



*Присвячується
Дню Довкілля*

XX ВСЕУКРАЇНЬСЬКА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ
АСПРАНТІВ І СТУДЕНТІВ

**«ОХОРОНА
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА
ТА РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ
ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ»**

ЗБІРКА ДОПОВІДЕЙ

Том 1

Донецьк - 2010

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ДЕРЖАВНЕ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО
СЕРЕДОВИЩА В ДОНЕЦЬКІЙ ОБЛАСТІ
ДЕРЖАВНА ЕКОЛОГІЧНА ІНСПЕКЦІЯ В ДОНЕЦЬКІЙ ОБЛАСТІ



Присвячується Дню Довкілля

XX ВСЕУКРАЇНЬСЬКА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ
АСПРАНТІВ І СТУДЕНТІВ

**«ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА
ТА РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ
ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ»**

13 -15 квітня 2010 року

ЗБІРКА ДОПОВІДЕЙ

Том 1

Донецьк-2010

УДК 330.15

Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів/
Збірка доповідей XX Всеукраїнської наукової конференції аспірантів і студентів. Т. 1 -
Донецьк: ДонНТУ, ДонНУ, 2010. – 243 с.

У збірці наведені доповіді XX Всеукраїнської наукової конференції аспірантів і студентів "Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів" (проведена згідно плану за листом Міністерства освіти і науки України від 13 січня 2010 року № 1/9-2), в яких узагальнюються підсумки науково-технічної творчості студентів і аспірантів вищих навчальних закладів України з екологічної тематики за останні роки. Особлива увага приділяється дослідженням і розробкам, присвяченим вирішенню екологічних проблем техногенно напруженого Донецько-Придніпровського регіону.

Конференція присвячується Дню Довкілля.

У цій частині розглянуті питання знешкодження газових викидів, рекуперації промислових відходів, очищення стічних вод, обладнання екологічно чистих технологій та захисту біосфери, проблем сталого розвитку суспільства, фітооптимізації техногенного середовища та охорони рослинного світу.

У тексті доповідей підкреслені ініціали та прізвища наукових керівників студентських робіт. Автори робіт несуть відповідальність за достовірність результатів досліджень та якість тексту доповідей.

У доповідях вміщені практичні рекомендації та пропозиції, втілення яких може призвести до поліпшення екологічного стану в Україні. Матеріали збірки доповідей можуть бути використані спеціалістами, які займаються питаннями охорони навколишнього середовища та раціонального використання природних ресурсів.

Редакційна колегія:

докт. техн. наук С.О. Башков (відповідальний редактор)
канд. техн. наук А.І. Папасенко (відповідальний секретар)

канд. техн. наук Ю.М. Білогуров, докт. хім. наук В.В. Шаповалов,
канд. хім. наук О.А. Трошина, канд. техн. наук А.А. Топоров,
канд. хім. наук Л.В. Чайка, докт. біол. наук, член-кор. НАН України О.З. Глухов

Над збіркою працювали: О.М. Калініхін, О.В. Куликовська, А.А. Берестова,
О.О. Акусова, А.І. Сафонов, О.В. Кочина

ЗМІСТ ЗБІРКИ

	Стор.
ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ.....	4
СЕКЦІЯ ЗНЕШКОДЖЕННЯ ГАЗОВИХ ВИКИДІВ.....	10
СЕКЦІЯ РЕКУПЕРАЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ.....	42
СЕКЦІЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД.....	70
СЕКЦІЯ ОБЛАДНАННЯ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ЗАХИСТУ БІОСФЕРИ.....	98
СЕКЦІЯ ПРОБЛЕМ СТАЛОГО РОЗВИТКУ СУСПІЛЬСТВА.....	138
СЕКЦІЯ ФІТООПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОГЕННОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ОХОРОНИ РОСЛИННОГО СВІТУ.....	156
ЗМІСТ.....	240

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

В.К. Костенко. Екологічні проблеми вугледобувної галузі України	1
В.И. Рабошанка, Р.И. Латтев, Г.Н. Молодяк, Е.В. Фурман. О роли полевой практики в процессе подготовки специалистов-экологов	1
СЕКЦІЯ ЗНЕШКОДЖЕННЯ ГАЗОВИХ ВИКИДІВ	
С.В. Волошина, Г.Г. Пятыхин. Анализ экспериментальных исследований по подавлению окислов азота при сжигании твердых топлив	10
Ю.В. Гальперина, Д.Е. Муравьева, А.Л. Попов. Уменьшение выбросов вредных веществ в атмосферу для улучшения экологической ситуации на ТЭЦ-ПВС ЗАО "Донецксталь"	17
И.С. Ищенко, В.В. Бодрыга, Ф.В. Недопекин. Экологическая проблема утилизации графитовой следи	14
Н.М. Левшова, О.В. Коваленко, Е.К. Сафонова. Снижение вредных выбросов отходящих газов в атмосферу путем совершенствования сжигания топлива	16
К.С. Руденко, М.И. Пуляева, А.Н. Лебедев. Снижение вредных выбросов NOx в атмосферу при работе водогрейного жаротрубного котла тепловой мощности 1 МВт	18
Г.А. Романенко, А.С. Толстых, И.Д. Романенко. Очистка технологических газов от оксида углерода и NOx в каталитическом реакторе роторного типа	19
М.И. Пуляева, К.С. Руденко, А.Н. Лебедев. Определение выбросов вредных веществ при переносе одноэтажного жилого дома с индивидуальным отоплением с твердого на газообразное топливо	20
А.О. Стражев, І.С. Марасін, Ю.О. Боев. Удосконалення способу визначення раціональних параметрів температури газів, що відходять, в залежності від зовнішнього коефіцієнта тепловіддачі	21
І.В. Сотнікова, С.П. Висоцький. Вимірювання викидів шкідливих речовин з використанням газониміровальних систем "ДОЗОР-С"	22
В.Д. Боркун, С.В. Соломенцев, В.И. Илющенко. Перспективы решения проблем снижения вредных выбросов на ТЭС	29
Ю.О. Шевченко. Каталитичні методи в коксохімічній промисловості як засіб охорони довкілля	30
Е.А. Филактова, Е.К. Плыгун, Г.Г. Пятыхин. Особенности подогрева горючей смеси в ДВС	31
О.В. Куликовская, В.В. Шаповалов. Особенности поглощения диоксида углерода (IV) в системах CaO - LiNO ₃	32
Ю.В. Яценко, А.Ю. Собко. Оценка риска при загрязнении атмосферного воздуха аммиаком на животноводческих комплексах	35
Д.О. Чекальов, К.О. Сухар, Є.О. Воробйов. Розрахунок викидів вугільного пилу при транспортуванні вугілля	36
Ю.В. Кривий, Д.С. Калашникова, Д.Л. Безбородов. Влияние вредных выбросов на окружающую среду при использовании твердого топлива и некоторые пути решения данной проблемы	38
СЕКЦІЯ РЕКУПЕРАЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ	
А.П. Лапенко, В.В. Шаповалов. Получение цементных вяжущих материалов на основе отходов угледобывающей промышленности	1
М.В. Корниенко, Ю.В. Масленко. Проблема утилизации твердых бытовых отходов в регионе	14
Я.В. Нужная, Е.Р. Будик. Анализ максимальной эффективности утилизации реципиных шин с целью дальнейшего использования в энергетике	16
Ю.Н. Емельянова, Н.И. Беломеря. Производство керамических пигментов с использованием отходов гальванического производства	18
К.Р. Будик, Я.В.Нужная, Д.І. Пархоменко. Потенціал шахтного газу і перспективи використання в енергетиці	20
Г.О. Пирсикова, Я.Ю. Асламова. Удосконалення технології підготовки до утилізації циклонових залізобієчних шламів	22
О.В. Анащенкова, Н.И. Беломеря. Получение керамических красок на основе пигментов из техногенных продуктов	23
Е.В. Вихлянцева, А.Ю. Егоров, А.В. Суворин. Исследование кинетики растворения отработанным цинкового поглотителя ГИАП-10 раствором азотной кислоты низкой концентрации	25
О.М. Бесседина, В.В. Назарова, О.І. Сердюк. Одержання двоокису свинцю з відрацьованих свинцю кислотних акумуляторів електрохімічним методом	28

Ю.В. Жемчужникова, В.А. Герлига. Дезактивация радиоактивных новообменных смол с применением ультразвука	60
Е.Д. Дворячкина, Ю.Н. Шаламов. Рекуперация тепла отходящих продуктов сгорания колпаковых печей	62
Н.В. Кулацкая, В.Г. Ефимов. Использование шахтной породы как альтернативного источника сырья для производства алюминия	64
Ю.С. Сухомлин, Ю.Н. Белогуров. Разработка концепции обращения с малотоннажными промышленными отходами в Донецком индустриальном мегаполисе	66
О.Ю. Максимова, В.Г. Ефимов. Оценка возможности использования шахтной породы в условиях ГП "Шахта им. А. Ф. Засядько"	68
СЕКЦІЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД	
О.Н. Пиксаева, Ю.Б. Палов. Проблемы очистки сточных вод шах. Ударник г.Снежное	70
А.В. Хрузина, Т.С. Башева. Шахтная вода как источник питьевой	72
Я.Е. Ермак, М.В. Бескровная. Перспективные биотехнологии очистки промышленных вод от неорганических соединений азота	74
А.В. Юрченко, Е.В. Ветрова. Химические и микробиологические показатели хлорированных сточных вод шахт Куйбышевского района г. Донецка	76
К.Л. Кравченко, М.В. Бескровная. Разработка полимерных композиций на основе полигидроксида для очистки природных и сточных вод	78
Т.И. Чубарь, Ф.В. Недопекин. Очистка сточных вод с помощью гирлянды волосных ершей и аэрации	80
О.Р. Бон, М.В. Коновальчик. Підвищення ефективності очищення вод від завислих речовин за рахунок використання сучасних технологій	82
Н.П. Корчагіна, В.О. Кутювий. Аналіз впливу метеорологічних чинників на роботу вітроенергетичної установки (ВБУ)	84
Т.В. Куковська, М.В. Коновальчик. Вплив робочого тиску мембранних апаратів на капітальні та експлуатаційні витрати	86
А.А. Самчук, С.П. Висоцький. Вплив ультразвуку на процеси коагуляції	88
Е.И. Карненко, С.А. Семченко. Поиск способов очистки сточных вод от токсикантов с использованием нанотехнологий	90
Я.В.Сухаревская, Е.В. Ветрова. Гидрохимические и санитарно-бактериологические показатели воды Успенского водохранилища	92
М.Е. Березняк. Сезонные изменения некоторых гидробиологических и микробиологических показателей качества воды открытых водоемов	94
Ю.В. Аняшева. Особенности спектров межгодовой изменчивости уровня моря на побережьях Каркинитского залива в весенние месяцы	96
СЕКЦІЯ ОБЛАДНАННЯ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЗАХИСТУ БІОСФЕРИ	
О.В. Коваленко, Н.М. Левшова, А.Л. Попов. Изучение возможности снижения вредных выбросов в атмосферу при работе котельных систем ЖКХ	98
Д.Е. Муравьева, Ю.В. Гальперина, С.М. Сафьянц. Совершенствование обеспыливающего оборудования в системах пылеочистки ЯКХЗ	100
Е.А. Савик, Е.А. Полтавский, С.В. Гринин, А.Е. Сахно. Анализ работы установки беспылевой выдачи кокса в условиях ОАО «ЯКХЗ»	102
М.С. Павлюк, И.В. Кутяниченко. Герметизация узлов загрузки и выгрузки в сушильках барабанного типа	104
О.В. Шаровара, И.В. Кутяниченко. Усовершенствование транспортного бункера подвесного толкающего конвейера	106
Д.Д. Сагрова, В.С. Пинзидин, С.В. Гринин. Анализ влияния выбросов вредных веществ инфракрасными газовыми анализаторами и методы их снижения	108
И.В. Чижикова, Ю.О. Пахоль, Д.П. Пархоменко. Солнечные перспективы энергетики Украины	110
Р.С. Калининско, А.А. Гоноров. Расчет гамма-пронитного ресурса пементов сушилки для сушки сульфата аммония в кипящем слое	112
И.В. Андисимов, С.П. Веретельник. Улучшение процесса стружки коксовых печей - путь улучшения качества кокса и повышения экологической безопасности производства	114
М.С. Домашева, С.П. Веретельник. Повышение производительности и экологической безопасности при горячем прессовании металлургических порошков	116
Д.В. Сиденко, М.А. Остапенко. Повышение эффективности очистки воздуха от пыли в отделениях дробления угля коксохимических цехов	118

АНАЛИЗ РАБОТЫ УСТАНОВКИ БЕСПЫЛЕВОЙ ВЫДАЧИ КОКСА В УСЛОВИЯХ ОАО «ЯКХЗ»

Е.А. Совик, Е.А. Полтавский, С.В. Гридин, А.Е. Сахно
Донецкий национальный технический университет

Проблема снижения загрязнения атмосферного воздуха во всем мире рассматривается как одна из важнейших. В настоящее время в Украине насчитывается большое количество предприятий коксохимической промышленности. Основными видами продукции которых являются: кокс литейный, кокс металлургический, коксовый орешек, коксовая мелочь, смола каменно-угольная, сульфатаммония, продукция ректификации бензола.

Сложность экономической обстановки во многом определяется значительными объемами выбросов угольной и коксовой пыли как в окружающую среду, так и в производственные помещения.

Типичным представителем коксохимической промышленности является Открытое акционерное общество «Ясиновский коксохимический завод», расположенный в г.Макеевка Донецкой области, который ежегодно выбрасывает в атмосферу следующее количество вредных веществ:

№ п/п	Наименование загрязняющего вещества	Количество выбросов, т /г
1	Оксиды азота	1744,94
2	Аммиак	303,15
3	Водород цианистый	113,6
4	Сажа	359,64
5	Диоксид серы	3389,83
6	Сероводород	31,6
7	Оксид углерода	2658,75
8	Бензол	121,064
9	Нафталин	103,39
10	Фенол	76,88
11	Зола	803,67
12	Пыль кокса	506,5
13	Пыль угольного концентрата	85,09
	Итого:	10298,104

Расчет количества выбросов выполнен в соответствии с методикой расчета сверхнормативных выбросов (согласно Приказу Министерства охраны окружающей природной среды № 38 от 18.05.1995г.), зарегистрированной в Министерстве юстиции Украины 29.09.1995г. № 1571693.

В целях уменьшения выбросов в атмосферу и создания благоприятных условий труда в производственных помещениях в условиях ОАО «ЯКХЗ» внедрены передовые технологии: реконструкция и ввод в эксплуатацию коксовой батареи № 6 с установкой беспылевой выдачи кокса, гидроинжекцией газов загрузки, современным уровнем автоматизации производственного процесса, мокрым тушением кокса очищенной водой, что позволило снизить выбросы в атмосферу на 700 тонн в год.

Пылеулавливающая установка беспылевой выдачи кокса батареи № 6 коксового цеха предназначена для санитарной очистки от пыли газов, образующихся при выдаче кокса, сбора, временного хранения уловленной пыли и разгрузки ее в транспортные средства с целью вывоза за пределы комплекса.

Пылеулавливающий комплекс беспылевой выдачи кокса состоит из передвижного бункера, коллектора, газоходов, циклонов ЦП-2-2800, рукавного фильтра ФРИР-800х2, дымососов ДН-17ТА, выхлопной трубы.

Технологическая схема работы установки беспылевой выдачи кокса коксовой батареи № 6 представлена на рисунке 1.

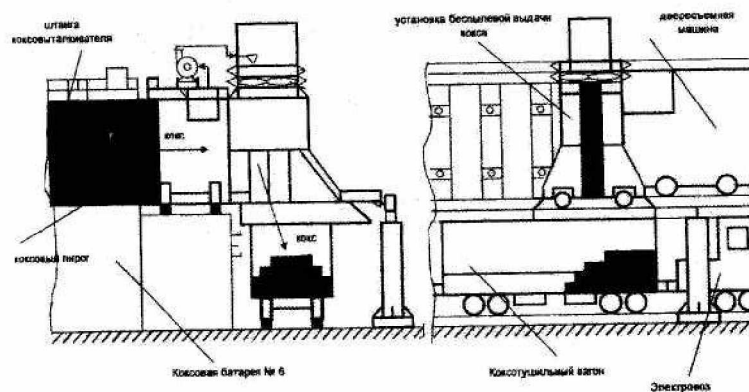


Рисунок 1 – Технологическая схема работы установки БВК коксовой батареи №6

На установке беспылевой выдачи кокса применена двухступенчатая схема обеспыливания ГВС. В качестве первой ступени применены циклоны ЦП-2-2800, в качестве второй ступени – рукавный фильтр всасывающего типа марки ФРИР-800х2 с импульсной регенерацией сжатым воздухом.

Циклоны ЦП-2-2800 – пылеулавливающие аппараты инерционного типа, применяемые для отделения пыли от газов или аспирационного воздуха. Циклоны обеспечивают очистку с эффективностью 70-80% от частиц размером до 10 мкм.

Рукавный фильтр ФРИР-800х2 – фильтр всасывающего типа. Аппараты этого типа работают под разрежением. В фильтрах этого типа дымососы установлены на стороне чистого газа (после фильтра). Фильтрация осуществляется за счет разрежения, создаваемого дымососами.

Очистка запыленного газа осуществляется при его прохождении через фильтрующие рукава, выполненные из специального фильтровального войлока, с температурой эксплуатации 150°С. Уловленная пыль накапливается в двух бункерах фильтра, оборудованных тремя датчиками уровня пыли каждый.

Монтаж установки беспылевой выдачи кокса на коксовой батарее № 6 внесен в Программу охраны и оздоровления атмосферного воздуха г.Макеевки. Невыполнение данного мероприятия повлечет за собой аннулирование существующего разрешения на выбросы, а также отказ в получении предприятием разрешения на последующий период. Работа предприятия без разрешения на выбросы повлечет за собой уплату штрафных санкций.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ИНФРАКРАСНЫМИ ГАЗОВЫМИ ОБОГРЕВАТЕЛЯМИ И МЕТОДЫ ИХ СНИЖЕНИЯ

Д.Д. Сагирова, В.С. Пигильдина, С.В. Гридин
Донецкий национальный технический университет

На сегодняшний день в условиях Украины очень эффективным энергосберегающим и экономичным оборудованием в системе отопления промышленных зданий являются инфракрасные газовые обогреватели. Наиболее часто применяются светлые (ГИИ) и темные (грубчатые) излучатели (ИТГО). При рассмотрении экологического аспекта, связанного с отоплением ИК-излучателями, затронем проблему выбросов вредных веществ в атмосферу, уменьшения этих выбросов, а также влияния дымовых газов на микроклиматические условия промышленных зданий при применении разных типов излучателей.

Как известно, при полном сжигании природного газа вырабатывается вода и двуокись углерода. Неполнота сгорания приводит к появлению в выбросах угарного газа CO. Кроме этого в выхлопных газах имеются и другие примеси, особо важными из которых являются окиси азота NO_x. Рассмотрим способы снижения концентраций CO и NO_x в выбросах продуктов сгорания природного газа.

Тенденция изменения концентраций CO и NO_x противоположна: при попытке уменьшить концентрацию NO_x концентрация CO повышается, и наоборот. У светлых ИК-излучателей, которые оснащены довольно простыми по конструкции инжекционными горелками, естественный уровень NO_x в выбросах ниже, чем у темных горелок и достигает примерно 20-50 мг/м³. Выбросы же оксида углерода ГИИ различных фирм колеблются от 100 мг/м³ до предельно разрешимых 250 мг/м³. Однако внедрение технологических решений для понижения уровня угарного газа в выбросах ГИИ наносит существенный удар по стоимости оборудования, поэтому их применение экономически нецелесообразно.

Уровни эмиссий выхлопных газов ИТГО несколько другие. Измеряемые уровни CO у ИТГО находятся в пределах от 0 мг/м³ до предельно допустимых 100 мг/м³, уровни NO_x - в границах 80-150 мг/м³.

В ИТГО для снижения уровня эмиссий NO_x применимы несколько способов:

- понижение температуры пламени в факеле и температуры самой камеры сгорания, а также сокращение времени пребывания используемого для горения воздуха в пространстве высоких температур;

- рекуперация и рециркуляция отработанных газов, вызывающая понижение парциального давления кислорода;

- применение отводящего тепло элемента и головки горелки, изготовленной из специального алюминиевого сплава.

При наличии комбинации из трех вышеперечисленных факторов можно достичь уровня выбросов NO_x в пределах от 65 до 80 мг/м³, при наличии CO в выбросах - от 0 до 10 мг/м³.

Следует отметить, что конструкция ГИИ не дает возможности самостоятельно выводить продукты сгорания из помещения. У ИТГО такая возможность конструктивно заложена, и поэтому в Украине вывод продуктов сгорания от темных горелок предписан в обязательном порядке.

Неотведенные из помещения продукты сгорания приводят к:

- попаданию токсичного CO и NO_x в помещение;

- выбросу 2,25 кг воды на каждый кг сжигаемого газа (1м³ газа имеет массу примерно 0.8 кг);

- выбросу 2,75 кг углекислого газа на каждый кг сжигаемого природного газа;

- синергетическим эффектам влияния на организм человека.

Попытаемся обосновать необходимость вентиляции при применении ГИИ с помощью несложных расчетов.

Условия для расчета:

1) вредные вещества выделяет в отапливаемое пространство ГИИ мощностью 50 кВт;

2) для выработки 50 кВт энергии при удельной теплоемкости газа 35 МДж/м³ необходимо сжечь примерно 5,16 м³ газа;

3) в среднем за 8-часовую смену ГИИ суммарно отработает 5-6 часов;

4) стандартные горелки ГИИ мощностью 50кВт вырабатывают 240 м³/ч выхлопных газов; из них CO - 15000...37500 мг/ч (среднее значение в течение смены); NO_x≈3000 мг/ч (среднее значение в течение смены); CO₂≈11400г/ч;

5) при естественном воздухообмене 50 кВт ГИИ в климатических условиях Украины реально обогревает ≈ 2000...2500 м³ объема промышленных зданий;

6) кратность естественного воздухообмена в промышленных зданиях находится на уровне ≈ 0,5-0,7 (т.е. каждый час выбросы разбавляются естественным путем, для нашего примера: 2500 м³·0,7 = 1750 м³ поступающего в помещение воздуха).

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ сумма отношений фактических концентраций каждого из них (C₁, C₂ ...C_n) в воздухе к их ПДК (ПДК₁, ПДК₂ ... ПДК_n) не должна превышать единицы:

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \frac{C_3}{ПДК_3} \leq 1.$$

$$\text{Расчет по CO: } \frac{15000 \text{ мг} / 1750 \text{ м}^3}{20 \text{ мг} / \text{м}^3} = 0,43.$$

$$\text{Расчет по NO}_x: \frac{3000 \text{ мг} / 1750 \text{ м}^3}{7 \text{ мг} / \text{м}^3} = 0,24.$$

$$\text{Расчет по CO}_2: = \frac{11400 \text{ мг} / 1750 \text{ м}^3 + 1 \text{ г} / \text{м}^3}{3,8 \text{ мг} / \text{м}^3} = 1,98.$$
$$0,43 + 0,24 + 1,98 = 2,65 > 1.$$

Следовательно, даже с учетом того, что выбраны самые «падающие» параметры функционирования ГИИ, для обеспечения выполнения гигиенических условий по качеству воздуха в зданиях, где применяются ГИИ, необходима вентиляция кратностью больше 2,65. Поэтому применение ГИИ в помещениях украинских предприятий обуславливается трёхкратным принудительным воздухообменом (ДБН В.2.5-20-2001 п. 6.92.)

Таким образом, применение ГИИ без принудительной вентиляции необходимо запретить, а для сокращения вредных выбросов ИТГО принимать соответствующие технические мероприятия.