

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ

Батурина А.Ю., Рыбакова И.Н.

Научный руководитель канд. техн. наук Тинькова С.М.
Сибирский федеральный университет

На дороги ежедневно выезжают миллионы автомобилей, и каждый из них - источник загрязнения воздуха. Особенно это чувствуется в крупных городах, где выхлопные газы автомобилей могут создавать большие проблемы. По мере старения и износа деталей двигателя топливо начинает сгорать хуже и в выхлопных газах увеличивается концентрация вредных веществ. Но на помощь людям и экологии в 1975 году появилось новое устройство, называемое каталитическим преобразователем или просто катализатором (англ. *catalytic converter*) - это устройство в выхлопной системе, предназначенное для снижения выбросов вредных веществ. Основным требованием к успешной работе катализатора, является стехиометрическое соотношение топлива и кислорода.

Принцип работы автомобильного катализатора, основан на способности веществ-катализаторов к ускорению реакций, при этом эффективность работы достигается при нагреве свыше 300°C (рисунок 1).



Рисунок 1 - Раскаленный катализатор в процессе работ

При работе автомобильного двигателя, наряду с относительно безвредными продуктами сгорания (N_2 , CO_2 , H_2O) выделяются токсичные вещества:

- окись углерода (CO) - ядовитый газ без цвета и запаха;
- углеводороды (HC) также известные как летучие органические соединения - один из главных компонентов смога, образуется за счет неполного сгорания топлива;
- оксиды азота (NO и NO_2 , которые часто объединяют под обозначением NO_x) - также являются компонентом смога, кислотных дождей, оказывающие влияние на слизистую человека.

Современные катализаторы для удаления этих веществ, чаще всего являются трехкомпонентными, т.е. они оснащены тремя каталитическими преобразователями, по одному на каждое вещество, которое необходимо удалить.



Трехкомпонентный катализатор представляет собой металлический корпус из нержавеющей стали, в котором находится "сотовая" конструкция или реже конструкция типа "керамические бусины"(рисунок 2).

Рисунок 2 -Трехкомпонентный катализатор

В каталитических преобразователях используются два вида катализаторов: восстановливающий - на основе платины и родия и окислительный - на основе платины и палладия.

Процессы, протекающие на поверхности этих катализаторов, можно описать реакциями:

- $\text{CH} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
- $\text{NO} + \text{CO} \rightarrow \text{N}_2 + \text{CO}_2$;
- $\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$;
- $\text{NO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

Вследствие этих реакций токсичные, вредные вещества CO , CH_x и NO_x восстанавливаются или окисляются в безвредную воду H_2O , азот N_2 и углекислый газ CO_2 (рисунок 3).

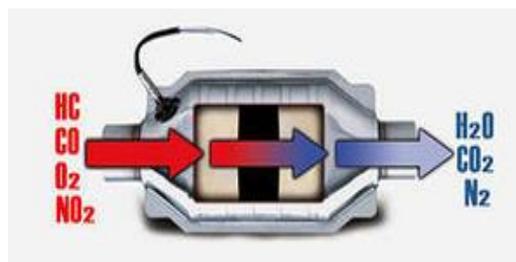


Рисунок 3- Принцип работы автомобильного катализатора

При этом сам катализатор, не участвует в реакции. Он только ускоряет протекающие реакции.

По результатам проведенных испытаний и общему мнению водителей, эксплуатирующих автомобили, катализатор может быть полезен при эксплуатации как с точки зрения улучшения экологических показателей автомобилей, так и с точки зрения улучшения эксплуатационных динамических и экономических показателей двигателей (табл.1).

Таблица 1- Показатели эффективности автомобильного катализатора

Наименование показателей	ГАЗ г/н Н345ВН		ГАЗ г/н А522 ВУ		ВАЗг/н Х9215МО	
	до установки	после установки	до установки	после установки	до установки	после установки
CO _{xx}	1,2%	0,6%	5,15%	2,5%	5,8%	0,7%
CH _{xx}	950	820	180	140	380	140
CO ₂ , 2000 об/мин	-	-	2,9%	1,7%	-	-
CH, 2000об/мин	-	-	130	130	-	-
Дымность, 2000 об/мин	-	-	-	-	10	2,1
Повышение оборотов холостого хода	-	+10%	-	+10%	-	+15%
Улучшение динамических характеристик автомобиля	-	+10%	-	+10%	-	+15%
Снижение расхода топлива при движении	-	+10%	-	-	-	12-15%

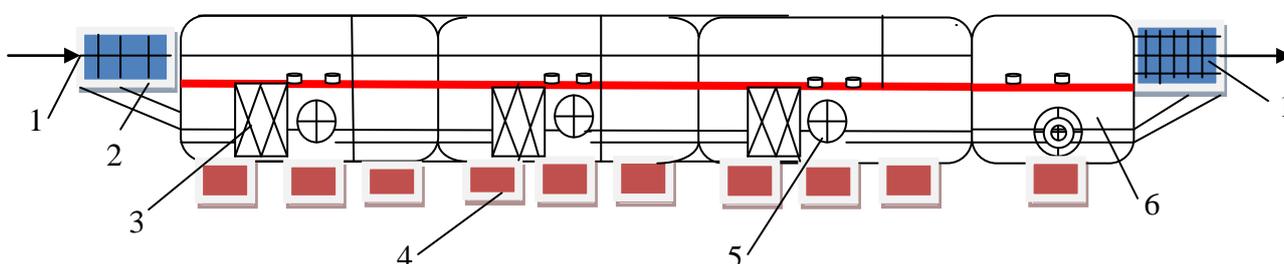
В работе катализатора в принципе все выглядит идеально. А вот сам процесс изготовления довольно сложный. Процесс производства автомобильных катализаторов осуществляется в разных странах и практически не отличается по способу изготовления смеси, видам сырья и оборудования. Процесс производства разделен на несколько основных этапов:

- приготовление базовых и финальных суспензий с МПГ (МПГ - металлы платиновой группы);
- точное нанесение суспензии с одной стороны на керамический субстрат;
- температурная обработка катализатора;
- далее проверка субстрата и второе нанесение с другой стороны;
- температурная обработка катализатора сушка, кальцинация и охлаждение.

В настоящее время, эти процессы осуществляются в многозонной печи. Печь состоит из зоны сушки и следующей за ней зоны кальцинации, которые в свою очередь также делятся на зоны. Технология изготовления предусматривает первичное нанесение суспензии, затем сушку, при этом зона кальцинации не работает, она включается только после второго нанесения и законченной второй сушки.

Недостатком этого технологического процесса является то, что зона кальцинации работает в периодическом режиме и из-за аккумуляции тепла кладкой ведет к повышенным энергозатратам.

В своей работе мы рассматриваем возможность использования дополнительной сушильной печи с тем, чтобы первоначальную сушку проводить в этой печи, а вторая сушка будет проводиться в существующей печи. Для этого сделаны расчеты геометрических размеров сушильной ленточной печи, с учетом необходимой производительности: длина печи 10 м, высота 2,5 м, ширина 2 м. Определена мощность нагревательной печи 500 кВт, с учетом мощности одного двигателя 11 кВт - 380 В. Тип нагревателя: тены по 3кВт. С учетом типа нагревателей, время сушки будет варьироваться от 20 до 50 минут. Температура в печи постоянная, не более 95 °С. Система обдува при сушке и охлаждении осуществляется вентиляторами. Также определена мощность вентилятора охладителя 5,5 кВт-380 В. Теплоизоляционный слой печи: пенные блоки, либо каучуковая стекловата, кожух - нержавеющая сталь. Система вентиляции будет приточная и вытяжная (рисунок 4).



1- загрузка-выгрузка катализаторов; 2- конвейер; 3- нагреватель; 4- двигатель; 5- вентилятор; 6- зона охлаждения.

Рисунок 4 - Проектируемая сушильная печь

Аналогичные расчеты сделаны для совмещенной печи кальцинации, которая в данном случае будет работать непрерывно. Длина печи 20 м, ширина 2,5 м, глубина 3,5м. Также определена мощность печи 1500 кВт. Тип нагревателя, является аналогичным - тены по 3 кВт. Длительность процесса кальцинации 40-45 м, температура 450 - 500 °С. Обдув продукции при кальцинации и охлаждении, также осуществляется вентиляторами. Для перераспределения теплового воздуха имеется теплообменник. Материал самой печи нержавеющая сталь.

Для согласованной работы всего технологического процесса, была выбрана система автоматизированного управления SKADA. Система позволит осуществить контроль и регулирование ритмичной загрузки и выгрузки сушильной и комбинированной печи. Регулировать температуру в этих тепловых устройствах, а также скорость и расход сушильного агента. Подготовить и генерировать отчет о ходе технологического процесса. Также, возможно логическое управление обработки информации в реальном времени и контроль работы газоочистных сооружений, управление аварийной сигнализацией и тревожными сообщениями. Отображаться вся информация, будет на экранах мониторов в удобной и понятной для человека форме.

Таким образом, использование автоматизированной независимой проходной сушильной печи и печи кальцинации позволит увеличить выпуск катализаторов, обеспечить бесперебойную работу печи кальцинации и снизить энергозатраты. Такая схема разделения, может использоваться на аналогичных производствах, где применяется многократная сушка.