

УДК: 551.588,588.9

Доктор геогр. наук

Доктор геогр. наук

А.В. Чередниченко¹В.С. Чередниченко²Е.А. Джайлаубеков³

К УЧЕТУ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ЭМИССИЙ CO₂ ОТ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА, ИСПОЛЬЗУЮЩЕГО ТЕХНОЛОГИЮ ОТЧИСТКИ ОТРАБОТАННЫХ ГАЗОВ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

Ключевые слова: эмиссии, технологии очистки, катализаторы, мочевинные присадки, возраст автопарка, доля транспорта, стандарты Евро

Представлены подходы, для осуществления расчетов эмиссий CO₂ образующихся при использовании технологии очистки выхлопных газов на основе мочевиновых катализаторов. Показано, что основным источником эмиссий является грузовой дизельный транспорт, при этом осуществлять расчеты целесообразно с 2010 г., а не с 2005 г., как на том настаивает ряд зарубежных экспертов. Дополнительные эмиссии, весьма незначительные и составляют менее одного процента от эмиссий CO₂, образующихся от работы всего дорожного транспорта.

Учет присадок (катализаторов на основе мочевины) для автомобильного сектора в Казахстане делается впервые. Данная задача, в рамках проведения Национальной инвентаризации парниковых газов (ПГ) до последнего времени не осуществлялась, так как считалось, что автомобильный парк Республики Казахстан (РК) довольно старый, в то время, как необходимость в таких расчетах имеет смысл для относительно «молодых» автомобилей. Однако, после рекомендаций экспертов по обзору, сделанных во время ревю 2019 г., это стало одним из обязательных пунктов. Соответственно, пришлось решить несколько подзадач:

¹ АО "Жасыл Даму" Министерства экологии, геологии и природных ресурсов РК, г. Алматы, Республика Казахстан

² НИИ проблем биологии и биотехнологий КазНУ им. аль Фараби, г. Алматы, Республика Казахстан

³ Казахская Академия транспорта и коммуникаций имени М. Тынышпаева, г. Алматы, Республика Казахстан.

- определение временного периода, для которого имеет смысл учитывать использование каталитических конверторов;
- оценка общего возраста автопарка страны;
- оценка числа автомобилей, использующих различные типы топлива;
- оценка количества автомобилей, которые используют технологии каталитических конверторов;
- оценка объема топлива, используемого в автомобилях, оснащённых каталитическими конверторами;
- оценка количества используемых присадок;
- расчет эмиссий CO₂ от использования мочевиновых присадок;
- суммирование эмиссий CO₂ от всех типов автомобилей использующих технологию мочевиновых присадок.

Фактически, каждая из представленных подзадач, за исключением последних двух, является самостоятельным исследованием и опирается на официальные статистические данные, оценку независимых экспертов. Также широко использовались данные официальных представителей автомобильных компаний, которые размещены в интернет ресурсах, привлекалась также, существующая законодательная база РК, которая регулирует нормативы и стандарты, в области ограничения выбросов загрязняющих веществ, так как принятие многих существующих положений напрямую связано с ограничением выбросов именно загрязняющих веществ, и только во вторую очередь связана с эмиссиями парниковых газов в стране.

Определение временного периода. Несмотря на то, что инвентаризация парниковых газов рассчитывается с 1990 г., который является базовым для страны, технологии применения каталитических конверторов на основе мочевиновых присадок начали использоваться намного позже. К 1990 г. довольно широко применялись технологии принудительного впрыска топлива с помощью форсунок во впускной коллектор – (инжекторный впрыск) и гибкого регулирования воздушной смеси, которая уже существенно влияла на количество выбросов загрязняющих веществ. На снижение эмиссий ПГ эта технология не особо влияла (табл. 1), только за счет экономии расхода топлива. Объяснение этому лежит в следующем: во-первых, инжекторный двигатель по сравнению с карбюраторным расходовал на 20...30 % меньше топлива, при тех же мощностях, или даже при их увеличении [33]; во-вторых, использование контроллера двигателя расширяло возможности по поддержанию качества смеси на стабильном уровне, отвечающем меняющимся динамическим факторам – от скорости движе-

ния до температуры, без момента инерции, который имелся в карбюраторных двигателях.

Таблица 1

Нормы эмиссий загрязняющих веществ от работы двигателей внутреннего сгорания (бензиновых и дизельных), при стандартах ЕВРО (г/км) для легковых автомобилей [33]

Вещества	ЕВРО 1	ЕВРО 2	ЕВРО 3	ЕВРО 4	ЕВРО 5	ЕВРО 6	
	Период действия						
	1992... 1995	1996... 1999	2000... 2004	2005... 2008	2009... 2013	2014	
Дизельные двигатели	СО	2,72 (3,16)	1	0,64	0,5	0,5	0,5
	NO _x	-	-	0,5	0,25	0,18	0,08
	Углерод	-	-	-	-	-	-
	Летучие органические соединения (ЛНОС)	-	-	-	-	-	-
	HC+NO _x	0,97 (1,13)	0,7	0,56	0,3	0,23	0,17
	PM	0,14 (0,18)	0,08	0,05	0,025	0,005	0,005
Бензиновые двигатели	СО	2,72 (3,16)	2,2	2,3	1,0	1000	1000
	NO _x	-	-	0,20	0,10	0,100	0,100
	Углерод	-	-	-	-	0,068	0,068
	Летучие органические соединения (ЛНОС)	-	-	0,15	0,08	0,060	0,060
	HC+NO _x	0,97 (1,13)	0,5	-	-	-	-
	PM	-	-	-	-	0,005	0,005

Эта технология также открывала массу возможностей по техническому самодиагностированию автомобиля, внедрению новых систем безопасности, использованию противоугонных систем, расширению возможности дальнейшего снижения выбросов ЗВ и прочее.

Однако, если затрагивать снижение эмиссий ПГ то, как уже говорилось выше, технология это осуществляла, только за счет снижения потребления топлива. Здесь прослеживается прямая зависимость: меньше сжигается топлива, меньше суммарные эмиссии всех газов, как загрязняющих, так и имеющих парниковый эффект.

Применение технологий с каталитическими конверторами пришло с необходимостью масштабной борьбы с вредными веществами и ужесто-

чением экологических норм. Реализованы они были, как известно, серией стандартов ЕВРО (табл. 1) [32]. Важной особенностью, внедрения стандартов являлась их этапность (табл. 1 и 2), стимулирование исследований в области улучшения качества горения, необходимости повышения качества и очистки топлива на заводах, подготовки топливной смеси в двигателях перед сжиганием и добавление дополнительных устройств (ячеистых конверторов и прочего) для осуществления дополнительной очистки газов уже после сгорания топлива. Полный электронный контроль всего процесса работы на всех этапах, от подготовки топлива, последующего его сгорания, и степени очистки отработанных газов в конвертере перед глушителем позволял препятствовать эксплуатации автомобиля при неисправности системы.

Таблица 2

Сроки внедрения стандартов Евро для грузовых автомобилей и автобусов в Европе [33]

Тип автотранспорта	ЕВРО 1	ЕВРО 2	ЕВРО 3	ЕВРО 4	ЕВРО 5	ЕВРО 6
Грузовые автомобили массой до 3,5 т	10.1994	01.1996	01.2000	01.2005	09.2010	09.2015
Грузовые автомобили полной массой от 3,5 до 12 т	10.1994	01.1998	01.2001	01.2005	09.2010	09.2015
Грузовые автомобили полной массой более 12 т и автобусы	1992	1995	1999	2005	2008	2013

На территории Республики Казахстан удельные нормативы выбросов автотранспортных средств согласно техническому регламенту вводятся в действие в следующие сроки [7, 11]:

- экологический этап ЕВРО-2 с 15 июля 2009 г.;
- экологический этап ЕВРО-3 с 1 января 2011 г.;
- экологический этап ЕВРО-4 с 1 января 2014 г.

Основные технические требования к характеристикам топлива для автотранспортных средств вводятся в действие в следующие сроки [1...6]:

- экологический этап ЕВРО-2 с 1 января 2010 г.;
- экологический этап ЕВРО-3 с 1 января 2011 г.;
- экологический этап ЕВРО-4 с 1 января 2014 г.

Использование мочевиновых конвертеров, для легковых автомобилей в Европе, началось с 2005 г., с внедрением стандарта ЕВРО 4, хотя имеются отсылки и к более раннему применению этой системы, начиная с 2002...2003 гг. Действительно, в Европе уже имелись случаи внедрения

этой технологии в определенные модели автомобилей, но на тот период они носили скорее экспериментальный характер. Массовое, а главное, обязательное внедрение, эта технология получила только с вступлением стандартов Евро 4 для легковых автомобилей (табл. 1). Дизельные двигатели, как видно из табл. 1, имеют свои нормы выбросов согласно стандартам ЕВРО. Это объясняется особенностями самого топлива (бензин или дизель), а также условиями подготовки горючей смеси. Фактически из-за этого были разработаны две системы снижения ЗВ: SCR для дизельных (за счет использования мочевиного раствора) и EGR для бензиновых автомобилей (за счет частичного возврата отработанных газов в общую систему сжигания). Прежде чем описать подходы, которыми руководствовались авторы, необходимо кратко познакомить с особенностями существующих технологий по уменьшению выбросов ЗВ.

Технология SCR (Selective Catalytic Reduction – селективное каталитическое восстановление) предназначена для снижения опасных окислов азота в отработавших выхлопных газах для двигателей на дизтопливе и уменьшение сажи (для чего применяется технология CRT) [8]. На сегодняшний день, представляемый метод является самым оптимальным между практической эффективностью и экономической целесообразностью. В основе принципа работы технологии заложено использование раствора мочевины для осуществления реакции снижения выбросов. Мочевина впрыскивается в камеру выпускного коллектора, установленного до катализатора через форсунку в отработавшие выхлопные газы, которые образуются от сгорания топлива. Раствор мочевины вынуждает активизировать процесс разложения окислов азота на компоненты: воду и азот, которые могут легко взаимодействовать с живой природой. Как уже говорилось в самом начале, данная технология наиболее эффективна для дизельных двигателей и реализуется использованием раствора Ad blue, как технического компонента. Раствор состоит из деминерализованной воды – 67,5 %, раствора мочевины – 32,5 % и располагается на современных автомобилях в дополнительном резервуаре, который устанавливается рядом с топливным баком [8, 14, 32]. Одним из недостатков системы является ее замерзание при отрицательных температурах (порядка минус 11 °С), что препятствует работе всей системы при запуске и прогреве автомобиля, даже при наличии обогревательного элемента (рис. 1).

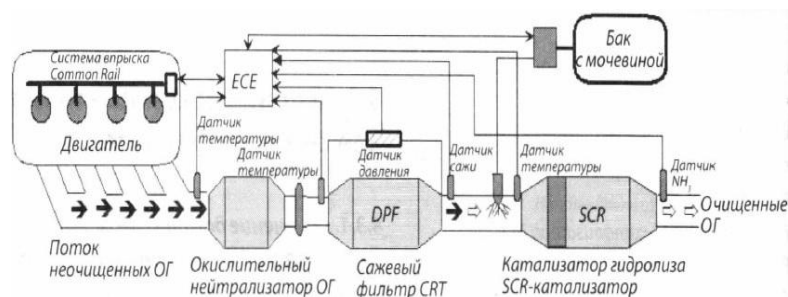
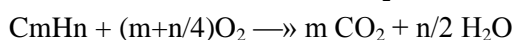
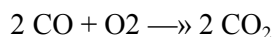
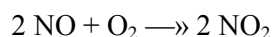


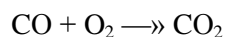
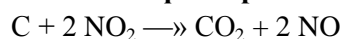
Рис. 1. Пример комплексной системы очистки для дизельных двигателей легковых автомобилей [8].

Перечислим основные химические трансформации, которые будут осуществляться для представленной системы:

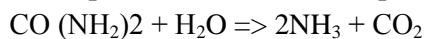
Окислительный катализатор



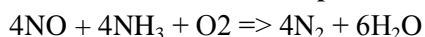
Сажевый фильтр CRT



Гидролизный катализатор



SCR-катализатор



Так как Европа, несмотря на свое географическое расположение, все же подвергается холодам, а вопрос эффективности системы отчистки отработанных газов остается важным, конструкторами была предложена усовершенствованная технология борьбы с отработанными газами, получившая название *SCR-AC (Selective Catalytic Reduction Ammonium Carbamate – селективное каталитическое восстановление с карбаматом аммония)* [8, 10, 14, 32]. Здесь в качестве восстановителя использовался фильтр с твердым веществом (карбамат аммония (AC)). Такое решение позволяло использовать материал более высокой плотности, чем жидкая фракция мочевинового раствора, а также позволяла работать даже при относительно низких температурах, начиная уже от 60 °С.

Необходимо отметить, что технология SCR-AC нашла свое применение больше для грузового автотранспорта и автобусов, в то время как технология с применением Ad blue широко используется для легковых автомоби-

лей. Сажевый фильтр и другие компоненты всей системы остаются фактически не именными за исключением размеров и доступности агрегатов.

Так как параллельно с системой SCR применялись и другие способы очистки, необходимо сказать несколько слов об одной из самых распространённых – технологии CRT (Continuous Regeneration Trap), которая разработана была фирмой HJS и изначально ориентировалась на автобусы и грузовые автомобили. Идея системы заключается в использовании для сжигания не кислорода, а диоксида азота, который образуется при сгорании топлива и имеется в достаточном количестве для осуществления сжигания сажи. Причем в отличие от других подобных систем рабочая температура здесь значительно ниже – горение происходит уже при 250°C. Однако есть некоторые особенности, в частности, перед сжиганием в системе необходимо NO до окислить до NO₂, эта реакция происходит в окислительном катализаторе, а затем, преобразованный NO₂ вступает в реакцию с частицами сажи, образуя N₂, CO₂ и H₂O. Такая реакция возможна только при отсутствии в топливе серы, так как и в противном случае в конце технологической цепочки будет образовываться сернистая или серная кислота. (Вот откуда берутся такие особые требования к исходному топливу).

Вся система способна работать в движении без специального обслуживания и уменьшать выбросы некоторых компонентов до уровня чувствительности приборов.

Технология EGR. Данная система нейтрализации отработанных газов в автомобиле применяется, как на бензиновых двигателях, так и на дизельных, и чем то напоминает технологию SCR только в несколько другом варианте. Известно, что при сгорании топлива наиболее опасными являются остатки непосредственно топлива (углеводорода), а также оксиды углерода и оксиды азота. К сожалению, пока нет универсальной технологии, которая бы боролась со всеми газами одновременно. По этой причине, нейтрализация происходит поэтапно [8, 10, 14, 32].

Для полного разложения остатков топлива и оксида углерода, сегодня эффективно применяется так называемый ячеистый катализатор. Принцип его действия основан на использовании окислов некоторых металлов, которые активно вступают во взаимодействие с газами и разлагают их на простые компоненты, которые либо не опасные, либо менее опасные. Чаще всего используются оксиды на основе оксида меди, кобальта, никеля, ванадия, марганца, железа, алюминия. Нередки катализаторы на основе сплавов стали нержавеющей или легированной, бронзы

или латуни. В очень редких случаях применяется платина или палладий. Структура катализатора напоминает ячейки сот, изготовленные на основе керамики, на поверхность которой напыляется активное вещество, или металлические листы, изогнутые по ячеистому профилю, с напылением. Причем, за счет особого способа нанесения катализатора, его поверхность приобретает рельефный вид, что на порядок увеличивает площадь соприкосновения с отработанными газами.

Такая система устанавливается, как можно ближе к двигателю автомобиля, собирая в себя все отработанные газы и выпуская их дальше в магистраль выхлопной системы. Технология работает при температуре от 400 до 800°C и нейтрализует СО (оксид углерода) и СН (углеводороды) в углекислый газ (СО₂) и воду (Н₂О).

Далее для того, чтобы снизить выбросы оксидов азота, используются теплый отработанный газ-возвратный, который добавляется в камеру сгорания вместо кислорода, понижает общую температуру горения и таким образом снижает эмиссии NO₂. Для бензиновых двигателей могут использоваться обе технологии, в более новых автомобилях, или только система ячеистого катализатора в более старых. Однако, использование мочевины, здесь нигде не происходит, и под учет такие системы пока не попадают из-за отсутствия методики расчета. По этому, касаться мы ее больше не будем.

Из представленных описаний систем очистки выхлопных газов, становится ясно, что для учета дополнительных эмиссий ПГ от автотранспорта необходимо учитывать систему SCR, которая устанавливается на дизельных двигателях. Таким образом, при расчете эмиссий необходимо выделить в первую очередь новый дизельный автотранспорт, в часть которого должна быть интегрирована технология удаления отработанных газов. Специфика казахстанского автопарка такова, что автомобили, имеющие возраст более семи лет, эту технологию очистки не используют, так как она выходит из строя, а восстанавливать ее не очень целесообразно, из-за чего система просто эмулирует свою работу, чтобы бортовой компьютер не препятствовал осуществлять запуск и работу двигателя.

Необходимо также обратить внимание, что технология SCR, по отзывам разработчиков, а также по многочисленным отзывам владельцев очень чувствительна к количеству серы имеющейся в топливе (о чем говорилось выше). В Европе, при внедрении норм на количество эмиссий, вынуждены были параллельно разработать стандарты на выпускаемое топливо, которое потом используется в транспорте. Фактически это произош-

ло с внедрением стандарта Евро 4, который согласно табл. 1 приходится на период 2005...2008 гг. Однако, непосредственно для казахстанского топлива, стандарты Евро были внедрены несколько позже, чем в Европе. Связано это было напрямую с модернизацией нефтеперегонных заводов. Таким образом, согласно рис. 2, весь период до 2009 г. эмиссии от работы автотранспорта не имеет смысла учитывать, так как соответствующего качества топлива на отечественном рынке просто не было.

Оценка возраста автопарка страны. Учет возраста автомобильного парка является важнейшим, как было сказано выше, сами технологии SCR были введены с внедрением ЕВРО 4 и 5, т.е. на всех Европейских машинах, начиная с 2005 г. выпуска. Для автомобилей, которые завозились из стран ближнего зарубежья, Китая, Кореи, Арабских Эмиратов, Японии и США и которым на момент завоза в страну уже было семь лет и более, это правило не распространяется. Считается, что если на них и была установлена технология очистки отработанных газов, то к моменту ввоза в страну она уже полностью себя выработала.

Важным условием является еще и тот факт, что при ввозе в Казахстан зарубежных автомобилей до 2008 г. большая их часть имела возраст 7 лет и более. Лишь совсем маленький процент автомобилей, реализуемый в стране, являлся абсолютно новым, с нулевым пробегом. Рассматривать внутренний рост парка с 1990-х годов до 2008 г. за счет ввоза в страну новых автомобилей, как думают некоторые зарубежные эксперты, не верно. Средняя цена на автомобиль в тот момент варьировалась от 5...6 до 7...9 тыс. долларов США. Указанный ценовой диапазон никак не позволяет говорить о покупке казахстанцами новых автомобилей. Начиная с 2008 г., в страну стало крайне невыгодно ввозить автомобили старше семи лет, из-за изменившейся налоговой политики, теперь налог начислялся обратно пропорционально возрасту ввозимой машины и объема двигателя.

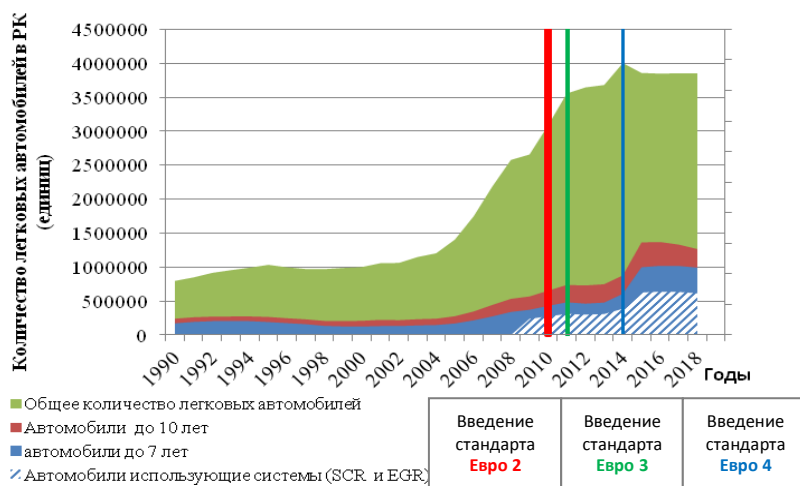


Рис. 2. Количество легковых автомобилей, которые имеют встроенную систему очистки отработанных газов (SCR и EGR) в Казахстане с 2009 г. (по данным Комитета статистики) [25...31].

Примечание: * Сроки введения стандартов на топливо Евро 2, 3 и 4 регламентированы постановлением Правительства РК от 29 декабря 2007 г. N 1372 [11], которое утратило силу постановлением Правительства РК от 30.01.2017 № 29. Авторы не ставили себе целью разбираться в законодательных перипетиях и по этому опирались на сроки, установленные в Постановлении N 1372.

Начиная с 2008 г. в страну ввозили машины существенно новее, но не всегда абсолютно новые. Хотя стоит признать, что в тот период и в настоящее время парк обновляется, но говорить о существенном изменении его внутренней возрастной структуры пока не приходится. На сегодняшний день массово эксплуатируются автомобили, которые были ввезены еще в период двухтысячных годов. Как уже было сказано, к моменту ввоза их возраст составлял не менее 7...10 лет. Таким образом, в массовой доле среднему автомобилю сегодня не менее 25 лет, рис. 2 [25...31].

К сожалению, агентство по статистике, в представляемой отчетности, не отражает этот факт. Весь парк легковых автомобилей разбит на категории:

- до 3 лет;
- не мене 3 лет, но не более 7 лет;
- не мене 7 лет, но не более 10 лет
- более 10 лет;
- прочие.

Согласно представленной диаграмме (рис. 2) в категории более 10 лет и «прочие» попадает большая часть казахстанского легкового автопарка.

Таким образом, участвовать в оценке потенциальных эмиссий ПГ может лишь менее одной четвертой, от имеющихся автомобилей. Однако, в эту категорию попадают машины, которые используют все виды топлива: бензин, дизель и газ. Для задачи по учету дополнительных эмиссий CO₂, согласно требованиям Руководства (уравнение 1), необходимо учитывать только транспорт, использующий мочевиновые присадки, используемые для снижения выбросов загрязняющих веществ, которые, как показано выше, применяются исключительно для дизельных двигателей [15...24]. Таким образом, из представленного числа необходимо исключить автомобили, работающие на газе и бензине. На рис. 3 представлена диаграмма долей дизельного топлива, которое учитывается для расчета мочевиновых присадок для автомобильного парка Казахстана.

Следует добавить, что до 2010 г. в Казахстане не выпускалось топливо, качество которого соответствовало Европейским стандартам, для технологии SCR (согласно ППРК от 29 декабря 2007 г. N 1372) [11]. Однако, оценка эмиссий производится с 2009 г., для учета всех автомобилей которые, потенциально использовали упомянутые технологии. Несмотря на долю скептицизма, можно предположить, что владельцы новых автомобилей, имеющих технологию SCR с Ad blue или SCR-AC, старались заправляться действительно качественным экспортным топливом, чтобы продлить оптимальные технические характеристики своих автомобилей [15...24].

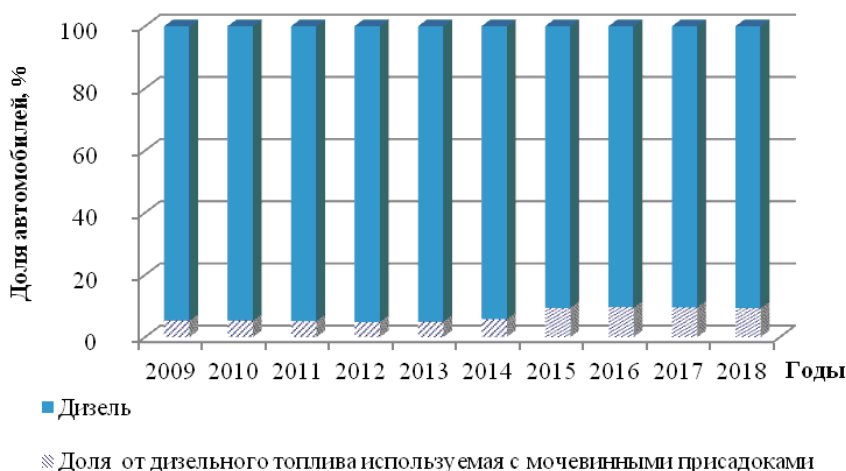


Рис. 3. Доля легковых автомобилей использующих систему очистки отработанных газов.

Учет автотранспортных средств, использующих мочевиновые присадки, производится нами с учетом количества и возраста автопарка, и ис-

ключением доли автомобилей использующих в качестве топлива бензин и газ (рис. 3). Такой подход применялся, как для легковых автомобилей, так и для грузовых машин вместе с автобусами. Для грузовых автомобилей и автобусов Комитет статистики не отражает возраст эксплуатируемых единиц, что существенно усложняет расчёты. Поэтому, для объективной оценки была рассчитана межгодовая разница в существующем парке автомобилей, и принималось, что эта разница и есть новые автомобили, которые уже имеют систему отчистки. Из полученной разницы исключались автомобили и автобусы, которые используют в качестве топлива бензин и газ. Это особенно важно было сделать для парка грузовых автомобилей до 3,5 т, так как именно на таких машинах могут использоваться бензиновые двигатели, которые в последствии, могут быть модифицированы для возможности работать на газе. Для грузовых автомобилей свыше 3,5 т такое разделение делать было не обязательно, так как все они работают на дизельном топливе (рис 4).

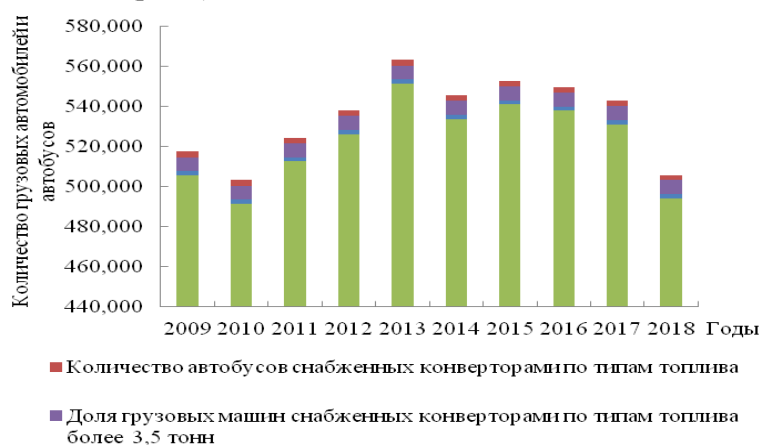


Рис. 4. Количество грузовых автомобилей и автобусов снабженных системой мочевиновых катализаторов типа (SCR).

Определённые сложности возникли при разделении автобусного парка, по типам топлива. Известно, что с осуществляемой политикой устойчивого развития в городской среде стали эксплуатироваться автобусы, работающие на газе. По этой причине при оценке необходимо было исключить долю таких автобусов из общего количества, и оставить только дизельные единицы.

Согласно «Руководящим принципам национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 2006 г. Сектор Энергетика, Том 3» [12, 13],

далее «Руководство», для расчета CO_2 , образующихся от катализаторов на основе мочевины, применяется уравнение:

$$\text{Выбросы} = \text{Деятельность} \times \frac{12}{60} \times \text{Чистота} \times \frac{44}{12},$$

где: выбросы – эмиссии CO_2 от использования присадок на основе мочевины в каталитических конвертерах (Гг CO_2); деятельность – количество присадок, основанных на мочеvine и используемых в каталитических конвертерах (Гг); чистота – весовая доля (процент /100) мочевины в присадках на основе мочевины, согласно «Руководству», рекомендуется использовать значение в 32,5 %, по умолчанию, если нет каких либо более точных данных.

Коэффициент $\frac{12}{60}$ учитывает стехиометрическое преобразование из мочевины ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) в углерод, в представленных нами уравнениях оно отражено в работе гидролизного катализатора, уравнением: $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow 2\text{NH}_3 + \text{CO}_2$. Коэффициент $\frac{44}{12}$ преобразует углерод в CO_2 .

Для выполнения расчетов принималось, что для оценки «Деятельности», которые фактически отражают количество потребления присадок, в нашем случае использовано 7 % от количества используемого топлива для грузовых и 5 % для легковых автомобилей. Это связано, с тем, что согласно всем источникам, которые были изучены нами перед выполнением расчётов, указывались именно такие объемы расхода присадок к топливу согласно техническому регламенту. Отметим, что по «Руководству» уровень «Деятельности» предлагается оценивать в пределах от 1 до 3 % от потребляемого топлива. Таким образом, полученные результаты будут несколько больше, но при этом точнее. Значение «Частоты» мочевины использовалось по умолчанию (32,5 %), так как предложенное Руководством значение укладывалось в массовую долю присадок, используемых на внутреннем рынке Казахстана (рис. 5, табл. 3).



Рис. 5. Эмиссии CO₂, образованные от работы мочевиных катализаторов, в сравнении с общими эмиссиями CO₂ от дорожного транспорта.

Таблица 3

Эмиссии CO₂, образующиеся от эксплуатации мочевиных катализаторов в Казахстане, по типам транспортных средств (т)

Тип автотранспорта	Годы									
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Автобусы	7,71	7,86	9,12	11,47	8,78	4,24	8,13	8,72	7,62	8,51
Грузовые до 3,5 т	39,16	37,67	41,11	49,24	41,22	20,82	41,29	46,74	41,56	46,00
Грузовые тяжелее 3,5 т	89,40	86,89	96,70	120,67	98,25	48,43	96,36	105,94	97,80	104,84
Легковые автомобили	26,84	26,78	32,03	39,66	35,11	19,84	69,18	69,20	67,13	26,84
Всего	136,29	132,45	146,96	181,42	148,29	73,51	145,85	161,46	147,05	159,34

Выполненные расчеты позволяют сказать, что доля эмиссий от использования мочевиных присадок довольно маленькая и, в среднем, равна около 0,24 % от эмиссий CO₂, образованных от прямого сжигания топлива в категории «Дорожный транспорт». Напомним, что согласно Решению МКЭИК 24/СР19 параграф 37 [9], эти эмиссии можно было бы не учитывать. Однако, с учетом затраченного времени и проделанной работы, в ближайшем отчете их необходимо будет показать, как устранение одного из замечаний группы по соблюдению. Будут ли учитываться эти эмиссии в будущем, сказать трудно, практика показывает, что если расчёты были сделаны и несмотря на то, что их доля небольшая в последующих отчётах, эти данные отображаются, хотя на общий баланс они не оказывают существенного влияния.

Добавим также что, несмотря на жесткий технический регламент на ввозимые и производимые автомобили, казахстанские нефтеперерабатывающие заводы отстают от требований по производству соответствующего топлива. Отметим, что результаты испытаний, проводимых, как в Российской Федерации, так и в Европе, подтверждают, что снизить токсичность отработавших газов повышением качества только моторного топлива при сохранении старой технологии невозможно [7]. Таким образом, использование производимого в настоящее время топлива, не позволяет полностью использовать все преимущества технологий по отчистки новых автомобилей, не говоря уже об устаревших машинах. Поэтапное внедрение Евро-3, 4 и 5 в НПЗ страны займет длительное время, и к тому времени, когда мы внедрим Евро-5, появятся более усовершенствованные стандарты.

С другой стороны, изучение специальной технической литературы, показало, что имеются также дополнительные эмиссии CO_2 от работы сажевых фильтров, где происходит дополнительное сжигание сажи при поддержке теплых отработанных газов. Можно предположить, что эта доля образованного CO_2 , учитывается при условии полного сгорания, принятого в настоящее время за единицу (в рамках Руководства МГЭИК 1996 г использовалось значение 0,99). К сожалению, в настоящем «Руководстве» 2006 г. никаких пояснений на этот счет не существует, в нем также не оговариваются некоторые детали. Так не сказано, что для оценки мочевиновых катализаторов необходимо учитывать только дизельный транспорт, а образованные эмиссии CO_2 необходимо учитывать как дополнительные, а не как сокращенные. Так как в заблуждение может привести специфика подкатегории, «Использование мочевиновых катализаторов» для борьбы с общим загрязнением, что по умолчанию понимается как сокращение. Есть вероятность, что досадные неточности будут учтены в следующей редакции Руководства, чтобы исключить возникающие неопределенности и недопонимание.

Для снижения доли неопределенности в расчетах, также необходимо пересмотреть систему формирования статистической отчетности в Казахстане в категории автотранспортные средства. Сегодня представляемые данные формируются в базе МВД Республики через ежегодную выборку, которая складывает категорию отчетности по количеству общего парка автомашин и его возраста. Но если в рамках национальных задач стоит необходимость увеличить детализацию информации, это необходимо делать. В частности, речь идет о доле автомобилей, использующих газовое топливо. Вызывают сомнения данные по числу дизельных автомо-

билей, хотя бы исходя из соотношения объема потребляемого топлива к числу автомобилей его использующего. Не говоря уже о таких позициях, как использование конкретной технологии очистки отработанных газов, наличие кондиционера и прочее.

В то же время представленные расчеты не должны существенно измениться после учета всех неопределенностей, и не вызывают сомнений в своей объективности, с определенными допусками точности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Изменения в Решение Комиссии таможенного союза: О принятии технического регламента Таможенного союза «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному топливу и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту» Решение Комиссии таможенного союза от 23 июня 2014 года № 43 [Электрон. ресурс] – 2014. URL: <http://Adilet.zan.kz/rus/docs/H11T0000826> (дата обращения: 18.12.2019).
2. Изменения в Решение Комиссии таможенного союза: О принятии технического регламента Таможенного союза «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному топливу и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту» Решение Комиссии таможенного союза от 25 июня 2014 года № 95 [Электрон. ресурс] – 2014. URL: <http://Adilet.zan.kz/rus/docs/H11T0000826> (дата обращения: 18.12.2019).
3. Изменения в Решение Комиссии таможенного союза: О принятии технического регламента Таможенного союза «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному топливу и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту» Решение Комиссии таможенного союза от 28 апреля 2015 года № 36 [Электрон. ресурс] – 2015. URL: <http://Adilet.zan.kz/rus/docs/H11T0000826> (дата обращения: 18.12.2019).
4. Изменения в Решение Комиссии таможенного союза: О принятии технического регламента Таможенного союза «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному топливу и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту» Решение Комиссии таможенного союза от 2 декабря 2015 года № 84 [Электрон. ресурс] – 2015. URL: <http://Adilet.zan.kz/rus/docs/H11T0000826> (дата обращения: 18.12.2019).

5. Изменения в Решение Комиссии таможенного союза: О принятии технического регламента Таможенного союза «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному топливу и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту» Решение Комиссии таможенного союза от 30 июня 2017 года № 72 [Электрон. ресурс] – 2017. URL: <http://Adilet.zan.kz/rus/docs/H11T0000826> (дата обращения: 18.12.2019).
6. О принятии технического регламента Таможенного союза «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному топливу и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту» Решение Комиссии таможенного союза от 18 октября 2011 года № 826. [Электрон. ресурс] – 2011. URL: <http://Adilet.zan.kz/rus/docs/H11T0000826>(дата обращения: 18.12.2019).
7. О сроках внедрения экостандарта Евро, в Казахстане [Электрон. ресурс]– 2019. URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31651338#pos=4;-53 (дата обращения: 23.12.2019).
8. Обзор систем снижения эмиссий загрязняющих веществ и применяемые жидкости. [Электрон. ресурс] – 2019. URL:<https://avtozhidkost.ru/zhidkost-dlya-sistem-scr-dizelnyh-dvigatелеj-adblue-alyaska/> (дата обращения: 08.12.2019).
9. Организация объединенных наций. Рамочная конвенция об изменении климата Доклад Конференции Сторон о работе ее девятнадцатой сессии, состоявшейся в Варшаве с 11 по 23 ноября 2013 года. [Электрон. ресурс] – 2014. URL: Article 24, paragraph 37 CP19.
10. Официальная страница компании Мерседес Бенц в Российской Федерации. [Электрон. ресурс] – 2019. URL:http://www.autofixa.ru/auto_company/mercedes_benz/daimlerchrysler_scr/daimlerchrysler_scr.php (дата обращения: 08.12.2019).
11. Постановление Правительства РК от 29 декабря 2007 года N 1372 [Электрон. ресурс] – 2018. URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31651338#pos=4;-53 (дата обращения: 23.12.2019).
12. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 2006 г. Сектор Энергетика, Том 3. Мобильное сжигание топлива. – С. 88.
13. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 2006 г. Сектор Энергетика, Том 2. Стационарное сжигание. С.109.

14. Системы очистки отработанных газов [Электрон. ресурс] – 2019. URL:<https://os1.ru/article/5845-sistemy-ochistki-otrabotavshih-gazov-v-sisteme-vypuska-chtoby-legche-dyshalos> (дата обращения: 08.12.2019).
15. Топливо-энергетический баланс Республики Казахстан. Статистический сборник. на казахском и русском языках. [Электрон. ресурс] – 2018. URL: http://statgov.kz/cbomiki/teb_2018/ (дата обращения: 08.12.2019).
16. Топливо-энергетический баланс Республики Казахстан. Статистический сборник. на казахском и русском языках. [Электрон. ресурс] – 2017. URL: http://statgov.kz/cbomiki/teb_2017/ (дата обращения: 08.12.2019).
17. Топливо-энергетический баланс Республики Казахстан. Статистический сборник. на казахском и русском языках. [Электрон. ресурс] – 2016. URL: http://statgov.kz/cbomiki/teb_2016/ (дата обращения: 08.12.2019).
18. Топливо-энергетический баланс Республики Казахстан. Статистический сборник. на казахском и русском языках. [Электрон. ресурс] – 2015. URL: http://statgov.kz/cbomiki/teb_2015/ (дата обращения: 08.12.2019).
19. Топливо-энергетический баланс Республики Казахстан. Статистический сборник. на казахском и русском языках. [Электрон. ресурс] – 2014. URL: http://statgov.kz/cbomiki/teb_2014/ (дата обращения: 08.12.2019).
20. Топливо-энергетический баланс Республики Казахстан. Статистический сборник. на казахском и русском языках. [Электрон. ресурс] – 2013. URL: http://statgov.kz/cbomiki/teb_2013/ (дата обращения: 08.12.2019).
21. Топливо-энергетический баланс Республики Казахстан. Статистический сборник. на казахском и русском языках. [Электрон. ресурс] – 2012. URL: http://statgov.kz/cbomiki/teb_2012/ (дата обращения: 08.12.2019).
22. Топливо-энергетический баланс Республики Казахстан. Статистический сборник. на казахском и русском языках. [Электрон. ресурс] – 2011. URL: http://statgov.kz/cbomiki/teb_2011/ (дата обращения: 08.12.2019).
23. Топливо-энергетический баланс Республики Казахстан. Статистический сборник. на казахском и русском языках. [Электрон. ресурс] – 2010. URL: http://statgov.kz/cbomiki/teb_2010/ (дата обращения: 08.12.2019).
24. Топливо-энергетический баланс Республики Казахстан. Статистический сборник. на казахском и русском языках. [Электрон. ресурс] – 2009. URL: http://statgov.kz/cbomiki/teb_2009/ (дата обращения: 08.12.2019).
25. Транспорт в Республике Казахстан . Статистический сборник. на казахском и русском языках. Астана. [Электрон. ресурс] – 2018. URL: <http://statgov.kz/cbomiki/transportkz/2018> (дата обращения: 08.12.2019).

26. Транспорт в Республике Казахстан . Статистический сборник. на казахском и русском языках. Астана [Электрон. ресурс] – 2017. URL: <http://statgov.kz/cborniki/transportkz/2017> (дата обращения: 08.12.2019).
27. Транспорт в Республике Казахстан . Статистический сборник. на казахском и русском языках. Астана [Электрон. ресурс] – 2016. URL: <http://statgov.kz/cborniki/transportkz/2016> (дата обращения: 08.12.2019).
28. Транспорт в Республике Казахстан . Статистический сборник. на казахском и русском языках. Астана [Электрон. ресурс] – 2016. URL: <http://statgov.kz/cborniki/transportkz/2016> (дата обращения: 08.12.2019).
29. Транспорт в Республике Казахстан 2008-2012 гг . Статистический сборник. на казахском и русском языках. Астана [Электрон. ресурс] – 2013. URL: <http://statgov.kz/cborniki/transportkz/2013> (дата обращения: 08.12.2019).
30. Транспорт в Республике Казахстан 2009-2013 гг . Статистический сборник. на казахском и русском языках. Астана [Электрон. ресурс] – 2014. URL: <http://statgov.kz/cborniki/transportkz/2014> (дата обращения: 08.12.2019).
31. Транспорт в Республике Казахстан 2010-2014 гг . Статистический сборник. на казахском и русском языках. Астана [Электрон. ресурс] – 2015. URL: <http://statgov.kz/cborniki/transportkz/2015> (дата обращения: 08.12.2019).
32. Устройство автомобиля. Система снижения токсичности. [Электрон. ресурс] – 2019. URL: <https://ustroistvo-avtomobilya.ru/sistemy-snizheniya-toksichnosti/sistemy-ulavlivaniya-sazhi-dlya-dizelnyh-dvigatelej-gruzovikov/> (дата обращения: 08.12.2019).
33. Экологические стандарты Евросоюза для автомобилей. Справка. [Электрон. ресурс] – 2019. URL: <http://ria.ru/20090901/183291397.html> (дата обращения: 08.12.2019).

Поступила 25.12.2019

Геогр. ғылым. докторы
Геогр. ғылым. докторы

А.В. Чередниченко
В.С. Чередниченко
Е.А. Джайлаубеков

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДАҒЫ ПАЙДАЛАНЫЛҒАН
ГАЗДАР ТАЗАЛАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ҚОЛДАНАТЫН АВТО-
МОБИЛЬ КӨЛІГІНЕН ҚОСЫМША СО₂ ЭМИССИЯЛАРЫН
ЕСЕПКЕ АЛУ**

Түйін сөздер: эмиссия, тазарту технологиясы, катализаторлар, несепнәр қоспалары, автопарк жасы, көлік үлесі, Евро стандарттар

Несепнәр катализаторлары негізінде шығарылған газдарды тазарту технологиясын қолдану арқылы пайда болған СО₂

эмиссиясын есептеу тәсілдері келтірілген. Эмиссияның негізгі көзі дизельді жүк көлігі екендігі көрсетілген, сондықтан есептеулерді бірқатар шетелдік сарапшылар талап еткендей 2005 жылдан бастап емес, 2010 жылдан жүргізген орынды. Қосымша эмиссиялар шамалы және бүкіл автомобиль көлігін пайдалану нәтижесінде пайда болатын CO₂ эмиссиясының бір пайызынан азын құрайды.

A.V. CHerednichenko, V.S. CHerednichenko, E. A. Dzhaylaubekov

TO ACCOUNT FOR ADDITIONAL CO₂ EMISSIONS FROM ROAD TRANSPORT USING CLEANING TECHNOLOGY EXHAUST GASES IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Keywords: emission purification technologies, catalysts, urea additives, the age of the car fleet, the share of transport, Euro standards

The paper presents approaches for calculating CO₂ emissions generated when using exhaust gas purification technology based on urea catalysts. It is shown, that the main source of emissions is a cargo diesel transport, and it is advisable to make calculations since 2010, and not since 2005, as a number of foreign experts insist. Additional emissions, which are very small and account for less than one percent of the CO₂ emissions generated by all road transport.