

Научная статья  
УДК 620.9:502  
EDN DOPDTU

**Исследование антропогенного воздействия  
на атмосферный воздух при использовании  
попутного нефтяного газа для выработки электроэнергии**

**Наталья Федоровна Двойнова<sup>1</sup>**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
**Зоя Федоровна Кривуца<sup>2</sup>**, доктор технических наук, профессор

<sup>1</sup> Сахалинский государственный университет  
Сахалинская область, Южно-Сахалинск, Россия

<sup>2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия

<sup>1</sup> [dnfsach@yandex.ru](mailto:dnfsach@yandex.ru), <sup>2</sup> [zfk20091@mail.ru](mailto:zfk20091@mail.ru)

*Аннотация.* Представлен анализ основных сценариев использования попутного нефтяного газа для выработки электроэнергии. Учитывая преимущества и недостатки, наиболее доступным и реализуемым является установка и эксплуатация газопоршневых электроустановок. По данным установкам представлен расчет выбросов вредных веществ в атмосферный воздух.

*Ключевые слова:* вредные вещества, атмосферный воздух, электроустановка, техническое обслуживание, расход топлива, попутный нефтяной газ

*Для цитирования:* Двойнова Н. Ф., Кривуца З. Ф. Исследование антропогенного воздействия на атмосферный воздух при использовании попутного нефтяного газа для выработки электроэнергии // Актуальные вопросы энергетики в АПК : материалы всерос. (нац.) науч.-практ. конф. (Благовещенск, 19 декабря 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2025. С. 89–93.

Original article

**Investigation of anthropogenic effects on atmospheric air  
when using associated petroleum gas to generate electricity**

**Natalia F. Dvoynova<sup>1</sup>**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
**Zoya F. Krivutsa<sup>2</sup>**, Doctor of Technical Sciences, Professor

<sup>1</sup> Sakhalin State University, Sakhalin region, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

<sup>2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

<sup>1</sup> [dnfsach@yandex.ru](mailto:dnfsach@yandex.ru), <sup>2</sup> [zfk20091@mail.ru](mailto:zfk20091@mail.ru)

**Abstract.** The analysis of the main scenarios for the use of associated petroleum gas for electricity generation is presented. Considering the advantages and disadvantages, the most affordable and feasible is the installation and operation of gas piston electrical installations. According to these installations, the calculation of emissions of harmful substances into the atmospheric air is presented.

**Keywords:** harmful substances, atmospheric air, electrical installation, maintenance, fuel consumption, associated petroleum gas

**For citation:** Dvoynova N. F., Krivutsa Z. F. Investigation of anthropogenic effects on atmospheric air when using associated petroleum gas to generate electricity. Proceedings from Current issues of energy in the agro-industrial complex: Vserossiiskaya (natsional'naya) nauchno-prakticheskaya konferentsiya. (PP. 89–93), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2025 (in Russ.).

Перспективным направлением минимизации рисков для окружающей среды при эксплуатации факельных систем предприятий является использование сжигаемого попутного нефтяного газа на нужды выработки электроэнергии. Проанализируем три сценария его использования для обеспечения процесса производства электроэнергии:

**1. Местная генерация электроэнергии через газопоршневые электростанции.** Преимущества: мобильность, гибкость в работе, относительно небольшая стоимость, возможность применения фильтрационных элементов. Недостатки: малый диапазон времени между техническим обслуживанием, дополнительные требования безопасности в связи с эксплуатацией на нефтегазовых месторождениях, высокая чувствительность к топливу.

**2. Местная генерация электроэнергии через паровые и парогазовые электростанции.** Преимущества: возможность одновременной генерации тепловой и электроэнергии, возможность применения фильтрационных элементов. Недостатки: необходимость капитального строительства, малая гибкость в работе (большие требования к обслуживающему персоналу), требование подвода воды.

**3. Генерация электроэнергии от двигателя внешнего сгорания (двигателя Стирлинга) при эксплуатации факельной системы закрытого**

**типа.** Преимущества: неизменность технологического процесса и отсутствие необходимости внесения изменения в разрешительную документацию, возможность применения фильтрационных элементов, независимость от качества топлива. Недостатки: малая мощность электрогенерации, сложность с обслуживанием оборудования, трудности с формированием и разработкой проекта, неизменность источника негативного воздействия на окружающую среду (факел и негативное воздействие от него никак не меняются).

*Исходя из преимуществ и недостатков, наиболее доступным и реализуемым является установка и эксплуатация газопоршневых электроустановок, по которым целесообразно провести расчет выбросов вредных веществ в атмосферный воздух.*

**Методика и условия расчетов.** Для эксплуатации месторождений площадки добычи Монги требуется комплекс электрогенерации мощностью не менее 5 МВт (5 000 кВт). При расчете отдадим предпочтение агрегатам производителя из России – модели 12ГДГ49 (GazEcos) мощностью 1,5 МВт с потреблением газа 360 м<sup>3</sup>/час [1], сведенным в систему из четырех агрегатов.

Согласно технической документации и внутренним техническим регламентам предприятия, период эксплуатации одного агрегата до технического обслуживания составляет 2 000 часов непрерывной работы. При таких условиях (при прохождении ТО каждые 2 000 часов по периодам в 7 дней) длительность работы каждого агрегата принимается за 11 месяцев в году.

Согласно методики расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных дизельных установок, с учетом оговорок для газопоршневых электроустановок, установленных методикой по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, указанные газопоршневые электроустановки относятся к категории «В» – мощные, средней быстроходности (номинальная мощность – 1 500 кВт, количество оборо-

*Энергосбережение как способ  
повышения эффективности производства*

тов в минуту – 1 000, число цилиндров – 12). Расход газа одного агрегата составляет 2 894 400 м<sup>3</sup> за 11 месяцев эксплуатации; расход газа звена из четырех агрегатов равен 11 577 600 м<sup>3</sup> за такой же период.

Расчет *максимальных выбросов*  $M_i$  (г/сек) с использованием усредненных показателей производится согласно формуле (1):

$$M_i = \left( \frac{1}{3600} \right) \cdot e_{mi} \cdot P_э^* \quad (1)$$

где  $e_{mi}$  – выброс  $i$ -го вредного вещества на единицу полезной работы стационарной электроустановки на режиме номинальной мощности, г/кВт·час (табл. 1);

$P_э^*$  – эксплуатационная мощность стационарной электроустановки, кВт (по паспорту изготовителя с оговоркой по снижению количества выбросов (Методика по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух)).

**Таблица 1 – Значения выбросов для газопоршневой электроустановки категории «В»  
В граммах на один киловатт-час**

Категория	Выбросы ( $e_{mi}$ )					
	СО	NO <sub>x</sub>	СН	С	СН <sub>2</sub> О	бензапирен
В	5,3	8,4	2,4	0,35	0,1	1,1·10 <sup>-5</sup>

**Результаты расчетов.** Расчет проведен по веществам: СО – оксид углерода, NO<sub>x</sub> – оксиды азота, СН – вещества группы С<sub>1</sub>–С<sub>5</sub>, С – сажа, СН<sub>2</sub>О – формальдегид, бензапирен.

$$M_{CO} = \left( \left( \frac{1}{3600} \right) \cdot 5,3 \cdot 1500 \right) \cdot 0,8 = 1,767 \text{ г/с;}$$

$$M_{NOx} = \left( \frac{\left( \frac{1}{3600} \right) \cdot 8,4 \cdot 1500}{2} \right) = 1,75 \text{ г/с;}$$

$$M_{NO} = 1,75 \cdot 0,8 = 1,4 \text{ г/с;}$$

$$M_{NO_2} = 1,75 \cdot 0,13 = 0,228 \text{ г/с;}$$

$$M_{C_1-C_5} = \left( \frac{1}{3600} \right) \cdot 2,4 \cdot 1500 = 1,0 \text{ г/с;}$$

$$M_{\text{сажа}} = \left( \frac{\left( \frac{1}{3600} \right) \cdot 0,35 \cdot 1500}{15} \right) = 0,01 \text{ г/с};$$

$$M_{\text{CH}_2\text{O}} = \left( \frac{\left( \frac{1}{3600} \right) \cdot 0,1 \cdot 1500}{15} \right) = 0,003 \text{ г/с};$$

$$M_{\text{бензапирен}} = \left( \frac{\left( \frac{1}{3600} \right) \cdot 0,000011 \cdot 1500}{20} \right) = 0,00000023 \text{ г/с}$$

**Закключение.** Проведенные исследования показали, что источник негативного воздействия характеризуется наличием огромного потенциала отрицательно воздействия на окружающую среду, а также экономическими рисками для эксплуатирующей организации.

#### **Список источников**

1. Двойнова Н. Ф., Кривуца З. Ф. Влияние добычи, транспортировки энергоносителей на окружающую природную среду // Актуальные вопросы энергетики в АПК : материалы всерос. (нац.) науч.-практ. конф. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2024. С. 91–97.

#### **References**

1. Dvoynova N. F., Krivutsa Z. F. The impact of energy extraction and transportation on the environment. Proceedings from Current issues of energy in the agro-industrial complex: *Vserossiiskaya (natsional'naya) nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 91–97), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

© Двойнова Н. Ф., Кривуца З. Ф., 2025

Статья поступила в редакцию 13.12.2024; одобрена после рецензирования 24.12.2024; принята к публикации 30.01.2025.

The article was submitted 13.12.2024; approved after reviewing 24.12.2024; accepted for publication 30.01.2025.