
ПРОМЫШЛЕННАЯ И АГРАРНАЯ ЭКОЛОГИЯ

INDUSTRIAL AND AGRICULTURAL ECOLOGY

УДК 504.3.054

ВЫБРОСЫ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ПРОМЫШЛЕННОМ СЕКТОРЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: АНАЛИЗ И ОЦЕНКА

К. Р. ЛАГОЙКА¹⁾, Ю. В. ФУРСА¹⁾, Я. Е. БОРЕЙКО¹⁾, В. М. ПИСКУНОВИЧ¹⁾

¹⁾Республиканское научно-исследовательское унитарное предприятие «Бел НИЦ «Экология»,
ул. Якубова, 76, 220095, г. Минск, Беларусь

Республика Беларусь как индустриально развитое государство с сильным машиностроительным комплексом, производством сельскохозяйственной и строительной техники, а также развитой химической, легкой и пищевой промышленностью генерирует значительные объемы выбросов, главным образом за счет секторов энергетики и промышленного производства. В структуре промышленных выбросов значительную роль играют предприятия цементной промышленности, а также производства аммиака, метанола и технического углерода, в которых образуются наибольшие объемы выбросов. Для данных отраслей выбросы CO₂

Образец цитирования:

Лагойка КР, Фурса ЮВ, Бореико ЯЕ, Пискунович ВМ. Выбросы парниковых газов в промышленном секторе Республики Беларусь: анализ и оценка. *Журнал Белорусского государственного университета. Экология*. 2026;2:89–97. <https://doi.org/10.46646/2521-683X/2026-2-89-97>

For citation:

Lahoika KR, Fursa YV, Boreiko YaE, Piskunovich VM. Greenhouse gas emissions in the industrial sector of the Republic of Belarus: analysis and assessment. *Journal of the Belarusian State University. Ecology*. 2026;2:89–97. Russian. <https://doi.org/10.46646/2521-683X/2026-2-89-97>

Авторы:

Ксения Руслановна Лагойка – научный сотрудник отдела международного научного сотрудничества и климата.

Юлия Владимировна Фурса – заместитель заведующего отделом международного научного сотрудничества и климата.

Ярослав Евгеньевич Бореико – младший научный сотрудник отдела международного научного сотрудничества и климата.

Виктория Михайловна Пискунович – научный сотрудник

отдела международного научного сотрудничества и климата.

Authors:

Kseniya R. Lahoika, researcher at the department of international scientific cooperation and climate.

ksenialagoika@gmail.com

Yuliia V. Fursa, deputy head of the department of international scientific cooperation and climate.

yuliiafursav@gmail.com

Yaroslav E. Boreiko, junior researcher at the department of international scientific cooperation and climate.

yaroslav.e.boreiko@gmail.com

Victoria M. Piskunovich, researcher at the department of international scientific cooperation and climate.

piskunovich.victoria@gmail.com

являются неизбежным следствием протекания технологических процессов. Например, только при производстве цемента в 2024 г. в атмосферу было выброшено более 2,4 млн т углекислого газа. Учитывая эти данные, возникает необходимость разработки и внедрения комплекса мер по декарбонизации, включая повышение энергоэффективности, переход на альтернативные виды топлива, использование технологий улавливания, утилизации и хранения углекислого газа (Carbon Capture, Utilization and Storage). Актуальность исследования обусловлена необходимостью оценки реального вклада различных промышленных отраслей в общий объем выбросов парниковых газов, сопоставления национальных данных с международными требованиями и поиска оптимальных мер по снижению углеродного следа выпускаемой продукции.

Ключевые слова: промышленный сектор; выбросы парниковых газов; Парижское соглашение; изменение климата; CO₂-эквивалент; цементная промышленность; производство аммиака; нефтехимическая промышленность.

GREENHOUSE GAS EMISSIONS IN THE INDUSTRIAL SECTOR OF THE REPUBLIC OF BELARUS: ANALYSIS AND ASSESSMENT

K. R. LAHOIKA^a, Yu. V. FURSA^a, Y. E. BOREIKO^a, V. M. PISKUNOVICH^a

^aRepublican Scientific Research Unitary Enterprise «Bel SIC «Ecology»,
76 Yakubova Street, Minsk 220095, Belarus

Corresponding author: K. R. Lahoika (ksenialagoika@gmail.com)

The Republic of Belarus, as an industrially developed country with a strong mechanical engineering complex, production of agricultural and construction machinery, as well as a developed chemical, light and food industries, generates significant volumes of emissions, mainly due to the energy and industrial production sectors. Within the structure of industrial emissions, a significant role is played by cement industry enterprises, as well as the production of ammonia, methanol, and carbon black, where the largest volumes of emissions are generated. For these industries, CO₂ emissions are an inevitable consequence of technological processes. For example, in cement production alone, more than 2.4 million tons of carbon dioxide were released into the atmosphere in 2024. Given these data, it becomes necessary to develop and implement a set of decarbonization measures, including improving energy efficiency, switching to alternative fuels, and applying carbon Capture, Utilization, and Storage technologies. The relevance of the study is driven by the need to assess the real contribution of various industrial sectors to the total amount of greenhouse gas emissions, to compare national data with international requirements and to identify optimal measures for reducing the carbon footprint of manufactured products.

Keywords: industrial sector; greenhouse gas emissions; Paris Agreement; climate change; CO₂-equivalent; cement industry; ammonia production; petrochemical industry.

Введение

Важным экономическим показателем развития страны является промышленное производство. Однако часто производственные процессы сопровождаются выбросами парниковых газов, которые оказывают значительное воздействие на окружающую природную среду и климат.

Выбросы парниковых газов способствуют усилению глобального потепления, изменению погодных условий и повышению частоты экстремальных климатических явлений [2]. Поэтому стратегически важной задачей страны для обеспечения устойчивого развития является сокращение их объемов и внедрение энергоэффективных и экологически чистых технологий.

Для обеспечения эффективного и прогрессивного реагирования на угрозу изменения климата, а также сокращения выбросов парниковых газов и сохранения поглотителей и накопителей парниковых газов в 2016 г. был принят Указ Президента Республики Беларусь № 345 «О принятии международного договора», согласно которому Республика Беларусь стала 30-й стороной Парижского соглашения¹. Беларусь присоединилась к Парижскому соглашению, что стало важным этапом в развитии национальной климатической политики и определило направление ее развития на ближайшие десятилетия.

Согласно данному соглашению, страна должна разработать план действий, направленный на сокращение выбросов парниковых газов и адаптации к изменению климата, а также пересматривать и обновлять его каждые пять лет. В рамках национально определяемого вклада устанавливаются целевые показатели по

¹Указ Президента Республики Беларусь от 14 июля 2016 г. № 345 «О принятии международного договора» [Электронный ресурс]. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. 2016. 18.07.2016. 1/15145. URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=P31600345> (дата обращения: 15.09.2026).

снижению выбросов и мерам адаптации к климатическим изменениям [1]. Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 9 марта 2021 г. № 137 (в ред. постановления Совета Министров Республики Беларусь от 27.02.2024 № 130) «О реализации положений Парижского соглашения к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата» утверждается Положение о порядке ведения государственного кадастра антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов и Положение о порядке ведения государственного и производственного учета выбросов парниковых газов из источников и их абсорбции поглотителями².

Материалы и методы исследования

Инвентаризация парниковых газов и подготовка Национального кадастра парниковых газов осуществляется в соответствии со следующими методическими документами:

- Решение 18/CMA.1 Конференции Сторон, действующей в качестве совещания Сторон Парижского соглашения;
- Решение 5/CMA.3 Конференции Сторон, действующей в качестве совещания Сторон Парижского соглашения;
- Решение 15/СМР.1, утвержденное на 1-ой сессии Конференции Сторон РКИК ООН, относится к «Рекомендациям относительно механизма чистого развития»;
- Решение 24/СР.19, принятое на 19-й сессии Конференции Сторон РКИК ООН, касается пересмотра руководящих принципов для представления информации о годовых кадастрах Сторон, включенных в приложение I к Конвенции;
- Обновленные руководящие принципы РКИК ООН для представления информации о годовых кадастрах (FCCC/SBSTA/2006/9, решение 14/СР/11);
- Руководящие принципы МГЭИК, 2006.

Помимо этого, используются национальные нормативно-методические документы по инвентаризации, расчету удельных выбросов, материалы и результаты предыдущих исследований, выполненных в рамках национальных программ, в частности Государственной научно-технической программы «Экологическая безопасность» [3].

С целью соблюдения международных обязательств и постоянного совершенствования управления данными, связанными с выбросами парниковых газов, Республика Беларусь осуществляет оценку выбросов парниковых газов по 5 секторам: «Энергетика»; «Промышленные процессы и использование продуктов»; «Сельское хозяйство»; «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство» и «Отходы» [4].

Коэффициенты выбросов используются, в основном, по умолчанию согласно Руководящим принципам МГЭИК, 2006, а в отдельных случаях – национальные (в секторах «Энергетика», «Промышленные процессы и использование продуктов», «Сельское хозяйство» и «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство») [5].

Выбросы парниковых газов рассчитываются с применением методологии как по уровню 1, так и по уровню 2 для всех секторов.

В промышленном секторе изучаются выбросы парниковых газов, относящиеся к процессам химической или физической трансформации исходных материалов: CO₂ (диоксид углерода), CH₄ (метан), N₂O (закись азота). К источникам образования выбросов относятся:

- производство минеральных материалов: цемента; извести; стекла; керамики;
- химическая промышленность: производство аммиака; слабой азотной кислоты; серной кислоты; полиэтилена; этилена и пропилена, акрилонитрила, фталевого ангидрида; метанола, сажи;
- металлургическая промышленность: производство электростали; черных металлов; труб чугунных и стальных; литье чугунное; стальное; цветных металлов;
- использование растворителей и неэнергетических продуктов из топлива;
- производство и использование других продуктов: производство электрооборудования; выбросы N₂O от использования закиси азота в медицинских целях;
- прочее: производство бумаги.

²Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 9 марта 2021 г. № 137 «О реализации положений Парижского соглашения к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата» (в ред. постановления Совета Министров Республики Беларусь от 27.02.2024 № 130) [Электронный ресурс]. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. 2021. 09.03.2021. 1/15813. URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=P32100137> (дата обращения: 15.09.2026).

Примерно 87,5 % эмиссий приходится на CO₂. Значительный вклад в выбросы CO₂ вносят категории «Производство цемента», «Производство азотной кислоты», «Производство аммиака», «Производство чугуна и стали» (рис.1).

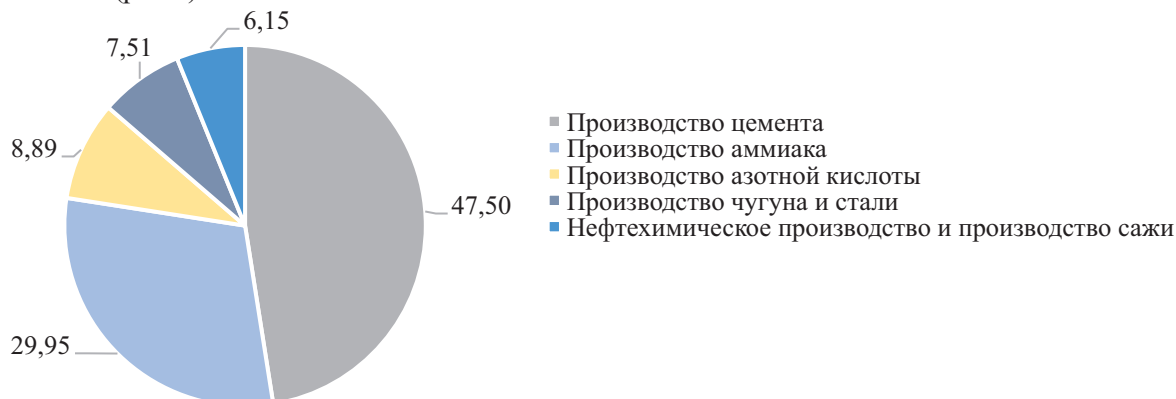


Рис. 1. Диаграмма выбросов парниковых газов от наиболее углеродоемких производств сектора за 2024 г. в тыс.т CO₂-эквивалента, %

Fig. 1. Diagram of greenhouse gas emissions from the most carbon-intensive industries in the sector for 2024 in thousand tons of CO₂-equivalent, %

В цементной промышленности выброс CO₂ происходит при производстве зернистого промежуточного продукта – клинкера. В процессе производства известняк нагревается до высокой температуры, что приводит к выбросам в результате распада карбоната кальция, превращения его в известь и диоксид углерода. В известняке также присутствует небольшое количество карбоната магния (MgCO₃), который кальцинируется в процессе обработки и приводит к выбросам CO₂. Кроме того, при производстве цемента происходят выбросы SO₂.

В Беларуси в настоящее время функционирует три производителя цемента: ОАО «Красносельскстройматериалы», ОАО «Кричевцементношифер» и ОАО «Белорусский цементный завод».

Оценка выбросов CO₂ при производстве цемента учитывает выбросы, связанные с образованием цементной пыли в процессе изготовления клинкера, и осуществляется согласно методу Уровня 2 по следующему уравнению (том 3.1. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 2006):

$$\text{выбросы } CO_2 = M_{cl} * EF_{cl} * CF_{ckd}, \quad (1)$$

где выбросы CO₂ – выбросы CO₂ от производства цемента, т;

M_{cl} – вес (масса) произведенного клинкера, т;

EF_{cl} – коэффициент выбросов для клинкера, тонны CO₂/т клинкера;

CF_{ckd} – поправочный коэффициент выбросов для цементной пыли, относительные единицы.

Выбросы при производстве цемента в 2024 г. составили 2490,82 тыс. т CO₂.

При производстве извести выбросы диоксида углерода происходят в результате кальцинации карбонатов кальция и магния при высоких температурах.

В Беларуси производится нетоварная известь на предприятиях по производству сахара из сахарной свеклы (4 предприятия). Выбросы CO₂ при производстве извести для нужд сахарных заводов являются крайне незначительными, следовательно, не учитываются в кадастре. Информация о производстве различных типов извести предоставляется ОАО «Красносельскстройматериалы» и ОАО «Белорусский цементный завод».

Оценка выбросов производится согласно Руководящим принципам МГЭИК, 2006 с помощью метода Уровня 2 и учитывает, что в процессе приготовления извести может производиться известковая пыль. Таким образом, для расчета выбросов используется уравнение на основании национальных данных о производстве извести по ее типам:

$$\text{выбросы } CO_2 = \sum (EF_{\text{известь},i} * M_{\text{известь},i} * CF_{\text{ипп},i} * C_{\text{гаш},i}), \quad (2)$$

где выбросы CO₂ – выбросы CO₂ от производства извести, т;

$EF_{\text{известь},i}$ – коэффициент выбросов для извести типа i , тонны CO₂/тонну извести;

$M_{\text{известь},i}$ – производство извести типа i , т;

$CF_{\text{ипп},i}$ – поправочный коэффициент на известковую пыль для извести типа i , относительные единицы;

$C_{\text{гаш},i}$ – поправочный коэффициент на гашеную известь типа i , относительные единицы; i – любой тип извести.

В стране только одно предприятие производит аммиак – ОАО «Гродно Азот». На предприятии имеются 2 цеха по производству аммиака из природного газа – аммиак-3, аммиак-4.

Производство аммиака характеризуют следующие процессы:

- Паровая конверсия метана;
- Двухступенчатая конверсия окиси углерода;
- Синтез аммиака.

Схематически процесс производства отображен на рис. 2.



Рис. 2. Основные этапы производства аммиака

Fig. 2. The main stages of ammonia production

Выбросы от производства аммиака улавливаются и используются для производства карбамида в 3-х цехах карбамида в виде раствора, гранул и прилл.

Технологический процесс производства карбамида состоит из следующих ключевых этапов: синтеза, рециркуляции, испарения, десорбции и гидролиза, гранулирования в кипящем слое (приллирование) (рис. 3).

Производство карбамида

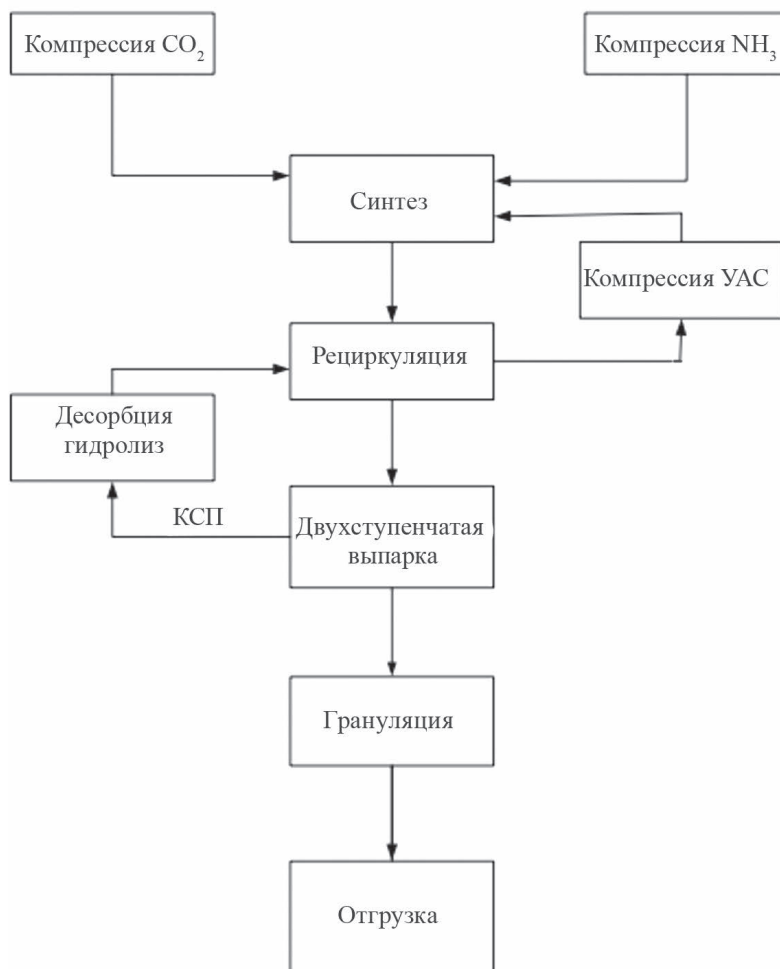


Рис. 3. Схема производства карбамида ОАО «Гродно Азот»

Fig. 3. Scheme of carbamide production by Grodno Azot OJSC

Категория «Производство аммиака» является ключевой, поэтому расчет выбросов CO_2 производится с использованием метода Уровня 2 по формулам 3.2–3.3 (том 3.1. Руководящие принципы МГЭИК, 2006).

Данные по удельному потреблению природного газа в м^3 на тонну произведенного аммиака предоставляются производителем. Так как весь природный газ Беларусь импортирует из Российской Федерации, то при оценке выбросов парниковых газов используются такие данные Российской Федерации, как национальные: коэффициент перевода натуральных единиц в энергетические – 33,82 млн м^3 на ТДж; коэффициент углеродного содержания для природного газа – 14,836 кг/ГДж. Коэффициент окисления углерода равен 1 (по умолчанию из сектора «Энергетика»).

Количество CO_2 , использованного для производства мочевины, рассчитывается с применением коэффициента по умолчанию (при условии полной конверсии NH_3 и CO_2 , 0,733 т. CO_2 на тонну мочевины). Также оцениваются выбросы CO_2 при производстве мочевины с использованием предположения о том, что при производстве одной тонны мочевины улетучивается 4,5 кг CO_2 (от 2 до 7 кг CO_2 , согласно Руководящим принципам национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 2006).

Выбросы от производства аммиака в 2024 г. составили 1570,35 тыс. т CO_2 .

В Республике Беларусь производят следующие виды продукции нефтехимического производства: метанол, этилен, полиэтилен, серная кислота, фталевый ангидрид, пропилен, акрилонитрил, технический углерод (сажа).

Метанол производится на предприятии ОАО «Гродно Азот». В конце 1998 г. в соответствии с государственной программой импортозамещения было освоено производство метанола-ректификата мощностью 55,4 тыс. т в год.

Производство метанола технического состоит из следующих стадий:

- криогенное разделение воздуха в блоках разделения воздуха с получением технологического кислорода и азота;
- компримирование природного газа поршневыми компрессорами;
- гидрирование органических серосоединений, содержащихся в природном газе, на алюмокобальтмолибденовом катализаторе до сероводорода и поглощение его окисью цинка;
- двухступенчатая паровая и кислородная конверсия природного газа на никелевых катализаторах в трубчатом и шахтном конверторах установки «Тандем» с получением синтез-газа для производства метанола-сырца;
- охлаждение синтез-газа в скрубберах-охладителях и ступеней очистки циркуляционным газовым конденсатом;
- осушка синтез-газа в баллонах осушки, заполненных алюмогелем;
- компримирование синтез-газа поршневыми компрессорами до давления 9 МПа;
- синтез метанола-сырца при давлении 9 МПа с выдачей его на склад метанола-сырца;
- ректификация метанола-сырца (рис. 4).

Выбросы CO_2 и CH_4 в 2024 г. при производстве метанола составили 43,91 и 4,2196 тыс. т в CO_2 -эквиваленте.

Производство серной кислоты происходит по следующей схеме:

- получение сернистого ангидрида сжиганием сероводорода в топке котлов – утилизаторов;
- окисление сернистого ангидрида в присутствии ванадиевого катализатора в контактном аппарате до серного ангидрида и его охлаждение в котле – утилизаторе;
- конденсация серного ангидрида и паров воды с образованием серной кислоты в холодильнике – конденсаторе.

Предприятием, где непрерывная технологическая цепочка, базирующаяся на паровом пиролизе углеводородного сырья с последующим разделением на углеводородные фракции, идет от производства олефинов до производства нитрила акриловой кислоты (акрилонитрила) и волокна полиакрилонитрильного, является Завод «Полимир» ОАО «Нафтан». Высокотемпературное паровое разложение углеводородного сырья позволяет одновременно получать этилен – исходный мономер для полиэтилена, пропилен – мономер для синтеза нитрила акриловой кислоты, который является основным компонентом для производства акрилового волокна и т. д.

В процессе получения акрилонитрила, этилена и пропилена образуются выбросы CO_2 и CH_4 . В результате производства этих соединений в 2024 г. было образовано 272,35 и 8,044 тыс. т в CO_2 -эквиваленте.

До 2019 г. в Республике Беларусь не производилась сажа (технический углерод). ИООО «Омск Карбон Могилев» в режиме пусконаладки запустил основную линию производства в 2018 г.

Технологическая схема производства предоставлена предприятием и состоит из следующих этапов:

1. Сырье от участка слива и подготовки сырья поступает в резервуары хранения резервуарного парка готовой смеси.

2. В реактор подается природный газ для горения и создания необходимой температуры, после чего подготовленные сырьевые смеси поступают в реактор, где в результате пиролиза углеводородного сырья получается технический углерод. В полученную реакционную смесь подают воду для прекращения реакции газификации и охлаждения.

3. Технический углерод поступает к аппаратам улавливания, где происходят операции улавливания.

4. От аппаратов улавливания технический углерод поступает к уплотнителю, где происходят операции уплотнения.

5. Из уплотнителя техуглерод подается в смеситель-гранулятор, где происходят операции гранулирования частиц техуглерода.

6. Из смесителя влажный гранулированный техуглерод поступает в сушильный барабан, где происходят операции сушки гранулированного техуглерода.

7. Высушенный гранулированный техуглерод поступает к бункерам готовой продукции.

8. Техуглерод из секций бункера готовой продукции выгружается в вагоны-хоппера, силотраки или упаковывается в мягкие контейнеры типа «big bag» [3].

Выбросы при производстве сажи в 2024 г. составили 54,74 тыс. т CO_2 .

Практически весь объем продуктов нефтехимического производства в Беларуси используется в дальнейшем в производственных процессах в качестве сырья, восстановителей/растворителей и т. д.



Рис. 4. Схема производства метанола технического на ОАО «Гродно Азот»

Fig. 4. Scheme of production of technical methanol at JSC Grodno Azot

Результаты исследования и их обсуждение

Согласно данным за 2024 г., на сектор «Промышленные процессы и использование продуктов» приходится незначительный процент и составляет 6,56 % от общенациональных выбросов. Соответственно, эмиссии парниковых газов от сектора составили 5680,36 тыс. т в CO_2 -эквиваленте (рис. 5), а по сравнению с базовым годом выбросы от промышленных процессов в 2024 г. увеличились на 1,9 %.

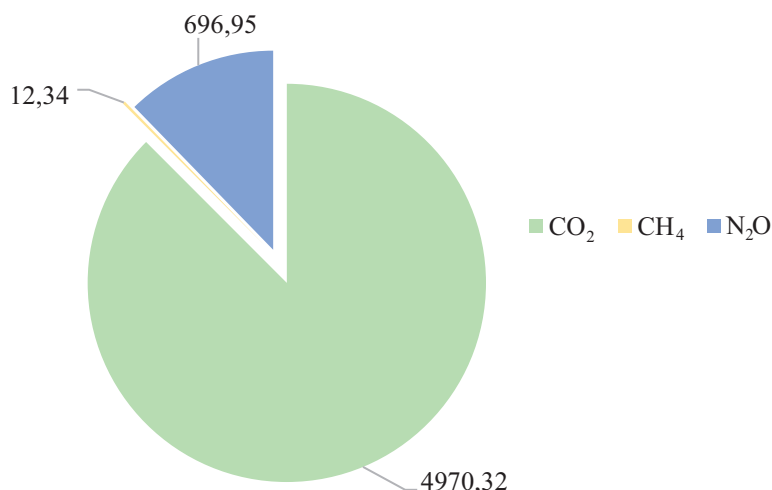


Рис. 5. Диаграмма выбросов парниковых газов от сектора «Промышленные процессы и использование продуктов» за 2024 г., тыс. т в CO₂-эквиваленте

Fig. 5. Diagram of greenhouse gas emissions from the Industrial Processes and Product Use sector for 2024, thousand tons in CO₂-equivalent

В связи с тем что производство цемента является главной ключевой категорией в секторе, общий тренд выбросов по сектору целиком определяется выбросами от этой категории. Производство цемента, в свою очередь, определяется и зависит от темпов строительства жилого фонда в стране. В сравнении с базовым годом количество выбросов CO₂ в 2024 г. возросло на 60,5 %.

В Беларуси известно применяется в различных областях: в строительстве, для целей рыбоводства, в производстве сахара, бумаги, древесной массы, в процессе стабилизации осадка сточных вод и т. д. Межгодовые изменения производства известны зависят от потребности различных предприятий и количества заключенных договоров на поставку извести. Согласно данным, выбросы от ее производства с 1990 по 2024 г. сократились на 71,1 %.

Проанализировав данные, можно отметить, что динамика выбросов при производстве аммиака (и производственной деятельности), начиная с 2000 г., стабильно возрастает.

Практически весь объем продуктов нефтехимического производства в Беларуси используется в дальнейшем в производственных процессах в качестве сырья, восстановителей / растворителей и т. д. Таким образом, динамика производства нефтехимической продукции за 1990–2024 гг. целиком определяется нуждами предприятий страны в данной продукции.

Заключение

Промышленный сектор Республики Беларусь вносит значимый вклад в генерацию национальных выбросов парниковых газов. Несмотря на то, что его доля в структуре общих эмиссий составляет около 6–7 %, он отличается высокой углеродоемкостью, сложностью технологических циклов, а также ограниченными возможностями для быстрой модернизации, что делает задачу по снижению выбросов особенно актуальной.

Проведенный анализ позволил установить, что ключевыми источниками эмиссий являются предприятия по производству цемента, аммиака и нефтехимической продукции. Эти отрасли характеризуются как большими объемами выбросов CO₂, так и наличием сопутствующих газов с высоким потенциалом глобального потепления. Так, цементная промышленность формирует выбросы за счет процессов кальцинации, химическая – в силу специфики синтеза аммиака и метанола, а нефтехимическая – в процессе переработки углеводородного сырья.

С целью выполнения международных обязательств Республики Беларусь по Парижскому соглашению и обеспечения устойчивого развития национальной экономики среди перспективных приоритетных направлений можно выделить:

- модернизацию оборудования и внедрение наилучших доступных технологий (НДТ), что позволит снизить энергоемкость и сократить удельные выбросы в расчете на единицу продукции;
- развитие технологий улавливания, утилизации и хранения углекислого газа (Carbon Capture, Utilization and Storage), которые рассматриваются в мировой практике как ключевой инструмент декарбонизации отраслей с трудно устранимыми технологическими выбросами [1];

- стимулирование перехода к низкоуглеродным видам сырья и топлива, включая использование возобновляемого водорода, биотоплива и альтернативных материалов;
- совершенствование национальной системы учета и отчетности по выбросам, обеспечивающей прозрачность данных и их сопоставимость с международными стандартами.

Результаты исследования имеют практическую ценность как для государственных органов, так и для предприятий промышленности Республики Беларусь. Они позволяют обратить внимание на вклад отдельных отраслей промышленности в генерацию выбросов парниковых газов и предоставить научное обоснование для оценки экологической эффективности предприятий, что непосредственно связано с устойчивым развитием экономики Беларуси.

Библиографические ссылки

1. Официальный сайт Understanding Carbon Capture Use Storage (CCUS). [Интернет, процитировано 15 апреля 2026]. URL: <https://ccushub.ogci.com/ccus-basics/understa nding-ccus/>
2. Официальный сайт United Nations Environment Programme (2024). Emissions Gap Report 2024: No more hot air ... please! With a massive gap between rhetoric and reality, countries draft new climate commitments. Найроби: ЮНЕП; 2024. 100 с. [Интернет, процитировано 15 апреля 2026]. URL: <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2024>.
3. *Государственный кадастр антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов*. В: Национальный доклад Республики Беларусь за 2025 год. Минск: Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь; 2025. 344 с.
4. Конькова ВМ. *Инвентаризация парниковых газов в Республике Беларусь*. В: Сахаровские чтения 2018 года: экологические проблемы XXI века. В: Маскевича СА, Позняк СС, редакторы. Материалы 18-й международной научной конференции, Минск, 17–18 мая 2018 года. Часть 3. Минск: ИВЦ Министерства финансов Республики Беларусь; 2018. с. 50–51.
5. Руководящие принципы проведения национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК 2006. Том 3. Промышленные процессы и использование продуктов [Интернет, процитировано 15 сентября 2025]. URL: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/russian/vol3.html>.

References

1. The official website of Understanding Carbon Capture Use Storage (CCUS). [Internet, cited 2026 April 15]. Available from: <https://ccushub.ogci.com/ccus-basics/understa nding-ccus/>
2. The official website of United Nations Environment Programme (2024). Emissions Gap Report 2024: No more hot air ... please! With a massive gap between rhetoric and reality, countries draft new climate commitments. Nairobi: UNEP; 2024. 100 p. [Internet, cited 2026 April 15]. Available from: <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2024>.
3. *Gosudarstvennyy kadastr antropogennykh vybrosov iz istochnikov i absorbtzii poglotitelyami parnikovyykh gazov* [State cadastre of anthropogenic emissions from sources and removals by sinks of greenhouse gases]. In: National Report of the Republic of Belarus for 2025. Minsk: Ministry of Natural Resources and Environmental Protection of the Republic of Belarus; 2025. 344 p. Russian.
4. Konkova VM. *Inventarizatsiya parnikovyykh gazov v Respublike Belarus* [Greenhouse Gas Inventory in the Republic of Belarus]. In: Maskevich SA, Poznyak SS, editors. Sakharov Readings 2018: Environmental Problems of the 21st Century: Proceedings of the 18th International Scientific Conference, Minsk, May 17–18, 2018. Part 3. Minsk: ICC of the Ministry of Finance of the Republic of Belarus; 2018. p. 50–51. Russian.
5. IPCC 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 3. Industrial processes and the use of products [Internet, cited 2025 September 15]. Available from: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/russian/vol3.html>.

Статья поступила в редколлегию 30.09.2025.
Received by editorial board 30.09.2025.