

УДК 661.938(083)

Г.К. Лавренченко, А.В. КопытинУкраинская ассоциация производителей технических газов «УА-СИГМА», а/я 271, г. Одесса, Украина, 65026
e-mail: uasigma@paco.net

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ ВОДНОГО РАСТВОРА ADBLUE

Водный раствор карбамида AdBlue широко используется в Европе, США и Японии для снижения концентрации оксидов азота, содержащихся в выхлопных газах грузовых автомобилей. Для этого двигатели тяжёлой техники оснащают системой каталитической очистки газов, реализующей SCR-технология. Это позволяет выполнять экологические нормативы Евро-4 и Евро-5 по выбросу вредных веществ в атмосферу. Ожидаемое внедрение этих нормативов в Украине и России делает актуальным налаживание производства и реализацию раствора карбамида AdBlue.

Ключевые слова: Водный раствор карбамида. SCR-технология. Оксиды азота. Карбамид. Деминерализованная вода. IBC-контейнер.

Г.К. Lavrenchenko, A.V. Kopytin

PROSPECTS FOR USE WATER SOLUTION ADBLUE IN AUTOMOBILE TRANSPORT

The water urea solution AdBlue is widely used in Europe, USA and Japan to reduce the concentration of nitrogen oxides contained in exhaust gases of vehicles automobile. For this, engines of heavy technics equipped with the system of catalytic gas cleaning realizing SCR-technology. It allows carrying out ecological standards of Euro-4 and Euro-5 on emission of harmful substances in atmosphere. The expected introduction of these standards in Ukraine and Russia makes actual adjustment of manufacture and realization of a solution of urea AdBlue.

Keywords: Water solution of urea. SCR-technology. Nitrogen oxides. Urea. Demineralized water. IBC-container.

1. ВВЕДЕНИЕ

AdBlue — зарегистрированная торговая марка продукта AUS 32 (водный раствор карбамида). Авторские права на AdBlue принадлежат Ассоциации автомобильной промышленности Германии (VDA). Продукт представляет собой раствор карбамида высшей степени очистки (32,5 %) в деминерализованной воде (67,5 %). Его применяют в качестве добавочной рабочей жидкости в транспортных средствах с дизельными двигателями, оборудованными системой селективной каталитической нейтрализации (SCR).

Использование систем SCR в тяжёлой технике необходимо для достижения экологических нормативов Евро-4 и Евро-5 по выбросам вредных веществ.

Технология SCR основана на впрыске строго дозированного количества реагента AdBlue в поток отработанных газов в присутствии катализатора (пятиоксида ванадия), в результате чего происходит химическая реакция превращения вредных оксидов азота (NO_x) в безвредные вещества — азот и воду.

Производство AdBlue строго регламентировано, чтобы обеспечить высокое качество продукта с этапа производства до конечного потребителя. Для определения характеристик AdBlue существуют два про-

мышленных стандарта: DIN 70070 и ISO 22241. Для оценки и контроля оборота AdBlue, производства, хранения и доставки, CEFIC (Европейский совет химической промышленности) разработал «Инструкцию по обеспечению гарантии качества» (QAGD). При работе с жидкостью AdBlue необходимо использовать специальное оборудование. В Европе AdBlue производят на заводах в Германии, Польше, Австрии, Норвегии, Литве и др.

Почти все производители грузовых автомобилей ставят перед собой две цели: соблюсти нормативы Евро-4, Евро-5 и сделать максимально выгодными условия эксплуатации автомобилей для потребителя, вывести его на приемлемый уровень рентабельности. Интегрировать эти цели довольно сложно, и тут важную роль играет доступность и стоимость AdBlue.

За счёт использования SCR-системы автопроизводителям удалось добиться снижения потребления топлива на 3-5 %. Расход AdBlue составляет 4-5 % от расхода топлива. Учитывая тот факт, что в Европе стоимость дизельного топлива выше стоимости AdBlue, экономия налицо.

В Европе на сегодняшний момент действуют около 1300 станций, где можно заправиться AdBlue, и 4000 торговых точек, где эту продукцию можно ку-

пить в канистрах. Большинство мест продажи находится в западной части Европы.

В настоящее время на территории Украины AdBlue не производится. Его завозят из Европы, а это значит, что после затрат на транспортировку и уплаты таможенных сборов продукт стоит дороже, чем в Европе. Учитывая, что стоимость топлива в Украине ниже, чем в Европе, экономический эффект от внедрения SCR-системы не столь очевиден. А ведь AdBlue предназначается в первую очередь для коммерческого транспорта, и поэтому понятно желание потребителя эффективно его эксплуатировать. Особенно это касается отрасли грузоперевозок, где существует жёсткая конкуренция.

Стоимость продукции для конечного потребителя зависит от ряда факторов: расходов на транспортирование, налогов и таможенных сборов, курса евро, эксплуатационных расходов и т.д. Существенно влияет на стоимость AdBlue тара, в которую продукция расфасовывается. Чем меньше её объём, тем выше цена в пересчёте на один литр продукции.

В связи с этим следует признать актуальным налаживание производства водного раствора карбамида AdBlue в Украине на предприятиях крупнотоннажной химии. Это позволит в ближайшем будущем иметь конкурентоспособный продукт для его реализации на любой автозаправочной станции. Поэтому основополагающим является отработка технологии производства раствора AdBlue.

2. ПРОИЗВОДСТВО ADBLUE

Производство AdBlue — сложный технологический процесс, который можно организовать лишь на крупном специализированном предприятии. Только такое предприятие способно обеспечить необходимое качество продукции, соблюдение технологии во всей производственной цепи. Для производства AdBlue требуется идеально чистый карбамид $(\text{NH}_4)_2\text{CO}$ и деминерализованная вода. Достичь такой чистоты можно только при выполнении всех технологических требований.

VDA строго регламентирует производственный процесс. Каждая партия продукции, произведённая на заводе, проходит контроль в независимой лаборатории. Результаты исследований может получить не только VDA как контролирующая организация, но и любой потребитель. Такая система контроля дисциплинирует производителей и повышает уровень доверия у потребителей к продукции и её производителю.

В связи с этим для налаживания производства и дистрибуции продукта необходимо получить лицензию на выпуск указанного товара у немецкой фирмы «VDA-QMC», которая выполняет аудит технологической цепи производства и выдаёт сертификат.

Произведённый раствор AdBlue можно хранить в резервуарах, доставлять крупным потребителям при помощи автоцистерн, контейнеров или в канистрах, а также устанавливать раздаточные колонки на АЗС для заправки автотранспорта.

Применение раствора AdBlue стимулируется тем, что в Европе, США, Японии внедряются стандарты (см. рис. 1) и нормы по снижению вредных выбросов в атмосферу (PM, HC, NO_x , CO), образующихся при сжигании дизельного топлива в автотранспорте (в основном в тягачах, грузовиках, автобусах и др. мощных машинах).

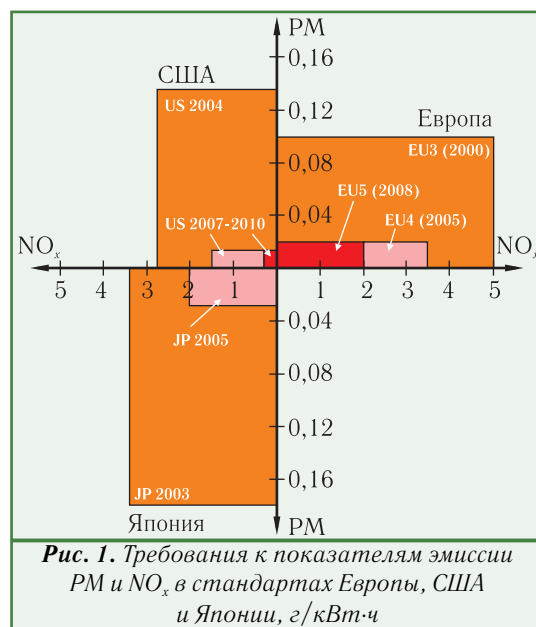


Рис. 1. Требования к показателям эмиссии PM и NO_x в стандартах Европы, США и Японии, г/кВт·ч

В связи с этим европейские компании переходят на выпуск грузовиков, оснащённых новой технологией SCR-утилизации выхлопных газов, соответствующей новым стандартам. Это означает, что перевозка грузов из Украины в Европу может осуществляться только на тягачах, оборудованных SCR-системами. Европейские грузовики и автобусы, въезжающие на территорию Украины, будут нуждаться в заправке баков раствором AdBlue. В таблице приведены численные значения снижения эмиссии компонентов выхлопного газа в соответствии с принятыми нормами и стандартами для грузовиков в период с 1990 по 2010 гг.

Европейские стандарты эмиссии выхлопных газов для грузовиков

Наименование	Допустимая эмиссия согласно стандартам, г/кВт·ч				
	CO	HC (углеводороды)	NO_x	PM (твёрдые частицы)	CH_4
Евро-0 (1990)	11,2	2,4	14,4	—	—
Евро-1 (1993)	4,5	1,1	8,0	0,36	—
Евро-2 (1997)	4,0	1,1	7,0	0,15	—
Евро-3 (2001)	2,1	0,66	5,0	0,1	1,6
Евро-4 (2006)	1,5	0,46	3,5	0,02	1,1
Евро 5 (2009)	1,5	0,46	2,0	0,02	1,1

Из таблицы видно, что с принятием первого стандарта в 1990 г. и до настоящего времени, т.е. в течение

ние 20 лет, удалось снизить эмиссии: CO в 10 раз, углеводородов HC — 5 раз, NO_x — 7 раз, PM — 18 раз. Это свидетельствует о развитии соответствующих технологий и их широком внедрении.

Наиболее эффективного снижения содержания вредных веществ в выхлопных газах можно достичь с помощью технологии SCR. На основе данной технологии разрабатываются новые требования и стандарты по снижению эмиссии вредных веществ, которые уже в 2011 г. в сравнении с 2007 г. позволят снизить выбросы NO_x на 83 %. Предлагаемые новые технологии являются комбинированными системами уже существующих.

3. ТЕХНОЛОГИЯ SCR

Катализаторы, применяемые в системе SCR, состоят из каталитически активных соединений переходных металлов на керамических кристаллоносителях. Способность системы SCR преобразовывать NO_x в N₂ и H₂O зависит, в значительной степени, от наличия активных центров и размера пор в кристаллоносителях. Размер пор влияет на скорость диффузии отработавших газов в каталитическом нейтрализаторе.

Для обеспечения максимальной эффективности системы SCR в течение длительного времени качественные характеристики жидкости AdBlue должны контролироваться очень жёстко, так как многие компоненты при превышении пороговой величины, согласно стандарту DIN 70070, безвозвратно разрушают каталитическую систему, физически блокируя поры или снижая количество активных центров. Недостаточно эффективная работа SCR-системы в случае инертности каталитического нейтрализатора может явиться причиной увеличения выброса окислов азота NO_x; вызвать повреждение двигателя в связи с увеличением давления отработавших газов.

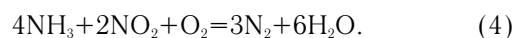
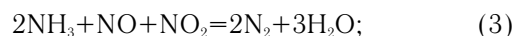
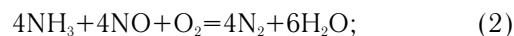
После изучения и оценки различных подходов к выполнению стандартов Евро-4 и Евро-5 при эксплуатации автомобилей большой грузоподъёмности, промышленность остановила свой выбор на технологии SCR, где в качестве восстанавливающего агента используется раствор карбамида AdBlue.

Применение технологии SCR подтвердило возможность нейтрализации выброса окислов азота NO_x во время проведения испытательных циклов и в эксплуатационном режиме. Использование двигателей с низким уровнем содержания твёрдых частиц в выхлопных газах и применение технологии селективной каталитической нейтрализации SCR для снижения концентрации окислов азота позволяет удовлетворить требованиям стандартов Евро-4 и Евро-5.

При реализации SCR-процесса осуществляется ряд химических реакций. Жидкость AdBlue впрыскивается в горячий отработавший выхлопной газ и подвергается гидролизу при температуре свыше 180 °C с образованием аммиака NH₃ согласно уравнению реакции:



Далее, основным металлом системы SCR является катализатором следующих реакций, при которых образуются исходные формы — азот и вода:



Для того, чтобы эффективность технологии SCR с последующей обработкой выхлопных газов осталась на прежнем уровне, необходимо избегать загрязнения реагента AdBlue посторонними веществами и частицами, а также хранения жидкости в физических состояниях сверх установленных пределов.

Перспективность новых технологий не вызывает каких-либо сомнений относительно снижения эмиссии вредных веществ не только на грузовых тягачах, автобусах, автомобилях, но и на морском и авиатранспорте, а также на наземных установках и оборудовании, сжигающих не только дизельное топливо, но и природный газ и др. Данные разработки уже применяются в когенерационных установках, работающих на природном газе. Однако на этом не останавливаются и исследуют новые способы для дальнейшего снижения эмиссии вредных веществ из выхлопных газов.



Фото 2. Внешний вид канистр, IBC-контейнера и станции, применяемых для реализации раствора AdBlue компанией «Gaschema»

4. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАСТВОРА ADBLUE

Раствор карбамида AdBlue может поставляться потребителю в канистрах на 5 л, 20 л, в контейнерах на 1000 л, при помощи автоцистерн и через стационарные станции заправки. На фото 2 показан внешний вид разливочного оборудования, применяемого для реализации раствора карбамида AdBlue, а на фото 3 — автоцистерна для перевозки раствора карбамида

