

М. В. Панарин, Н. А. Рыбка, А. А. Маслова, В. В. Сергеечев, И. Ю. Загуменнов

ОСНАЩЕНИЕ СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ВРЕДНЫХ (ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ) ВЕЩЕСТВ АВТОМАТИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ КОНТРОЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ ОБЪЕКТОВ 1-й КАТЕГОРИИ¹

M. V. Panarin, N. A. Rybka, A. A. Maslova, V. V. Sergeechev, I. Yu. Zagumennov

EQUIPMENT OF STATIONARY SOURCES OF HARMFUL (POLLUTANT) SUBSTANCES BY AUTOMATIC MEANS OF CONTROL OF INDUSTRIAL EMISSIONS OF OBJECTS OF THE 1ST CATEGORY

А н н о т а ц и я. Актуальность и цели. Целью работы является исследование проблемы оснащения стационарных источников вредных (загрязняющих) веществ автоматическими средствами контроля промышленных выбросов объектов 1-й категории. **Материалы и методы.** Теоретическую и методологическую основу исследований составили труды [4, 9–12] в области создания автоматических средств контроля промышленных выбросов, уточненные и разработанные в ходе научно-исследовательской деятельности кафедры аэрологии, охраны труда и окружающей среды Тульского государственного университета. **Результаты.** Инновационно-промышленной группой «СервисСофт» разработана автоматическая система непрерывного контроля вредных выбросов в атмосферу на Аргаяшской ТЭЦ. Приводится схема устройства и работы автоматической системы непрерывного контроля вредных выбросов в атмосферу. **Выводы.** Опыт внедрения автоматизированной системы контроля промышленных выбросов в ОАО «Фортум» филиала «Энергосистема "Урал"» Аргаяшской ТЭЦ свидетельствует о том, что система повышает эффективность работы природоохранной службы предприятия за счет экономии временных, финансовых и интеллектуальных ресурсов.

A b s t r a c t. Background. The aim of the work is to study the problem of equipping stationary sources of harmful (polluting) substances with automatic means for controlling industrial emissions of objects of the 1st category. **Materials and methods.** The theoretical and methodological basis of the research was made up of works [4,9,10,11,12], in the field of creating automatic means of controlling industrial emissions, refined and developed during the research activities of the Department of OS and OS TULU. **Results.** The ServiceSoft innovative industrial group has developed an automatic system for continuous monitoring of harmful emissions into the atmosphere at the Argayash TPP. The scheme of the device and operation of an automatic system for continuous monitoring of harmful emissions into the atmosphere is given. **Conclusions.** The experience of introducing an automated industrial emissions control system at Fortum OJSC of the Ural Energy System branch of the Argayash TPP indicates that the system improves the efficiency of the enterprise's environmental service by saving time, financial and intellectual resources.

¹ Материалы подготовлены в рамках Гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – докторов наук (конкурс МД-2018).

К л ю ч е в ы е с л о в а: атмосфера, атмосферный воздух, выброс, мониторинг, автоматизированная система.

К e y w o r d s: atmosphere, atmospheric air, emission, monitoring, automated system.

Введение

Защита атмосферы от выбросов загрязняющих веществ является важной экологической проблемой современности. Эта проблема приобретает особую актуальность для промышленных городов, где атмосферные загрязнения оказывают негативное влияние на здоровье, благосостояние и продолжительность жизни людей, приводят к развитию необратимых для природы последствий.

Именно поэтому внедрение новых и усовершенствование существующих систем мониторинга атмосферы является одним из основных направлений реформирования системы государственной власти и управления Российской Федерации в области природопользования и охраны окружающей среды [1, 2].

Несмотря на обязательный характер информатизации процессов мониторинга, а также поддержки и принятия управленческих решений в сфере охраны атмосферного воздуха, анализ действующих систем мониторинга атмосферы на различных уровнях управления демонстрирует острую нехватку аппаратно-технического оснащения.

На практике используются в основном лабораторные методы контроля, основанные на «ручном» отборе проб и их анализе на устаревшем оборудовании. Практически отсутствуют современные мобильные, автоматизированные средства за контролем выбросов в атмосферный воздух, программно-аппаратные комплексы сбора, обработки данных мониторинга атмосферного воздуха, формирования прогнозов и поддержки принятия управленческих решений.

В связи с чем на государственном уровне в России разработаны и реализуются Федеральная и входящие в нее региональные целевые программы «Охрана окружающей среды на 2012–2020 годы» (далее – Программа), одной из задач которой является «повышение эффективности функционирования системы гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды». На первом месте среди всех целевых индикаторов программы находятся индикаторы охраны атмосферного воздуха:

- объем выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников на единицу ВВП (тонн на млн рублей ВВП);
- количество городов с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха (единиц);
- численность населения, проживающего в неблагоприятных экологических условиях (в городах с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха (индекс загрязнения атмосферного воздуха более 7) (млн человек) [3].

В ответ на поставленные Программой задачи Правительство Российской Федерации подготовило ряд нормативных документов, в том числе и проект Постановления «Об утверждении перечня стационарных источников и перечня вредных (загрязняющих) веществ, подлежащих контролю посредством автоматических средств измерения и учета объема или массы выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, концентрации вредных (загрязняющих) веществ в таких выбросах, а также технических средств передачи информации об объеме или о массе таких выбросов, о концентрации вредных (загрязняющих) веществ в таких выбросах» (далее – проект постановления).

Согласно проекту на объектах 1-й категории, т.е. объектах, оказывающих значительное негативное воздействие на окружающую среду и относящихся к областям применения наилучших доступных технологий (НДТ), стационарные источники выбросов вредных (загрязняющих) веществ должны быть оснащены автоматическими средствами измерения и учета объема или массы выбросов, концентрации загрязняющих веществ, а также техсредствами фиксации и передачи указанной информации в госфонд данных государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды) [3, 4].

В разработанный перечень стационарных источников и вредных (загрязняющих) веществ, подлежащих контролю, были включены источники выбросов таких производств, как добыча сырой нефти и природного газа; производство нефтепродуктов, кокса; обеспечение электроэнергией, газом и паром; металлургическое производство; производство неметалличе-

ской минеральной продукции, химических веществ и химических продуктов, пестицидов, целлюлозы, древесной массы, бумаги и картона; деятельность по обезвреживанию отходов.

Принимая во внимание вышеперечисленные обстоятельства, природоохранные службы предприятий должны инициировать разработку заданий на проектирование автоматических средств контроля промышленных выбросов (АСКПВ), сфокусировавшись на крупных стационарных источниках выбросов загрязняющих веществ, которые подлежат инструментальному контролю в автоматическом режиме.

Учитывая, что объекты 1-й категории относятся к областям применения НДТ, при формировании требований к АСКПВ целесообразно использовать информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям «Общие принципы производственного экологического контроля и его метрологического обеспечения», который содержит достаточно полный обзор парка измерительных средств, методик измерений и требований к метрологическим характеристиками АСКПВ [5, 6].

Цель работы: разработка структуры системы автоматического непрерывного контроля вредных выбросов в атмосферу.

Материалы и методы. Теоретическую и методологическую основу исследований составили труды в области создания автоматических средств контроля промышленных выбросов [4, 7–10], уточненные в ходе научно-исследовательской деятельности кафедры ОТ и ОС ТулГУ и применяемые в настоящее время в работе Инновационно-промышленной группы «СервисСофт» при создании элементов систем мониторинга атмосферы.

Результаты и их обсуждение. Техническим решением проблемы оснащения стационарных источников вредных (загрязняющих) веществ автоматическими средствами контроля промышленных выбросов объектов 1-й категории стала автоматизированная система измерения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в ОАО «Фортум» филиала Энергосистема «Урал» Аргаяшской ТЭЦ, разработанная инновационно-промышленной группой, устройство и работа которой представлено на рис. 1. Структурная схема системы изображена на рис. 2.

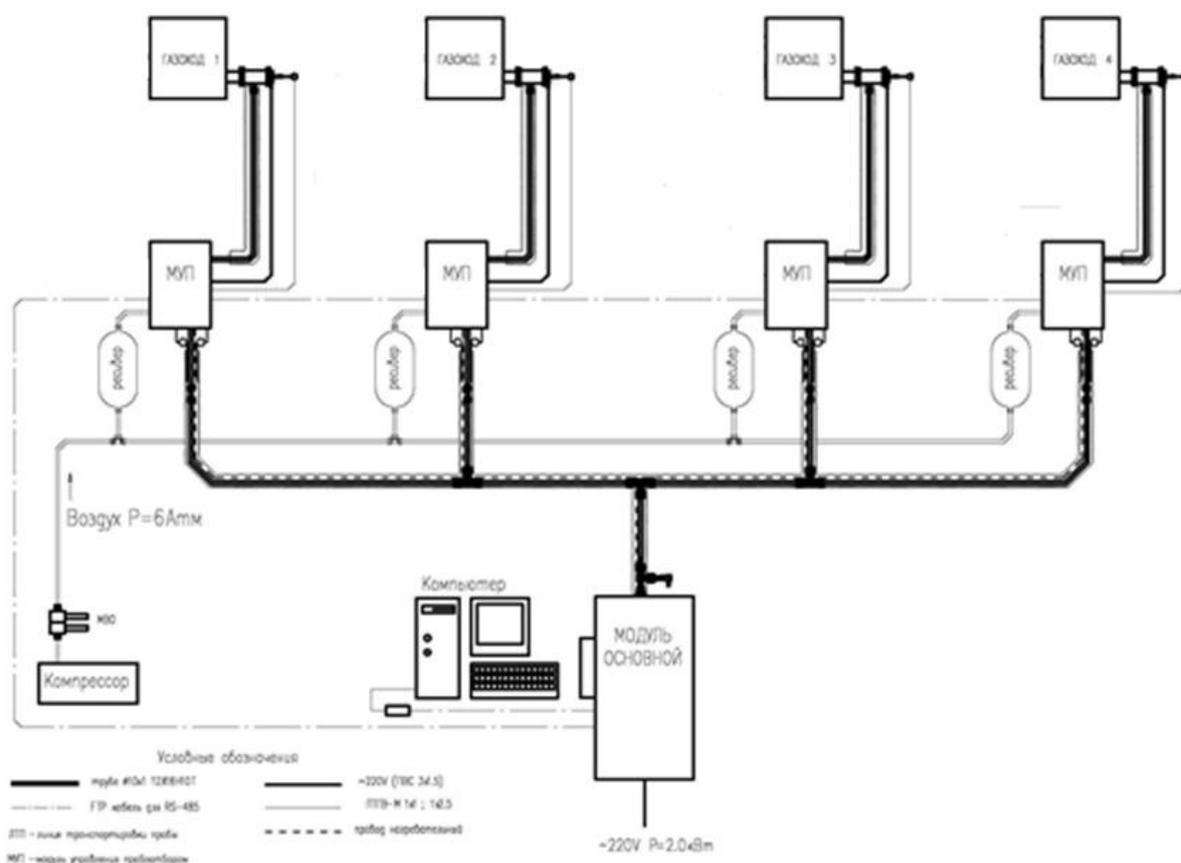


Рис. 1. Устройство и работа автоматической системы непрерывного контроля вредных выбросов в атмосферу на Аргаяшской ТЭЦ

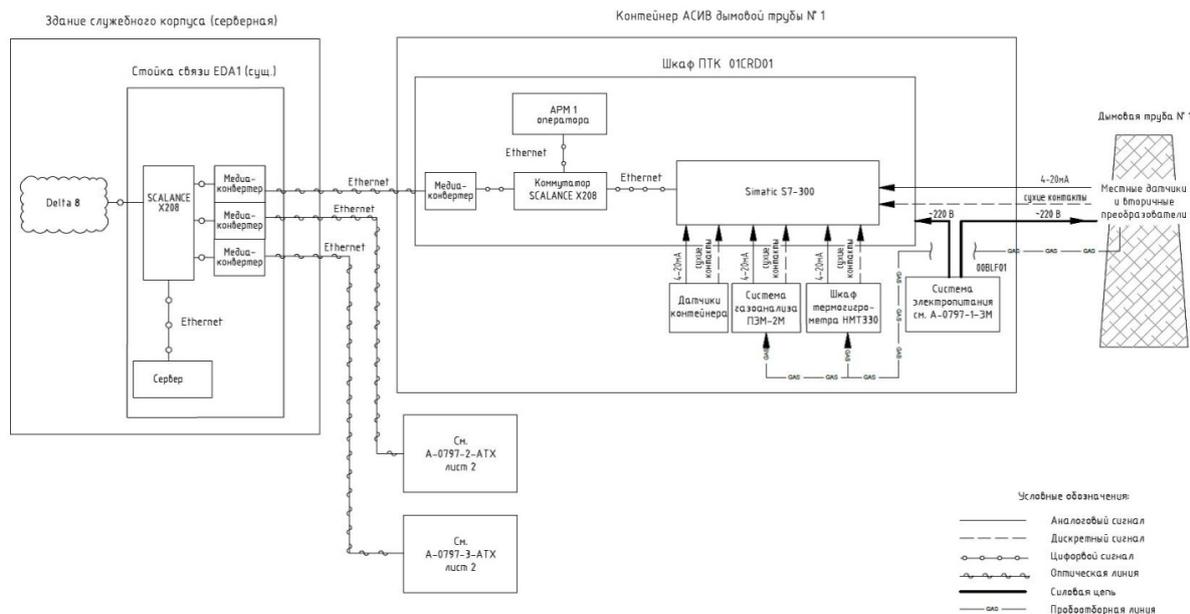


Рис. 2. Структурная схема непрерывного контроля вредных выбросов в атмосферу дымовой трубы № 1

В состав АСИВ входит четыре точки измерения (ТИ):

- дымовая труба № 1 (условно ДТ № 1);
- дымовая труба № 2 (условно ДТ № 2);
- дымовая труба № 3 (условно ДТ № 3);
- дымовая труба № 4 (условно ДТ № 4).

АСИВ создается как иерархическая двухуровневая интегрированная автоматизированная измерительная система, в состав которой входят:

- уровень измерительных компонентов измерительной системы (измерительный компонент ИС);
- уровень вычислительных компонентов измерительной системы (вычислительный компонент ИС);
- вспомогательные компоненты измерительной системы (вспомогательный компонент ИС).

Оборудование измерительных компонентов измерительной системы выполняет следующие функции:

- измерения абсолютного давления дымовых газов, кПа;
- измерения температуры дымовых газов, °С;
- измерения объемного расхода дымовых газов, м³/ч;
- измерение объемной доли кислорода (O₂), %;
- измерение объемной доли диоксида углерода (CO₂), %;
- измерение концентрации оксида углерода (CO), мг/м³;
- измерение концентрации оксида азота (NO), мг/м³;
- измерение концентрации диоксида азота (NO₂), мг/м³;
- измерение концентрации диоксида азота (SO₂), мг/м³;
- измерение концентрации твердых (взвешенных) частиц, мг/м³;
- измерение концентрации влажности (H₂O), %;
- расчет объемного расхода сухих газов, м³/ч.

Уровень вычислительных компонент ИС обеспечивает автоматический сбор, диагностику и автоматизированную обработку информации по анализу дымовых газов в сечении газохода, автоматизированный сбор и обработку информации, а также обеспечивает интерфейс доступа к этой информации.

Нижний уровень системы обеспечивает автоматическое и по командам с верхнего уровня управление технологическим оборудованием. Верхний уровень обеспечивает сбор данных о состоянии оборудования путем опроса нижнего уровня, визуализацию состояния оборудо-

вания, дистанционное управление оборудованием, обработку данных, формирование и печать отчетных документов.

Нижний уровень реализован на базе контроллера S7-300. Верхний уровень реализован на базе операторской станции. Связь уровней системы реализуется с помощью сети Ethernet.

Газоотборный зонд АСИВ выполняет функцию отбора проб газа из горизонтальных и вертикальных труб (дымоходов). Фото газоотборного зонда вместе с трубой представлено ниже (рис. 3).



Рис. 3. Газоотборный зонд

Измерения выполняются анализаторами и иными средствами измерений, входящими в комплект системы «АСИВ».

Метод измерения массовой концентрации NO , NO_2 , CO , CO_2 , SO_2 основан на принципе действия газоанализатора – оптический абсорбционный в инфракрасной области спектра поглощения газов NO , NO_2 , CO , CO_2 , SO_2 (измерение ослабления светового потока в рабочем канале в выбранном (светофильтром) спектральном интервале). Метод измерения объемной доли O_2 основан на электрохимическом эффекте. Измерения проводят с помощью газоанализатора ПЭМ-2М. Результаты измерений массовых концентраций веществ газоанализатор ПЭМ-2М выдает приведенными к нормальным условиям (далее – н.у., соответствуют $0\text{ }^\circ\text{C}$; $101,3\text{ кПа}$ согласно ГОСТ Р ИСО 8756–2005).

Метод измерения относительной влажности основан на сорбционном методе. Термогигрометр НМТ335 имеет сенсор влажности емкостного типа и платиновый сенсор температуры Pt100. НМТ335 имеет измерительный канал относительной влажности и температуры с установленными характеристиками погрешности.

Измерение температуры потока в газоходе осуществляется термопреобразователем сопротивления Метран-2000 и контроллером, программируемым Siemens SIMATIC S7-300.

Измерение абсолютного давления осуществляется преобразователем (датчиком) давления измерительным EJX510A и контроллером, программируемым Siemens SIMATIC S7-300.

Принцип действия измерителя скорости газа ИС-14.М основан на измерении корреляционным методом времени перемещения через определенный участок пути локальной неоднородности газового потока. Косвенное измерение объемного расхода газа производится расчетом по измеренной скорости дымовых газов в трубе с учетом заданной площади измерительного сечения дымовой трубы в контроллере программируемом Siemens SIMATIC S7-300.

Информационно-вычислительный комплекс системы (ИВК) обеспечивает автоматический сбор, диагностику и автоматизированную обработку информации по анализу выходных газов в сечении газохода, автоматизированный сбор и обработку информации с усреднением по заданному оператором интервалу, а также обеспечивает интерфейс доступа к этой информации. В состав ИВК входят программно-технический комплекс (ПТК) на базе контроллеров программируемых Siemens SIMATIC S7-300 и АРМ на базе промышленного компьютера SIEMENS SIMATIC IPC547C с программным обеспечением.



Рис. 4. Интерфейс программно-технического комплекса на базе контроллеров, программируемых Siemens SIMATIC S7-300

В состав программно-технического комплекса входят:

- контроллер;
- операторская станция: АРМ оператора.

Программное обеспечение контроллеров работает на базе встроенной операционной системы реального времени контроллера и реализуется в соответствии с документом «Описание алгоритма А-0797-1-ПБ».

На операторской станции на базе промышленного компьютера устанавливается следующее программное обеспечение и лицензии:

- WinCC 7.3 Software;
- Windows 7.

Измерения всех величин проводят одновременно. Результаты 20-минутных измерений хранятся в архиве (памяти компьютера). Измерительная система подразумевает длительную эксплуатацию. Необходимо избегать частых и кратковременных отключений.

Измерительно-вычислительный комплекс ИВК позволяет перенести полученные значения измеряемых величин (давление в кПа, температуры в °С, влажность относительная дымовых газов, концентраций веществ в мг/м³, скорость дымовых газов м/с, расхода дымовых газов в м³/с, расхода вредных веществ в г/с, г/ч) в программу Microsoft Excel для формирования протоколов измерений и расчетных данных (массовых выбросов г/сут, т/год) по форме, принятой предприятием и дальнейших расчетов. Протокол (распечатка) результатов измерений

массовой концентрации (объемной доли) компонентов и параметров газового потока с применением программного обеспечения должен соответствовать числу знаков, соответствующим показаниям дисплея приборов. Периодичность распечатки протокола определяется в соответствии с планом-графиком предприятия.

Заключение

Опыт внедрения автоматизированной системы контроля промышленных выбросов в ОАО «Фортум» филиала «Энергосистема "Урал"» Аргаяшской ТЭЦ свидетельствует о том, что система повышает эффективность работы природоохранной службы предприятия за счет экономии временных, финансовых и интеллектуальных ресурсов [6, 11, 12].

Тем не менее основная часть работы по внедрению автоматических систем контроля промышленных выбросов 1-й категории на предприятиях Российской Федерации еще только впереди. Такие мероприятия в значительной мере будут способствовать в решении ключевой проблемы – оздоровления воздушного бассейна и окружающей среды в целом.

Библиографический список

1. *Панарин В. М.* Информационно-измерительная и управляющая система районирования территорий промышленного региона по комплексным показателям метеорологических условий загрязнения атмосферы / В. М. Панарин, Н. А. Рыбка // Приборы и системы. Управление. Контроль. Диагностика. – 2017. – № 12. – С. 41–47.
2. Проект Постановления Правительства Российской Федерации «Об определении перечня стационарных источников и перечня вредных (загрязняющих) веществ, подлежащих контролю посредством автоматических средств измерения и учета объема или массы выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, концентрации вредных (загрязняющих) веществ в таких выбросах, а также технических средств передачи информации об объеме или о массе таких выбросов, о концентрации вредных (загрязняющих) веществ в таких выбросах» (подготовлен Минприроды России 11.12.2015). – Москва, 2015.
3. *Лукьянов, О. В.* Оснащение стационарных источников выбросов автоматическими средствами контроля / О. В. Лукьянов, М. В. Баюкин, К. К. Нечехин // Экология производства. – 2017. – № 6. – С. 24–28.
4. Система автоматизированного контроля температуры и загазованности для дистанционного мониторинга состояния утилизированной свалки коммунальных отходов / А. А. Маслова, В. М. Панарин, К. В. Гришаков, Н. А. Рыбка, Д. А. Селезнева // Экология и промышленность России. – 2018. – Т. 22, № 11. – С. 14–18.
5. *Панарин, В. М.* Способы регистрации метеопараметров, расчета и отображения метеопараметров в информационно-измерительной и управляющей системе районирования территорий промышленного региона по загрязнению атмосферы / В. М. Панарин, А. А. Маслова, Н. А. Рыбка, Г. Ю. Царьков // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2018. – № 11. – С. 26–31.
6. *Панарин, В. М.* Разработка автономных станций и системы контроля загрязнения атмосферного воздуха / В. М. Панарин, А. А. Горюноква, К. В. Гришаков // Экологические системы и приборы. – 2017. – № 9. – С. 21–27.
7. Применение искусственных нейронных сетей для прогнозирования уровней загрязнения воздуха и водных объектов / А. А. Маслова, В. М. Панарин, К. В. Гришаков, Н. А. Рыбка, Е. А. Котова, Д. А. Селезнева // Экология и промышленность России. – 2019. – Т. 23, № 8. – С. 36–41.
8. Автоматизированная система удаленного экологического мониторинга на промышленных объектах / М. В. Панарин, А. А. Маслова, Н. А. Рыбка, Е. М. Рылеева, К. В. Гришаков // Экологические системы и приборы. – 2019. – № 6. – С. 9–13.
9. *Панарин, В. М.* Определение пространственной структуры системы мониторинга загрязнения водных объектов и атмосферного воздуха / В. М. Панарин, А. А. Маслова, К. В. Гришаков, Н. А. Рыбка // Современные проблемы экологии : сб. докл. XXII Междунар. науч.-практ. конф. – Тула, 2019. – С. 108–111.
10. *Панарин, В. М.* Прогнозирование загрязнения атмосферного воздуха промышленного региона в информационно-измерительных и управляющих системах мониторинга атмосферы / В. М. Панарин, Н. А. Рыбка, А. А. Маслова // Экологические системы и приборы. – 2019. – № 5. – С. 18–24.
11. *Мешалкин, В. П.* Расчет интегрального показателя опасности химического объекта / В. П. Мешалкин, В. М. Панарин, К. В. Гришаков, А. А. Горюноква // Логистика и экономика ресурсоэнергосбережения в промышленности (МНПК «ЛЭРЭП-11-2017») : сб. науч. тр. по материалам XI Междунар. науч.-практ. конф. – Саратов : Саратов. гос. техн. ун-т им. Ю. А. Гагарина, 2017. – С. 228–231.

12. Meshalkin, V. P. Computer modeling of the chemical-power engineering process of roasting of a moving multilayer mass of phosphorite pellets / V. P. Meshalkin, S. M. Khodchenko, V. I. Bobkov, M. I. Dli // *Doklady Chemistry*. – 2017. – Vol. 477, № 2. – C. 282–285.

References

1. Panarin V. M., Rybka N. A. *Pribory i sistemy. Upravlenie. Kontrol'. Diagnostika* [Devices and systems. Management. Control. Diagnostics]. 2017, no. 12, pp. 41–47. [In Russian]
2. *Proekt Postanovleniya Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii «Ob opredelenii perechnya statsio-narnykh istochnikov i perechnya vrednykh (zagryaznyayushchikh) veshchestv, podlezhashchikh kontrolyu posredstvom avtomaticheskikh sredstv izmereniya i ucheta ob"ema ili massy vybrosov vrednykh (zagryaznyayushchikh) veshchestv v atmosferynyy vozdukh, kontsentratsii vrednykh (zagryaznyayushchikh) veshchestv v takikh vybrosoakh, a takzhe tekhnicheskikh sredstv peredachi informatsii ob ob"eme ili o masse takikh vybrosov, o kontsentratsii vrednykh (zagryaznyayushchikh) veshchestv v takikh vybrosoakh» (podgotovlen Minprirody Rossii 11.12.2015)* [The draft resolution of the Government of the Russian Federation "About determination of the list of stationary sources and the list of harmful (polluting) substances subject to control by automatic means of measurement and recording of volume or mass of emissions of harmful (polluting) substances in atmospheric air, concentrations of harmful substances (pollutants) in such emissions, as well as technical means of information transfer about volume / mass of such emissions, the concentration of harmful substances (pollutants) in such emissions" (prepared by the Ministry of natural resources 11.12.2015)]. Moscow, 2015. [In Russian]
3. Luk'yanov O. V., Bayukin M. V., Necheukhin K. K. *Ekologiya proizvodstva* [Production ecology]. 2017, no. 6, pp. 24–28. [In Russian]
4. Maslova A. A., Panarin V. M., Grishakov K. V., Rybka N. A., Selezneva D. A. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii* [Ecology and industry in Russia]. 2018, vol. 22, no. 11, pp. 14–18. [In Russian]
5. Panarin V. M., Maslova A. A., Rybka N. A., Tsar'kov G. Yu. *Promyshlennye ASU i kontrolyery* [Industrial ACS and controllers]. 2018, no. 11, pp. 26–31. [In Russian]
6. Panarin V. M., Goryunkova A. A., Grishakov K. V. *Ekologicheskie sistemy i pribory* [Environmental systems and devices]. 2017, no. 9, pp. 21–27. [In Russian]
7. Maslova A. A., Panarin V. M., Grishakov K. V., Rybka N. A., Kotova E. A., Selezneva D. A. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii* [Ecology and industry in Russia]. 2019, vol. 23, no. 8, pp. 36–41. [In Russian]
8. Panarin M. V., Maslova A. A., Rybka N. A., Ryleeva E. M., Grishakov K. V. *Ekologicheskie sistemy i pribory* [Environmental systems and devices]. 2019, no. 6, pp. 9–13. [In Russian]
9. Panarin V. M., Maslova A. A., Grishakov K. V., Rybka N. A. *Sovremennye problemy ekologii: sb. dokl. XXII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Modern problems of ecology: collection of reports of the XXII International scientific and practical conference]. Tula, 2019, pp. 108–111. [In Russian]
10. Panarin V. M., Rybka N. A., Maslova A. A. *Ekologicheskie sistemy i pribory* [Environmental systems and devices]. 2019, no. 5, pp. 18–24. [In Russian]
11. Meshalkin V. P., Panarin V. M., Grishakov K. V., Goryunkova A. A. *Logistika i ekonomika resursoener-gosberezheniya v promyshlennosti (MNPК «LEREP-11-2017»): sb. nauch. tr. po materialam KhI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Logistics and Economics of resource and energy saving in industry (ler-ep-11-2017): collection of scientific papers based on the materials of the XI International scientific and practical conference]. Saratov: Saratov. gos. tekhn. un-t im. Yu. A. Gagarina, 2017, pp. 228–231. [In Russian]
12. Meshalkin V. P., Khodchenko S. M., Bobkov V. I., Dli M. I. *Doklady Chemistry*. 2017, vol. 477, no. 2, pp. 282–285.

Панарин Михаил Владимирович

кандидат технических наук,
генеральный директор,
АО Группа компаний «СервисСофт»
(Россия, г. Тула, ул. Щегловская засека, 30)
E-mail: Pmv@ssoft24.com

Panarin Mihail Vladimirovich

candidate of technical sciences,
general director,
JSC ServiceSoft Group of Companies
(30 Scheglovskaya zaseka street, Tula, Russia)

Рыбка Надежда Александровна

аспирант,
Тульский государственный университет
(Россия, г. Тула, пр-т Ленина, 92)
E-mail: nipk.ecolog@mail.ru

Rybka Nadezhda Aleksandrovna

postgraduate student,
Tula State University
(92 Lenin avenue, Tula, Russia)

Маслова Анна Александровна

доктор технических наук, доцент,
кафедра аэрологии, охраны труда
и окружающей среды,
Тульский государственный университет
(Россия, г. Тула, пр-т Ленина, 92)
E-mail: anna_zuikova@rambler.ru

Maslova Anna Aleksandrovna

doctor of technical sciences, associate professor,
sub-department of aerology and protection of labour
and the environment,
Tula State University
(92 Lenin avenue, Tula, Russia)

Сергеечев Вадим Викторович

генеральный директор,
ООО «СервисСофт Инжиниринг ТулГУ»
(Россия, г. Тула, ул. Революции, 35а)
E-mail: SVV@ssoft24.com

Sergeechev Vadim Viktorovich

general director,
LLC Servicesoft Engineering TulSU
(35a Revolyutsii street, Tula, Russia)

Загуменнов Иван Юрьевич

руководитель направления
экологического мониторинга,
АО Группа компаний «СервисСофт»
(Россия, г. Тула, ул. Щегловская засека, 30)
E-mail: as25@ssoft24.com

Zagumennov Ivan Yur'evich

head of environmental monitoring,
JSC ServiceSoft Group of Companies
(30 Scheglovskaya zaseka street, Tula, Russia)

Образец цитирования:

Оснащение стационарных источников вредных (загрязняющих) веществ автоматическими средствами контроля промышленных выбросов объектов 1-й категории / М. В. Панарин, Н. А. Рыбка, А. А. Маслова, В. В. Сергеечев, И. Ю. Загуменнов // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2019. – № 4 (30). – С. 12–20. – DOI 10.21685/2307-5538-2019-4-2.