



ИХС РАН

**Научные основы современной
высокоэффективной технологии
переработки попутных нефтяных
газов в метанол и другие ценные
продукты нефтехимии, включая
моторные топлива**

Госконтракт № 02.515.11.5041

И.Н.Завалишин, Ю.А.Колбановский, Г.И.Лин,
Н.В.Колесниченко, О.П.Паренаго

Санкт-Петербург, 4-5 декабря 2008 г.

Погасить факелы на промыслах – важнейшая проблема экономики и экологии нефтедобычи

Ежегодно

25%

добываемых ПНГ

(не менее 15

млрд. м³ по

официальным

данным 2006 г.)

сжигают

на факелах



Ущерб от
недостаточной
переработки
ПНГ

(в расчете на
20 млрд. м³/год)

Снижение ресурсов РФ по Киотскому протоколу

Нерачительное использование
ценного углеводородного сырья

Ухудшение экологической обстановки
в местах добычи нефти

Экономический ущерб от сжигания ПНГ оценивается в
140 млрд.руб./год

Проблемы
реализации
на отдаленных
промыслах

Сложные природно-климатические условия

Отсутствие транспортной инфраструктуры
для всех видов транспорта

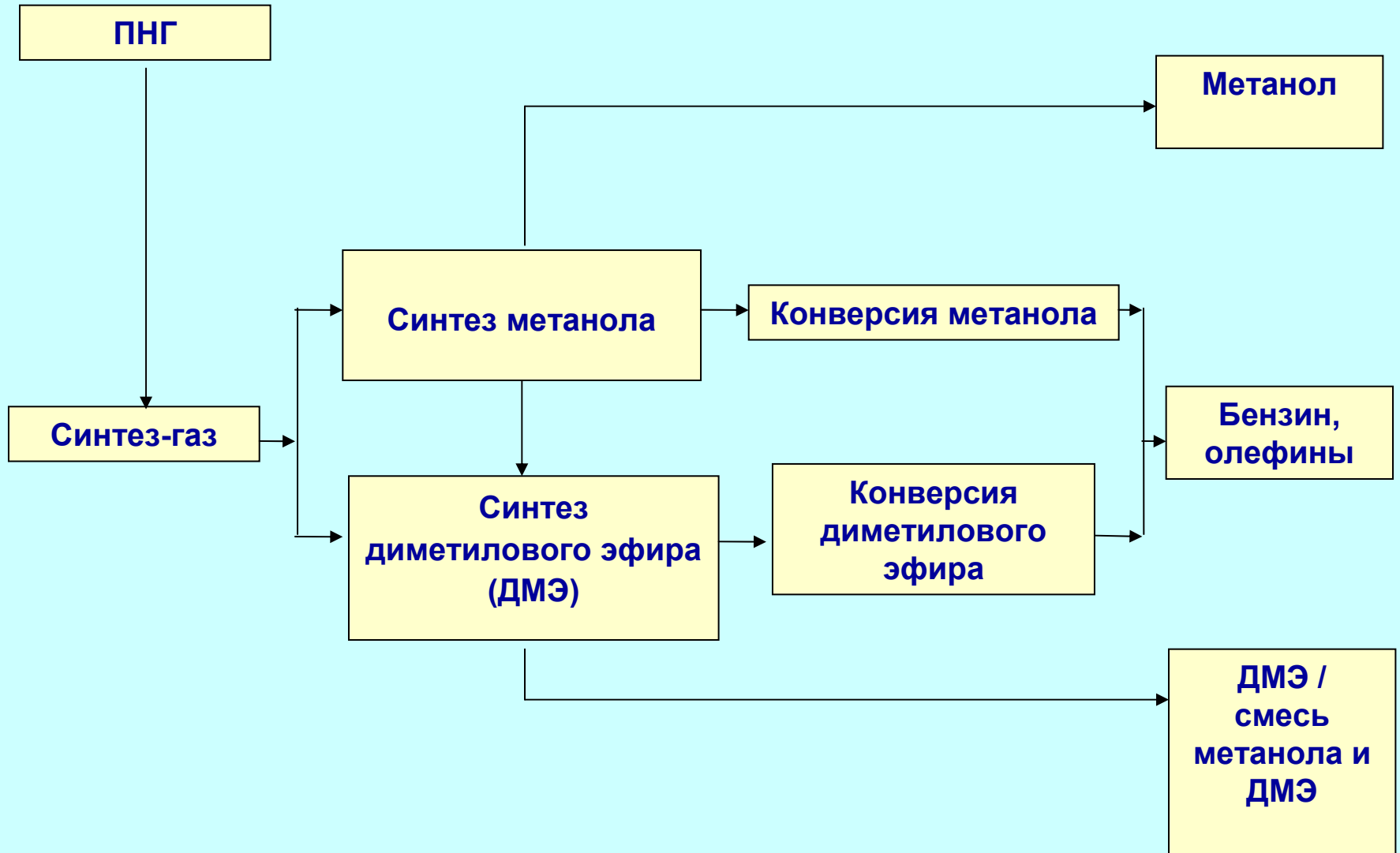
Необходимость организации на месте процессов
водоподготовки и сероочистки

Отсутствие кадров для эксплуатации процессов химической
технологии

Работы, выполненные в рамках НИР

- Экспериментальные и теоретические исследования различных приемов воспламенения и горения сверхбогатых смесей природного газа при различных значениях коэффициента избытка окислителя
- Организация бессажевого режима горения
- Экспериментальные исследования горения сверхбогатых смесей попутного нефтяного газа типичного состава в режимах самовоспламенения с воздухом, обогащенным кислородом
- Исследование кинетики и механизма образования синтез-газа при горении сверхбогатых смесей углеводородов
- Разработка кинетических моделей процесса синтеза метанола из синтез-газа; кинетической модели процесса получения ДМЭ из метанола, одностадийного синтеза смеси метанола и ДМЭ из синтез-газа
- Разработка новых высокоэффективных катализаторов для получения этих продуктов

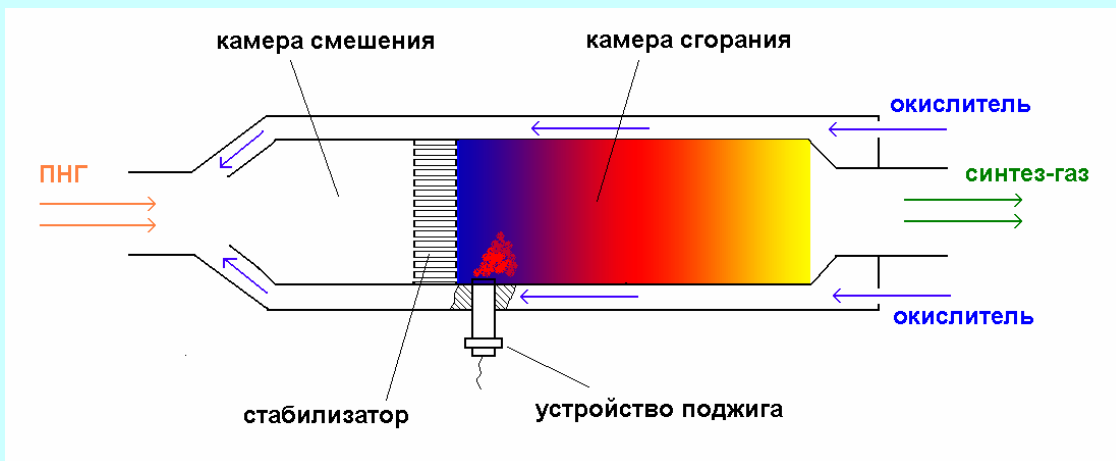
Производство ценных химических продуктов из ПНГ

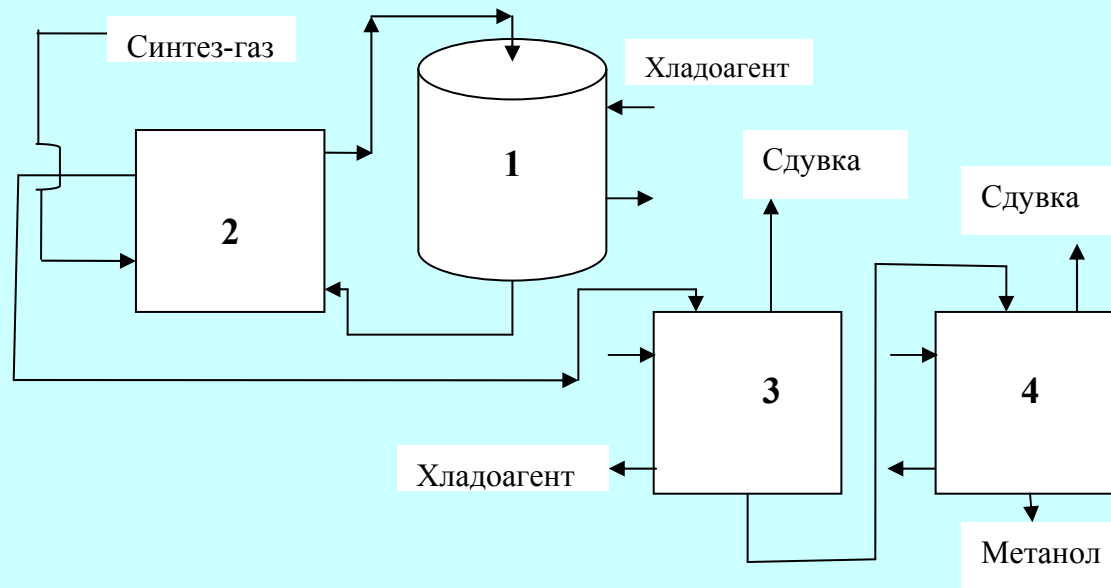


Производительность опытно-промышленной установки

В 0,5 л реакторе синтез-газа может перерабатываться 60 м³/час ПНГ, или 0,5 млн. м³/год.

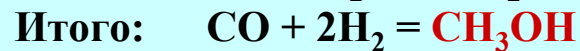
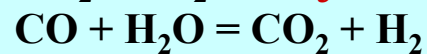
Уникальная одностадийная технология получения синтез-газа из ПНГ в реакторе на базе ракетных технологий превосходит мировой уровень в этой области





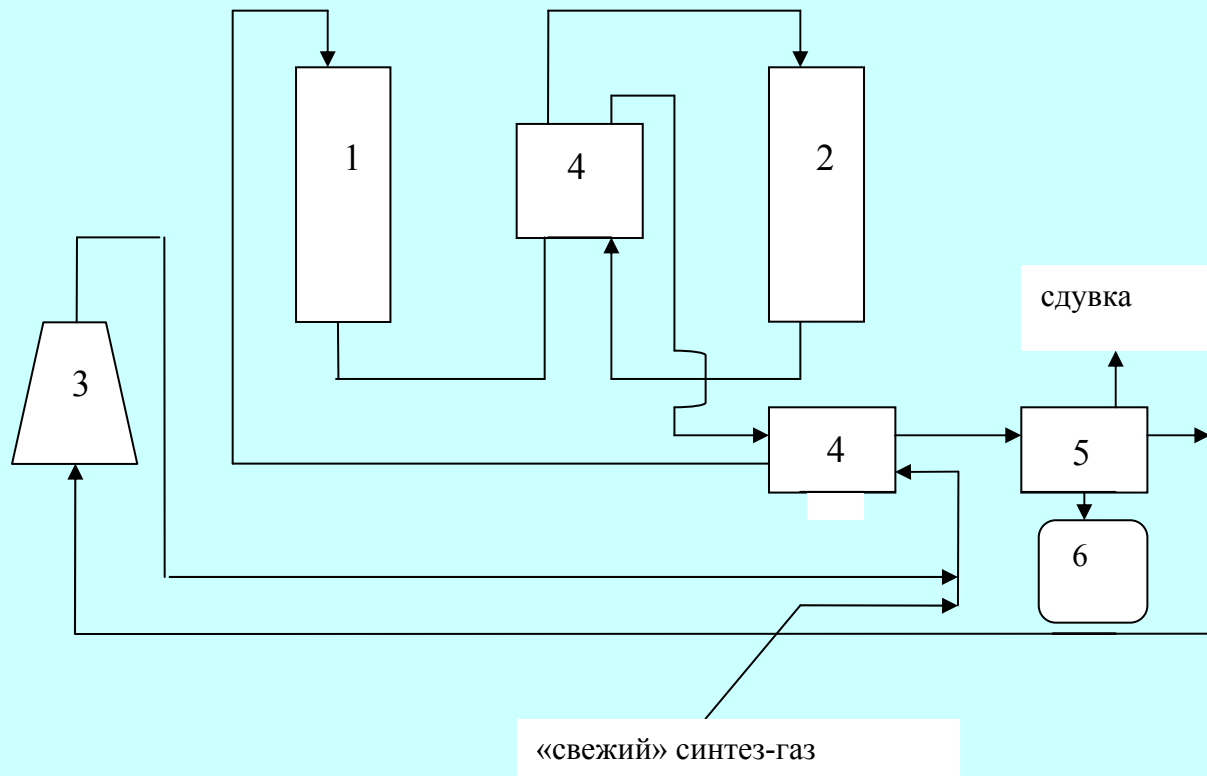
Блок-схема синтеза метанола

Синтез метанола:



Производство метанола - 430 т/год

1.Трубчатый реактор. 2. Рекуперативные теплообменники. 3. Сепаратор высокого давления. 4. Сепаратор низкого давления.



Блок-схема синтеза бензина из ДМЭ

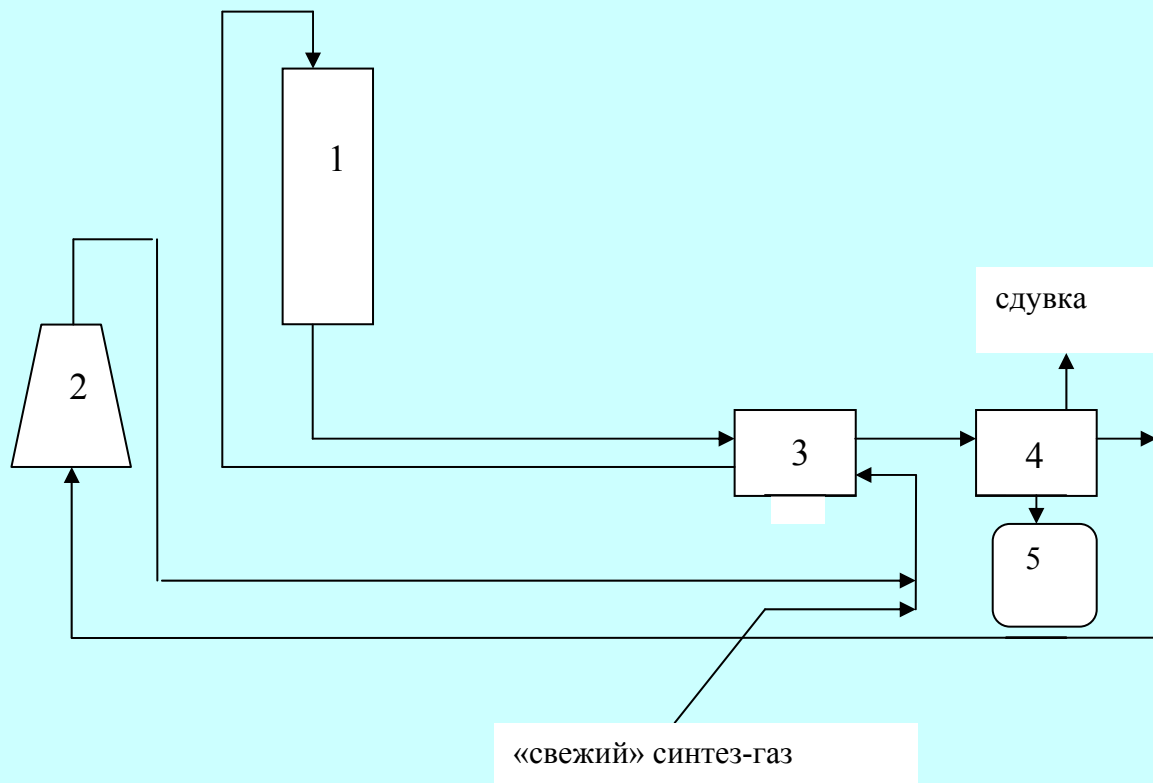


Более выгодным найден вариант производства 177 т/год бензина Au-92

- 1.Трехполочный реактор синтеза ДМЭ. 2.Трехполочный реактор синтеза бензина. 3. Циркуляционный компрессор. 4. Рекуперативные теплообменники. 5. Сепаратор высокого давления. 6. Блок выделения бензина.

Характеристики бензина, полученного из синтез-газа (через ДМЭ)

октановое число (исследовательский метод)	92
изопарафины (масс. %)	62
ароматические углеводороды (масс. %)	23
нафтеновые углеводороды (масс. %)	8
н-парафины (масс. %)	6,5
олефины (масс. %)	~1
сера	нет
бензол (масс. %)	<0,1



Блок-схема одновременного синтеза метанола и ДМЭ



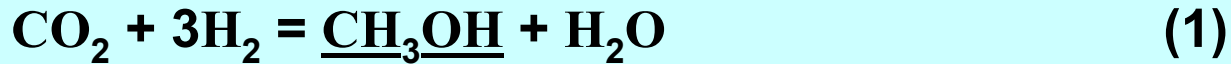
**Самый перспективный вариант - производство
 296 т/год ДМЭ и 92 т/год метанола**

1.Трехполочный реактор синтеза ДМЭ. 2. Циркуляционный компрессор. 3. Рекуперативные теплообменники. 4. Сепаратор высокого давления. 5. Блок выделения метанола и ДМЭ.

Синтез диметилового эфира (ДМЭ) из синтез-газа

В реакторе синтеза ДМЭ протекают следующие реакции:

Синтез метанола:



Синтез диметилового эфира:



Реакция водяного газа:



- Реакции (2) и (3) «помогают» синтезу метанола, превращая продукты реакции (1) и сдвигая равновесие.
- Реакция (3) «регулирует» отношение $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ в продуктах в зависимости от отношения CO/H_2 в исходном газе - итоговое уравнение суммарной реакции имеет вид:



при малых CO/H_2 (~1)

при больших CO/H_2 (>3)

Некоторые свойства дизельного и альтернативных топлив

Свойство	ДМЭ	ДТ	Метанол	Этанол	Метан
Теплотворная способность, <i>МДж/кг</i>	28,8	42,5	19,5	25,0	50,0
Плотность, <i>кг/см³</i>	0,66	0,84	0,79	0,81	-
Цетановое число	55 -60	40-55	5	8	-
Температура самовоспламенения, °С	235	250	450	420	650
Соотношение воздух \ топливо	9,0	14,6	6,5	9,0	17,2
Точка кипения, °С	-25	180-370	65	78	-162
Теплота испарения, <i>кДж/кг (20°С)</i>	410	250	1110	904	-
Пределы взрываемости <i>(% в воздухе)</i>	3,4 -18	0,6-6,5	5,5-26	3,5-15	5-15

**Выхлоп ДМЭ и нормы токсичности отработанных газов
(ЕЭК ООН)
(по данным Haldor Topsoe A/S, 2001 г.)**

	EURO-3 (г/кВт-ч)	EURO-4 (г/кВт-ч)	Выхлоп ДМЭ (г/кВт-ч)
Дата введения	1999	2005	
NOx	5,0	3,5	2,99
HC	0,66	0,46	0,12
CO	2,1	1,5	0,25
Твердые частицы	0,10	0,08	<0,02

Погасить факелы на промыслах – важнейшая проблема экономики и экологии нефтедобычи

Ежегодно

25%

добываемых ПНГ

(не менее 15
млрд. м³ по

официальным
данным 2006 г.)

сжигают
на факелах



Ущерб от
недостаточной
переработки
ПНГ
(в расчете на
20 млрд. м³/год)

Снижение ресурсов РФ по Киотскому протоколу

Нерачительное использование
ценного углеводородного сырья

Ухудшение экологической обстановки
в местах добычи нефти

Экономический ущерб от сжигания ПНГ оценивается в
140 млрд.руб./год

Возможный эффект от внедрения разработки ИНХС РАН

Ежегодно

25%

добываемых ПНГ

(не менее 15

млрд. м³ по

официальным

данным 2006 г.)

сжигают

на факелах



**Эффект от
переработки
ПНГ**

(в расчете на
20 млрд. м³/год)

Возможность получать до 14 млрд.руб./год от реализации высвобожденных ресурсов РФ по Киотскому протоколу

Переработка ценного углеводородного сырья в ценные продукты нефтехимии и моторные топлива

Улучшение экологической обстановки в местах добычи нефти

Экономический эффект от переработки ПНГ может достигать 840 млрд. руб./год

Получение моторных топлив в местах нефтедобычи – сокращение ассортимента и объема Северного завоза

Новизна проекта



- Отдельные установки и технология в целом превосходят альтернативные разработки в РФ и за рубежом
- Процесс одностадийного получения синтез-газа из ПНГ – патентно-чистая эксклюзивная разработка, в мире аналогов нет.

- Применяемые каталитические системы являются оригинальными и защищены патентами РФ



Владелец прав на патенты – ИНХС РАН

Выводы

Все позиции технического задания Госконтракта № 02.515.11.5041 выполнены полностью.

Создан научно-технический задел и предложена современная высокоэффективная конкурентоспособная технология переработки попутных газов нефтедобычи в метанол и другие ценные продукты нефтехимии, включая моторные топлива.

Все предлагаемые решения проверены Исполнителем экспериментально в опытно-пилотном масштабе, что обеспечивает возможность приступить на новом этапе работ 2009-2012 гг. к отработке предлагаемой технологии на опытно-промышленной установке непосредственно в регионах нефтедобычи.