
An aerial photograph of a large industrial refinery. The facility is densely packed with numerous tall, vertical distillation columns and a complex network of pipes and walkways. Several large, white, cylindrical storage tanks are visible in the foreground and middle ground. The overall scene depicts a complex industrial process. The text is overlaid in the upper central part of the image.

Предотвращение загрязнения окружающей среды при переработке углеводородного сырья

План

- 1. К истории нефтепереработки и нефтехимии
- 2. Процессы переработки и получаемые при этом продукты
- 3. Источники загрязнения атмосферы при работе нефте- и газоперерабатывающих заводов (НПЗ и ГПЗ)
- 4. Источники загрязнения водного бассейна при работе НПЗ и ГПЗ
- 5. Источники загрязнения грунтов и почвы на (НПЗ) и (ГПЗ)
- 6. Методы предотвращения загрязнения окружающей среды при переработке нефти на НПЗ и ГПЗ

A photograph of an industrial refinery or chemical plant at sunset. The sky is a mix of orange, red, and yellow. Several tall, dark smokestacks are visible, some with bright flames or lights at their tops. The foreground is filled with a complex network of pipes, metal structures, and various pieces of equipment. Numerous bright lights are scattered throughout the scene, creating a high-contrast, industrial atmosphere. The overall color palette is dominated by the warm tones of the sunset and the dark silhouettes of the machinery.

1. К истории нефтепереработки и нефтехимии

- Первый в мире нефтеперегонный завод был построен архангельским купцом **Фёдором Прядуновым** в **1745 году** на реке Ухте.

В 1823 году вблизи Моздока соорудили завод по перегонке нефти крепостные крестьяне, мастера смолокурения **братья Дубинины**.



Первые крупные нефтеперегонные заводы в России

- завод **В.А. Кокорева** и **П.И. Губонина** (1860 г.), **Д. Меликова** (1863 г.).
- К началу 70-х годов XIX века функционировали и другие керосиновые заводы: **в Одессе, Херсоне, Керчи**
- 10 ноября 1895 года был пущен в эксплуатацию *керосиновый завод* «И.А. Ахвердов и К°», ставший родоначальником **Грозненского нефтеперерабатывающего завода.**

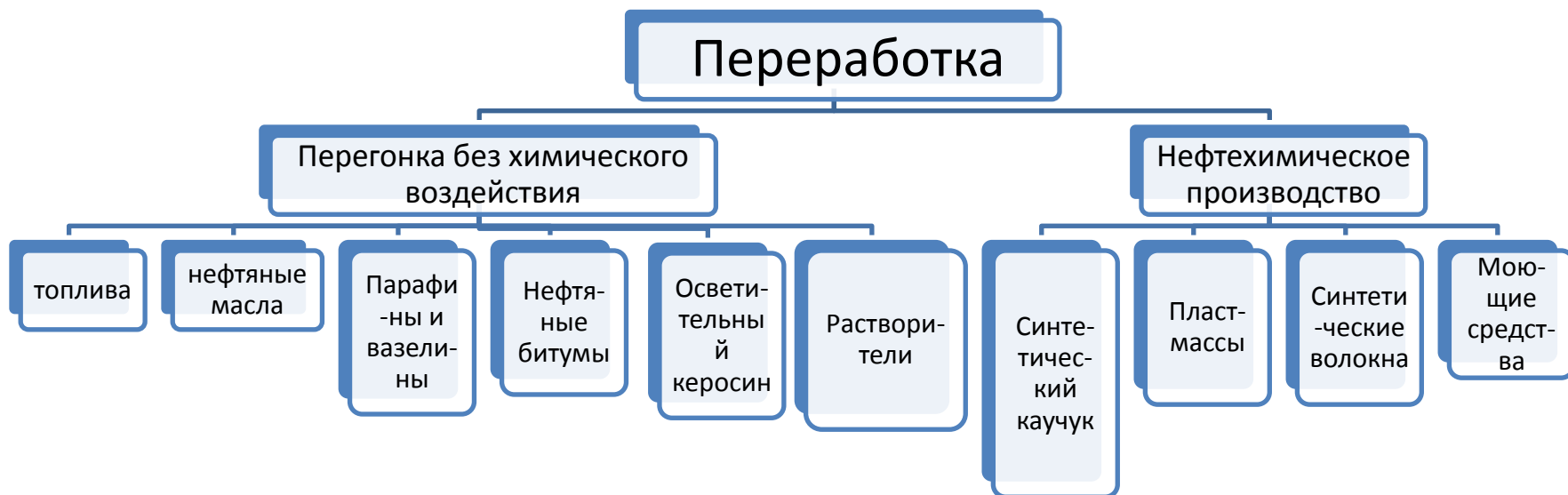
- В **1879** году при консультации **Д.И. Менделеева** вблизи города Ярославля строится первый в мире завод для производства **смазочных масел из мазута.**
- В **1891** году **В.Г. Шухов** изобрёл способ получения лёгких углеводородов расщеплением тяжёлых углеводородов при высоких температуре и давлении (**термический крекинг**), а в **1926** году **В.Г. Шуховым** и **М.А. Капелюшниковым** была создана крекинговая установка.

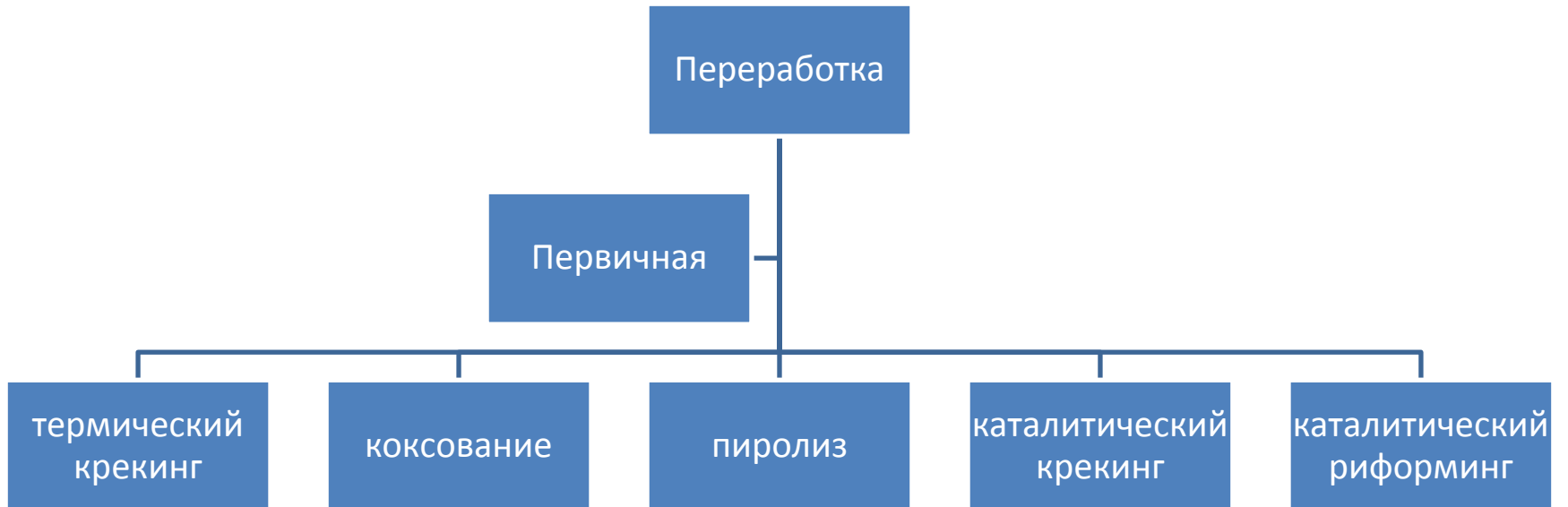
- **1936** году было принято решение о создании второй нефтяной базы в стране, расположенной между Волгой и Уралом
- В **60-70-е годы XX века** в СССР высокими темпами началось развитие **нефтехимии**. Примером может служить **Пермский НПЗ**. Он был введён в эксплуатацию в 1958 г.

- С 1991г. предприятие вошло в состав нефтяной компании (НК) «Лукойл» и получило название ООО *«Лукойл-Пермнефтеоргсинтез»*.
- В 1993-1998 годах на заводе была реализована программа *широкомасштабной реконструкции*, в том числе, введён в действие комплекс природоохранных объектов.

2. Процессы переработки и получаемые при этом продукты









Переработка природных газов

**Выделение
бензинов**

**Получение
сжиженных
газов**

**Получение
индивидуальных
УВ**

Способы выделения бензина



Стабилизация бензина



Второй способ переработки

- Первый в России завод по сжижению природного газа (СПГ) был введен в эксплуатацию 18 февраля 2009 года в южной части о. Сахалина (по проекту, Сахалин-2) с участием иностранных инвестиций из компаний Японии и Германии. Объем производства сжиженного газа в 2010 году составит 10 млн. т. Перевозить его будут на специальных *танкерах-метановозах*. Этот газ с нетерпением ждут в Японии.



После сжижения природный газ поступает в два резервуара и хранится там до подхода танкера-газовоза

Каждый резервуар – двустенная конструкция высотой 37 м, диаметром 67 м и объёмом 100 000 м³.



После подхода танкера начинается отгрузка СПГ через специализированный причал
длинной 805 м.

Причал принимает танкеры-газовозы вместимостью 18000 – 145 000 м³.


Время загрузки 6-16



Три танкера-газовоза: «Гранд Елена», «Гранд Мерея», «Гранд Анива», каждый вместимостью 145 000 м³ – построены специально для перевозки сахалинского СПГ.



- Метановозы — суда особой конструкции с резервуарами полукруглой формы, в которых поддерживается постоянная температура минус 163°С.

An aerial photograph taken from an airplane window, showing a vast expanse of white, fluffy clouds below a clear blue sky. The wing of the airplane is visible on the right side of the frame.

3. Источники загрязнения атмосферы при работе нефте- и газоперерабатывающих заводов (НПЗ и ГПЗ)

Нефтеперерабатывающая промышленность России



- В состав газоперерабатывающей промышленности входят 24 достаточно крупных ГПЗ, среди которых два крупных (Оренбургский и Астраханский) перерабатывают природный газ с очень высоким содержанием серы.

Суммарная мощность российских ГПЗ

100
млрд
 $\text{м}^3/\text{год}$

- около
50 млрд
 $\text{м}^3/\text{год}$

Морально-
устаревшее
оборудование

1,1-1,7 %

Современное
оборудование

0,5-0,7 %

Основные технологические процессы, при которых происходит загрязнения атмосферы



Удельные выбросы вредных веществ НПЗ в атмосферу (5,22)




Название установки (процесса)	Удельные выбросы, кг/т					
	Углеводороды	SO ₂	CO	NO _x	пыль	H ₂ S
Электрообессоливание	0,176	0,22	0,01	0,18	-	0,003
Первичная атмосферная перегонка нефти	0,93	0,62	0,38	0,07	0,01	0,01
Вакуумная перегонка мазута	2,85	2,13	0,08	0,11	0,11	0,6
Каталитический риформинг на бензин	3,8	0,63	0,28	0,2	0,07	0,033
Каталитический риформинг на ароматику	18,66	2,64	1,53	1,06	0,06	0,17
Каталитический крекинг	2,14	2,18	14,2	0,11	1,13	0,02
Термический крекинг	11,06	2,48	3,3	0,34	0,13	0,135
Гидроочистка дизельного топлива	0,4	0,29	0,19	0,07	0,06	0,012

Методика расчета выбросов загрязняющих веществ

Объём продуктов
сгорания



Состав с учетом
сухих газов и золы



Методика расчета выбросов загрязняющих веществ



Значительным источником загрязнения атмосферы на заводах служат

- открытые ловушки,
- различные пруды,
- биологические очистные сооружения,
- градирни и колодцы заводской канализации

- «Методике расчётно-экспериментального определения выделений (выбросов) загрязняющих веществ от поверхностей испарений на предприятиях нефтехимии и нефтепереработки».

Газовыделения с поверхностей очистных сооружений НПЗ

Источник газовой выделення	Средние концентрации газов в потоках воздуха, мг/м ³		Валовые газовой выделення, г/ч	
	Углеводороды	H ₂ S	Углеводороды	H ₂ S
Песколовки	314	0,153	10600	103
Приёмные колодцы нефтеловушек	2204	0,306	6470	0,9
Нефтеловушки	582	0,302	50700	26,7
Приёмные резервуары нефтеловушек	221	0,306	398	0,55
Пруды дополнительного отстоя	1800	0,203	135700	7,35
Кварцевые фильтры	990,5	0,510	28600	14,7

4. Источники загрязнения водного бассейна при работе НПЗ и ГПЗ

Основными источниками образования сточных вод, загрязнённых нефтепродуктами, являются

большинство технологических установок

резервуарные парки заводов

заводские трубопроводные системы

барометрические колодцы

шламонакопители

- Основные причины возникновения загрязнений гидросферы обусловлены **использованием физически и морально устаревшего оборудования**, в том числе большинства очистных сооружений - отстойников, нефтеловушек, флотаторов, которые не могут обеспечить необходимую глубину очистки загрязнённой воды.

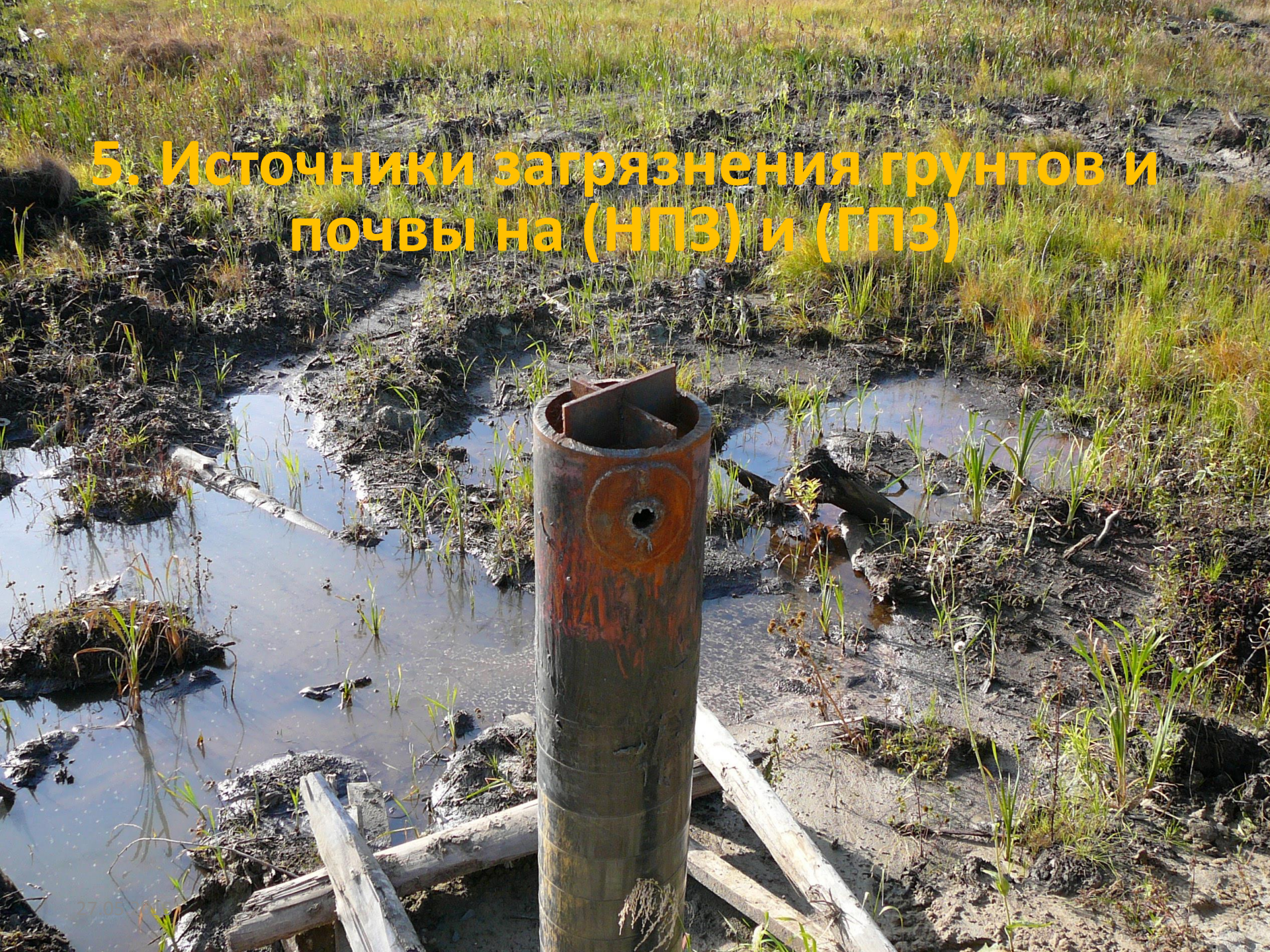
Примерный состав сточных вод ряда российских НПЗ

Показатели, мг/л	Нефтепродукты	H ₂ S	Фенол	Хлориды	Сульфаты	Взвешенные вещества	ХПК	БПК ₅	Аммонийный азот
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
После очистки на НПЗ	7,9	3,2	1,3	540	146	7,9	130	64	52
Норма для биоочистки	до 4	отс.	0,1	до 340	-	-	-	-	до 30
Норма для водоёма	<0,05	отс.	<0,01	<300	<100	-	<15	<3	<0,4

Сброс
 СТОЧНЫХ ВОД
 ОТДЕЛЬНЫМИ
 УСТАНОВКАМ
 И
 (МОЩНОСТЬ
 НПЗ 24 ТЫС.
 м³/сут,
 СОДЕРЖАНИЕ
 СЕРЫ В
 СЫРОЙ
 НЕФТИ -
 0,7%)

Технологические процессы и установки	Количество сточных вод	
	л/м ³ по сырью	% от общего объёма
Обессоливание нефти	50,9	14,4
Вакуумная очистка мазута	80,9	22,9
Атмосферная перегонка нефти	7,7	2,0
Гидроочистка:		
- бензиновых фракций	8,1	2,2
- керосина	24,0	6,8
- лёгкого газойля	6,2	1,8
Каталитический крекинг	41,2	11,7
Алкилирование	15,0	4,2
Платформинг	4,5	1,3
Гидрокрекинг	14,9	4,2
Селективная очистка масел	33,1	9,4
Замедленное коксование	12,8	3,6
Депарафинизация	19,0	5,4
Доочистка масел	3,8	1,1

5. Источники загрязнения грунтов и почвы на (НПЗ) и (ГПЗ)



Твёрдые отходы

различные химические продукты

адсорбенты, не подлежащие регенерации

зола


твёрдые продукты, получающиеся при термической обработке сточных вод

различные осадки

СМОЛЫ

уловленная при очистке выбросов пыль

кислые гудроны и др.

A photograph of an industrial refinery or chemical plant. The scene is dominated by several tall, vertical distillation columns of varying heights, connected by a complex network of pipes and walkways. The sky is blue with scattered white clouds. In the foreground, a field of bright yellow sunflowers stretches across the bottom of the frame. The overall impression is one of a large-scale industrial operation situated in a rural or semi-rural area.

6. Методы предотвращения загрязнения окружающей среды в результате работы НПЗ и ГПЗ

ГОСТ 17.0.0.04-90

- изложены требования к построению, изложению, оформлению и содержанию **экологического паспорта промышленных предприятий** с целью определения влияния предприятия на окружающую среду и контроля соблюдения им природоохранных норм и правил.

Паспорт включает следующие разделы:



Выбросы в атмосферу

- отражён состав, качественные и количественные значения содержания загрязняющих атмосферу веществ, а также объём и состав залповых и аварийных выбросов в атмосферу

Характеристика водоснабжения

- состояния водоочистных сооружений, объёмы, удельные нормативы и состав, качественные и количественные значения содержания загрязняющих веществ в сточных водах предприятия, а также сведения о залповых аварийных сбросах загрязняющих веществ, попадающих в водные объекты, в канализационные сети, на очистные сооружения, отстойники, отдельные ёмкости, в том числе в почву

Характеристика отходов

- перечень полигонов и накопителей, предназначенных для их захоронения, а также внеплановый и аварийный сброс в почву и в водные объекты загрязняющих веществ

- На всех действующих объектах НПЗ и ГПЗ проводится обязательная инвентаризация организованных и неорганизованных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Инвентаризация проводится согласно утверждённой нормативно-технической документации. Качественный и количественный состав выбросов определяется в результате натурных замеров.

- К числу важнейших направлений предотвращения загрязнения атмосферы относится **совершенствование технологических процессов**

Для снижения выбросов углеводородов в атмосферу из очистных сооружений НПЗ необходимо

- уменьшать расход сточных вод за счёт использования *системы оборотного водоснабжения и аппаратов воздушного охлаждения,*
- проводить **замены ловушек открытого типа закрытыми,** полностью или частично герметизированными.

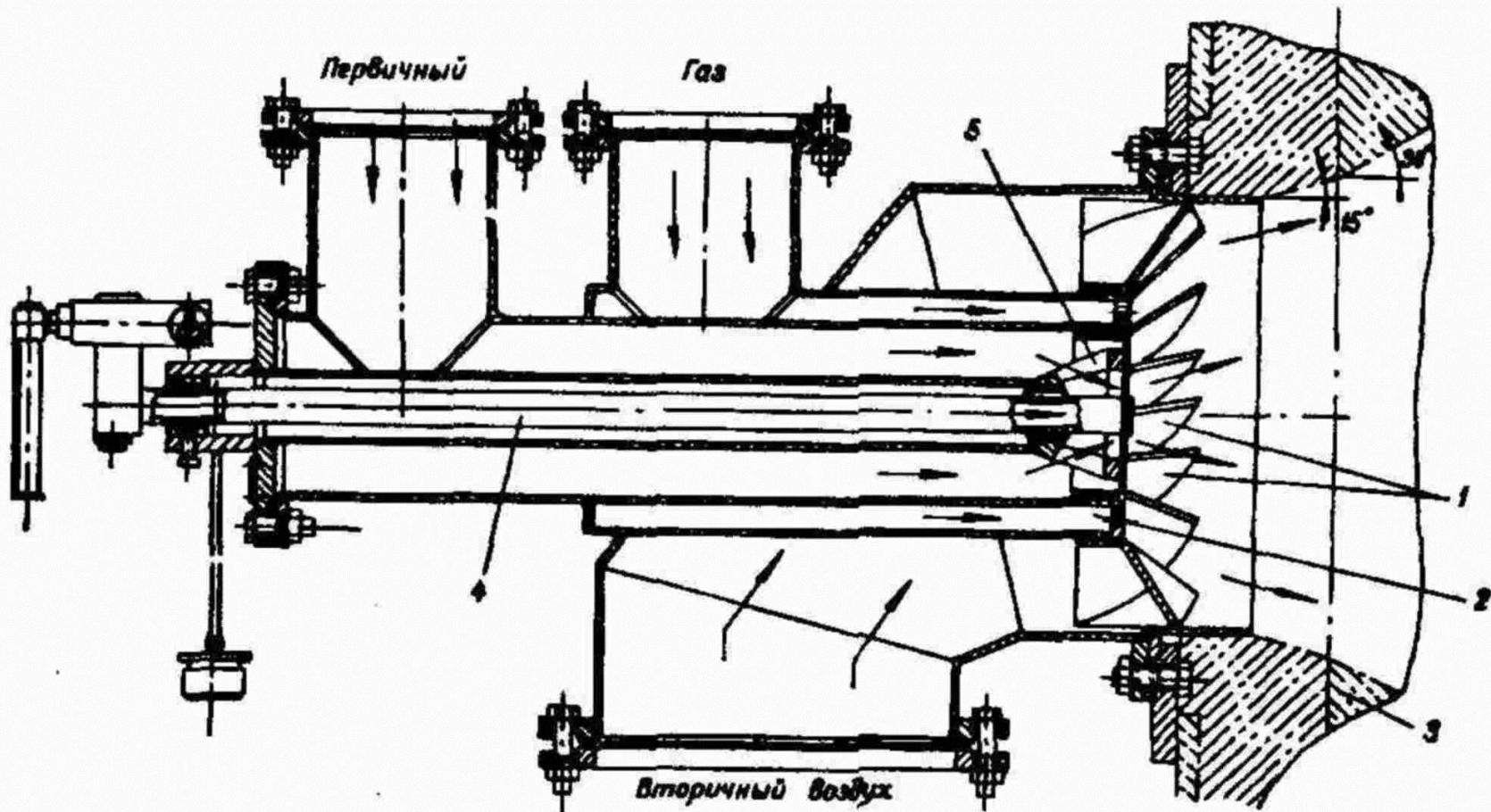
Радикальной мерой **снижения выбросов через факельные системы** является уменьшение сжигания газов на факелах. Для этого необходимо:

- тщательно ***соблюдать регламенты*** ведения технологических процессов,
- ***создавать резервные ёмкости*** для сбора факельного газа с целью его последующей переработки или сжигания в котлах и печах технологических установок
- ***стабилизация давления в топливной сети*** предприятия и ликвидация сбросов топливного газа на факел

Для стабилизации давления в ТОПЛИВНОЙ СЕТИ

- *использование различных компонентов газового топлива* (природного газа, сжиженного газа, газа прямой перегонки нефти);
- *разработка системы автоматического перехода с жидкого топлива на газообразное и обратно.*

Газомазутная горелка ГМГ-4: 1,5 – воздухонаправляющие устройства, 2-газоподводящие устройства, 3-амбразура, 4-мазутная форсунка



Для сокращения выбросов **оксида углерода** на НПЗ используются

- **методы термического дожигания или высокотемпературной регенерации катализатора каталитического крекинга.**

Один из способов

- регулируемое окисление **СО** и связывание **SO₂** в объёме регенератора с помощью *специальных катализаторов*, что обеспечивает значительное сокращение выбросов этих газов в атмосферу. В качестве катализаторов окисления СО используют **платину**, нанесённую на носитель - микросферический оксид алюминия.

Сокращение выбросов **диоксида серы**, образующегося при сжигании топлива достигается:

- переходом на низкосернистое топливо;
- использованием топлив, подвергшихся процессу обессеривания;
- удалением сернистых соединений из дымовых газов.

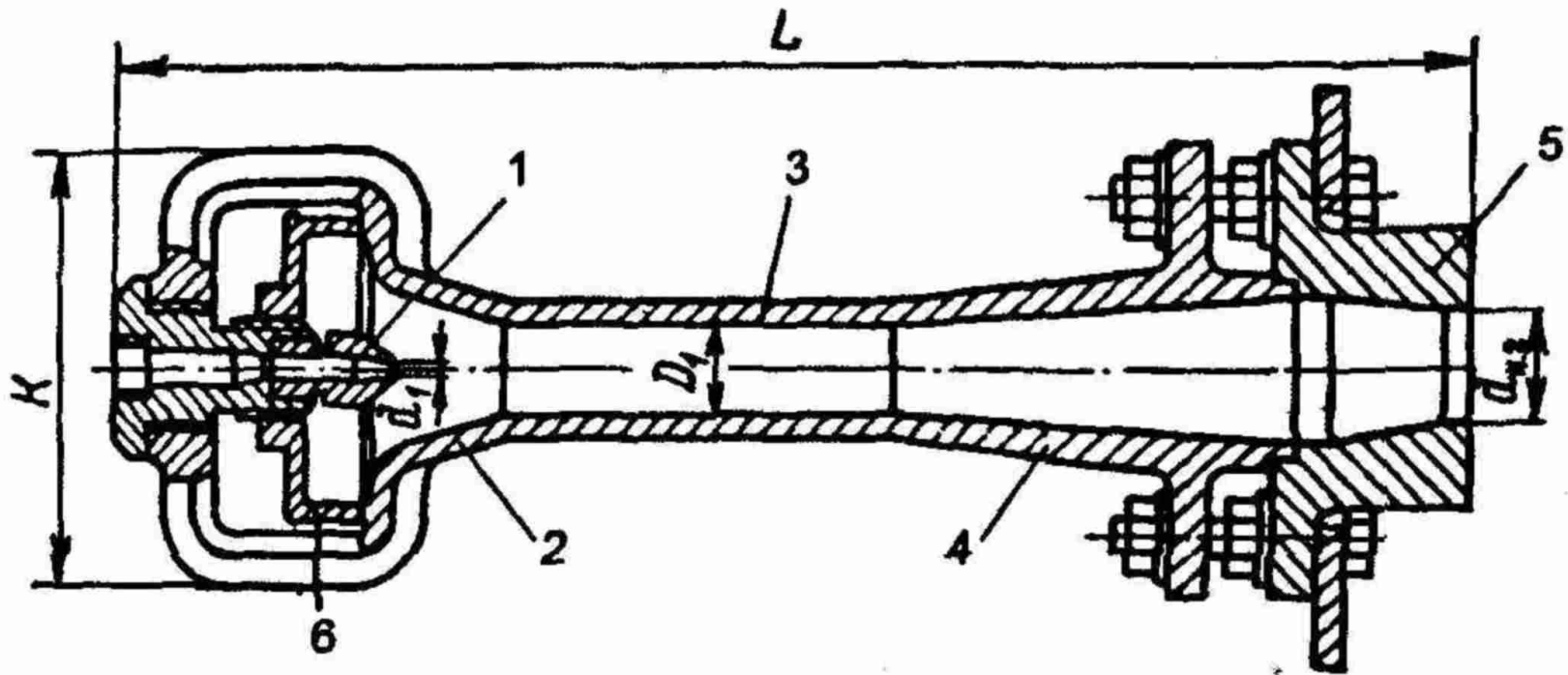
Для уменьшения выбросов **ОКСИДОВ азота** в атмосферу следует

- модифицировать процесс сгорания топлива, снижая максимальную температуру пламени и ограничивая избыток воздуха.

С этой целью используется ряд технологических приёмов

- двухступенчатое сжигание,
- рециркуляция дымовых газов,
- переоборудование топок,
- сжигание топлива в псевдоожиженном слое.

Рециркуляция части продуктов сгорания

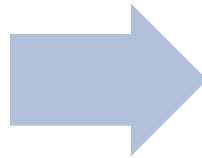


Инжекционная горелка среднего давления: 1 – сопло, 2 - инжектор, 3 - камера смешения, 4 - диффузор, 5 - насадок, 6 - регулирующая воздушная заслонка

Двухступенчатое сжигание топлива

сжигание топлива с недостатком воздуха

- На первой стадии при этом происходит частичная газификация топлива, что приводит к понижению температуры с большим отводом тепла из зоны горения.



сжигание топлива с избытком воздуха

- На второй стадии вследствие более низких температур уменьшается образование оксидов азота, канцерогенных соединений, серного ангидрида

Впрыск воды или пара в количестве 3-5% от расхода воздуха в зону горения

- снижает температурный уровень в топке и позволяет снизить содержание оксидов азота в дымовых газах **почти в два раза**.

Схема цилиндрического циклона: 1 – корпус, 2 – входной патрубок, 3 – выхлопная труба

Газы, содержащие
твёрдые частицы,
пропускают через
циклоны и
электрофилтры.

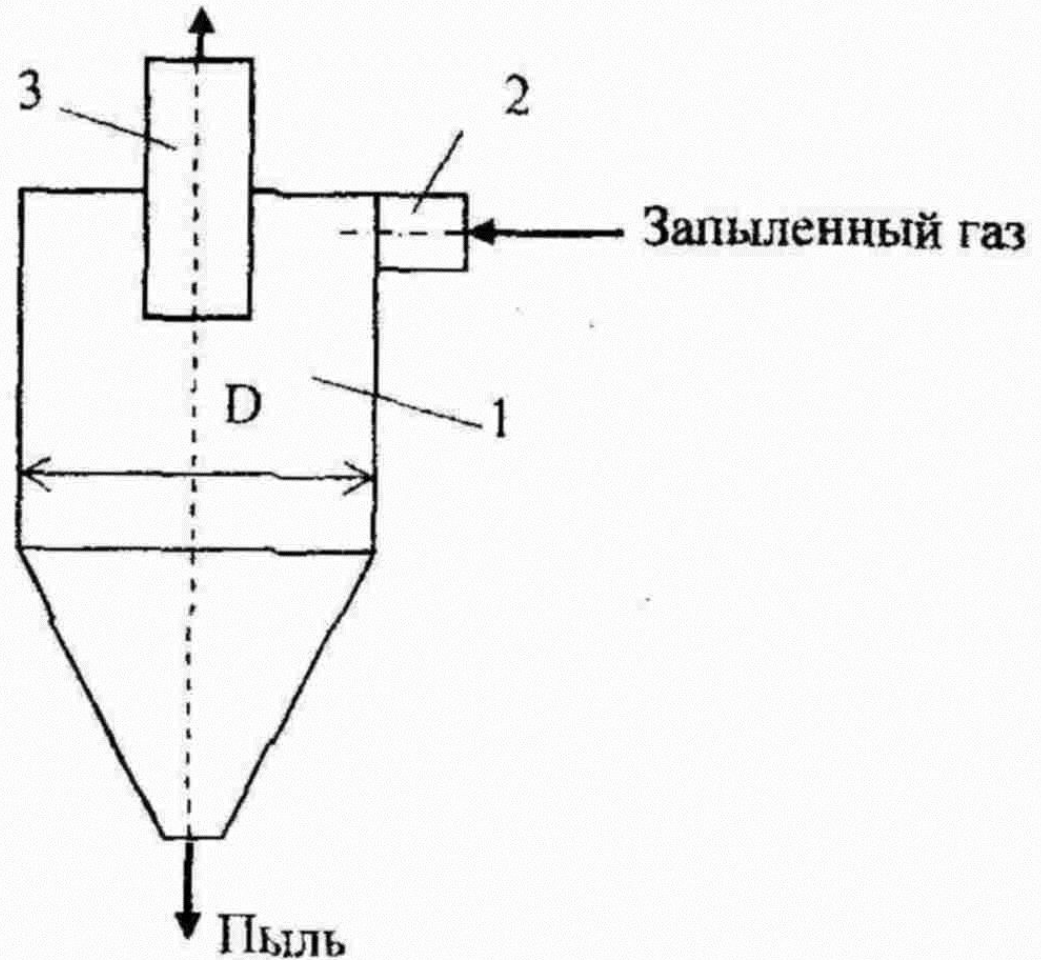
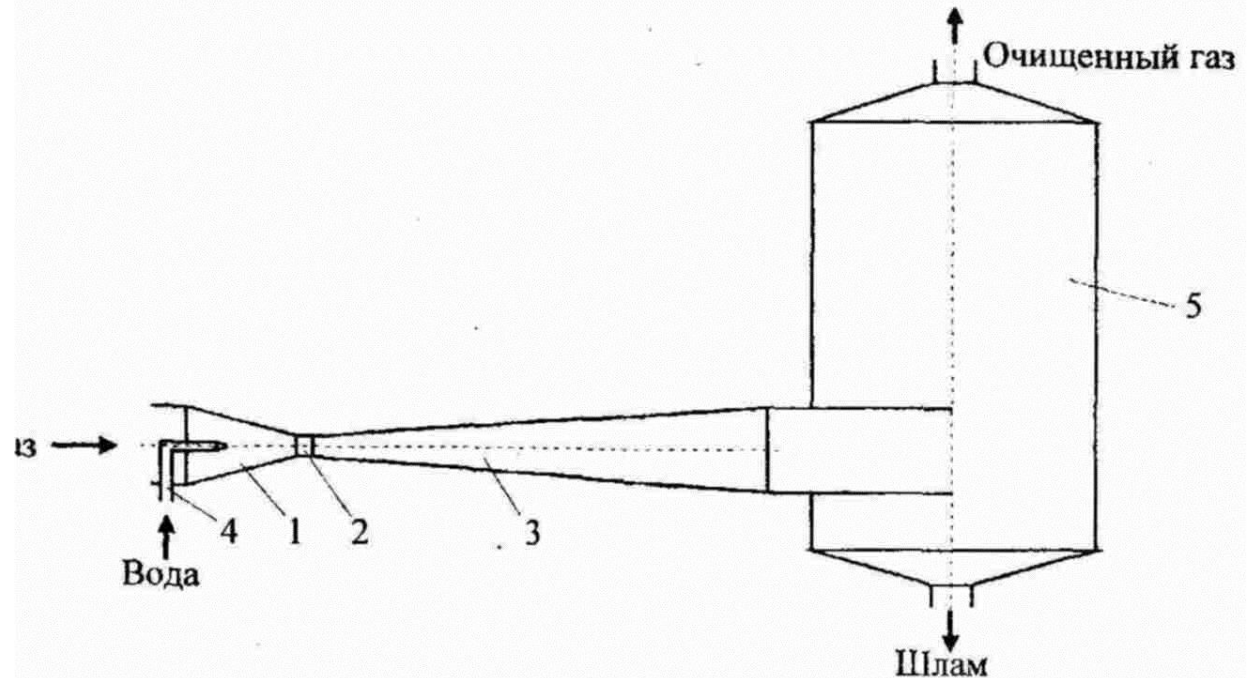


Схема скруббера Вентури: 1 – конфузор, 2 – горловина, 3 – диффузор, 4 – оросительное устройство, 5 - каплеуловитель

- Выбросы, содержащие сероводород, могут быть очищены с скрубберах растворами щёлочи.



Список литературы к ЛК 7

- Экология нефтегазового комплекса: учеб. пособие. Т. 1; под общей ред. А.И. Владимирова и В.В. Ремизова. - М.: ГУП изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2003. 416 с.
- Булатов А.И. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности/А.И.Булатов, П.П.Макаренко, В.Ю.Шеметов. - М.: Недра, 1997. 483 с.
- Гриценко А.И. Экология. Нефть и газ. / А.И. Гриценко, ГС. Акопова, В.М. Максимов. - М.: Наука, 1997. 598 с.
- Абросимов А.А. Экологические аспекты применения нефтепродуктов./ А.А. Абросимов, А.А. Гуреев. - М.: ОАО «ЦНИИТЭнефтехим», 1997. 92 с.
- Мембранная технология в решении экологических проблем газовой промышленности. / Т.С. Казарян, А.Д. Седых, Ф.Г. Гайнуллин и др. - М.: Недра, 1997. 227 с.
- Терминологический словарь по промышленной безопасности. / В.К. Шалаев. - М.: ФГУП «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Ростехнадзора России», 2004. 376 с.