УДК 662.684.012.3

К.А.СТРЕБКОВ
Горно-электромеханический факультет,
аспирант кафедры горных транспортных машин

ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН ДЛЯ ПОДЗЕМНЫХ УСЛОВИЙ

В работе представлены общие требования экологической безопасности, предъявляемые к дизелям для подземных условий эксплуатации. Приведены результаты стендовых испытаний дизельного двигателя марки 3Д6. Испытания проводились совместно с ЦНИДИ. На основе существующих методик измерения и контроля концентрации вредных выбросов в отработавших газах проведена оценка состояния дизеля с точки зрения экологической безопасности. Были построены зависимости удельной концентрации вредных выбросов от мощности дизеля. Определены основные направления работ по доведению серийного дизеля до малотоксичной модификации.

General requirements for ecological safety of diesel engines for conditions of underground operation are presented in the paper. Results of bench tests of the Mk. 3D6 diesel engine are presented. Tests were made together with CNIDI. Basing on existing techniques to measure and control concentration of harmful emissions in exhaust fumes an estimation of the diesel engine condition was made in terms of ecological safety. Dependences of specific concentration of harmful emissions on the diesel engine power have been constructed. Possible ways of tuning a serial diesel engine into low-toxic modifications are determined.

В настоящее время на подземных работах происходит интенсивное расширение масштабов использования самоходного оборудования с дизельным приводом. Для работы в подземных условиях Ростехнадзор выдвигает жесткие требования к содержанию в выбросах отработавших газов токсичных компонентов. Возникает необходимость в постоянном контроле состава отработавших газов на соответствие предельно допустимым значениям нормируемых параметров, а также в создании новых модификаций малотоксичных дизелей отечественного производства.

Общие требования к дизелям для подземных условий эксплуатации можно свести к следующему:

1. Транспортные машины с дизельным приводом и комплектующее оборудование должны соответствовать требованиям, предъявляемым к оборудованию в рудничном нормальном исполнении. На транспортных машинах с дизельным приводом должны устанавливаться малотоксичные дизельные двигатели.

2. Транспортные машины с дизельным приводом должны, как правило, оборудоваться двухступенчатой системой очистки выхлопных газов – каталитическим и жидкостным нейтрализаторами.

3. Содержание в выхлопных газах оксида углерода и оксидов азота в пересчете на диоксид азота NO_2 при эксплуатации транспортной машины не должно превышать значений, приведенных в табл.1.

4. В выхлопных газах новых дизельных двигателей после газоочистки содержание оксида углерода не должно превышать 0,05 % (500 ppm) по объему.

Таблица 1

Предельное содержание в выхлопных газах оксида углерода и оксидов азота в пересчете на диоксид азота NO_2 при эксплуатации транспортной машины

Наименование	Содержание по объему, % (ppm)	
	до газоочистки	после газоочистки
Оксид углерода	0,2 (2000)	0,08 (800)
Оксиды азота в пересчете на NO_2	0,07 (700)	0,07 (700)

Состав режимов испытаний в испытательном цикле* для дизелей, устанавливаемых на самоходное оборудование, соответствует циклу С2 (табл.2).

Таблица 2

Цикл испытаний С2

Номер режима	Отношение частоты вращения коленчатого вала к номинальной частоте вращения n	Отношение эффективной мощности к ее номинальному значению Pe	Весовой коэффициент режима W
1	1,0	1,0	0,05
2	1,0	0,75	0,25
3	1,0	0,50	0,30
4	1,0	0,25	0,30
5	1,0	0,10	0,10

При проведении испытаний использовались приборы с различными (оптическими и электрохимическими) типами детектора.

В соответствии с существующими требованиями** совместно с ЦНИДИ были проведены стендовые испытания дизеля 3Д6 номинальной мощностью 173 кВт.

Стендовые испытания дизеля 3Д6 имеют следующие показатели:

Режим	1	2	3	4	5
Мощность, %	100	75	50	25	10
Частота вращения, об/мин	1500	1500	1500	1500	1500
Весовой коэффициент*	0,05	0,25	0,30	0,30	0,10
Удельный эффективный расход топлива, г/(кВт·ч)	212,31	210,09	231,21	310,16	533,53
Расход отработавших газов, нм^3/ч	892	820	830	854	805
Удельный выброс NO_x, г/(кВт·ч)	10,00	11,61	11,46	11,77	15,89
Удельный выброс CO, г/(кВт·ч)	5,01	3,22	3,69	8,15	21,06
Удельный выброс CH, г/(кВт·ч)	0,31	0,18	0,36	0,94	2,33

* ГОСТ 30574-98. Дизели судовые, тепловозные и промышленные. Измерение выбросов вредных веществ с отработавшими газами. Циклы испытаний. Москва, 1999.

** ГОСТ Р 51249-99. Дизели судовые, тепловозные и промышленные. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами. Нормы и методы определения. Минск, 1999.

*Весовой коэффициент режима испытаний – условная величина, отражающая статистическую долю времени работы дизеля в эксплуатации в окрестностях данного режима.

В результате испытаний получены следующие нормируемые параметры:

- удельный средневзвешенный выброс оксида углерода e_{CO}^{P};
- удельный средневзвешенный выброс оксида азота $e_{NO_x}^{P}$;
- удельный средневзвешенный выброс суммы углеводородов e_{CH}^{P}.

Проведенные стендовые испытания позволили получить зависимости удельной концентрации оксида азота (No_x) и оксида углерода (CO) от мощности дизеля (см. рисунок).

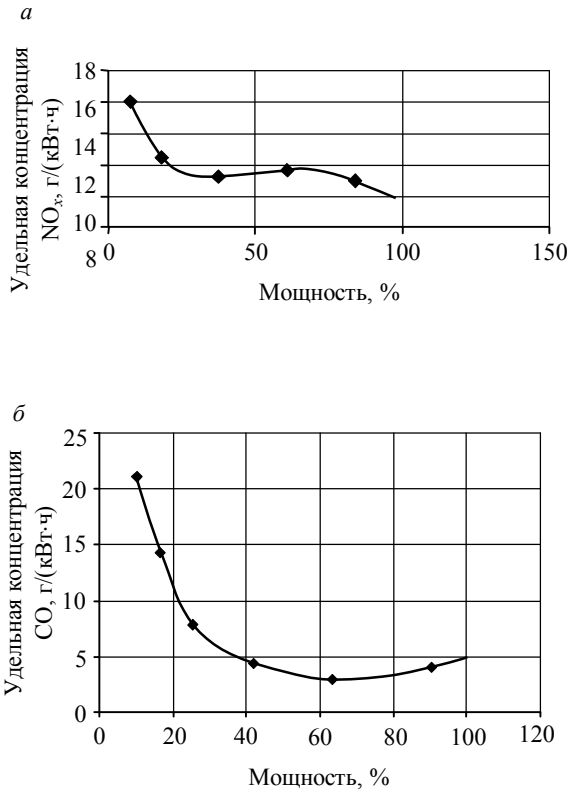


График зависимости удельной концентрации NO_x (*а*) и CO (*б*) от мощности дизеля

Выводы

1. В результате проведенных стендовых испытаний дизеля 3Д6 выявлено несоответствие требованиям, предъявляемым к дизельным двигателям, работающим в подземных условиях.

2. Планируется доведение серийного дизеля 3Д6 до малотоксичной модификации путем воздействия на процесс сгорания топлива регулированием дизеля на пониженный выброс NO_x; использование топлива с добавлением серийно выпускаемых или опытных антидымных присадок; установка каталитического и жидкостного нейтрализаторов отработавших газов.

3. Необходима разработка математической модели, описывающей закономерности изменения объемов вредных выбросов от воздействия различных влияющих факторов: регулирование дизеля, применение нейтрализаторов, использование присадок к топливу.

Научный руководитель д.т.н. проф. *А.А.Кулешов*