

ЭФФЕКТИВНОЕ И ВЫСОКО РЕНТАБЕЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ РАЗРАСТАЮЩЕЙСЯ, КАК РАКОВЫЕ МЕТАСТАЗЫ, ПРОБЛЕМЫ

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день есть две очень болезненные проблемы, с которыми сталкивается человечество, это вопросы:

1. Утилизации отходов;
2. Нехватки и разумного использования природных углеродосодержащих ресурсов, нефть, газ, уголь, горючие сланцы, для нужд химической промышленности и энергетики.

При этом, если вторая проблема не решается только из-за корыстолюбия так называемой «элиты» человеческого сообщества, то по первой удовлетворительных предложений пока нет. Для России, где мусорные свалки ежегодно прирастают на 70-80 миллионов тонн, отравляя, ускоряющимися темпами, воздух, воду и почву вокруг населенных пунктов, это воистину грозная опасность.

Данная статья посвящена анализу положения в этой области, какие решения были найдены и почему их реализация гложет практически уже в зачаточной фазе. А также объяснению нашего виденья единственно возможного пути для исправления ситуации, а именно: **организации схемы: электродуговой плазмолиз отходов с получением сингаза + последующая адекватная химическая переработка этого сингаза по наиболее рентабельному варианту с минимумом инвестиций.** А также расшифровке того, что мы под этим подразумеваем, с подробными комментариями касательно широко разрекламированных в прессе, но заведомо бесперспективных нерентабельных путей конверсии сингаза. Также рассказывается о реализуемых нами на практике мероприятиях в этом направлении. Статья для прочтения и понимания не требует никакой специальной подготовки, написана максимально простым научно-популярным языком с подробными объяснениями, ссылки на источники снабжены также комментариями и приводятся непосредственно по ходу изложения материала, с указанием на источники и их файлы. Задача статьи - создать у читающего ясное представление о грозящей катастрофе и она построена, не исходя из канонов академического изложения, а так, чтобы читающему было проще работать. Цель вызвать интерес у читающего его потенциального союзника, разъяснить ему суть наших идей.

1. ПЛАЗМОЛИЗ - ЕДИНСТВЕННОЕ РЕШЕНИЕ ПЕРВОГО ЭТАПА

В результате длительных и мучительных попыток поиска такой технологии утилизации отходов, которая одновременно отвечала бы экологическим критериям и была бы экономически выгодной, мировое научное сообщество в целом пришло к однозначному выводу, что иного решения кроме, как высокотемпературный ($>2000^{\circ}\text{C}$) плазмолиз отходов с ограниченной подачей окислителя и последующей их газификацией в сингаз (сингаз, синтез-газ это смесь CO и H_2 , иногда с другими продуктами) нет и быть не может. Все иные методы термолиза просто не способны дать положительного энергетического баланса, то есть, на процесс термолиза энергии тратится больше, чем можно получить при сжигании сингаза. Именно поэтому многочисленные во всем мире предприятия по иным технологиям (печи Ванюкова, термолиз в расплавах солей и т.д., и т.п.) или закрылись вскоре после открытия или впадают в жалкое дотационное существование.

При сжигании получаемого плазмолизом сингаза, как показала практика, можно получить $1\text{kVt}\cdot\text{ч}$ (или чуть больше) тепловой и электрической энергии с одного кг обычных ТБО. Ниже ссылки с краткими комментариями, которые доказывают, что плазмолиз это единственный путь для утилизации отходов и вскрываются причины почему он не находит применения.

Публикации (файлы и ссылки) касательно плазмоллиза отходов и краткие комментарии к ним.

US5666891.pdf

1-й патент Battelle Memorial Institute Richland, WA по электродуговому плазмоллизу отходов от 1997 г.

Доступен по ссылкам

<http://ip.com/pdf/patent/US5666891.pdf>

<http://www.patentgenius.com/patent/5666891.html>

US5811752.pdf

Аналитическое продолжение и развитие 1-го патента от 1998 г., содержащее суть так называемой PEM-технологии (Plasma Enhanced Melter). Данная технология подразумевает остекловывание шлаков, а в качестве электродов для электродугового плазматрона используется токопроводящая обуглившаяся органика отходов, которая получается при нагреве до температуры порядка 1200°C в предварительной камере печи, при плазмоллизе данные электроды практически полностью газифицируются. Патентообладатель фирма InEnTec, Richland, WA.

Доступно по ссылке

<http://ip.com/pdf/patent/US5811752.pdf>

US7617781. pdf

Дальнейшее развитие идеи плазмоллиза отходов от 2009 г. Патентообладатель также фирма InEnTec, Richland, WA. Подразумевается дополнительное использование кислорода, подаваемого под высоким давлением в качестве плазмообразующего газа.

Доступно по ссылке

<http://www.freepatentsonline.com/7617781.pdf>

PEM.doc

Переведенные в Word статьи доступные по ссылке

<http://www.treehugger.com/files/2009/05/expanding-waste-based-renewable-energy.php>

и ссылкам перекрестным с ней

касаются достижений Batelle Pacific Northwest National Labs в области PEM-технологии (Plasma Enhanced Melter), описан пуск опытных заводов по плазмолитической переработке отходов с получением энергии и дальнейшей конверсии сингаза в органику, но относительно дешевую, спирты.

THE RECOVERED ENERGY SYSTEM™ brochure.pdf

TECHNICAL DISCUSSION OF WHY PLASMA GASIFICATION IS THE ONLY ANSWER.pdf

Брошюры фирмы THE RECOVERED ENERGY SYSTEM, созданной для реализации разработок Battelle Memorial Institute.

Доступны по ссылке

<http://www.recoveredenergy.com>

Во второй брошюре (дословно «Техническая дискуссия о том, что плазменная газификация единственный ответ») дается подробный анализ с точки зрения термодинамики, что иные способы газификации невыгодны энергетически, обращаем также внимание на то, что муравьиная кислота стоит там на первом месте среди возможных продуктов конверсии сингаза, однако, не предлагается технология её производства.

PEM1.doc

Переведенные в Word статьи доступные по ссылкам

<http://www.greencarcongress.com/2009/05/s4energy-20090521.html>

<http://www.solidwaste.com/article.mvc/Waste-Management-And-InEnTec-Create-Joint-0001>

касательно работы аналогичной фирмы, акционерного общества, созданного компаниями Waste Management и InEnTec.

Обзор плазмолиза отходов.doc

Переведенная в Word статья от 2009

<http://www.ecoprogressenergy.com/page6.html>

Обращаем внимание на то, что энергозатраты на работу электродуговых плазмотронов составляют около 10% от получаемой энергии 1кВт/ч на кг мусора.

Исследование и создание установок по переработке токсичных веществ и смешанных отходов.doc

Автореферат диссертации 2008 Рутберга А. Ф. «Исследование и создание установок по переработке токсичных веществ и смешанных отходов с использованием свободно горящих сильноточных дуг и плазмотронов переменного тока», доступно по ссылке

<http://www.dissercat.com/content/issledovanie-i-sozdanie-ustanovok-po-pererabotke-toksichnykh-veshchestv-i-smeshannykh-otkhod>

В ней дан обзор, последнее нам и важно. Автор диссертации сын акад. Ф.Г. Рутберга (Россия, директор Института проблем электрофизики и электроэнергетики, Сп-б), который вместе проф. А.Розенфельдом (США, университет Беркли Калифорния) стали лауреатами премии «Глобальная энергия».

RU2293918.doc

Российский патент «СПОСОБ ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ» подразумевающий использование шахтной плазменной печи.

Доступно по ссылке

http://www.shram.kiev.ua/top/patents_waste/waste_1/waste_76.shtml

Список подобных патентов, научных и научно-популярных статей можно продолжить. Не упомянутыми остались работы касательно использования расплавленного металла в качестве электродов электродугового плазматрона, а также работы американских, российских, белорусских, и израильских ученых по электродуговому плазмолизу высокотоксичных отходов и многое другое. Но мы не ставим задачи дать полный обзор технологий и их нюансов, а преследуем иную цель, разобраться почему замечательные технологии плазмолиза отходов фактически не востребованы, что мешает этому и что надо предпринять в настоящий момент.

В заключении данного раздела отметим, что вариант технологии электродугового плазмолиза по акад. Ф.Г. Рутбергу, который мы и собираемся задействовать на первом этапе, один из наилучших возможных с точки зрения практической реализации. Одна из основных проблем при плазмолизе отходов это выгорание электродов. Причем, как правило, в этих технологиях используется постоянный ток при этом, плюсовой электрод очень сильно выгорает, поскольку реакция газификации идет на нем, второй, отрицательный электрод подвергается не столь значительной дуговой коррозии. Проблему выгорания пытались решать интенсивным охлаждением электродов, использованием наиболее термостойкого вещества - графита (температура сублимации которого около 4000°C). Однако, графит не прочен, ну и сам по себе также начинает газифицироваться как и аморфный углерод.

В американской РЕМ-технологии, эта проблема успешно решается достаточно оригинальным образом, в качестве выгорающего электрода используется обуглившаяся в предварительной камере печи органика мусора под теплом основной камеры. Но это подразумевает достаточно громоздкую, дорогую и уязвимую систему. Потом проблема не устраняется полностью, остается выгорание в месте контакта обуглившейся органики и токоведущей части.

Ф.Г. Рутберг решил эту проблему иначе и оригинально, отказался от постоянного тока и использует переменный. В итоге выгорание электродов сильно уменьшилось, процесс стал

вполне технологичным, а установки не столь громоздкие и дорогие как при РЕМ-технологии.

2. ПОЧЕМУ ПЛАЗМОЛИЗ ОТХОДОВ НИКОМУ СЕГОДНЯ НЕ НУЖЕН? ПОЧЕМУ СХЕМА ПЛАЗМОЛИЗ + ЭНЕРГЕТИКА ТУПИК? ТОЛЬКО НОРМАЛЬНЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ "ХВОСТ" ПО ПЕРЕРАБОТКЕ СИНГАЗА МОЖЕТ ИСПРАВИТЬ СИТУАЦИЮ!

Причина того, почему муниципалитеты крупных городов и иные потенциально заинтересованные организации, вполне способные финансировать строительство предприятий по плазмолизу отходов, не становятся в очередь за этими технологиями предельно проста. **Во-первых, сбыт энергии подразумевает строительство весьма дорогостоящих коммуникаций, цена энергии невысока, также как услуг по утилизации мусора и шлаков термолиза, переработанных в стройматериалы.** То есть, имеем прибыль но она ничтожна, особенно, на фоне необходимых капитальных вложений. Во-вторых, абсолютно в любой стране мира реализация схемы плазмолиз отходов + энергетика **натолкнется на мощнейшее противодействие естественных энергетических монополий и мусорных олигополий.** Именно по этому фирма InEnTec, реализующая технологию электродугового плазмолиза, в итоге построила пару заводиков в США и один в Японии. Ну, а у нас мы имеем только замороженное строительство в Сколково. Никто и никогда из потенциальных потребителей не встанет в очередь за технологией плазмолиза отходов в нынешнем виде, если туда их не загонят правительства, а они тоже не будут торопиться это делать по тем же перечисленным причинам. **В итоге схема плазмолиз + энергетика это тупик!!!**

Однако, всему этому можно придать новый импульс, переломить существующую ситуацию и сделать индустрию плазмолиза отходов действительно рентабельной. Это возможно только одним единственным путем если **приделать к электродуговому плазмолизу, нормальный, химический "хвост"**. Причем слово нормальный здесь ключевое, он должен быть именно таким, давать именно выгодные, дефицитные продукты, тогда и только тогда технология электродугового плазмолиза отходов сможет нормально и беспрепятственно распространяться по всему миру и приносить людям огромную пользу.

3. ТО, ЧЕМ ЯВНО НЕ СЛЕДУЕТ ЗАНИМАТЬСЯ, НЕНОРМАЛЬНЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ "ХВОСТ".

Во всем мире синтез-газ специально производят на химических предприятиях как промежуточный продукт органического синтеза и газифицируют для этого метан, нефть и уголь, а далее он участвует в самых разнообразных синтезах. Сразу следует оговориться, что мусорный сингаз бедный, то есть, в нем мало и окиси углерода, и водорода. Это затрудняет его использование в оргсинтезе, однако, не исключает. Чтобы разобраться, что подразумевается под нормальным и рентабельным химическим хвостом, лучше всего покажем сначала, что собой представляет ненормальный, чем однозначно не следует заниматься по крайней мере сейчас. Для этого посмотрим ролик наших американских коллег и обратим особое внимание на его конец, фразы касательно "syngas applications"

<http://www.youtube.com/watch?v=x9Xtur0ZkN4>

Говорят о производстве метанола, этанола, жидкого водорода и даже дизеля (подразумевается процесс конверсии сингаза в углеводороды - бензин или дизель по Фишеру-Тропшу, процесс ФТ). Однако, у любого знакомого с аспектами оргсинтеза и ценами на его продукты ничего кроме смеха вызвать эта речь не может вызвать. Наши американские коллеги делают расчет на привлекательность бензина-дизеля и перспективность жидкого водорода. Это может заинтересовать и инвесторов, до первой консультации с экспертами. По сути, американцы не проработали вопрос, знают, что это возможно, будут деньги тогда и займемся. Но ищут они инвесторов-дураков, такое тоже встречается, пожелаем им удачи.

Жидкий водород это полная экзотика, которую очень трудно хранить, перспективная в будущем, но сейчас никому практически не нужна, кроме как в качестве ракетного топлива. Вот для иллюстрации статья из Википедии

http://ru.wikipedia.org/wiki/%C6%E8%E4%EA%E8%E9_%E2%EE%E4%EE%F0%EE%E4

На очистку и сжижение водорода надо потратить уйму энергии, не проблема её получить при сжигании сингаза, но для этого нужно множество компрессоров и электрогенераторов, также требуется сложная криогенная техника по переводу водорода в параводородную форму, ну, и в дальнейшем такая же техника для хранения. Одним словом, море капитальных вложений, а организация сбыта продукта сомнительна.

Производство углеводородного топлива по Фишеру-Тропшу (ФТ)

Отметим, что процесс ФТ изучен вдоль и поперек, однако, признан невыгодным в большинстве стран, хотя промышленные установки такого рода есть кое-где, например, в ЮАР. Но это крайне капризный каталитически процесс. Основные проблемы это разогрев катализатора и его отравление серой. Процесс сильно экзотермический, что приводит к разогреву катализатора и уходу из рабочего диапазона температур, если не делать принудительное охлаждение. А сера всегда присутствует в мусорном сингазе, как и в сингазе, полученном из ископаемого топлива, как не кондиционируй его, сера будет отравлять катализатор в реакторах, а сами реакторы нельзя делать большими из-за опасности перегрева. В итоге имеем систему крайне громоздкую и дорогую, требующую постоянного и дорогого техобслуживания.

"Процесс Фишера – Тропша — это хорошо проработанная технология, уже применённая в больших масштабах, хотя её распространению мешают высокие капитальные затраты, высокие затраты на эксплуатацию и ремонт и относительно низкие цены на сырую нефть."

http://ru.wikipedia.org/wiki/%CF%F0%EE%F6%E5%F1%F1_%D4%E8%F8%E5%F0%E0_%97_%D2%F0%EE%EF%F8%E0

"Фишера - Тропша синтез используют в промышленности для получения жидких моторных топлив и парафинов (в большинстве стран синтез считается экономически невыгодным)."

<http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4779.html>

"Производство синтетического моторного топлива из синтез-газа основывается или на каталитическом процессе Фишера—Тропша, или на Мобил-процессе (тоже каталитическом) — через промежуточное получение метанола. Используя этот метод получали моторное топливо в Германии во время Второй мировой войны и в Южно-Африканской Республике, когда действовало эмбарго на ввоз нефти. Процесс технологически хорошо разработан, но дорогой. Сегодня указанный метод используют лишь отдельные заводы по производству жидкого топлива (фирмы «Шелл» в Малайзии и «Сасол» в ПАР), имеющие, скорее, демонстрационный характер возможностей современной каталитической химии. То же касается и производства бензина из метанола — небольшой завод фирмы «Мобил» в Новой Зеландии. Кстати, по оценкам экономистов нашего института, цена установки фирмы «Сасол» из ЮАР достигает 2,3 млрд. долларов. Она должна давать минимум 1 млн. тонн топлива в год, потребляя 3—4 млн. тонн угля. Строить более крупные производства на основе этих технологий рискованно, но рост цен на нефть и газ может оправдать производство синтетического моторного топлива. Например, в прошлом году появились сообщения о намерениях Китая, у которого есть крупные месторождения угля, построить несколько предприятий по технологии «Сасол»".

Из интервью с директором Института биоорганической химии и нефтехимии НАН Украины академиком Валерием КУХАРЕМ.

<http://www.alfar.ru/smart/3/532/>

С аспектами и проблемами по ФТ в более научном аспекте можно ознакомиться также по этой ссылке:

http://www.newchemistry.ru/printletter.php?n_id=7026

Обратим внимание также на цитату и график из этого источника:

"В условиях синтеза ФТ термодинамические вероятности образования продуктов выглядят следующим образом [8]:

- метан > алканы > алкены > О-содержащие;
- низкомолекулярные н-алканы > высокомолекулярные н-алканы;
- высокомолекулярные н-олефины > низкомолекулярные н-олефины.

В действительности выход метана на хороших катализаторах синтеза ФТ не превышает 8 %. Молекулярно-массовое распределение диктуется кинетикой полимеризации (см. ниже). Таким образом, синтез ФТ является кинетически контролируемым процессом, состав конечных продуктов далек от равновесного....

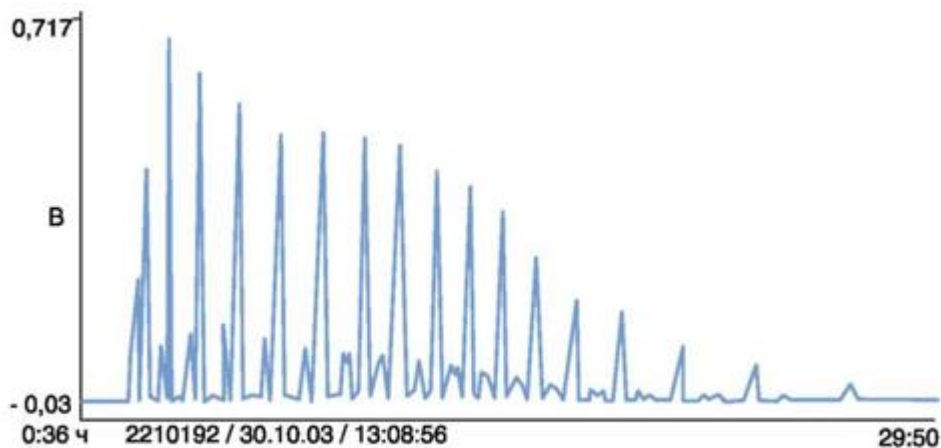


Рис. 1. Типичная хроматограмма продуктов синтеза ФТ на СО-катализаторе

... Так, выход бензиновой фракции C5-C10 не может превысить 48%, дизельной фракции C11-C18 - 30%. Если полученные парафины подвергнуть мягкому гидрокрекингу, выход фракции газойля можно довести до 60 % на прореагировавшее сырье [12]."

Это уже не научно-популярный, а научный источник, поэтому придется изложить доступно. Процесс ФТ дает не чистый бензин и дизель. То, что на хроматограмме ранее 5-го пика, это масса не особо нужных как коммерческие продукты легких углеводородов: метан, этан, пропан и бутан. А то, что после 18-го это вовсе не нужные тяжелые парафины. Однако, применяя всякие кинетические хитрости, можно снизить выход легких продуктов, например метана до 8%. А столь же ненужные парафины можно, затратив изрядную энергию, крекинговать (то есть, разорвать их молекулы на части) до бензина и дизеля. Полезные фракции также следует отгонять, разделять на бензин и дизель, естественно, также с энергозатратами. Для восполнения этих энергозатрат следует сжигать часть сингаза, а также ненужные легкие фракции (метан и пр.), то есть, снижать выход по исходному углероду. В итоге мы добьемся получения и бензина, и дизеля, но уже в совсем небольших количествах.

Но основной фактор снижающий выходы продуктов при ФТ, равно при синтезе спиртов это состав сингаза. Вообще, мусорный сингаз сам по себе всегда будет бедным, то есть, в нем мало CO:H₂ и много балластных газов азота и двуокиси углерода. Оно понятно, газифицируем не чистый уголь или нефть, а ТБО в которых 20-25% углерода по массе.

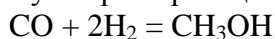
А для ФТ, равно как для синтеза спиртов желательно, чтобы сингаз был как можно богаче, а соотношение компонентов в сингазе должно быть следующим CO:H₂ = 1:2 (имеется ввиду молярное, оно же объёмное соотношение). В мусорном сингазе, если плазмолиз осуществляется, вообще, без доступа окислителя, мы имеем CO:H₂ = 1:1.2÷1.4. Добавляя такой окислитель, как пары воды, мы можем увеличить количество водорода в самых широких пределах, но при этом у нас образуется лишний CO₂, который исключается из дальнейшего синтеза, то есть опять снижается выход относительно углерода. Есть и иные способы обогатить сингаз водородом, например, получить его электролизом воды, на который опять же надо где-то брать энергию. **Эту проблему кратко обозначим в сингазе из мусора CO:H₂ ≠ 1:2.**

В итоге, имеем множество проблем, каждая из которых легко решается по отдельности, за счет установки дополнительного оборудования и энергозатрат. Фактически энергозатраты это синоним снижения выхода продукта. В совокупности получаем монструозное производство с невыносимыми капитальными затратами, на выходе которого относительно недорогие углеводороды в ничтожных количествах. Всё это практически сводит на нет и то преимущество, что сингаз у нас бесплатный из мусора. ФТ как был невыгодным так и останется. Не случайно то и дело по всему миру появляются публикации обо всяких изобретателях, реализовавших ФТ где-нибудь в сарае с переработкой мусора, из которого для себя делают бензин. Журналисты хвалят таких кулибиных и при этом негодуют насчет недалёковидности химической промышленности. Однако, они и близко не представляют себе сложностей при переносе ФТ из сарая на завод, в результате которых вся рентабельность сойдет на нет.

Посмотрим, теперь что пишется в научно-популярной литературе о синтезе **метанола** и **этанола** из сингаза:

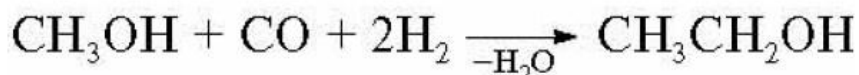
"Получение метанола из синтез-газа впервые было осуществлено в Германии в 1923 году фирмой BASF. Процесс проводился под давлением 100-300 атм на оксидных цинк-хромовых катализаторах ($ZnO-Cr_2O_3$) в интервале температур 320-400°C, производительность первой промышленной установки доходила до 20 т/сут. Интересно, что в 1927 году в США был реализован промышленный синтез метанола, основанный не только на монооксиде, но и на диоксиде углерода. В настоящее время в результате развития и усовершенствования процесса получения метанола из синтез-газа используются реакторы большой мощности с производительностью до 2000 т метанола в сутки. Разработаны более активные катализаторы на основе оксидов цинка и меди, которые позволили смягчить условия синтеза - снизить давление до 50-100 атм, а температуру - до 250°C.

Суммарная реакция образования метанола:

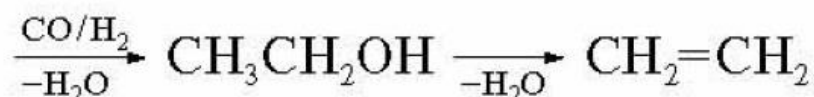
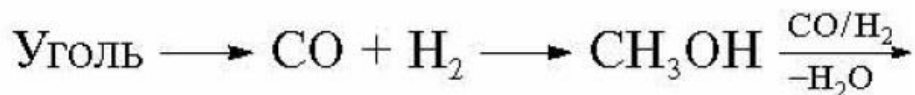


является сильно экзотермичной. Поскольку реакция протекает с уменьшением объема, повышение давления способствует увеличению конверсии синтез-газа....

Гомологизация метанола. Гомологизацией называется реакция, в результате которой органическое соединение превращается в свой гомолог путем внедрения метиленовой группы. В 1940 году впервые была осуществлена катализируемая оксидом кобальта при давлении 600 атм реакция метанола с синтез-газом с образованием в качестве основного продукта этанола:



Впоследствии эта реакция, названная гомологизацией, вызвала огромный интерес у химиков. Ее привлекательность связана с возможностью получения этилена из угольного сырья по схеме:



Применение в качестве катализаторов карбонила кобальта $Co_2(CO)_8$ позволило понизить давление до 250 атм, при этом степень превращения метанола составила 70%, а основной продукт - этанол образовывался с селективностью 40%. Побочными продуктами реакции являются ацетальдегид и эфиры уксусной кислоты. В дальнейшем были предложены более селективные катализаторы на основе соединений кобальта и рутения с добавками фосфиновых лигандов и было установлено, что реакцию можно ускорить с помощью введения промоторов - иодид-ионов. В настоящее время удалось достичь **селективности по этанолу 90%**. "

Напомним сразу о проблеме $\text{CO}:\text{H}_2 \neq 1:2$, наличие серы в сингазе также проблема для синтеза спиртов, хотя не столь острая как для ФТ. В принципе всё осуществимо, технически преодолимы и трудности с кондиционированием сингаза, и в связи с его бедностью, последнее в основном за счет повышения давлений. Но для того, чтобы достичь таких высоких давлений нам потребуется энергия (для 100 атм для 3-х молей газа $\text{CO}+2\text{H}_2$ надо 31.35 кДж). Для перегонки метанола нам опять нужна энергия (35.31 кДж/моль). Энтальпии сильно экзотермической реакции ($\text{CO} + 2\text{H}_2 = \text{CH}_3\text{OH} + 91.1$ кДж) уже не хватит потому, что реально мы это тепло можем использовать примерно на 50% (реальные КПД электрогенераторов и компрессоров около 70%, что умножим на КПД теплообменников, тоже около 70%), имеем: $91.1 \cdot 0.5 - 31.35 + 35.31 = -21.11$ кДж. Энергетический баланс можно свести к положительному, но для этого нам потребуются **циклопические установки из компрессоров, турбоэлектрогенераторов, техники высокого давления (ВД), ну, а реакторы и ректификационные колонны** будет сущей мелочью в сравнении с этим.

Производство этанола это те же сложности, что и с метанолом, помноженные на два, поскольку имеем две стадии с ВД, 1-я - синтез метанола, 2-я реакция гомогенизации метанола. В итоге синтез спиртов - громоздкое производство с капитальными вложениями не меньшими, чем для ФТ или для энергетического пути. Для иллюстрации факта огромных капитальных вложений можно взглянуть на бизнес план от 2009 г. на файле 4bplan-metanol.rar.

В таблице 1 сгруппированы расчетные данные по возможным количествам продуктов получаемых из 1 кг ТБО, в котором содержится 20% углерода, то есть, близком к реальному муниципальному мусору.

Таблица 1.

Продукт	Масса продукта с 1 кг ТБО при 100%-м выходе по С (кг)	Ожидаемый факт. выход по С, с учетом сжигания сингаза на внутренние энергетические нужды (%)	Масса продукта с 1 кг ТБО с учетом факт. выхода (кг)	Оптовая цена 1 кг продукта (руб)	Доход от продукта (руб) с 1 кг ТБО при выходе:	
					100% по С	факт.
Бензин и дизель (ФТ)	0.225	25	0.05625	35	7.88	1.97
Метанол	0.533	20	0.1067	16	8.53	1.7
Этанол	0.383	15	0.0575	21.5	8.24	1.23

В этой таблице имеем ориентировочные цифры, но и они показывают, что такой **химический "хвост" (ФТ, спирты) не намного лучше энергетического направления.** Сплошной убыток. Подытожим сказанное и сформулируем для себя, что такое ненормальный и нерентабельный химический "хвост", при утилизации отходов методом плазмолиза, чем заведомо не стоит заниматься по крайней мере сейчас, на этапе становления. Не стоит заниматься:

- процессами, требующими использование массы дорого специализированного оборудования с высокими энергозатратами, дающими на выходе дешевую по продажам продукцию. И ФТ, и синтезы метанола и этанола из сингаза это типичные примеры;

- процессами, признанными нерентабельными при масштабной реализации, типичный пример это ФТ; не следует рассчитывать, что бесплатный сингаз из мусора скажется серьезно на рентабельности и переломит ситуацию, основной фактор, лимитирующий рентабельность, опять же высокие капитальные затраты, высокие затраты на эксплуатацию и ремонт;

- процессами однозначно не реализуемыми на базе бедного, мусорного сингаза без масштабных экспериментов и НИОКР;

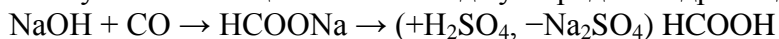
- процессами, сбыт продуктов которых представляет сложности в настоящий момент, или же такие сложности возникнут в обозримом будущем.

Жидкий водород безумно сложно реализовывать сейчас, а углеводородное топливо это, то от чего человечество так стремиться избавиться в принципе. Развивать схему с ФТ в этом плане, вообще нет ни малейшего смысла. А схема с низшими спиртами, которые в настоящий момент используются как альтернатива нефтепродукта, но как выразился один крупный специалист по катализу, "это целая гора НИОКР". Это вовсе не то, с чего следует пытаться начать.

4. МУРАВЬИНАЯ КИСЛОТА (МК) НАИБОЛЕЕ ПРОСТОЕ И ВЫСОКО РЕНТАБЕЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ

Синтез муравьиной кислоты по классическому наиболее распространенному в промышленности формиатному пути наиболее привлекателен, потому как лишен всех описанных недостатков, экономически наиболее выгоден и легко реализуем на самом плохом сингазе. Формиатный путь это известный уже более 150 лет и предельно отработанный процесс, абсолютно не требовательный к качеству сингаза, самое главное, чтобы в нем были какие-то количества СО, остальное не столь важно. Это всё объясняется тем, что формиатный путь это не каталитический процесс, в его основе простая химическая реакция формилирования. Что он собой представляет можно найти в любом популярном издании, например, вот что пишет Википедия:

«Получение: Реакцией монооксида углерода с гидроксидом натрия:



Это основной промышленный метод, который осуществляют в две стадии: на первой стадии монооксид углерода под давлением 0,6—0,8 МПа пропускают через нагретый до 120—130 °С гидроксид натрия; на второй стадии проводят обработку формиата натрия серной кислотой и вакуумную перегонку продукта».

Давления существенно меньше, 6-8 атм. Остается добавить, что процесс абсолютно не критичен к примесям, самое главное, чтобы в газе, пропускаемом через гидроксид натрия, вообще, присутствовала окись углерода. Поскольку речь идет о сингазе, останется непрореагировавший водород, который сжигаем и пускаем энергию на технологические энергетические нужды. Все кислотные примеси также поглощаются NaOH, небольшие количества соответствующих им кислот, например, соляной будут получаться при отгонке МК и их также можно реализовывать. Из описания технологии, очевидно, что никакого ВД, никаких циклопических установок для формиатного пути нам не требуется.

Основная проблема это образовавшийся Na_2SO_4 . Это продукт рынок которого насыщен и он дешев, то есть, практически мало кому нужный продукт. Корпорация BASF, масштабно реализующая формиатный путь, умудряется его реализовывать. Однако, не будем пытаться повторять это, будем электролитически регенерировать Na_2SO_4 до технологического едкого натра и серной кислоты. Едкий натр упаривать и сушить, и опять пускать на формилирование, то есть, насыщение СО, а серную кислоту на вытеснение муравьиной. Этот путь реализуется финской компанией Kemira, и куда более привлекателен, не надо озадачиваться ни закупкой реактивов, ни сбытом малоинтересных побочных продуктов.

Процесс формилирования более сильно экзотермический, чем синтез метанола, 130.1 кДж. Также сжигаем избыточный водород сингаза (при этом нет выбросов CO_2). И вся эта энергия идет на технологические нужды, генерацию электричества для поддержания дуги в плазматроне, электролиз сульфата натрия, упаривание едкого натра и отгонку МК. **Как показывают термодинамические расчеты, в итоге энергетический баланс такого производства получается близок к нулевому или имеем небольшой минус, или небольшой плюс в зависимости от содержания углерода в сырье, размеров рабочих установок и прочих факторов, влияющих на энергопотери.** Ведь МК имеет большую теплоту образования, лишь немного уступающую, теплоте сжигания сингаза, у углерода остается неокисленной лишь одна связь из 4-х. При нехватке энергии её не сложно

восполнить также, сжигая дополнительно сингаз, но только **эта энергия направляется не во внешнюю сеть, а идет на производство дорогого продукта**. Оценочные расчеты с большим запасом показывают, что реальный выход продукта с 1 кг ТБО будет составлять не менее 50% по углероду, то есть, если мы продублируем таблицу 1, то для МК имеем следующее:

Таблица 2.

Продукт	Масса продукта с 1 кг ТБО при 100%-м выходе по С (кг)	Ожидаемый факт. выход по С, с учетом сжигания сингаза на внутренние энергетические нужды (%)	Масса продукта с 1 кг ТБО с учетом факт. выхода (кг)	Оптовая цена 1 кг продукта (руб)	Доход от продукта (руб) с 1 кг ТБО при выходе:	
					100% по С	факт.
МК	0.767	50	0.383	50	38,35	19,15

То есть, 9-10 руб. чистой прибыли без внешних энергозатрат с 1 кг мусора!

МК это широко востребованный продукт, который в России не производится. К вопросу сбыта МК вернемся несколько позже, пока отметим, что этот вопрос полностью проработан нами. Очевидный факт, что **комплексная система: плазмолиз отходов + производство МК по формиатному пути в настоящий момент не просто наиболее рентабельна, но высокорентабельна**. С другой стороны, не предвидится никаких технических сложностей, поскольку формиатный путь не требователен к составу сингаза и однозначно реализуем, он приведет к успеху. Здесь нам требуется не "гора НИОКР", а среднебюджетные ОКР - создание опытно-промышленной установки для уточнения параметров и оценочных расчетов с дальнейшей целью реализации в промышленном варианте.

Иные пути использования мусорного сингаза, как уже отмечалось ранее, также в принципе реализуемы, упомянутые ранее сложности вполне преодолимы, но для этого требуется целая "гора НИОКР" и огромные капитальные вложения. Но эту "гору" как раз можно начать разгребать, если базироваться при этом на небольшом, высокорентабельном производстве МК из отходов. Однако, среди путей разгребания этой "горы" также следует выбрать наиболее перспективные и простые. Акцентируемся теперь на этом.

5. ДИМЕТИЛОВЫЙ ЭФИР. КИТАЙ, ШАГАЮЩИЙ ПО ГРАБЛЯМ ЛУЖКОВА.

МК это решение проблемы химического хвоста на стадии создания высокорентабельного производства, что стимулирует дальнейшие НИР и НИОКР. Но, если мы весь мусор, производимый человечеством преобразуем в МК, то перекроем мировую потребность в этом продукте примерно в 2000 раз. Поэтому задумаемся и о других путях.

Если сингаз попытаться перерабатывать на катализаторах на базе $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, также сначала образуется метанол, потом он тут же дегидратируется и образуются диметиловый эфир (ДМЭ) и вода, с примесью ряда иных продуктов - метилформиата (МФ) и формальдегида (ФД). Меняя добавки в катализаторе, можно варьировать выход всех этих продуктов, так можно получать, в частности, среди продуктов тот же бензин. Но пока не будем акцентироваться на этом, рассмотрим наиболее общий случай, процесс, когда на выходе имеем в основном ДМЭ и около 10% метанола. Чем этот процесс привлекателен с технической точки зрения? Во-первых, он реализуем относительно легко на бедном сингазе, наподобие мусорного. Последнее показывает особенно наглядно работа Пискаревой М.А. (файл Пискарева.doc). Технические аспекты производства ДМЭ из сингаза также достаточно хорошо проработаны (ЛЯХИН.doc, Сенников.doc). Однако, даже при их беглом просмотре станет ясно, что мы имеем опять тут дело с ВД, проблемой $\text{CO}:\text{H}_2 \neq 1:2$, то есть, с теми же сложностями, что и для синтеза спиртов. Но тут мы имеем совершенно иной продукт, на порядок интереснее спиртов. И это второе соображение, перевешивает все эти недостатки.

ДМЭ явно интереснее спиртов, рассмотрим свойства этого вещества:

Диметиловый эфир (ДМЭ), бесцветный газ с запахом, напоминающим запах хлороформа; температуры плавления: $-138,5^\circ\text{C}$, кипения: $-23,65^\circ\text{C}$, растворим в воде и большинстве полярных органических растворителях, плохо растворим в бензоле,

критическая температура: 126,9°C, критическое давление: 5,3 МПа, то есть, это очень легко сжимаемый газ.

В научной и в научно популярной литературе ДМЭ сегодня рассматривают как идеальную, экологически абсолютно чистую замену дизельному топливу. Его начали воспринимать как перспективный энергоноситель уже достаточно давно. В 1995 г. несколько известных фирм (Amoco Corp., Haldor Topsoe A/S и др.) на Всемирном конгрессе-выставке в Детройте представили серию докладов. Они убеждали, что ДМЭ экологически чистое дизельное топливо. В следующих публикациях этот эфир уже фигурирует под названием «Дизельное топливо XXI в.». Ну и с тех пор ажиотаж не утихает.

Об этом можно найти огромное число публикаций, часто в них приводится такой пример. Носовой платок, поднесенный к выхлопной трубе дизеля, работающего на ДМЭ остается совершенно чистым. Есть также масса иных плюсов, описанных в этих статьях. значительно реже встречаются публикации, в которых после восторженных замечаний касательно топливной темы пишут, что **ДМЭ как хладагент и пропеллент превосходит практически всё существующие фреоны**. И всё что в этих публикациях изложено чистейшая правда... Однако, сегодняшний рынок ДМЭ в мире крайне узок, а в России его просто нет, вернее, он зарождался относительно недавно и вскоре его постиг полный крах. Расскажем подробнее о перспективах и возможностях применения ДМЭ и всех перипетиях попыток его внедрения.

Во-первых, нарушим традицию публикаций по ДМЭ и отложим тему альтернативы дизелю на конец, как наименее перспективную и наиболее сложную. Применение ДМЭ в качестве хладагента на самом деле более, чем просто перспективно. Преимуществом ДМЭ является возможность использования в цикле компрессоров, конденсаторов и испарителей, рассчитанных для работы на R12 и R134a. Если сравнить рабочие характеристики ДМЭ как хладагента с наиболее распространенным сегодня фреона R134a, пришедшего на смену запрещенному Монреальским протоколом фреону R12 (из-за разрушения озонового слоя), имеем превосходство по всем параметрам. Для примера ниже приведены сравнительные характеристики холодильной установки фирмы «Thermo King – РУС» С-190 при работе на хладоне R134a, одном из самых распространенных и лучших, и ДМЭ в одинаковых условиях:

Таблица 3. Характеристика ДМЭ как хладагента.

Хладагент	R134a	ДМЭ
Масса заправки, кг	1,2	0,65
Холодопроизводительность, Вт	2410	2480

При работе на ДМЭ наблюдается увеличение холодопроизводительности компрессоров в рабочем диапазоне температур в сравнении с R-134a. Особо надо отметить также совместимость ДМЭ с минеральными маслами, что ведёт к снижению эксплуатационных расходов по сравнению с широко применяемым сегодня фреоном R134a, для которого необходимо дорогое полиэфирное компрессорное масло, которое не нужно для ДМЭ.

Ещё одним преимуществом ДМЭ является то, что его можно использовать и в аммиачных холодильных системах, полностью или частично заменяя аммиак им, при этом ДМЭ снижает коррозию внутри холодильной системы.

Помимо всего прочего, ДМЭ существенно превосходит большинство применяемых сегодня фреонов с точки зрения пожаробезопасности и ряда экологических параметров. Ведь современные хладагенты, хоть и не разрушают озоновый слой подобно пресловутому R12, далеко не так безобидны в экологическом плане по другим характеристикам.

По этим же причинам ДМЭ в качестве аэрозольного газа, пропеллента, и пенообразователя для твердеющих на воздухе пластиков подходит значительно лучше, чем обычно применяемые фреоны и углеводороды, в основном это сейчас пропан-бутан. Кроме того, растворимость большинства пластиков в ДМЭ выше. **Переход холодильных систем на ДМЭ дает неоспоримые преимущества и не влечет за собой существенных технических трудностей.** Если быть до конца точным, эти трудности сводятся в зависимости от сложности и особенностей холодильных систем или к регулиции режимов, или к некоторой

не столь значительной их доработке. Ну а иногда даже этого не требуется. То есть, это простые низкобюджетные ОКР и НИОКР. И подобное уже не раз весьма успешно проделывалось, что подтверждается публикациями, перечень которых приведен в конце раздела.

А тормозится этот переход с фреонов на ДМЭ лишь ограниченным промышленным производством этого эфира. Мы проводили некоторые маркетинговые исследования и выяснили, что сегодня ДМЭ в России интересует только компании, производящие аэрозоли, наподобие компании "Арнест" г. Невиномысск. То, что интерес возник только у них понятно, они химики и прекрасно понимают, что такое относительно простое вещество как ДМЭ, даже, если его получать из метана или нефтепродуктов, и делать максимальные наценки будет сравнимо по цене с пропан-бутаном, но потребуется ДМЭ существенно меньше из-за его большей сжимаемости.

Это недавно пытались обыграть на "Щекин-Азоте" и чуть было не возродили вновь, рынок ДМЭ в России. Но далее публикаций дело не пошло.

Компаниям, занимающимся холодильным оборудованием, его заправкой и ремонтом, ДМЭ пока не интересен, по одной простой причине – он им просто не известен. Но мы достигли договоренностей с несколькими небольшими компаниями о производстве ОКР и НИОКР по переводу холодильного оборудования на ДМЭ.

Само по себе проведение НИОКР по получению ДМЭ из отходов в привязке к планируемому к созданию производству по производству МК формиатным методом очень органично, равно как и привязывание к нему НИОКР по производству любой иной органики, начиная от спиртов, кончая чем то более сложном и дорогим. В частности исчезает проблема $CO:H_2 \neq 1:2$, потому как имеем избыточный водород. Потом просто финансирование этих НИОКР осуществимо за счет работающего высокорентабельного производства. Однако, работы по ДМЭ наиболее перспективны, потому что, во-первых, не представляются столь масштабными. Во-вторых, они представляются куда более перспективными в плане коммерциализации. Проще говоря, если сделать опытно-промышленную установку несколько большую, чем экспериментальная модель наподобие созданной Пискуновой, то есть дающую ДМЭ в объемах нескольких десятков кг в час, то такая установка уже вскоре станет рентабельной и будет приносить доход. Нет сомнений, что ДМЭ можно использовать как пропеллент, равно как то, что им можно заправлять холодильные установки после решения некоторых технических проблем. При этом ДМЭ ценой 200 руб./кг будет заменять дорогие фреоны по цене 700-1000 руб./кг.

Ну, а потом и только потом можно развивать и совершенствовать производство и выйти в итоге и на циклопические установки, и на цены меньшие ещё в разы. То есть, добьемся цен немного ниже чем на распространенный пропеллент пропан-бутан, ну, а затем и ниже цен дизеля, ну, и тогда, можно и нужно ставить вопрос о топливном использовании ДМЭ.

Во всем мире же изначально всё это пытались делать с точностью до наоборот, это и есть единственная причина неоднократных крахов при попытке внедрения ДМЭ как топлива. Главный конек демонстраций - чистый носовой платок у выхлопа дизеля на ДМЭ соблазнил многих. Перейдем теперь к топливному аспекту ДМЭ, при этом весьма поучительным будет рассмотреть эти ошибки предшественников, потому как в этом вопросе масса очень важных нюансов.

В этой связи следует вспомнить, в первую очередь, монументальный крах постановления Правительства Москвы от 24 апреля 2007 г. N 290-ПП «О расширении применения диметилового эфира и других альтернативных видов моторного топлива». Данное постановление предусматривало создание экспериментального автотранспортного парка, работающего на ДМЭ, а вслед за этим масштабный переход грузового транспорта на это топливо с организацией сети передвижных и стационарных заправок, с последующим переходом на ДМЭ всех желающих. В результате конец целой программы, большого проекта и по сути международного, реализованного лишь частично, этот проект ограничился лишь созданием небольшого экспериментального автопарка при муниципальном предприятии "Мосавтохолод", который очень успешно работал долгое время, ДМЭ использовался и как

топливо, и как фреон для передвижных рефрижераторов на базе «бычков». Было создано также производство ДМЭ на ОАО "Новомосковск нефтехим". ДМЭ первоначально получался дегидратацией метанола получаемого из сингаза, а потом планировался его прямой синтез из сингаза. Однако, это производство велось в микроскопических масштабах, куда менее запланированного, только для нужд "Мосавтохолода". Была построена сеть заправок, которые не работали ни дня, и, вскоре, по словам тогдашнего заместителя начальника департамента транспорта и связи Игоря Чурсина их "разбомбили не хуже, чем во вторую мировую".

Администрация мэрии Москвы, возглавляемая Ю.М. Лужковым, который как ученый химик абсолютно правильно увидел перспективность ДМЭ как топлива, явно наступила на грабли. Это была не единственная в мире попытка масштабного внедрения ДМЭ как топлива. Практически следом за Москвой на эти же грабли наступили и в Токио. Аналогично наладили производство ДМЭ на фирме JFI, стали строить заправки и... все точно так же бездарно разбазарили, никакие различия в менталитете от этого не спасли. Они сказались лишь на характере разбазаривания, в Москве колонки "разбомбили", как фактически бесхозные, в Токио аккуратно разобрали. Если быть предельно точным и в Москве, и в Токио, и не только там, но и в мегаполисах США и Канады готовились к наступлению на грабли основательно и упорно ещё с начала 00-х. Планы строились колоссальные, вовлечены были компании тогда ещё крупные и мощные:

16 декабря 2003 г. OilCapital.ru. Строительство при содействии Японии первого в России завода по производству диметилового эфира - нового вида экологически чистого топлива - может начаться в 2005г. Об этом сообщил во вторник в Токио управляющий директор по производству и технологиям компании **ТНК-ВР** Виктор Вексельберг. Ориентировочная стоимость проекта составляет около \$400 млн. Основную часть готовой продукции предполагается использовать на территории России, а остальную - экспортировать, в том числе в Японию. Диметиловый эфир может также использоваться в качестве замещения дизельного топлива для автомобилей.

"Мы оптимистично смотрим на ситуацию, хотя есть еще много вопросов и потребуются еще большая работа", - сказал он. Перспективным партнером с японской стороны выступает компания JFI. Переговоры ведутся уже около двух лет. Завод предполагается построить в Иркутской области с использованием газа с Ковыктинского месторождения, который будет перерабатываться в жидкое топливо. Промышленного производства этого нового перспективного продукта, сказал Вексельберг, в мире еще нет, а есть только опытные установки, в частности, в Японии. Он добавил, что этой технологией занимаются также США, Германия и Дания.

<http://www.oilcapital.ru/industry/87664.html>

Реализовалось всё без нефтяных гигантов и много проще. Единственный отрадный факт, что в РФ как раз при самой деятельной активной поддержке Ю. М. Лужкова, использовавшего максимально и с энтузиазмом свои давние научно-производственные связи, административный ресурс и опыт, были проработаны аспекты ДМЭ в производстве силами "Новомосковск Нефтехим", а силами НАМИ его применения как хладагента и двигательного топлива. Многие ключевые разработчики были ему знакомы ещё по его работе в ОКБ "Химвтоматика". И в системе смазки узлов на в Новомосковске были применены и вполне к месту две разработки, сделанные когда-то при его личном участии. Это реально ценные ноу-хау, начали американцы, в основном всё сделали русские, японцы оказались на подхвате, но их лепта достаточно серьёзная, хотя её занижают и в русской, и в английской литературе. Но, если то, как были организованы НИР и НИОКР в РФ можно считать и заслугой Лужкова, и его безусловно триумфом как ученого и инженера, безусловно, то, как реализовано было это на практике, это позор Лужкову-хозяйственнику. Факт великолепного решения проблем в научном плане ослепил его. После этих крахов в США и Канаде свернули работы, которые были достаточно активны, перспектива граблей перевесила соблазн от чистого носового платка. А в Европе никто ничего серьёзного и не делал, хотя шума было много. Все наработки оказались никому не нужными на достаточно долгий срок. Сейчас обо всем этом уже практически забыли и систематически никто и не описывал эту эпопею, но у многих экспертов сложилось негативное отношение к ДМЭ, хотя разбираться в сути большинство из них и не пытается.

Однако, примерно три года назад правительство КНР тоже приняло программу по переводу автотранспорта на ДМЭ.

При этом, программа куда более масштабная, чем у предшественников, ну а настроены они куда решительнее и куда более настойчивы. Посему с величайшим скрипом они таки начали по граблям шагать. В общем, это единственный и первый пример, когда по ДМЭ

реализоваться что-то начало, а не закончилось или болтовней, или выбрасыванием сил и средств в бездну. Однако, до окончательной реализации этой программы китайскому правительству примерно также далеко как до Китая в известной русской поговорке. Этот срок реализации в настоящий момент определен в 2020 г. Но, вероятно, будет ещё многократно откладываться. Причем они никак не пытаются задействовать разработки русских и японцев по ДМЭ как хладагенту, что явная глупость.

Следует также сказать о судьбе "Мосавтохолода" предприятие работало до 2012, очень успешно эксплуатировались автомобили на ДМЭ. Но потом в порядке избавления от непрофильных муниципальных активов администрация Собянина запустила ликвидацию предприятия с распродажей имущества. Таким образом, были бездумно уничтожены последние, единственные положительные результаты этого эксперимента. Ну и производство ДМЭ в Новомосковске также свернуто.

В чем же суть зубцов этих граблей, чего не учитывали чиновники, безусловно грамотные и прогрессивно мыслящие, почему их постиг в большинстве крах, а китайская программа еле-еле движется?

Во-первых, объективные причины. ДМЭ отличается от обычного дизеля многими параметрами в основном в лучшую сторону. Можно образно сказать, что это слишком хорошее топливо для обычных двигателей, но точнее будет сказать, что оно совершенно иное. Хотя по энергоёмкости ДМЭ в полтора раза (на единицу массы) уступает традиционной солярке, но по другим показателям его преимущества неоспоримы: цетановое число составляет 55-60 против 40-45, температура зажигания 235°С, а не 250°С, как у дизельного топлива. К тому же свойства ДМЭ обеспечивают бездымное горение топлива, хороший холодный запуск двигателя, снижение уровня шума. И главное преимущество ДМЭ как дизельного топлива - экологически чистый выхлоп, чистый платок

Однако, всё это требует достаточно серьёзной переработки двигателя. Если же попытаться заправить обычный, не модифицированный дизельный двигатель ДМЭ, он будет глохнуть, чихать, работать на износ, или вообще не заведется. **При попытке внедрения ДМЭ в Москве НИОКР в НАМИ по двигателям были сделаны задолго до постановления**, Лужков также пытался подключить и автопром к дальнейшему развитию этой идеи. Но это ничего не дало, и не может дать в принципе ничего, как и не дало нигде, когда подобные программы пытаются решать силами одного муниципального образования, пусть даже такого мощного как Москва или Токио. Проще всего всё пояснит цитата из публикации ученых занимавшихся двигателями на ДМЭ:

"Если для бензинового двигателя экономичной заменой в ближайшей перспективе может стать двигатель, работающий на природном газе (или другом виде газа), то для дизеля проблема намного сложнее. Она связана с тем, что **конвертация дизельного двигателя на природный газ требует, в отличие от бензинового, его коренной, а потому дорогостоящей перестройки**. Проще всего поэтому переводить дизель не на природный газ, а на его производную – диметиловый эфир (ДМЭ). Подобная перестройка требует лишь изменения некоторых узлов и обходится гораздо дешевле, чем перевод на природный газ. Однако это уже само по себе ограничивает круг потребителей диметилового эфира. Другими словами, он может применяться там, где много природного газа. Лидерами по разработке подобных двигателей на сегодня являются Россия, США и Япония. Однако в практическом применении нового вида топлива Россия далеко обогнала и США, и Японию.

В марте 2002 года правительство Москвы приняло решение о целевой программе использования альтернативных видов топлива на автомобильном транспорте. Одним из направлений реализации этой программы явилось использование на грузовых автомашинах диметилового эфира. Подобный шаг был вынужденным, потому что **выбросы азотных соединений от дизельных двигателей грузовиков превышают нормы ПДК более чем в 2 раза**. Диметиловый эфир используется как раз на грузовом транспорте, потому что дизельный двигатель по своей конструкции наиболее отвечает применению именно этого вида альтернативного топлива – его просто не надо существенно переделывать. Проблема состоит в изменении конструкции топливной аппаратуры. И через 2 года примерно 30 «бычков» стали бороздить московские улицы на ДМЭ. По мнению эксперта отдела

нефтепродуктообеспечения и экологии на транспорте правительства Москвы Александра Грачева, эксперимент себя полностью оправдал и выбросы окислов азота уменьшились в 3 раза. Получилось, что «бычки» на ДМЭ сразу достигли уровня экологичности евро-5 только за счет применения нового вида топлива...

Таким образом, потенциальные преимущества ДМЭ можно реализовать без существенных затрат. Нет принципиальных препятствий для создания надежной конструкции ДМЭ-автомобиля на основе существующих систем питания. Однако для эффективной реализации преимуществ ДМЭ необходимо создать **монотопливный ДМЭ-автомобиль со своим рабочим процессом, своей более дешевой топливной аппаратурой**".

http://www.ng.ru/ng_energiya/2007-04-10/15_efir.html

В публикации от 2007 г. Тер-Мкртчяна и Лукшо, внесших самый большой вклад в разработку двигательных систем на ДМЭ, верно всё и для сегодняшнего дня. Кроме той детали, что Япония уверенно и быстро "догнала" Россию, да так, что иные не захотели участвовать в забеге. Но ключевое слово **МОНОТОПЛИВНЫЙ**, также непонятен вопрос: **КЕМ, КАК И ЗА ЧЕЙ СЧЕТ СТАВИТСЯ БОЛЕЕ ДЕШЕВАЯ МОНОТОПЛИВНАЯ АППАРАТУРА БЕЗ СУЩЕСТВЕННЫХ, НО ВСЁ ЖЕ ЗАТРАТ?**

Китайское правительство, по сути, ничему не научилось у предшественников и повторяет те же глупости, единственное, что они поняли то, что это надо делать в масштабах целой страны. Но автопром в любой стране достаточно консервативен, и не захочет самостоятельно вкладывать деньги в развитие производства модифицированных двигателей, особенно, пока нет рынка топлива для него. Химпром то же самое, не захочет вкладывать деньги в производство этого топлива пока не будет рынка сбыта, парка с такими двигателями. Ну, а эксплуатирующие транспорт организации, они ещё консервативнее, а водители-частники, тем более, им подавай не только сеть заправок, но и твердую уверенность, что так будет действительно лучше для их машин. Правительственные программы, агитация, статьи ученых и т.д. и т.п. на них всех практически не оказывает никакого действия.

Вот с этим заколдованным кругом и воют в Китае. Создали правда два крупнейших в мире по заводу по производству ДМЭ, но эти "крупнейшие", на самом деле, средние химические заводы, пока капля в море. Ну теперь им ясно, что можно разорвать этот круг только акциями с широким и повсеместным внедрением и активной пропагандой, то есть, с масштабнейшим инвестированием и колоссальным объемом работ, намного превышающим то, что первоначально на это отводилось, ведь затраты и им казались не существенными. Вообще, подобную программу перевода двигателей на ДМЭ куда проще и быстрее реализовать в относительно небольшой стране, особенно, если топливный вопрос там стоит куда острее, чем в Китае, что имеем, например, в некоторых странах постсоветского пространства, таких как Армения. Несложно это реализовать и в иных государствах, где независимо от цен на топливо, повышенное, болезненное внимание к экологичности, в этой связи интересны нефтяные арабские государства, тем более, что они активно стали развивать свой химпром. Производство ДМЭ им наладить несложно и из своих нефтепродуктов, однако, проблема утилизации отходов, в том числе нефтесодержащих там встает всё острее. Ну до таких перспектив ещё очень далеко.

Посему пожелаем успехов китайцам в их благородном деле внедрения ДМЭ вместо дизеля. Однако, рассчитывать на то, что они быстро добьются каких то существенных результатов и послужат примером правительствам других стран ни в малейшей мере не следует. Последнюю пару, тройку лет в США и Европе опять пошло нарастание ажиотажа вокруг ДМЭ, но пока это все несерьёзная болтовня и не более. Она может быть, начнет перерастать в нечто более серьёзное, но только при сильном скачке цен на нефть и газ.

Куда проще и надежнее следовать пути, который уже был предложен, попытаться **развить производство ДМЭ как фреона, что станет рентабельным уже с объёмов чуть выше кустарных**, ну, а по граблям пусть ходят или лезут в крутую гору инвестиций с гигантоманией все желающие.

Об иных перспективах развития нормального рентабельного химического хвоста для плазмолиза отходов пока говорить не будем, отметим только, что и при производстве ДМЭ будут сами собой получаться упомянутые побочные продукты, которые представляют собой некую ценность сами по себе, ну а куда интереснее развить их дальнейшее превращение в иную более дорогую кислородосодержащую органику по опробованным схемам.

Ниже приводится перечень ссылок публикаций по ДМЭ.

Публикации по ДМЭ

Провалившееся постановление Правительства Москвы.

<http://www.bestpravo.ru/moskva/bz-normy/p6g.htm>

Диметиловый эфир. Надежды конструкторов, водителей и экологов. Часть 2

Популярное но подробное изложение как в результате НИР И НИОКР удалось решить проблему совместимости ДМЭ с двигателями и холодильными установками

http://www.gruzovik.ru/ru/info_article/technology/alco2/default.aspx

То же самое по сути, только научным языком, самые первые НИР и НИОКР. Прилагаемый файл 009Arharov.pdf

НИОКР "Холодхимаша" по смесям ДМЭ

<http://www.cholodchimmash.ru/23-ispytanie-smesi-dimetilovyy-efir-ammiak-v-kachestve-hladagenta.html>

Статья о программах Китая по ДМЭ и прочей органике как альтернативе нефтепродуктам. Из сказанного ранее очевидно, что в принципе эту всю органику вполне можно изготавливать из мусорного сингаза с описанными ранее оговорками.

http://www.newchemistry.ru/printletter.php?n_id=110

"Шекин-Азот" мечты о производстве ДМЭ как пропеллента

<http://gazetahimik.ru/manufacture/schekino-news/12544.html>

10.04.2007

Новый этап – диметиловый эфир

публикация 2007 г Тер-Мкртчяна и Лукшо,

http://www.ng.ru/ng_energiya/2007-04-10/15_efir.html

Файлы Пискарева.doc, ЛЯХИН.doc, Сенников.doc - научные статьи по аспектам синтеза ДМЭ из сингаза.

Касательно того как делать ДМЭ повторим и уточним, что он достаточно легко получается из сингаза даже очень бедного при применении так называемых гибридных метанольно-дегидратирующих катализаторов на базе $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3\cdot\text{AlPO}_4$, а также медьцинкхромалюминиевых. Вот изображение лабораторной установки, сделанной в Пискаревой М.А. в РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, реализующей синтез такого плана, а также и синтез бензина из бедного сингаза и без ФТ (на бензин мы вообще не собираемся пока ориентироваться):



Вопросы ректификации ДМЭ давно исследованы, по сути нам надо заниматься тем, что подобные установки надо переводить в промышленный вариант и сращивать их с плазмоллизом отходов. Это не НИР, а НИОКР, но их реально гора. финансировать их мы предлагаем за счет коммерциализации того, что уже есть у нас. Для этого же нужны небольшие ОКР и небольшие, порядка 90-100 млн. рублей на пилотный проект.

6. МОМЕНТЫ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ

Подведем итоги и остановимся на конкретных мероприятиях по практической реализации схемы плазмоллиз отходов + нормальный химический хвост. Таким образом, мы пришли к выводу, что наиболее целесообразным для начала работ является сочетание двух проверенных технологий:

- 1) Технологии электродугового плазмоллиз отходов с получением сингаза.
- 2) Формиатный путь синтеза МК из окиси углерода содержащийся в данном сингазе, с использованием оставшегося водорода и некоторой части сингаза на внутренние энергетические нужды.

Но на первом этапе мы воспользуемся ещё более дешевым и простым путем получения сингаза, его будем получать обычным пиролизом лигнина термическим путем, от сжигания получаемого из него водорода и сингаза. Лигнин является горючим отходом с очень высокой теплотой сгорания. Он в отличие от ТБО легко газифицируется и простым пиролизом без плазмоллиза.

Для ясности следует теперь рассказать о месте реализации и участниках проекта. На месте реализации созданы в буквальном смысле тепличные условия для реализации проекта производства МК, для сбыта МК, равно как и для всех последующих НИР, НИОКР и ОКР, то есть, той самой горы. Реализовываться этот проект будет на территории ООО Агропромышленная компания «Георгиевская» (АПКГ), г. Георгиевск, Ставропольский край. Первоначальным источником сырья будет служить свалка лигнина, на данной свалке находится около 5,0 млн. тонн этого вещества. Это продукт пятидесятилетней деятельности закрытого более 15 лет назад биохимического фурфурольного завода в г. Георгиевске. Лигнин, находящийся на свалке, является химически и физически однородным сырьем, переработка которого очень легко реализуется с помощью применяемых нами технологий, лигнин очень хорошо газифицируется и дает богатый сингаз. Свалка лигнина находится в ближайших окрестностях создаваемого предприятия.

То есть, будет реализован такой подход: первоначально отрабатывается схема производства МК на лигнине, легко газифицируемом сырье, что даст однозначный коммерческий эффект, потом на переход на такое сырьё как ТБО с электродуговым плазмоллизом. А параллельно ведутся НИОКР по производству ДМЭ, по переходу на более

перспективный каталитический путь производства МК, по совершенствованию электродугового плазмолиза и т.д. и т.п. То есть, начнем разгребание горы, но реализация первой стадии проекта позволит это делать безболезненно, поскольку проект начнет сам себя окупать очень быстро.

На территории будущего производства уже существует вся необходимая инфраструктура, электричество, газ, вода, очистные сооружения, автодорога, железнодорожная ветка. Территория находится в промышленной зоне и соответствуют всем требованиям по размещению подобных объектов с точки зрения санитарных, пожарных норм и требований безопасности.

Что ещё более важно - полностью решен вопрос со сбытом продукции. Среди возможных областей применения МК следует подчеркнуть одну, на которую и ориентируется проект, а именно, применение МК для выделки шкур, производства мутона. Дело в том, что в Ставропольском крае сконцентрировано очень большое количество предприятий, специализирующихся на изготовлении мутона. Имеется ряд больших предприятий и множество мелких. По сути, имеем крупнейший центр подобного производства мирового масштаба. В г. Георгиевске имеем самую большую концентрацию в мире подобного производства, 11 предприятий, с общей потребностью по МК до 5 т/сут. Аналогичные предприятия находятся вблизи в радиусе 30-40 км в районе КавМинвод их суммарная потребность тоже примерно до 5 т/сут.

МК применяется в технологическом процессе выделки шкур при первичной глажке в комбинации с формалином, а также для приготовления композиций по окраске меха. Причем данное производство предъявляет ряд специфических требований к качеству этого реагента. Например, до 2007 г. все указанные предприятия использовали МК производства фирмы BASF (Германия), но затем вынуждены были отказаться от их продукции, и перешли на более дорогую кислоту фирмы Kemira (Финляндия). Как выяснили по просьбе этих предприятий специалисты АПКГ, компания BASF внедрила новую технологию производства МК с использованием кислот Льюиса в качестве катализаторов. А даже следовые количества этих веществ, проходящие по самым жестким стандартам, делали МК непригодной для технологии производства мутона, при глажке происходило не распрямление ворсинок меха, а скручивание, выделанные шкуры теряли блеск и становились браком. Поэтому и была рекомендована устраивающая производителей мутона кислота от фирмы Kemira, которая изготавливается по классическим технологиям, близким к технологии проекта. Данный вопрос был детально исследован специалистами АПКГ, поэтому не составит труда организовать производство МК, подходящей по качеству запросам данных производств.

Наконец с региональными и муниципальными органами согласованно, что с началом проекта указанные территории производства будут включены в региональный индустриальный парк.

Для отработки техрегламента производства МК будет создана пилотная установка мощностью около 200 кг/ч, то есть, ориентированная на нужды ближайших потребителей. Стоимость этих работ оценивается примерно в 100,0 млн. руб. Это месячный доход мелкого российского олигарха или директора госкорпорации, к примеру: А. Чубайса или поп актёра типа М. Галкина, которые платят обществу самый маленький в мире (есть чем «гордиться» современной России) подоходный налог. Вполне возможно, что в результате НИОКР по первому этапу производство МК будет полностью или частично переведено на каталитический путь и совмещено с производством ДМЭ. Также будет сразу реализована работа на ТБО в качестве сырья.

Для проведения всех работ найден вполне компетентный подрядчик инжиниринговая фирма "Элевар", с которой подписано предварительное соглашение.

<http://www.elevar.ru/>

Данная фирма имеет большой опыт в строительстве химических, фармакохимических и пищевых производств, а с недавнего времени начала осваивать также технологии плазмолиза отходов. Для работ по плазмолизу отходов достигнута договоренность с НИИ Институт электрофизики и электроэнергетики РАН Спб.

Реализацию первого этапа, планируем завершить в течение 1,5-2-х лет.

Но и после этого НИР и НИОКР в любом случае будут продолжаться, потому, как конечной целью является создание схемы переработки ТБО по декларированному принципу "плазмолиз + нормальный химический хвост", а в дальнейшем приступить к полномасштабному тиражированию проекта. С другой стороны, многие из этих работ можно начинать уже сегодня в более развернутом масштабе, при условии наличия дополнительного финансирования, например работы по ДМЭ. Поэтому мы и ищем единомышленников, способных нам помочь и сейчас, и в дальнейшем.

В. Чебанов
Э. Захаров