

$$r = L_0 r_1, \quad v = v_0 v_1, \quad p = p_0 p_1, \quad t = t_1 T_0, \\ f_i = g_0 f_i.$$

Уравнения движения и неразрывности примут вид:

$$S \frac{\partial v_1}{\partial t} + (v_1 \Delta) v_1 = \frac{f_1}{F} - E \Delta p_1 + \frac{1}{R} \Delta v_1, \\ \frac{\partial(mr)}{\partial t} + \operatorname{div} v_1 = 0, \quad (10)$$

Чтобы учесть влияние перемешивания на перенос частиц в газовом потоке, следует к вектору конвективного переноса добавить дополнительный член, учитывающий тензор суффозии, т.е. поток данного компонента записать в виде

$$v_1 = -\frac{kc}{m} \frac{\partial p}{\partial x_i} - D_{ij} \frac{\partial c}{\partial x_j}, \quad (11)$$

Компоненты тензора D_{ij} в главных осях $k_1 = D_{11}$ и $k_2 = D_{22} = D_{33}$ называют соответственно коэффициентами продольной и поперечной суффозии. В одномерном случае $D_{ij} = D(c)$;

$$v = cu - D(c) \frac{\partial c}{\partial x}, \quad (12)$$

и уравнение баланса (10) с учетом (12) примет вид

$$m_3 \frac{\partial c}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[D(c) \frac{\partial c}{\partial x} \right] - v \frac{\partial c}{\partial x}, \quad (13)$$

Введем обобщенную переменную

$$\Theta = \int D(c) dc, \quad (14)$$

перепишем уравнение (13) в виде

$$\frac{\partial \Theta}{\partial x} = D \frac{\partial^2 \Theta}{\partial x^2} - \frac{v}{m} \frac{\partial \Theta}{\partial x}, \quad (15)$$

Исходя из физического смысла задачи краевые и начальные условия можно принять в виде

$$\Theta(0, t) = 1, \quad \Theta(\infty, t) = 0, \quad \Theta(x, 0) = 0, \quad (16)$$

Решение уравнения (15) при условиях (16) будет

$$\Theta(x, t) = \frac{1}{2} \operatorname{erfc}(x) + \frac{1}{2} \exp h \operatorname{erfc}(x_1), \quad (17)$$

$$\text{где } x = \frac{x - vt}{2(Dt)^{1/2}}; \quad x_1 = \frac{x + vt}{2(Dt)^{1/2}}; \quad h = \frac{vx}{D}, \quad (18)$$

Анализ полученного решения показывает, что через некоторое время после начала процесса в зоне турбулентной фильтрации формируются миграционные поля, зависящие от отношения расходов твердых частиц и газа, что ведет в свою очередь к снижению пористости и газопроницаемости угольных пластов.

Вековая миграция газов в тектонически нарушенную зону и коагмирование этой зоны мелкодисперсными частицами объясняют существование локальной зоны, где находится свободный газ под большим давлением.

Расчеты показывают, что в таких выбросоопасных зонах газопроницаемость уменьшается более чем в 40 раз.

Повышение давления газа в угольных пластах связано с появлением внутренней энергии газоносного блока, например, 1 м³ метана, находящийся под давлением 10 МПа, обладает энергией до 8,7 Дж/см³, что достаточно для разрушения угля до высокой степени диспергирования.

(9)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хакен Г. Синергетика: Пер. с англ.- М.: Мир, 1980.
2. Пригожин И. Введение в термодинамику необратимых процессов: Пер. с англ. М., 1960.
3. Г.А. Беспятов, В.Н. Вылегжанин, С.С. Золотых. Синергетика выбросоопасной горной среды. Новосибирск: «Наука», 1996.

ЭКОЛОГО - ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ ПРОИЗВОДСТВА МОТОРНЫХ ТОПЛИВ НА АСТРАХАНСКОМ ГПЗ

Бойко В. И., Доценко Ю. И.

*Астраханский государственный университет,
Астрахань*

В 2003-2007 гг. должна производиться реконструкция 3-го производства Астраханского ГПЗ (АГПЗ), где из природного конденсата получают различные виды моторного топлива -- бензин, дизельное топливо и мазут. Планируется увеличить объемы выпускаемой продукции примерно в два раза за счет применения эффективных технических решений и технологий, а также углубления переработки газового конденсата.

В результате проводимых мероприятий должна повыситься конкурентоспособность выпускаемой продукции за счет увеличения доли высокооктановых бензинов (АИ-91, АИ-95 и АИ-98) до 70% их общего объема производства и повышения качества и экологических характеристик топлива:

снижения сернистых соединений в данном топливе до 0,05%, а в ближайшей перспективе - менее 0,02% серы по массе;

снижения содержания бензола в высокооктановых бензинах - до 1%.

Использование высокооктановых бензинов (особенно АИ-95 и АИ-98) и малосернистого дизельного топлива позволит существенно улучшить экологическую обстановку в регионе за счет прекращения использования этилированного бензина в г. Астрахани и области и загрязнения в связи с этим атмосферного воздуха и почвы чрезвычайно токсичными галогенидными, оксигалогенидными и оксидными соединениями свинца, относящихся к первому классу опасности; кроме того, значительно сократится загрязнение атмосферы соединениями серы.

Для снижения выбросов оксидов углерода и азота, являющихся в настоящее время ведущими загрязнителями и рабочих зон Астраханского ГПЗ, и атмосферного воздуха в районе размещения завода, предложена реконструкция печей

АГПЗ за счет совершенствования конструкции горелок и двухэтапного режима сгорания топлива, что дает существенное сокращение выбросов как оксидов азота, так и углерода.

ЛАЗЕРНАЯ ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОПТИКА И МЕХАТРОНИКА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ, МЕДИЦИНСКИХ И ДРУГИХ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ

Грязнов Н.А., Кириченко В.В.
*ГНЦ ЦНИИ робототехники и
технической кибернетики,
Санкт-Петербург*

Прогресс в области микроэлектроники и точной механики привел к становлению новой области науки и техники, получившей название мехатроники. Интеграция микромеханических устройств с электронными элементами на базе современных технологий привела к появлению нового класса микроэлектромеханических систем (МЭМС). Их применение позволяет существенно снизить массогабаритные параметры устройств и одновременно повысить надежность функционирования. Последнее достигается исключением протяженных электрических цепей, чувствительных к помехам, и контактных разъемов.

Если подойти к этому процессу с позиций кибернетики, можно сказать, что искусственный машинный интеллект начал обретать органы осязания в виде МЭМС-датчиков и органы управления в виде МЭМС-приводов. Подобная тенденция открывает новые возможности автоматизации и роботизации различных устройств и приборов. Очевидная тенденция дальнейшей миниатюризации и интеграции связана с появлением микрооптоэлектромеханических систем (МОЭМС) на базе технологий МЭМС и интегральной оптики.

Наблюдающийся в последнее десятилетие прогресс в области создания высокоэффективных твердотельных лазеров с диодной накачкой открывает новые возможности по разработке прецизионных и дистанционных датчиков на базе активного зондирования. Подобный подход представляет интерес не только для процессов автоматизации и построения роботизированных комплексов, но и создает возможности активного внедрения новых технологий для решения прикладных задач в других областях науки и техники.

В ЦНИИ робототехники и технической кибернетики (РТК) решается широкий спектр задач, связанных с использованием последних достижений мехатроники и лазерной техники для нужд различных отраслей и ведомств. Большое внимание уделяется разработке средств экологического мониторинга окружающей среды, в первую очередь, базирующихся на методах дистанционного оптического зондирования. Лидарные методы зондирования атмосферы позволяют совместить высокую оперативность мониторинга с широкой областью охвата.

Гармоничное сочетание активных средств диагностики, обладающих высоким пространственным разрешением по дальности, с пассивными, имеющими высокую спектральную избирательность, обеспечива-

ет быстрый и надежный контроль за состоянием атмосферы в пределах прямой видимости. Аэрозольный лидар на базе твердотельного лазера с диодной накачкой и лавинного фотодиода обеспечивает анализ пространственного распределения концентрации аэрозольного образования. Фурье-спектрометр производит измерение спектров излучения и выявление химического состава исследуемого объекта.

На базе данного подхода разработана относительно недорогая малогабаритная система, которая может быть установлена на любое транспортное средство, включая автомобиль или вертолет. Помимо задач оперативного мониторинга она может выполнять функции обнаружения источника загрязнения, поиска места утечки газа на газопроводах и в шахтах, анализа химического состава выхлопа заводских труб и тому подобные.

Активные разработки проводятся в ЦНИИ РТК и в области автоматизированных систем медицинского назначения. В настоящее время на базе разработанного и сертифицированного малопоточного перфузионного насоса роликового типа «Марс» проводятся работы по разработке прецизионных оптических датчиков расхода и контроля гетерогенности среды. Автоматизация работы насоса, необходимая для его полноценного использования в системах жизнеобеспечения, предполагает наличие надежного расходомера для коррекции скорости вращения роликов в условиях меняющихся условий прокачки по давлению и температуре.

Использование лазерной доплеровской флоуметрии позволяет не только бесконтактно определять скорость перемещения жидкости внутри рабочей трубки, но и по пропорциям различных компонент спектра рассеянного сигнала судить о размерах и концентрации рассеивающих частиц. В случае использования насоса «Марс» в системах жизнеобеспечения для организации циркуляции крови рассеивающими частицами являются крайне нежелательные пузырьки воздуха. При этом контролировать необходимо весь размерный спектр пузырьков, учитывая тенденцию их последующего слияния.

На следующем этапе модернизации насоса «Марс» предполагается модификация лазерного флоуметрического датчика в флуоресцентный спектроанализатор с перестраиваемой длиной волны излучения зондирующего источника. Учитывая большое количество информации, содержащейся в спектрах флуоресценции, можно рассчитывать, что подобная система обеспечит надежный количественный анализ не только основных компонент крови, но и малых примесей, содержащихся в ней. Особый интерес это может представлять для оперативной диагностики инфекционных заболеваний и мониторинга влияния лекарственных препаратов в реальном времени.

Несомненно, практическое значение подобная система анализа приобретет лишь после проведения комплексных научных исследований с участием медиков, химиков и спектроскопистов, которые определят закономерности и особенности интересующих нас параметров. Тем не менее, уже сейчас проводятся предварительные исследования, нацеленные на выявление минимального состава оборудования, необхо-