

УДК 556

## О ВЫБРОСАХ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Кудрина К.А., студент гр. НД-20-2, 2 курс

Научный руководитель: Мигунова С.В., к.т.н., доцент

Санкт-Петербургский Горный университет  
г. Санкт-Петербург

Большие города являются не только культурными и технологичными центрами нашей страны, но и главными источниками выбросов углекислого газа, т.к. мегаполисы содержат большое количество перерабатывающих предприятий, заводов, которые загрязняют окружающую среду промышленными твердыми, жидкими и газообразными отходами. На долю крупных городов приходится около 70% выбросов углекислого газа. Развитие нефтяной и нефтеперерабатывающей промышленных отраслей является причиной одной из ключевых проблем во взаимоотношениях человека и природы. На современном этапе активно создаются территориально-производственные комплексы, обеспечивающие концентрацию разных отраслей в один производственный цикл и их территориальное объединение в единый узел. Такие комплексы таят в себе огромную угрозу для экологии и пагубно влияют на здоровье человека.

Целью работы является определение уровня выбросов промышленными предприятиями углекислого газа в республике Башкортостан и рассмотрение вариантов использования CO<sub>2</sub>.

Задачи работы:

1. Описать источники выбросов диоксида углерода на примере Республики Башкортостан и их негативные воздействия.
2. Изучить применяемые меры по снижению выбросов диоксида углерода.
3. Классифицировать возможности использования диоксида углерода.
4. Рекомендовать технологии по использованию диоксида углерода в условиях рассматриваемого региона.

Столица Башкортостана – Уфа – крупный, активно развивающийся промышленный, научный, экономический и культурный центр республики. Почти 40% всех товаров, производимых в

Башкортостане, выпускается именно здесь.

В Уфе сосредоточено более 960 промышленных предприятий, которые загрязняют атмосферу. В Республике Башкортостан, где сосредоточены крупные залежи нефти и газа, активно ведется добыча углеводородного сырья (УВС), создана мощная сеть трубопроводов для транспортировки продуктов, функционирует целый ряд крупнейших перерабатывающих заводов и т.д. Основной градообразующей компанией является нефтяная компания ПАО АНК «Башнефть» - дочернее предприятие ПАО «НК «Роснефть». Ее создали на базе самых мощных ТЭК Башкортостана, осуществляющих нефтедобычу и нефтепереработку, а также реализующих нефтепродукты и продукты нефтехимии. Примерно 12% всей российской нефти перерабатывается именно на Уфимских нефтеперерабатывающих предприятиях [1].

При этом Уфа является одним из лидирующих городов России по объему выбросов в атмосферу опасных веществ. В первую очередь, речь идет о взвешенных веществах, диоксиде азота ( $\text{NO}_2$ ), бензапирене ( $\text{C}_{20}\text{H}_{12}$ ), формальдегиде ( $\text{CH}_2\text{O}$ ), сероводороде ( $\text{H}_2\text{S}$ ) и этилбензоле ( $\text{C}_8\text{H}_{10}$ ), углеводороде, летучих органических соединениях, сернистом ангидrite ( $\text{SO}_2$ ), диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ ). Количество выбросов в расчете на 1 человека составляет ежегодно 206 кг. В 2018 году в Уфе объем валовых выбросов от стационарных источников составлял 130,2 тыс. т., 53% из них – это выбросы нефтеперерабатывающих предприятий [1].

Качество воздуха в значительной степени обусловлено поступлением загрязняющих веществ в атмосферу. Выделяют два вида источников загрязнения: *организованные* (речь идет о дымовых трубах технологических печей) и *неорганизованные* (их поставляют в атмосферу установки, оборудование, очистные сооружения и т.д.). При производстве топлива воздух загрязняется дымовыми газами (метаном, оксидом углерода, сероводородом, сернистым ангидритом и т.д.), аммиаком, уксусной и ортофосфорной кислотой, гидроксидом кальция. При газокаталитическом производстве вредными примесями считаются пропан ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) и пропилен ( $\text{C}_3\text{H}_6$ ), а атмосферный воздух загрязняется сероводородом ( $\text{H}_2\text{S}$ ) и бутаном ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ).

На товарном производстве по переработке нефти хранение ее и нефтепродуктов организовано в специальных резервуарах, считающихся самыми крупными источниками загрязнения атмосферы. Летучие пары нефтепродуктов выбрасываются во внешнюю среду во время заполнения емкостей и при хранении через открытые люки и специальные дыхательные клапаны. В основном загрязнение воздуха происходит за

счет сернистого газа, углеводородов и углекислого газа. Нефть, которую добывают в Башкортостане, относится к классу высокосернистых (более 2% серы), что усложняет технологические схемы ее переработки.

Также воздух загрязняют и открытые очистные сооружения (нефтевушки, песковки, кварцевые фильтры и т.д.). Из них вредные вещества попадают в окружающую среду.

Еще один источник выбросов – факельная система. При сжигании газа в атмосферу попадают значительные объемы диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ ) и метана ( $\text{CH}_4$ ), относящихся к парниковым газам, а также сажа, оксиды азота, бензапирен ( $\text{C}_{20}\text{H}_{12}$ ), сероводород и другие опасные для окружающей среды компоненты.

Объемы утилизации попутного газа, добываемого вместе с нефтью, ежегодно увеличиваются, как и объемы его сжигания. Темпы роста добычи попутного нефтяного газа в республике сегодня в несколько раз опережают темпы роста добычи самой нефти.

Нефтепродукты и образующиеся в процессе их переработки газы являются высокотоксичными и оказывают негативное воздействие на все живое. Учитывая, что ряд нефтеперерабатывающих предприятий был возведен еще в 50-е годы, а большая часть установок эксплуатируется свыше трех десятилетий, экологическую ситуацию в Уфе вряд ли можно назвать благополучной.

Для оценки качества среды и жизни населения региона воспользуемся индикаторами экологического состояния. За них приняты показатели, которые используются для расчета индекса экологической эффективности (EPI) стран — количественной оценки и сравнительного анализа показателей экологической политики государств мира. EPI ранжирует страны по результативности в нескольких категориях, которые объединяются в две группы: *жизнеспособность экосистемы и экологическое здоровье*. Данные показатели были адаптированы для отдельного региона — Республики Башкортостан. Собранные и рассчитанные значения индикаторов приведены в таблице 1 и позволяют увидеть полную картину состояния окружающей среды и уровня экологического состояния региона [2].

*Таблица 1. Показатели состояния окружающей среды по направлению «Экологическое здоровье» в Республике Башкортостан и их соизмерение с аналогичными показателями в России (2015 г.)*

Индикаторы экологического здравья	Единицы измерения	Регион	
		РБ	РФ
Качество атмосферного воздуха	Общее, тыс. т/год	434,9	31 114,3
	На 1 чел., т/год	0,11	0,21
	На 1 км <sup>2</sup> , т/год	3,1	1,82
Доля городского населения, проживающего в городах с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха	%	54	17
Количество бытовых и промышленных отходов	Общее, тыс. т/год	47 800	5 168 300
	На 1 чел., т/год	11,7	35,6
	На 1 км <sup>2</sup> , т/год	334,4	302,2
	Доля использованных и обезвреженных отходов	%	17,4
Примечание: ЗВ – загрязняющее вещество.			

Загрязнение атмосферного воздуха приводит к ухудшению здоровья населения республики: увеличивается число страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями, ухудшается работа центральной нервной системы человека, снижаются гематологические показатели, наблюдается рост детской заболеваемости. Также постоянное воздействие нефтепродуктов на организм человека может стать причиной заболеваний печени, проблем с эндокринной системой, возникновения кожных, онкологических, легочных и прочих патологий [1].

Градообразующее нефтедобывающее предприятие уделяет значительное внимание охране окружающей среды и сокращению токсичных выбросов в атмосферу. Экологический мониторинг в ПАО "АНК "Баш-

"нефть" выполняется в соответствии с Федеральным законом РФ "Об охране окружающей среды" № 7-ФЗ от 10.01.02 г. Его ключевая цель – получить данные о реальном состоянии окружающей среды в районе месторождения и на прилегающей территории, чтобы принимать управленические решения, связанные с природоохранной деятельностью.

Чтобы сократить объемы вредных выбросов компания приступила к активной реализации природоохранных мероприятий, внедрению новых энергосберегающих технологий, перешла на использование более эффективных газоочистных установок. Снизить объем выбросов в атмосферу можно, усилив герметизацию баков, уменьшив абсолютные показатели температуры газового пространства и хранимых продуктов, понизив амплитуду их колебаний, сократив объем газового пространства в резервуаре и т.д.

*Сравнение структуры использования попутного нефтяного газа в 2005 и 2015 годах в России (в млрд. м<sup>3</sup>) по данным отраслевого информационно-аналитического агентства Рупек [3].*

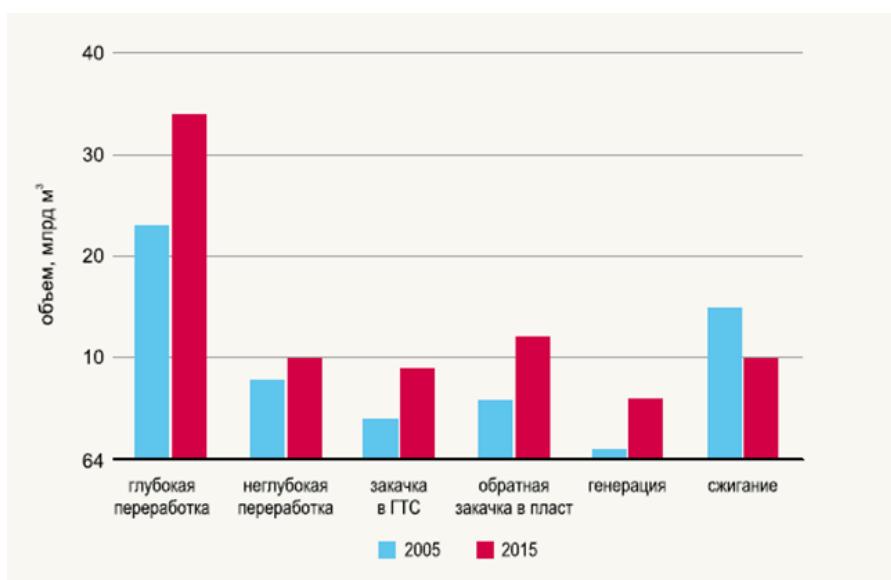


Рисунок 1.

Но несмотря на то, что финансовые отчисления на обеспечение экологической безопасности в ПАО «НК «Роснефть» значительные (в 2017 превысили 70 млрд. руб.), и за последние 5 лет экологическая ситуация заметно улучшилась, этого недостаточно, чтобы говорить о благополучном состоянии региона [1].

Изучив различные публикации [7],[8], я провела классификацию вариантов использования двуокиси углерода, которое приведено в таблице 2.

*Таблица 2.*

Рассмотрим варианты использования диоксида углерода:

№ п/п	Вариант использо- вания	Условия применения	Достоинства	Недостатки
1	Переработка на газоперерабатывающем заводе (ГПЗ)	- Наличие ГПЗ, трубопровода; - Необходимость расположения месторождения на сравнительно близком расположении от ГПЗ, для рентабельной его транспортировки.	- Большой спрос на мировом рынке продуктов переработки газа.	- Высокие затраты на строительство ГПЗ и газотранспортной инфраструктуры.
2	Генерация электроэнергии	- Необходимы финансовые затраты на оборудование.	- Возможность полной переработки ПНГ; - Недорогая электроэнергия; - Возможность прибыли.	- Зависимость от состава ПНГ; - Требуется дополнительная очистка ПНГ
3	Сжижение	Зависит от: - производительность установки; - давление исходного газа; запас газа; - содержание тяжелых углеводородов, этана и сернистых соединений и т. д.	- Экологически чистое, дешевое топливо - Газификация ближайших населенных пунктов - Обеспечение ГПЗ и хим. производства сырьем.	Необходимость приобретения дорогостоящих компрессорных установок.
4	Закачка в нефтяные пласты углекислого газа	-Наличие участков залижи с остаточными запасами не вовлеченными в разработку; - Высокие требования	- Возможное увеличение нефте-отдачи до 14-24 %; - Снижение обводненно-	- Необходимость приобретения дорогостоящих компрессорных установок

		к конструкции газо-нагнетательных скважин.	сти; - Экологично	вок; - Коррозия оборудования
5	Сжигание в факелях	Отсутствие инфраструктуры для улавливания и использования газа	Простой, доступный, экономичный способ утилизации	Использование его неэффективно и вредоносно для человека и природы. Из-за сжигания ПНГ в атмосферу попадает свыше 500 тыс. тонн вредных выбросов.

Исходя из полученного классификации по вариантам использования двуокиси углерода и условий рассматриваемого региона, можно рекомендовать к применению технологию «Закачивание в нефтяные пласты диоксида углерода». Закачивание попутного нефтяного газа или дымовых газов от промышленных предприятий в нефтяные истощенные пласты на месторождениях ПАО АНК «Башнефть» сможет повысить нефтеотдачу пластов и снизить выбросы в атмосферу.

Процессы, происходящие в пластовых условиях при закачивании двуокиси углерода:

- $\text{CO}_2$  при взаимодействии с водой (пластовые воды) образует угольную кислоту  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , которая может растворять карбонатные породы и некоторые виды цемента, что приводит к увеличению пористости.
- Диоксид углерода хорошо растворяется в нефти, что приводит к уменьшению ее вязкости и к увеличению ее объемного коэффициента [7],[8].

Таким образом, из всех выше перечисленных методов использования диоксида углерода, закачивание  $\text{CO}_2$  в нефтяной пласт можно рассматривать как самый эффективный и экологичный. Но для конкретного месторождения необходимы дополнительные исследования и расчеты по определения объемов закачивания газа и необходимо моделирование процесса в пластах.

#### *Выходы:*

1. Основными экологическими проблемами в Республике Башкортостан являются:

- загрязнение атмосферного воздуха в результате выбросов промышленных предприятий, в частности, предприятия нефтеперерабатывающей, нефтехимической, нефтедобывающей и электроэнергетической отраслей промышленности дают около 70% объема выбросов промышленных объектов республики в атмосферный воздух;
- сбросы загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты, подземные водные объекты и на водосборные площади;
- постоянное увеличение количества отходов производства и потребления, в том числе и токсичных.

2. Применяемые меры по охране окружающей среды от выбросов промышленных газов не обеспечивают благополучное состояние региона.

3. Выбросы промышленных предприятий и ПНГ в условиях Республики Башкортостан вполне можно использовать для закачивания в истощенные нефтяные пласты, что способствует повышению нефтеотдачи пластов. Эта технология может стать наиболее эффективной и экологичной для использования углекислого газа в Республике Башкортостан.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Нечаева О. А. Влияние уфимских нефтеперерабатывающих предприятий на окружающую среду / О.А. Нечаева, А.В. Шество, М.С. Горшков // электрон. научн. журн. Меридиан. – 2019 – №13 (31). – С. 279-281.
2. Чмыхалова С. В. Анализ показателя экологического состояния окружающей среды (на примере Республики Башкортостан) / Чмыхалова С. В., Сибагатуллина С.С. // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2018. – №4. – С.119-127.
3. Книжников А.Ю. Проблемы и перспективы использования попутного нефтяного газа в России – 2017: обзор / А.Ю. Книжников, А.М. Ильин. – М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2017 – 32 с.
4. Годовой отчет 2020. ПАО АНК «Башнефть» URL:<http://bashneft.ru>
5. Мансуров Р. Ш., Влияние концентрации углекислого газа на организм человека / Р.Ш. Мансуров, М.А. Гурин, Е.В. Рубель // Universum: Технические науки: электрон. научн. Журн. – 2017. – №8. – С.41. URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/504>
6. Коротченко Р. К. Влияние нефтяной отрасли на здоровье человека / Р. К. Коротченко ; науч. рук. Ю. А. Максимова //

Творчество юных - шаг в успешное будущее : материалы VIII Все-российской научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М. К. Коровина, г. Томск, 23-27 ноября 2015 г. — Томск : Изд-во ТПУ. – 2015. — С. 189-191.

7. Курбанкулов С. Р. Проблемы и перспективы использования попутного нефтяного газа на нефтяных промыслах / С. Р. Курбанкулов, Р. З. Фахрутдинов, Р. К. Ибрагимов, О. В. Зиннурова, Д. А. Ибрагимова // Вестник технологического университета. – 2016. – С.55 – 60.

8. Рустамов З. А. Проблема утилизации попутного нефтяного газа. Анализ и современное состояние / З.А. Рустамов, К.С. Брюхова // Вестник пермского национального исследовательского политехнического университета. Аэрокосмическая техника. – 2019. – С.102 – 109.