватель использовать, чтобы не замерз зимой);

Как завести машину без ключа

ТРИЗ рекомендует проводить с учащимися беседы на различные темы.

ПРИМЕР ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКОЙ СИТУАЦИИ

1. За последние 50 лет у двигателей автомобилей снизили в 2-3 раза расход бензина путём увеличения степени сжатия горючей смеси в их цилиндрах, при этом увеличилась температура горения с 900°C до 1200°C. Очистку выхлопных газов от несгоревшего топлива улучшили также применением Pt-катализатора. Повышение в камере сгорания температуры привело к тому, что недопустимо возросло в выхлопе содержание вредного окисла азота ON. Сейчас в патентном фонде ФИПС РФ много предложений по вводу в выхлопной тракт аммиака, мочевины и ещё одного катализатора для превращения окисла в азот по реакции: $4\text{NH}_3 + 6\text{NO} \xrightarrow{(kt1)} 5\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ и $6\text{NO} + 2\text{CON}_2\text{H}_4 \text{ (тв., мочеви́на)} \xrightarrow{(kt)} 5\text{N}_2 + 2\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$.

Это приводит к усложнению и удорожанию системы выхлопного тракта (СВТ) двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Рассмотрим поиск решения по алгоритму генератора идей [4, 5,11].

Поиск решения

2. **Цель:** очистить выхлопной газ от окисла азота NO, не усложняя тракт выхлопа. *Зачем это надо:* примесь газа NO в воздухе вредна для дыхания. *Что мешает:* Pt катализатор улучшает окисление в выхлопе CO и $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ – продуктов неполного сгорания топлива, но не изменяет содержание NO, применение NH_3 -содержащего реактива усложняет систему выхлопного тракта.

3. **ИКР:** Само собой достигается в СВТ превращение NO в обычный N_2 воздуха при вводе NH_3 -содержащего реактива без усложнения выхлопного тракта ДВС.

4. Направления поиска:

4.1 Улучшить очистку выхлопного газа от окисла азота NO.

4.2 Устранить усложнение выхлопного тракта при очистке от NO.

Технические противоречия(ТП-6):

4.3 NH₃-содержащий реактив нужно вводить для очистки выхлопа двигателя, чтобы удалить газ NO из него, *но* реактив надо вводить дозированно с погрешностью $\pm 5-10\%$, что усложняет систему.

4.4 Устранить в выхлопе NO можно восстановлением аммиаком, *но* недопустимо вводить реактив простым способом (в большом избытке), чтобы не выделять из СВТ вредный газ аммиак.

4.5 При высокой точности внесения в выхлопной тракт реактива (газа, жидкости или твёрдого тела), содержащего NH₃ или другой восстановитель, нейтрализуется вред выхлопного газа (по NO / NH₃), *но* решение недопустимо усложняет СВТ двигателя.

Выберем п. 4.2 – упростить выхлопной тракт ДВС.

5. **Поиск идеи** (используя 30 абстрактных изобретательских приёмов) [4, 5,15]:

5.1 Ресурсы компонентов системы:

5.1.1 ресурс *энергии* – выхлопной газ имеет температуру 200 - 500°C (он содержит до 70% химической энергии от сжигания бензина), надо бы как-то использовать эту энергию?

5.1.2 *вещества* – NO в выхлопе, окислитель, вредная примесь; смесь выхлопных газов содержит также CO, C_xH_yO_z – восстановители, но не активные в отношении к NO. Выхлопной тракт СВТ включает трубу, блок с Pt катализатором, глушитель, блок ввода NH₃-реагента, выходное отверстие трубы.

5.1.3 *информация* – имеем справочники восстановителей и окислителей с данными об их потенциалах, нужны также неизвестные данные о кинетике реакций между ними.

5.1.4 *производные* от этих ресурсов системы – например, вещества бывают присутствующие, отсутствующие и изменённые (в другом агрегатном или энергетически активированном состояниях) или разности энергий, или как-то изменить справочные данные.

5.1.5 *концентрация* неких ресурсов, если она доступна и нужна.

5.2 Ресурсы времени:

5.2.1 *заранее* – требуется проектирование и установка в СВТ блока восстановления для превращения NO в N₂.

5.2.2 *после* – естественно, после выхлопа из ДВС.

5.2.3 *пауза* – у ДВС при работе пауз нет, выброс газов непрерывен.

5.2.4 *ускорить* - скорость превращения NO в N₂ должна соответствовать скорости выброса NO из ДВС, пока скорость распада NO слишком мала.

5.2.5 *замедлить* – здесь не нужно.

5.2.6 «*одновременно*» – в опубликованную [4] систему поиска решений не включен такой необходимый и имеющийся ресурс.

5.3 Ресурсы пространства:

5.3.1 *другое измерение* – части (блоки) системы тракта СВТ находятся последовательно в линии, расположить их иначе?

5.3.2 *асимметрия* – все части СВТ симметричны относительно оси потока выхлопных газов.

5.3.3 *матрёшка* – что-то в другое вставить: труба в трубе?

5.3.4 *вынесение* – блок подготовки реактива вынесен из линии потока – это усложняет СВТ.

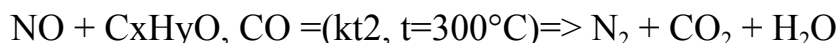
5.3.5 *локализация* – расположение частей СВТ не способствует использованию ресурса восстановителя (C, CO, C_xH_yO) для устранения вредного NO, ввести катализатор этой реакции?

5.4 Ресурсы структуры:

5.4.1 *исключение* – чтобы не усложнять СВТ, нужно убрать блок подготовки и ввода NH₃-восстановителя.

5.4.2 *дробление* – приём «матрёшка» подсказывает, что часть СВТ (труба?) где-то должна быть разделена, тогда одну трубу можно вставить в другую (по п.5.3.3 – матрёшка).

5.4.3 *объединение* – хорошо бы иметь катализатор для реакции



5.4.4 *посредник* – неизвестный катализатор (kt2)?

5.4.5 *копия* – не пригоден в СВТ?

5.5 Условия:

5.5.1 *частично* – если вводить NH₃-реагент, то его надо 0,95 от точного количества.

5.5.2 *избыточно* – NH_3 вредный, его избыток не желателен.

5.5.3 *согласовано* – ввод NH_3 -реагента согласовать с переменным объёмом выхлопного газа в СВТ.

5.5.4 *динамично* – означает изменять ввод количеств реагента.

5.5.5 *управляемо* – ввод NH_3 -реагента управляется объёмом выхлопа, переменной мощности ДВС.

5.6 Параметры:

5.6.1 *вакцинация* – приём подсказывает, что в СВТ должно быть средство против роста выброса NO – им мог быть катализатор реакции между самими компонентами выхлопного газа в СВТ.

5.6.2 *изоляция* – такой катализатор уменьшит вред выхлопа.

5.6.3 *противодействие* – намечаются 3 пути противодействия вреду выхлопа: 1) добавить блок управляемого ввода NH_3 -реагента с достаточной точностью для очистки выхлопа; 2) подобрать катализатор реакции между компонентами выхлопа до реакции до-окисления на Pt-катализаторе; 3) поток выхлопа разделить на 2 потока, в одном потоке установить реагент и/или катализатор (kt3) превращения $\text{NO} \rightarrow \text{NH}_3$, потом эти потоки соединить на катализаторе kt2.

5.5.4 *одноразовость* – возможен ли твёрдый NH_3 -реагент, который производит очистку выхлопа от NO достаточно долго? Вводимые реагенты расходуются – они одноразовые.

5.5.5 *инверсия* – применение 1 вредного компонента выхлопа для очистки от 2-го по реакции: $\text{NO} + \text{C}_x\text{H}_y\text{O}, \text{CO} \Rightarrow \dots$ или вместо ввода в СВТ ДВС газа или жидкости (раствора NH_3 -реагента) ввести « NH_3 -реагент» в твёрдой форме, которая выдерживает Т и быстро выделяет NH_3 только при действии NO .

Возможные сочетания приёмов: все 3 пути (по приёму 5.6.3) используют из 5.1.1 Поле тепла СВТ для нейтрализации выхлопа и подготовку СВТ заранее по 5.2.1:

1-й путь – ввода NH_3 -реагента и добавление блока с катализатором по 5.2.4 опирается на сочетание приёмов 5.1.1 + 5.1.2 + 5.1.3 + 5.5.1 + 5.5.3 + 5.6.1.

Сущность изменений функции: 1) добавление блоков внешнего с реагентом и в линии СВТ блока ввода с катализатором (kt1) и управление вводом NH_3 -реагента согласовано с мощностью ДВС;

2) добавление в линию СВТ блока с катализатором реакции между компонентами выхлопа: $\text{NO} + \text{C}_x\text{H}_y\text{O}, \text{CO} \Rightarrow (\text{kt2}) \Rightarrow \dots$;

3) дробление потока на два с помощью трубы в трубе (5.3.3), один поток не изменен, а во внешний поток вставлен блок с реагентом и kt3-катализом

превращения $\text{NO} + \text{X} = (\text{kt}3) \Rightarrow \text{NH}_3 \dots$, далее 2 потока смешиваются для реакции $\text{NO} + \text{NH}_3 = (\text{kt}1) \Rightarrow \text{N}_2 + \dots$

6. Концепции:

6.1 добавление в СВТ блоков внешнего с NH_3 -реагентом и в линии СВТ блока ввода с катализатором (kt1) реакции: $\text{NO} + \text{NH}_3 = (\text{kt}1) \Rightarrow \dots$ при вводе NH_3 -реагента согласовано с мощностью ДВС;

6.2 добавление в линию СВТ блока с катализатором реакции между компонентами выхлопа по реакции: $\text{NO} + \text{C}_x\text{H}_y\text{O}, \text{CO} = (\text{kt}2) \Rightarrow \dots$ – состав и структура kt2 пока не известны (нужны исследования химиков);

6.3 дробление потока на два с помощью трубы в трубе, один поток не изменен, а в другом (внешнем) потоке вставлен блок с реагентом и катализатором превращения $\text{NO} + \text{X} = (\text{kt}3) \Rightarrow \text{NH}_3 \dots$, далее 2 потока смешиваются и происходит реакция: $\text{NO} + \text{NH}_3 = (\text{kt}1) \Rightarrow \text{N}_2 + \dots$ (нужен выбор X).

6.4 ввести в линию СВТ блок с твёрдым NH_3 -источником Z, выделяющим NH_3 ровно столько, сколько попало в блок NO, Z должен быть термоустойчив, чтобы не выделял NH_3 -избыток.

Оценка концепций:

6.1 - состоит в усложнении СВТ, и наиболее технически проработана (в ФИПС РФ имеется множество патентов, не рассмотрено усложнение СВТ путём введения обратной связи и не указан катализатор);

6.2 - наиболее простая СВТ и близкая к идеальному решению, но kt2 катализатор пока не отработан и неизвестен;

6.3 - промежуточная по сложности СВТ, но катализаторы kt2 и kt3 пока не разработаны и неизвестны (есть патент этого СВТ без описания катализаторов).

6.4 - в линию СВТ блок с твёрдым NH_3 -источником Z, устойчивым при температуре в СВТ и реагирующим только при наличии NO (Z пока не найден).

6.5 - Новые нерешенные задачи: необходима разработка катализаторов kt2 и kt3 (нужна помощь специалистов НИИ катализа РАН) и реагентов-нейтрализаторов X или термоустойчивого Z - NH_3 -реагента (известны: мочевины Тразл~150°C, ацетилмочевина Тразл~250°C, ацетат мочевины Тразл~250°C, неизвестна термоустойчивость других производных – требуется до 500°C и выделение NH_3 при действии NO).

ВЫВОДЫ

Описаны 6 видов технических противоречий личного автомобиля. Разработана и предложена заявка на патент на пассажирскую пневмотранспортную систему (ППТС) с целью обеспечения безопасного движения в почти любых погодных условиях.

Рассмотрен пример поиска решения задачи с применениями окислительно-восстановительных реакций по нейтрализации газа в системе выхлопа двигателя внутреннего сгорания. Выявлены четыре возможных способа устранения NO из выхлопного газа, а патенты есть на два из этих способов. Оптимальное решение: ввести в выхлопной тракт катализатор для реакции окислителя окисла азота и восстановителей окисла углерода и остатка углеводорода. Для завершения решений требуются консультации специалистов по катализаторам и поиск термо-устойчивого твёрдого NH_3 -выделяющего реагента.