



# Kogeneratsiya va toza havo

Mehriya A. Koroli <sup>1, a)</sup>, Bekzod B. Oppokhuzhaev <sup>1</sup>

<sup>1, a)</sup> Fan nomzodi, prof. Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent, 100095, O'zbekiston; [mkoroly@list.ru](mailto:mkoroly@list.ru); <https://orcid.org/0000-0002-4113-0923>

<sup>1</sup> Magistratura talabasi, Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent, 100095, O'zbekiston.

**Dolzarbligi:** hozirgi vaqtda respublikaning yoqilg'i-energetika kompleksi inqiroz holatida. Inqirozning asosan, ayrim mintaqalar va iste'molchilarni yoqilg'i, elektr va issiqlik energiyasi bilan ta'minlashning buzilishi va uzilishi odatiy holga aylanishida namoyon bo'lmoqda. Ushbu vaziyatning eng istiqbolli echimlaridan biri bu kichik energetikani rivojlantirishdir. Elektr va issiqlik energiyasini birgalikda ishlab chiqarish jarayoni kogeneratsiya katta salohiyatga ega, bu boshqa narsalar qatori mamlakat iqtisodiyotini rivojlantirishga imkon beradi.

**Maqsad:** ifloslantiruvchi moddalarning emissiyasini hisoblash orqali elektr va issiqlik energiyasini birgalikda ishlab chiqarilishini ko'rsatish, ya'ni. kogeneratsiya atmosfera havosining haddan tashqari ifloslanishiga olib kelmaydi.

**Usullari:** ifloslantiruvchi moddalar va quruq tutun gazlari chiqindilarini hisoblash, shuningdek normativ ma'lumotlar bilan qiyosiy tahlil qilish.

**Natijalar:** mini-IEMni joriy etish, uning texnologik afzalliklaridan tashqari, pul va energiyani tejash, ekologik xavfsizlik, mintaqaning energetika tarmog'ini rivojlantirish va umuman davlat iqtisodiyotini yaxshilash uchun muhim istiqbolni ta'minlaydi. Shu bilan birga, tabiiy gazni yoqish jarayonida hosil bo'ladigan barcha ifloslantiruvchi moddalarning konsentratsiyasi ruxsat etilgan chegaralarda bo'ladi.

**Kalit so'zlar:** energiya, energiya tejoychi texnologiyalar, kogeneratsiya, elektr energiyasi, issiqlik energiyasi, gaz porshenli stansiyalar, mini-IEM, ekologiya.

# Когенерация и чистый воздух

Мехрия А. Короли <sup>1, a)</sup>, Бекзод Б. Оппокхужаев <sup>1</sup>

<sup>1, a)</sup> PhD, проф. Ташкентский государственный технический университет, Ташкент, 100095, Узбекистан; [mkoroly@list.ru](mailto:mkoroly@list.ru); <https://orcid.org/0000-0002-4113-0923>

<sup>1</sup> Магистрант, Ташкентский государственный технический университет, Ташкент, 100095, Узбекистан.

**Актуальность:** в настоящий момент топливно-энергетический комплекс республики переживает кризисное состояние. Основное проявление кризиса заключается в том, что обыденным явлением становятся нарушения и перебои снабжения отдельных регионов и потребителей топливом, электрической и тепловой энергией. Одним из наиболее перспективных решений сложившейся ситуации является развитие малой энергетики. Большим потенциалом здесь обладает процесс совместной выработки электрической и тепловой энергии - когенерация, которая помимо всего прочего дает возможность усиление развития экономики страны.

**Цель:** показать расчётом выбросов загрязняющих веществ, что комбинированная выработка электроэнергии и тепла, т.е. когенерация, не приводит к сверхнормативному загрязнению атмосферного воздуха.

**Методы:** расчет выбросов загрязняющих веществ и сухих дымовых газов, а также сопоставительный анализ с нормативными данными.

**Результаты:** внедрение мини-ТЭЦ, помимо своих технологических преимуществ в экономии средств и энергии, экологической безопасности, даёт существенную перспективу развития энергетики района и повышение всей экономики государства в целом. При этом концентрация загрязняющих веществ, образующихся при сжигании природного газа, остаётся в пределах допустимых квот.

**Ключевые слова:** энергетика, энергосберегающие технологии, когенерация, энергия электрическая, энергия тепловая, газопоршневые установки, мини-ТЭЦ, экология.

# Cogeneration and Clean Air

Mekhriya A. Koroli <sup>1, a)</sup>, Bekzod B. Oppokhuzhaev <sup>1</sup>

<sup>1, a)</sup> PhD, prof. Tashkent State Technical University, Tashkent, 100095, Uzbekistan; [mkoroly@list.ru](mailto:mkoroly@list.ru); <https://orcid.org/0000-0002-4113-0923>

<sup>1</sup> Master's student, Tashkent State Technical University, Tashkent, 100095, Uzbekistan.

**Relevance:** at present, the fuel and energy complex of the republic is experiencing a crisis. The main manifestation of the crisis is that disruptions and interruptions in the supply of fuel, electricity and heat to individual regions and consumers are becoming commonplace. One of the most promising solutions to the current situation is the development of small-scale energy. The process of joint generation of electricity and heat - cogeneration has great potential here, which, among other things, provides an opportunity for the development of the country's economy.

**Aim:** to show by calculating emissions of pollutants that the combined production of electricity and heat, i.e. cogeneration, does not lead to excess air pollution.

**Methods:** calculation of emissions of pollutants and dry flue gases, as well as comparative analysis with regula-

**For citation:** M.A. Koroli, B.B. Oppokhuzhaev. Cogeneration and Clean Air. Scientific and technical journal of Problems of Energy and Sources Saving, 2024, no. 4, pp. 20-26.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14562731>

Received: 14.10.2024

Revised: 14.11.2024

Accepted: 15.12.2024

Published: 27.12.2024

**Copyright:** © Mekhriya A. Koroli, Bekzod B. Oppokhuzhaev, 2024. Submitted to Problems of Energy and Sources Saving for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



tory data.

**Results:** the introduction of mini-Thermal power plant, in addition to its technological advantages in saving money and energy, environmental safety, provides significant prospects for the development of the energy sector of the region and an increase in the entire economy of the state as a whole. At the same time, the concentration of all pollutants formed during combustion of natural gas are within the quotas permitted.

**Key words:** energy, energy-saving technologies, cogeneration, electric energy, thermal energy, gas piston units, mini- Thermal power plant, ecology.

## 1. Введение (Introduction)

В настоящий момент в топливно-энергетическом комплексе республики появляются нарушения и перебои снабжения отдельных районов и потребителей топливом, электрической и тепловой энергией. Одним из наиболее перспективных решений повышения качества энергоснабжения является развитие малой энергетики. Кроме этого, большим потенциалом повышения энергоэффективности обладает модернизация котельных на газе в малые и мини-ТЭЦ для совместной выработки электрической и тепловой энергии в режиме когенерации, которая дает также возможность выполнить обязательства Узбекистана по Парижскому соглашению уменьшением различных выбросов.

Когенерация есть термодинамическое производство двух или более форм полезной энергии из одного первичного источника энергии.

Самым оптимальным из когенерационных установок являются газопоршневые установки (мини-ТЭЦ). Когенерация оптимизирует потребление природного газа - снижаются затраты на приобретение газа, требования к газовой инфраструктуре и беспокойство касательно запасов газа. Когенерация снижает потребности в новых линиях электропередачи - позволяет избежать строительства дорогостоящих и опасных высоковольтных линий, так как значительная часть необходимой электроэнергии производится на месте её потребления.

Мини-ТЭЦ, относящиеся к распределенной энергетике, в будущем могут значительно уменьшить капитальные вложения и уменьшить стоимость новой энергии. С когенерационными системами, расположенными в непосредственной близости от потребителя, практически исключаются и потери электроэнергии при её передаче.

В настоящее время, как во всем мире, так и в Узбекистане, уделяется большое внимание энергосберегающим технологиям, которое базируется на строительстве и вводе в эксплуатацию мини-ТЭЦ, для совместного производства тепловой и электрической энергии. В Узбекистане стало перспективным развитие промышленности, уделяется внимание строительству жилых комплексов, населенных пунктов и расширению городов. В связи, с чем увеличивается потребность в энергоресурсах,

В данной работе основополагающим определением преимущества использования когенерации, а также специфика применения когенерационных установок в условиях Республики Узбекистан и решение экологических проблем на основе опытно-экспериментального проекта автономного энергообеспечения в Чиланзарском районе в махаллях Октепа и Богзор города Ташкента.

Энергетические и экологические проблемы тесно переплетены, потому что практически невозможно производить, транспортировать или потреблять энергию без серьезного воздействия на окружающую среду.

Развитие современного техногенеза связано с ростом народонаселения, экономики, в том числе энергетики. Цивилизация активно влияет на атмосферу, выжигая свободный кислород, производя и выделяя огромное количество парниковых газов, в частности  $\text{CO}_2$  при сжигании первичного органического топлива. Для того, чтобы осознать масштабы этого влияния, достаточно отметить следующий факт. Если в 1900 году всей мировой экономикой было сожжено примерно  $4 \cdot 10^{11}$  кг угля и нефти, то в течении XX века потребление углеводородного топлива возросло более, чем в 30 раз и к концу столетия превысило  $12 \cdot 10^{12}$  кг в год. При этом коэффициент полезного действия большинства энерготехнологий не превышает 30–40 %, как следствие, значительная часть энергии и энтропии энергетических производств поставляется в окружающую природную среду. В результате нарушается равновесие планеты как термодинамической системы, сложившееся на протяжении предшествующих десятков тысяч лет, в которую вносится беспорядок и хаос за счет уменьшения свободной энергии и увеличения энтропии [1].

Экологические проблемы, напрямую связанные с производством и потреблением энергии, включают в себя: загрязнение воздуха, воды, термическое загрязнение и загрязнение твердыми отходами. Выбросы загрязняющих веществ в воздух в результате сжигания минерального топлива являются основной причиной загрязнения воздуха в городах. Экологические проблемы возрастают с расширением использования энергии, и этот факт при ограниченности энергетической базы становится очень важным.



Комбинированная выработка электроэнергии и тепла — или когенерация — это способ выработки электрической энергии, при котором полезно используется тепло, высвобождающееся в процессе выработки электроэнергии. Тем самым достигается очень высокая эффективность использования энергии, содержащейся в топливе. Одновременно благодаря этому процессу минимизируются потери, возникающие при традиционной выработке электроэнергии. Благодаря эффективному использованию „бросового тепла“ при комбинированной выработке электричества и тепла возникает экономия до 70 % содержащейся в топливе энергии по сравнению с отдельной выработкой электричества и тепла.

## 2. Методы и материалы (Methods and materials)

Когенерация — признанный во всем мире эффективный способ производства тепловой и электрической энергии. Когенерация позволяет не только добиться максимального КПД, что автоматически ведет к снижению затрат на генерацию энергии и ее удешевлению, но также существенно улучшает экологические показатели.

Когенерационные установки активно применялись в Европе, в частности в Великобритании, Финляндии, Дании, Голландии еще в 1980-е годы, а в некоторых странах и того раньше, к глобальному пониманию преимуществ когенерации европейцы пришли относительно недавно — в середине 1990-х годов. В 1994 году на уровне Евросоюза было принято решение о содействии процессу расширения практики когенерации. По планам ЕС если производство энергии, вырабатываемой когенерационными установками увеличить на 20% от общего объема производства энергии, то как полагают специалисты, это сократит выбросы углекислого газа в атмосферу более чем на 100 млн тонн в год [2].

При работе мини-ТЭЦ с газопоршневыми и газотурбинными двигателями на природном газе в атмосферу выбрасываются оксиды азота и оксид углерода. Для мини-ТЭЦ с дизельными двигателями: оксиды азота, оксид углерода, углеводороды, сажа, диоксид серы, формальдегид, 3,4 бенз(а)пирен [3], что может привести как в городских, так и в сельских районах к образованию мелкодисперсных твердых частиц, воздействие которых влечет за собой инсульты, сердечные заболевания, рак легких, а также острые и хронические респираторные заболевания.

**Описание объекта.** Основанием для проектирования было Постановление Президента Республики Узбекистан от 20.01.2023 г. № 23 «Об оперативных мерах по реализации опытно-испытательных проектов в целях обеспечения населения г.Ташкента дополнительной тепловой и электрической энергией».

До применения когенерации обеспечение теплом потребителей махаллей «Октепа» и «Богзор» на 7 квартале Чиланзарского района осуществляется централизованно от ТашТЭЦ, работающей на природном газе.

Состав потребителей рассматриваемого района включает в себя:

– 50 многоэтажных жилых домов махаллей «Октепа» и «Богзор» (3105 квартир, 5713 человек проживающих);

– социальные объекты (в том числе: 4-х этажные – 40 ед., 5-ти этажные – 5 ед., 9-ти этажных – 4 ед., 1-но этажные – 5 ед.).

Общая отапливаемая площадь составляет – 120740 м<sup>2</sup>, жилая площадь – 83400 м<sup>2</sup>, школы, детсады, поликлиники – 19513 м<sup>2</sup>.

Объект расположен на следующих координатах и высоте. Широта: 41.2964498, долгота: 69.2106921, высота участка над уровнем моря: 426 метров над уровнем моря.

Потребность в увеличении объемов теплоснабжения, и в то же время невозможность использования на полную мощность устаревших теплосетей и устаревшего оборудования, вызвало необходимость в реконструкции системы централизованного теплоснабжения и повышения энергоэффективности. Одним из перспективных направлений для решения этой проблемы является внедрение современного оборудования с высоким КПД. Реализация проекта позволила увеличить надежность и стабильность обеспечения теплом и горячей водой потребителей махаллей «Октепа» и «Богзор» 7 квартала Чиланзарского района г.Ташкента, снизить потери тепла в сетях, уменьшить аварийные риски подаче тепла потребителям, а также расходы топлива при выработке тепла и горячей воды.

При переходе на децентрализованную систему теплоснабжения предусмотрена реконструкция системы теплоснабжения с переводом ее на «закрытую» схему с установкой индивидуальных тепловых пунктов (далее – ИТП) в каждом объекте, реконструкция тепловых сетей для транспортировки тепловой энергии до потребителя в подземном исполнении с использованием пенополиуретановых труб (ППУ-труб) и установка ИТП в каждом объекте.

В котельной установлено:

– 2 единицы водогрейных котлов серии КВа мощностью 12,5 МВт (10,75ГКал/час);

– 2 ед. газопоршневых установок (ГПУ) марки TCG 3020 V20 мощностью 2,3 МВт.

Общая установленная мощность котельной составляет 29,6 МВт.



**Рис. 1.** Установка водогрейных котлов серии КВа, мощностью 1,5 МВт (10,75 Гкал/час) (источник: фото автора)

**Fig. 1.** Installation of KVa series hot water boilers, with a capacity of 1.5 MW (10.75 Gcal/hour) (source: author's photo)

Газопоршневая установка (ГПУ) работает на базе газо-поршневого двигателя внутреннего сгорания и генератора переменного тока. Технология работы газопоршневой установки предусматривает выработку одновременно двух ресурсов – электрической энергии и тепла. «Сердцем» газо-поршневой установки является газовый двигатель, соединенный на одном валу и установленный на одной раме с генератором переменного тока. Топливом для двигателя является природный газ.

Газо-поршневые установки отличаются простотой, надежностью и высоким КПД. Электрический КПД газо-поршневых установок считается высоким и при работе на природном газе составляет ~ 44-48%. Температура выхлопных газов на выходе из двигателя газопоршневой установки ~  $390 \pm 10^\circ \text{C}$ . Такая температура не позволяет производить большое количество тепловой энергии. Соотношение выдачи двух видов энергий равно 1:1, то есть на 1 МВт установленной электрической мощности можно получить 1 МВт тепловой энергии. Система охлаждения газопоршневых установок жидкостная.

Средний уровень шумов, производимых газопоршневой установкой, составляет 75-78 дБА. Для снижения уровня шума двигателя предусмотрен глушитель выхлопных газов, работа которого основана на реактивном и поглощающем затухании [4].

### 3. Результаты (Results)

**Расчет выбросов загрязняющих веществ** Эксплуатация вводимой районной котельной сопровождается выбросом в окружающую среду загрязняющих веществ шести наименований.

Выброс загрязняющих веществ происходит при сжигании природного газа в общем количестве 7193,1 тыс.м<sup>3</sup>/год.

– по водяному котлу КВа (на 1 ед) – 1450 Нм<sup>3</sup>/ч или 3596,0 тыс.Нм<sup>3</sup>/год;

– по ГПД TCG 3020 V20 (на 1 ед.) – 550,0 Нм<sup>3</sup>/ч или 0,550 тыс.Нм<sup>3</sup>/год.

Выбросы от котлов КВа осуществляются через дымовую трубу высотой 15 м и диаметром 1,0 м и от 2 дымовых труб высотой 15 м и диаметром 0,8 м.

Поставляемый в котельную газ является бессернистым, в связи с чем образование сернистого ангидрида не предвидится.

Образование бенз(а)пирена также не предвидится, так как содержание кислорода (O<sub>2</sub>) в отходящих дымовых газах составляет около 15 %. Коэффициент избытка воздуха (а) рассчитывается по формуле  $a = 21 / (21 - O_2)$ , что равно а – 3,5. При таком избытке воздуха происходит полное сжигание углеводородов газа без образования бенз(а)пирена. Согласно произведенным расчетам, в атмосферный воздух при сжигании природного газа в количестве 7193,1 тыс.м<sup>3</sup>/год, будут поступать загрязняющие вещества в количестве 158,7716 т/год.

**Расчет выбросов загрязняющих веществ:**

Источник №1 – Газопоршневая установка TCG 3020 V20.

Расчет расхода газа:

Низшая теплота сгорания газа – 8250 ккал/нм<sup>3</sup> 34,535 МДж/м<sup>3</sup>. Время работы – 8322 ч/г.

Расход топлива, В – 550 м<sup>3</sup>/ч ( 0,153 м<sup>3</sup>/с) или 4577,109 тыс. м<sup>3</sup>/год.



### Расчет сухих дымовых газов:

Расчет сухих дымовых газов проведен по формуле:

$$V_c = V_r + (a - 1) \times V_o - V_{H_2O}, \quad (1)$$

где  $V_c$  - объем сухих дымовых газов,  $\text{нм}^3/\text{нм}^3$ ;  $V_r$  - теоретический объем дымовых газов,  $\text{нм}^3/\text{нм}^3$ ;  $V_o$  - теоретический объем воздуха для горения,  $\text{нм}^3/\text{нм}^3$ ;  $V_{H_2O}$  - теоретический объем водяных паров,  $\text{нм}^3/\text{нм}^3$ ;  $a$  - коэффициент избытка воздуха;

### Расчет сухих дымовых газов.

$V_r - 10,896 \text{ нм}^3/\text{нм}^3$ ;  $V_o - 9,714 \text{ нм}^3/\text{нм}^3$ ;  $V_{H_2O} - 2,171 \text{ нм}^3/\text{нм}^3$ ;  $a - 1,4$ ;

$V_c - 10,896 + (1,4 - 1) \times 9,714 - 2,171 = 12,611 \text{ нм}^3/\text{нм}^3$ .

### Удельные выбросы:

Диоксид азота - 72 ppm или 137,700 мг/м<sup>3</sup>.

Оксид азота - 11,7 ppm или 14,594 мг/м<sup>3</sup>.

Оксид углерода - 265 ppm или 308,570 мг/м<sup>3</sup>.

Формальдегид - 24 ppm или 29,961 мг/м<sup>3</sup>.

Метан - 170 ppm или 113,074 мг/м<sup>3</sup>.

Сажа - 10 мг/м<sup>3</sup>.

Расчет выбросов в атмосферный воздух ведется по формуле:

$$M = C \times V_c \times B \times 0,000278; \quad (2)$$

где  $C$  - массовая концентрация загрязняющего вещества в сухих дымовых газах при стандартном коэффициенте избытка воздуха  $a_0 = 1,4$  и нормальных условиях;

0,000278 - коэффициент пересчета.

Диоксид азота -  $137,700 \times 12,611 \times 0,550 \times 0,000278 = 0,26551 \text{ г/с}$  и  $7,9545 \text{ т/г}$ .

Оксид азота -  $14,594 \times 12,611 \times 0,550 \times 0,000278 = 0,02814 \text{ г/с}$  и  $0,8431 \text{ т/г}$ .

Оксид углерода -  $308,570 \times 12,611 \times 0,550 \times 0,000278 = 0,59498 \text{ г/с}$  и  $17,8251 \text{ т/г}$ .

Формальдегид -  $29,961 \times 12,611 \times 0,550 \times 0,000278 = 0,05777 \text{ г/с}$  и  $1,7308 \text{ т/г}$ .

Метан -  $113,074 \times 12,611 \times 0,550 \times 0,000278 = 0,21803 \text{ г/с}$  и  $6,5319 \text{ т/г}$ .

Сажа -  $10 \times 12,611 \times 0,550 \times 0,000278 = 0,01928 \text{ г/с}$  и  $0,5777 \text{ т/г}$ .

Расчет объема дымовых газов проведен по формуле:

$$V_n = (V_r + (a - 1) \times V_o) \times B / 3600 \times (273 + T) / 273, \quad (3)$$

где  $V_n$  - объем дымовых газов, м<sup>3</sup>/с;  $V_r$  - теоретический объем дымовых газов,  $\text{нм}^3/\text{нм}^3$ ;  $V_o$  - теоретический объем воздуха для горения,  $\text{нм}^3/\text{нм}^3$ ;  $a$  - коэффициент избытка воздуха в котле;  $B$  - расход топлива, м<sup>3</sup>/ч;  $T$  - температура отходящих газов, °C.

### Расчет дымовых газов, м<sup>3</sup>/с:

$V_r - 10,896 \text{ нм}^3/\text{нм}^3$ ;  $V_o - 9,714 \text{ нм}^3/\text{нм}^3$ ;  $a - 2,211$ ;

$B - 153,0 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $T - 90 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

$V_n = (10,896 + (2,211 - 1) \times 9,714) \times 0,153 \times (273 + 120) / 273 = 5,024 \text{ нм}^3/\text{с}$ .

Аналогично выполнены расчеты по выбросам остальных источников.

## 4. Обсуждение (Discussion)

### Анализ видов воздействия на окружающую среду района строительства котельной

Согласно произведенным расчетам при эксплуатации устанавливаемого котельного оборудования, в атмосферный воздух при сжигании природного газа в количестве 7193,1 тыс.м<sup>3</sup>/год, поступают загрязняющие вещества в количестве 158,7716 т/год.

Вклад каждого загрязняющего вещества в валовый выброс составляет:

Диоксид азота - 38,0617 т/год (23,97% от массы выбросов).

Оксид азота - 5,2860 т/год (3,33% от массы выбросов).

Оксид углерода - 97,3472 т/год (61,56% от массы выбросов).

Формальдегид - 3,4615 т/год (2,18% от массы выбросов).

Метан - 13,0638 т/год (8,23% от массы выбросов).

Сажа - 1,1553 т/год (0,73% от массы выбросов) Основной вклад в состав выбросов вносится оксидом углерода.

Выброс загрязняющих веществ осуществляется посредством дымовых труб, высотой 15 м: дымовых труб диаметром 1,0 м от 2 ед. котлов КВа и дымовых труб диаметром 0,8 м от ГПУ.

Для определения уровня воздействия выбросов от источников котельной на атмосферный воздух проведен расчет концентраций загрязняющих веществ по программе «Эколог» на площади 1,0×1,5 км с шагом 0,05 км. В качестве исходных данных использовались технические характеристики источников выбросов, метеорологические характеристики и коэффициенты, определяющие характер рассеивания химических веществ в атмосфере рассматриваемого района.

Результаты расчета уровня загрязнения атмосферы веществами, выбрасываемых в атмосферу от источников выбросов котельной представлена в табл.1.

**Таблица 1.** Характеристика загрязняющих веществ**Table 1.** Characteristics of pollutants

№	Наименование вещества	ПДК м.р. или ОБУВ мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	(доли ПДК)	Мак-ная кон-ция за пред. пром-площ (доли ПДК)	Соответствие установленной квоте (+/-)	После реализации проекта	
							в атмосферу, т/год	выбросы
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Диоксид азота	0,085	2	0,20	0,18	+	38,0617	23,97
2	Оксид азота	0,6	3	0,25	0,03	+	5,2860	3,33
3	Оксид углерода	5	4	0,33	0,05	+	97,7432	61,56
4	Формальдегид	0,035	2	0,20	0,02	+	3,4615	2,18
5	Метан	50	4	0,33	См<0,01*	+	13,0638	8,23
6	Сажа	0,15	3	0,25	0,02	+	1,1553	0,73
<b>Итого</b>							<b>158,7716</b>	<b>100,00</b>

\*- суммарная максимальная концентрация создаваемая выбросами данного вещества, меньше коэффициента целесообразности  $E3 = 0,1$  (для данного вещества расчет концентраций не проводился).

По расчетным данным был определен следующий уровень загрязнения атмосферного воздуха за границей предприятия:

Диоксид азота Максимальная концентрация в атмосферном воздухе за границей участка составляет 0,18 ПДК при установленной квоте 0,2 ПДК.

Оксид азота Максимальная концентрация в атмосферном воздухе за границей участка составляет 0,03 ПДК при установленной квоте 0,25 ПДК.

Оксид углерода. Максимальная концентрация в атмосферном воздухе за границей участка составляет 0,05 ПДК при установленной квоте 0,33 ПДК.

Формальдегид. Максимальная концентрация в атмосферном воздухе за границей участка составляет 0,02 ПДК при установленной квоте 0,2 ПДК.

Метан. Максимальная концентрация в атмосферном воздухе за границей участка составляет менее 0,01 ПДК при установленной квоте 0,33 ПДК.

Сажа. Максимальная концентрация в атмосферном воздухе за границей участка составляет 0,02 ПДК при установленной квоте 0,25 ПДК [5,6,7].

Проведенный анализ литературных источников и сопоставительный анализ показал, что при использовании когенерации наблюдается значительный энергосберегающий эффект в виде одновременной выработки тепловой и электрической энергии и не привела к сверхнормативному загрязнению атмосферного воздуха.

Нельзя не отметить, что переход на децентрализованную систему теплоснабжения для производства горячей воды для систем отопления и горячего водоснабжения более эффективно и экономично, нежели работа централизованных систем теплоснабжения зданий и сооружений.

## 5. Заключение (Conclusion)

Рассмотрев особенности построение мини-ТЭЦ, с точки зрения их классификации реализации, проектирования, различных видах компоновки, схемных решений и т.д. Можно утверждать, что внедрение мини-ТЭЦ, помимо своих технологических преимуществ в экономии средств и энергии, экологической безопасности, даёт существенную перспективу развития энергетики района и повышение всей экономики государства в целом.

1. Проведенные расчеты показали, что концентрации всех загрязняющих веществ, образующихся при сжигании природного газа, будут в пределах разрешенных Госкомэкологией РУз квот.

2. Реализация проектов строительства районной котельной и реконструкции теплопровода в 7 квартале Чиланзарского района г.Ташкена не привела к сверхнормативному загрязнению атмосферного воздуха.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маляренко В. А. Введение в инженерную экологию энергетики учебное пособие. - Харьков Издательство САГА, 2008. – 243 с.



2. Смирнов А. Когенерация — в борьбе за чистый воздух европейских городов // Обзорные Технологии обеспечения автономного энергоснабжения, CNews Analytics – 2008.
3. Соснина Е.Н., Маслеева О.В., Пачурин Г.В., Филатов Д.А. Экологическое воздействие мини-тэц с газопоршневыми и дизельными двигателями на окружающую среду // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 6-1. – с. 76-80.
4. Строительство районной котельной со строительством тепловых сетей в МФЙ «Октепа» и «Богзор» на 7квартале Чиланзарского района г, Ташкента (Проект ЗВОС).
5. СанПиН № 0350-17 «Санитарные нормы и правила по охране атмосферного воздуха населенных мест Республики Узбекистан».
6. СанПиН РУз №293- 11 «Гигиенические нормативы. Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых мест на территории Республики Узбекистан»
7. СанПиН РУз №29 - 11 «Гигиенические нормативы. Перечень предельно допустимых концентраций(ПДК) загрязняющих веществ в рабочей зоне».

## REFERENCES

1. Maliarenko V. A. Introduction to Engineering Ecology of Power Engineering, a textbook, Kharkov, SAGA Publishing House, 2008. – 243 p. (In Russ.).
2. Smirnov A. Cogeneration — in the fight for clean air in European cities // Review of Autonomous Power Supply Technologies, CNews Analytics – 2008. (In Russ.).
3. Sosnina E. N., Masleeva O. V., Pachurin G. V., Filatov D. A. Environmental impact of mini-CHPs with gas piston and diesel engines on the environment // Fundamental research. – 2013. – No. 6-1. – p. 76-80. (In Russ.).
4. Construction of a district boiler house with the construction of heating networks in the Oktepa and Bogzzor MFYs in the 7th quarter of the Chilanzar district of Tashkent (ZVOS Project).
5. Sanitary rules and regulations No. 0350-17 "Sanitary norms and regulations for the protection of atmospheric air in populated areas of the Republic of Uzbekistan". (In Russ.).
6. Sanitary rules and regulations of the Republic of Uzbekistan No. 293- 11 "Hygienic standards. List of maximum permissible concentrations (MPC) of pollutants in the atmospheric air of populated areas on the territory of the Republic of Uzbekistan". (In Russ.).
7. Sanitary rules and regulations of the Republic of Uzbekistan No. 29- 11 "Hygienic standards. List of maximum permissible concentrations (MPC) of pollutants in the working area". (In Russ.).