

потребления даже в одноименных технологических процессах на однотипных предприятиях значительно отличаются по причине оснащения отечественным или зарубежным оборудованием различной степени изношенности, уровнем и качеством его обслуживания, что послужило предпосылкой к разработке удельных норм водопользования для каждого отдельно взятого предприятия.

Результаты разработки технологических нормативов водопотребления и водоотведения позволят провести ряд мероприятий по мониторингу потребления воды обследованными локомотивными депо:

- внедрение достаточного количества технических средств и методологии по проведению контроля действительного состояния сетей и сооружений;
- расширение спектра технологических процессов, в которых внедряются оборотные и замкнутые системы водоснабжения;
- установка приборов учета и контроля воды;
- рациональное использование водных ресурсов в отдельных технологических процессах или всего предприятия в целом.

Таким образом, основная задача нормирования водопотребления и водоотведения – обеспечить применение в производстве и при планировании технически и экономически обоснованных прогрессивных норм расхода воды для рационального распределения водных ресурсов и наиболее рачительного их использования.

УДК 629.472.26

УМЕНЬШЕНИЕ ДЫМНОСТИ ДИЗЕЛЕЙ С ТУРБОНАДДУВОМ НА ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМАХ

В. Н. ТУМИЛОВИЧ

Белорусский государственный университет транспорта

Проблема уменьшения дымности дизелей с турбонаддувом на переходных режимах не нова. Этой проблеме столько же, сколько и дизелям – 150 лет. Дело в том, что при увеличении подачи топлива в цилиндр количество кислорода, находящегося в цилиндре в этот момент, недостаточно для сгорания возросшей порции углеводородов. Хотя в цилиндре и имеется некоторый избыток воздуха, но он рассчитан на установившийся режим работы и обусловлен сложностью смесеобразования в цилиндре дизеля. Вследствие этого при переходных режимах увеличивается дымность дизелей в связи с образованием сажи (не полностью сгоревших углеводородов). Это неблагоприятно сказывается как на экологии региона в целом, так и на самом дизеле в частности. Образуется нагар на стенках цилиндра и поршне, что приводит к плохой теплоотдаче и нарушению теплового баланса в цилиндре, залеганию колец, прогару клапанов и многим другим нежелательным последствиям.

Невозможность увеличения подачи большей порции воздуха обусловлено инерционностью системы. Механический нагнетатель (если он имеется) не может увеличить подачу воздуха, так как жестко связан с коленчатым валом двигателя и увеличивает объемную порцию воздуха только с увеличением частоты вращения самого вала. Центробежный нагнетатель, работая от энергии выхлопных газов, также не способен увеличить подачу воздуха в цилиндр на переходных режимах. Усовершенствование дизелей путем постановки между выхлопным ресивером и центробежным нагнетателем дополнительной камеры сгорания, где дополнительно сжигалось бы топливо для увеличения частоты вращения нагнетателя на переходных режимах, или установка резервуаров, куда накачивался бы воздух и затем использовался бы на переходных режимах, не прижились на практике. И в том, и в другом случаях увеличивается расход топлива, а до последнего времени штрафы за дымность не были так уж критичны, чтобы владельцы дизельных двигателей шли на дополнительные затраты.

Состояние работ по снижению токсичности и дымности отработанных газов (ОГ) дизелей характеризуется тем, что наиболее разработанными оказались каталитические и жидкостные нейтрализаторы. Однако данные средства не обеспечивают существенного снижения содержания в ОГ оксидов азота NO_x . Особую опасность представляют именно оксиды азота NO_x . Это связано с тем, что, в частности, NO_2 хорошо растворяется в воде с образованием смеси азотной HNO_3 и азотистой HNO_2 кислот, являющейся чрезвычайно агрессивной средой по отношению к флоре, фауне, а также материалам и конструкциям. Такими качествами оксидов азота можно объяснить жесткие требования по их допустимому содержанию в воздухе. Учитывая это обстоятельство, а также ужесточение экологических требований, необходимо не только применять нейтрализаторы, но и воздействовать на рабочий процесс дизеля для уменьшения токсичности ОГ.

В этом плане представляет интерес известный, но мало применяемый способ – подача воды в ДВС. Так, в керосиновых двигателях первых отечественных тракторов снижали температуру деталей и увеличивали антитетонационный эффект. На современном уровне этот прием стали использовать при формировании топливо-воздушной смеси для уменьшения токсичности и дымности ДВС.

Следует отметить, что концентрация оксидов азота увеличивается с ростом концентрации молекулярного кислорода. Вода разбавляет горючую смесь, уменьшая тем самым относительную концентрацию кислорода, что благоприятно влияет на снижение NO в ОГ. К тому же известна термическая природа образования оксидов азота – увеличение концентрации NO с ростом температуры среды по экспоненциальному закону. Подача воды (пара) в зону горения снижает температурный режим цикла и, следовательно, уменьшает образование NO .

Однако не все так однозначно. При воздействии на внутрицилиндровые процессы условия снижения NO_x и CO прямо противоположны, поскольку в первом случае необходимо снижать температуру цикла, во втором – повышать. Найти золотую середину – задача не из легких.

На японских судовых дизелях для этой цели применяют двухигольчатую фосунку, где одна игла подает топливо в цилиндр, а вторая – воду. При этом топливо подается с обычным углом опережения, а вода – начиная с верхней мертвой точки (ВМТ). Максимальное соотношение вода/топливо – 65/100. Микропроцессорное управление регулирует количество подаваемой воды в зависимости от температуры в выхлопном коллекторе. Это позволило японским судовладельцам привести в соответствие требованиям экологов выбросы дизельных двигателей и снизить потребление топлива.

В достаточной мере исследованы и отработаны способы и средства, использующие воду при формировании водотопливной эмульсии или при её подаче в жидком виде в цилиндры ДВС. Опыты, проведенные на ОАО «Коломенский завод», показали, что использование мелкодисперсных водотопливных эмульсий с содержанием воды 25 % и дисперсностью 4 мкм позволяет снизить NO_x до 35 %, CO – до 44 % и дымность – до 60 % без ухудшения топливной экономичности.

Вместе с тем, все известные способы приготовления водотопливных эмульсий относительно сложны, что ставит под сомнение экономическую целесообразность их реализации. Наряду с этим при формировании топливо-воздушной смеси считается целесообразным использование воды в виде пара. Причем пар подают непосредственно в воздушный ресивер. Это приводит к уменьшению выбросов, но увеличивает, хотя и незначительно, потребление топлива (1,5 %). При этом количество пара не должно превышать 20 % от объема подаваемого воздуха. Увеличение потребления топлива происходит из-за ухудшения смесеобразования.

Все известные способы уменьшения токсичности и дымности ОГ относятся к общему процессу сгорания топлива в целом, но проблема дымности возникает только на переходных режимах. На установившихся режимах нормально отрегулированные дизеля не дымят. Указанные методы на дымность при переходных процессах никак не влияют. Поэтому наряду с вышеперечисленными способами для уменьшения дымности дизелей с турбонаддувом на переходных режимах целесообразно перед увеличением подачи топлива в цилиндр, для увеличения объемной доли отходящих газов (а именно объем, а не температура влияет на количество оборотов турбокомпрессора), установить устройство, подающее воду в выхлопной коллектор. Вода понизит температуру отходящих газов, но, увеличившись в объеме (объемный коэффициент расширения при превращении из воды в пар составляет 1700 раз), позволит повысить частоту вращения турбокомпрессора. Пар, образовавшийся от испарения воды, попадает на лопатки турбинного колеса, увеличивая частоту вращения, что приведет к увеличению подачи порции воздуха в цилиндры дизеля (турбинное колесо жестко связано с компрессорным), и только после этого увеличивается подача топлива. Задержка по времени от момента начала возмущающего воздействия на аппаратуру управления подачей топлива до фактического увеличения подачи составит не более 0,5 секунды, что вполне допустимо для любой транспортной единицы, не говоря уже о стационарных установках.

При этом увеличение объемной доли отходящих газов уменьшит их пульсацию, а следовательно, и шум работы двигателя. Этот побочный эффект также немаловажен, поскольку шумовая нагрузка, особенно транспортных дизелей, в крупных городах – очень актуальная проблема на современном этапе.

УДК 658.382

ОЦЕНКА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ РАБОЧИХ МЕСТ ПРИ ИХ АТТЕСТАЦИИ ПО УСЛОВИЯМ ТРУДА

С. Н. ШАТИЛО, С. В. ДОРОШКО

Белорусский государственный университет транспорта

Затраты, связанные с охраной труда, можно разделить на три группы: затраты на улучшение условий труда и их поддержания в соответствии с нормами (единовременные затраты и текущие эксплуатационные, включая спецодежду и другие средства защиты); затраты на возмещение ущерба, причиненного жизни и здо-