

УДК 534.61

**Система контроля и управления содержанием загрязняющих веществ в воздушных выбросах (на примере АО МСЗ)**

Карасев Д.А.

В данной работе проанализирована проектируемая система сбора информации о наличии загрязнений в выбросах в атмосферный воздух в литейном производстве. Рассмотрены общие понятия системы управления и методов управления, особое внимание уделено двум принципам управления – регулированию по возмущению (РВ) и регулированию по отклонению (РО). Рассмотрены особенности функционирования системы автоматического контроля выбросов и сбросов. Оценена возможность применения на предприятии газоанализатора АНКАТ-410, предназначенного для непрерывного экологического и технологического контроля топливосжигающих и технологических установок.

*Ключевые слова:* природная среда, автоматическая система контроля, система управления, литейное производство, газоанализатор, вредные выбросы.

**Введение**

Для определения степени вредного воздействия на природную среду и выявления имеющих нарушений природоохранного законодательства на действующих предприятиях необходимо на регулярной основе проводить замеры выбросов вредных загрязняющих веществ в атмосферу. В первую очередь такие замеры следует проводить на тех предприятиях, на территории которых значатся источники с организованным выбросом в виде дымовых и вентиляционных труб, шахт, дефлекторов и аэрационных фонарей [1].

Согласно изменениям, внесенным в Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ законами от 21.07.2014 N 219-ФЗ и от 29.07.2018 N 252-ФЗ, данные замеры проводятся с помощью систем автоматического контроля с учётом обеспечения единства измерений.

Цель данной работы – анализ работы проектируемой системы сбора информации о наличии загрязнений в выбросах в атмосферный воздух в литейном производстве АО «Муромский стрелочный завод».

**Общие понятия системы управления**

Вне зависимости от спектра выполняемых операций любая технологическая система оперирует рядом обобщённых понятий.

Например, формализовано техническая функция  $F$  управления любым технологическим процессом может быть представлена сочетанием двух составляющих [2]:

$$F = \{P, Q\}, \quad (1)$$

где  $P$  — потребность, которая может быть удовлетворена реализацией данного процесса;  $Q$  — некоторая физическая операция, реализующая функцию управления. Сама потребность  $P$  описывается связью

$$P = \{D, G, H\}, \quad (2)$$

где  $D$  — действие по реализации функции;  $G$  — объект, на который направлено действие  $D$ ;  $H$  — описание особых условий и ограничений, при которых реально выполнение действия  $D$ .

Операция  $Q$  формализовано может содержать три компонента:

$$Q = \{A, E, C\}, \quad (3)$$

где  $A$  и  $C$  — входной и выходной потоки;  $E$  — операция по преобразованию  $A$  в  $C$ .

Конкретная структура указанных понятий будет определяться видом процесса и решаемыми при этом задачами. Например, при выполнении производственного процесса изготовления какого-либо изделия  $A$  и  $C$  могут иметь смысл исходного набора материалов и полуфабрикатов ( $A$ ), и свойств готовой продукции ( $C$ ), при анализе структуры оперативного управления системой обеспечения экологической безопасности – совокупности вредных выбросов до ( $A$ ) и после ( $C$ ) очистки, и т.д. При этом  $P$  может иметь характер некоторого эталонного потока, определяющего ожидаемый эффект, на достижение которого и направлены усилия управления.

Наличие загрязняющих веществ в воздушной массе, подлежащей удалению из пространства цеха, можно рассматривать не

только как совокупность вредных выбросов  $A$  (3), но и как помеховое, дестабилизирующее воздействие на окружающую среду. Решение задачи оперативного управления системой обеспечения экологической безопасности требует применения такой операции  $E$  по преобразованию  $A$  в  $C$ , которая обеспечивает отсутствие или, по меньшей мере, снижение величины этих выбросов до оптимального или приемлемого уровня.

### Методы управления

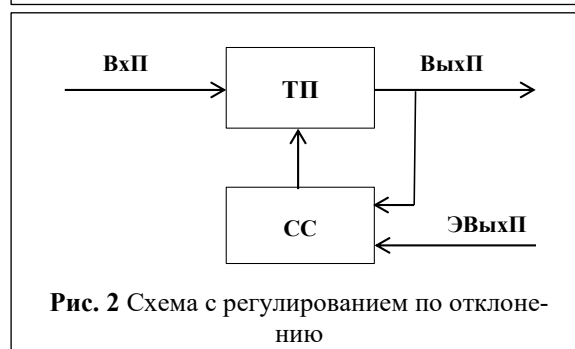
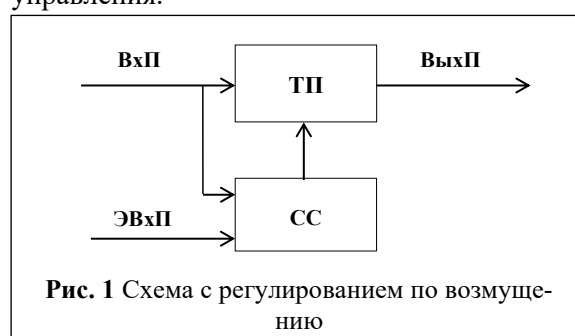
С практической точки зрения, исходя из известных подходов анализа систем или устройств компенсации помеховых воздействий [2], следует обратить внимание на два принципа управления – регулирование по возмущению (РВ) и регулирование по отклонению (РО).

В случае регулирования по возмущению (рис. 1) осуществляется сопоставление реального входного (ВхП) потока (информации, энергии, вещества и т.д.) и желаемого (эталонного) входного потока (ЭВхП). В результате этого сопоставления в системе сравнения (СС) результирующая сопоставления, характеризующая ту или иную степень (и знак) отклонения, передаётся на технологический процесс (ТП), т.е. является управляющим воздействием, влияющим на сам процесс.

Во втором случае (рис. 2) сопоставление производится по реальному выходному (ВыхП) и эталонному (ЭВыхП) потокам.

Каждая из схем имеет общее достоинство – простоту. При этом в первом случае недостатком является то, что выходной поток не контролируется и наличие систематических или спорадических отклонений внутри самого процесса не учитывается в процессе регулировки. Кроме того, особенностью схемы является возможность т.н. перерегулирования, когда управляющее воздействие меняет знак и вместо ослабления нежелательного процесса (или усиления ослабленного желательного) происходит его усиление (дополнительное ослабление желательного процесса).

Для второго случая такие недостатки не актуальны. Однако наличие обратной связи вводит свою статическую ошибку, а кроме того, начинает проявляться инерционность системы. Возможным становится т.н. недорегулирование, когда управляющее воздействие оказывается недостаточным для эффективного управления. А, кроме того, в силу особенностей схемы управления снижается избирательность (возможность реагировать на отклонение конкретного параметра или процесса, а не всю их совокупность) и повышается возможность потери устойчивости управления.



Достоинства обеих схем связаны с возможностью реального учёта отклонений соответствующих потоков и внесением соответствующих корректив в процесс.

### Система контроля и управления в литейном цехе АО МСЗ

Как уже отмечалось, в АО МСЗ планируется модернизация литейного цеха. При этом в соответствии с действующим законодательством предусматривается установка автоматической системы контроля вредных выбросов.

К приоритетным функциям таких систем контроля относится установка такого оборудо-

дования, которое обеспечит не только непрерывное или дискретное измерение параметров выбросов, но и трансляцию данных в общий реестр контролируемых объектов. При этом должны быть предусмотрены управляющие воздействия на ТП, обеспечивающие снижение концентрации загрязняющих веществ [3].

Создание системы автоматического контроля выбросов и сбросов должно включать в себя ряд вопросов, требующих тщательной проработки. В первую очередь необходимо определить, какие источники будут контролироваться и удостовериться, что с технической точки зрения это реализуемо, а также выбрать контролируемые параметры, подобрать методики и средства контроля. Следующим этапом будет разработка проекта системы, в котором указывается конкретное место монтажа на технологической установке. Таким местом могут служить газоходы труб для выбросов или последний участок трубы перед выбросом очищенного воздуха в атмосферу.

Такой системой может являться газоанализатор АНКАТ-410 [4], предназначенный для измерений объёмной доли кислорода ( $O_2$ ), оксида углерода ( $CO$ ), диоксида углерода ( $CO_2$ ), оксида азота ( $NO$ ), диоксида азота ( $NO_2$ ), диоксида серы ( $SO_2$ ), суммы углеводородов ( $\Sigma CH$ ), массовой концентрации сероводорода ( $H_2S$ ), хлористого водорода ( $HCl$ ), аммиака ( $NH_3$ ), хлора ( $Cl_2$ ), вычислений объёмной доли суммы оксидов азота ( $NO_x$ ), вычислений коэффициента избытка воздуха ( $\alpha$ ) и вычислений объёмной доли диоксида углерода ( $CO_2$ ).

Область применения – топливосжигающие и технологические установки предприятий теплоэнергетической, металлургической и т.п. промышленности, информационно-измерительные системы для вычислений массовых выбросов по каждому определяемому компоненту.

Также данное программное обеспечение прибора через сеть интернет подключено к реестру Росприроднадзора и в реальном времени передаёт информацию по замерам и составу вредных выбросов в атмосферу.

Объективный контроль содержания загрязняющих веществ, их концентрации, позволит формировать управляющие воздействия на ТП, обеспечивающие регулирование в автоматическом, полув автоматическом или ручном режимах.

Предлагается для такого управления использовать схему регулирования по отклонению (рис.2). Таким образом, операция  $E$  преобразования (3) входного потока  $A$ , содержащего загрязняющие вещества, в выходной поток  $C$ , содержащий загрязняющие вещества на допустимом по концентрации уровне, будет основываться на наличии обратной связи с базой реестра Росприроднадзора и той информации, которая по линии этой связи поступает на предприятие.

### Вывод

Применительно к классификации систем управления типов РВ и РО выделяют четыре типа управления [5]: эвристическое управление; проблемное управление; ситуационное управление; структурное управление. Рассмотренный вариант управления системой контроля очистки воздуха от вредных примесей в литейном цехе АО МСЗ следует отнести к ситуационному управлению, которое фактически является координирующим для эвристического и проблемного, и учитывает всю организационную структуру процесса.

Такой вывод, такой принцип основаны на учёте и анализе входных и выходных потоков и являются отображением общего подхода к управлению. Основываясь на данном анализе возможно построение более сложной, многоуровневой системы, захватывающей в своём описании все уровни процесса. В этом случае большую роль могут играть аспекты, не рассматривавшихся выше, такие, как материальные объекты управления (оборудование, инструментальные средства и т.д.), инструментальные средства контроля, человеческий фактор и т.п.

Предполагается, что предложенная система контроля и управления окажутся эффективными в условиях модернизированного литейного производства АО МСЗ.

---

**Литература**

1. Постановление Правительства РФ от 18 декабря 2020 г. N 2168 «Об организации и осуществлении производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности». –Режим доступа: <https://base.garant.ru/400120660/>

2. Курилов И.А., Григорюк Е.Н., Калиниченко М.В., Кириллов И.Н., Лашин А.Е., Булкин В.В. Принципы управления информационными потоками в технологических процессах / Методы и

**Поступила 11 октября 2023 г.**

устройства передачи и обработки информации. 2013. № 15 (15). С. 60-65.

3. Ламихова М. Как будут работать системы автоматического контроля выбросов и сбросов / Справочник эколога, 2019. С.9-14.

4. Газоанализаторы АНКАТ-410. Руководство по эксплуатации / АРМАГАЗ. –Режим доступа: [https://analitpribor.nt.ru/images/manuals/ankat\\_410.pdf](https://analitpribor.nt.ru/images/manuals/ankat_410.pdf)

---

In this paper, the projected system for collecting information on the presence of pollutants in atmospheric air emissions in the foundry is analyzed. The general concepts of the control system and control methods are considered, special attention is paid to two control principles - regulation by disturbance (RV) and regulation by deviation (PO). The features of the functioning of the system of automatic control of emissions and discharges are considered. The possibility of using the ANCAT-410 gas analyzer at the enterprise, designed for continuous environmental and technological control of fuel-burning and technological installations, is evaluated.

*Key words:* natural environment, automatic control system, control system, linear production, gas analyzer, harmful emissions.

---

*Карасев Денис Александрович* – студент кафедры техносферной безопасности Муромского института (филиала) Государственного образовательного учреждения высшего образования "Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых".

*E-mail:* [Vuxerytnik@yandex.ru](mailto:Vuxerytnik@yandex.ru)

*Адрес:* 602264, Муром, ул. Орловская, д. 23.