

Рисунок 2 – Схема линий с сосредоточенной нагрузкой:  
а – одностороннее питание; б – двухстороннее питание

Анализ эффективности параллельной работы тяговых подстанций ГЭТ производился для выбранных направлений при изменении мощности, потребляемой из контактной сети, напряжения подстанций, положения подвижного состава и секционного изолятора.

В результате проделанной работы можно сделать следующие выводы:

- максимальная экономия электроэнергии при одинаковом напряжении на шинах подстанций возрастает при росте мощности, потребляемой подвижным составом, и описывается полиномом третьей степени;

- экономия электроэнергии в зависимости от разницы напряжений между подстанциями имеет вид параболы с ветвями, направленными вниз. Кроме этого, при увеличении потребляемой мощности, пределы эффективной работы увеличиваются;

- максимальная эффективность потребления электроэнергии выявляется в случае потребления тока в середине межподстанционной зоны. Поэтому при выборе подстанций для двухстороннего питания контактной сети необходимо отдавать предпочтение тем секционным изоляторам, которые находятся вблизи остановочных пунктов;

- эффективность потребления электроэнергии растет при расположении секционного изолятора в середине межподстанционной зоны;

- максимальный перерасход (максимально неэффективная работа) наблюдается при большом потреблении энергии из контактной сети и максимальных разностях напряжений между подстанциями. Поэтому эффективность параллельной работы подстанций напрямую зависит от разности напряжений между подстанциями.

Нами установлено, что параллельная работа тяговых подстанций может быть выгодна при минимальной разности напряжений на шинах 600 В смежных тяговых подстанций и максимальном потреблении электроэнергии из контактной сети вблизи секционного изолятора.

УДК 629,424,3:621,436

## НОВАЯ СИСТЕМА РАЗДЕЛЕННОГО МОНИТОРИНГА ТЕПЛОВОЗНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

В. З. КАКОТКИН, В. Н. БАЛАБИН

Московский государственный университет путей сообщения

Известно, что существуют две основных схемы диагностики рабочего процесса дизеля: стационарные и переносные системы.

К особенностям стационарных систем можно отнести:

- высокую первоначальную стоимость установки;
- ограниченное число типов и серий диагностируемых двигателей с требованием монтажа оборудования по индивидуальному проекту;
- удаленность оператора от двигателя в момент диагностирования;
- частичный расчет рабочего процесса.

В свою очередь, к особенностям переносных систем относятся:

- возможность применения для разных типов тепловозных дизелей;
- мониторинг и расчет рабочего процесса в реальном времени;
- необходимость длительной предварительной настройки системы под измерения определенных типов и серий двигателей;
- требование высокого профессионального уровня инженера-испытателя.

Радикальное решение вопроса стоимости систем мониторинга, их доступности для проведения текущего технического обслуживания в локомотивных депо возможно только с появлением систем так называемого «разделенного мониторинга тепловозных дизелей» (СРМ ТД). Термин «разделенный» означает, что сбор и предварительный расчет основных параметров производится на отдельном устройстве, а полный расчет, анализ, печать графиков и таблиц отчета - на любом компьютере, во внешнем программном обеспечении. Из систем полностью исключены кабельные трассы, а программное обеспечение устанавливается на любой ПК пользователя и работает под управлением ОС Windows (98/Me/2000/XP). Для диагностики дизеля не требуется его предварительная подготовка, поскольку в этих системах применяется индивидуальный, прошедший длительное тестирование, алгоритм синхронизации данных.

К исследуемым параметрам СРМ ТД, прежде всего, относятся энергетические факторы, характеристики тепловой и механической напряженности, фазы топливоподачи и газораспределения, а также общая оценка технического состояния двигателя внутреннего сгорания и остаточный ресурс. Такая подробная информация по каждому цилиндру дает возможность точного контроля мощности дизеля. Именно приборы разделенного сбора и последующей независимой обработки информации позволяют легко производить качественное техническое обслуживание дизеля и не допускать развитие дефектов, приводящих к повышенному расходу топлива, а также к авариям.

Предлагаемое разделение функций СРМ ТД дает возможность упростить интерфейс системы и сократить ее стоимость. Большим достоинством системы является то, что диагностирование параметров топливоподачи и газообмена происходит без непосредственного внедрения в топливную систему высокого давления и механизма газораспределения.

В таблице 1 представлены полные сведения о параметрах, диагностируемых СРМ ТД.

Таблица 1 – Параметры рабочего процесса дизеля, контролируемые СРМ ТД

Параметры	Основные	Дополнительные
Среднее индикаторное давление	+	
Цилиндровая индикаторная мощность	+	
Частота вращения коленчатого вала двигателя	+	
Максимальное давление сжатия	+	
Максимальное давление сгорания	+	
Давление на линии расширения	+	
Угол, соответствующий максимальному давлению сгорания	+	
Максимальная скорость нарастания давления при сгорании (жесткость процесса)	+	
Степень повышения давления	+	
Давление начала сгорания	+	
Угол опережения начала сгорания	+	
Действительный угол начала подачи топлива		+
Угол продолжительности подачи топлива		+
Оценка технического состояния форсунки		
Определение фаз газораспределения: выпускного клапана впускного клапана		+
		+
		+
Оценка технического состояния механизма газораспределения		+
Давление в любой точке диаграммы		+
Угол и время задержки воспламенения топлива		

Общий вид индикаторной диаграммы рабочего процесса дизеля с соответствующим совмещением характеристик топливоподачи и газораспределения представлен на рисунке 1.

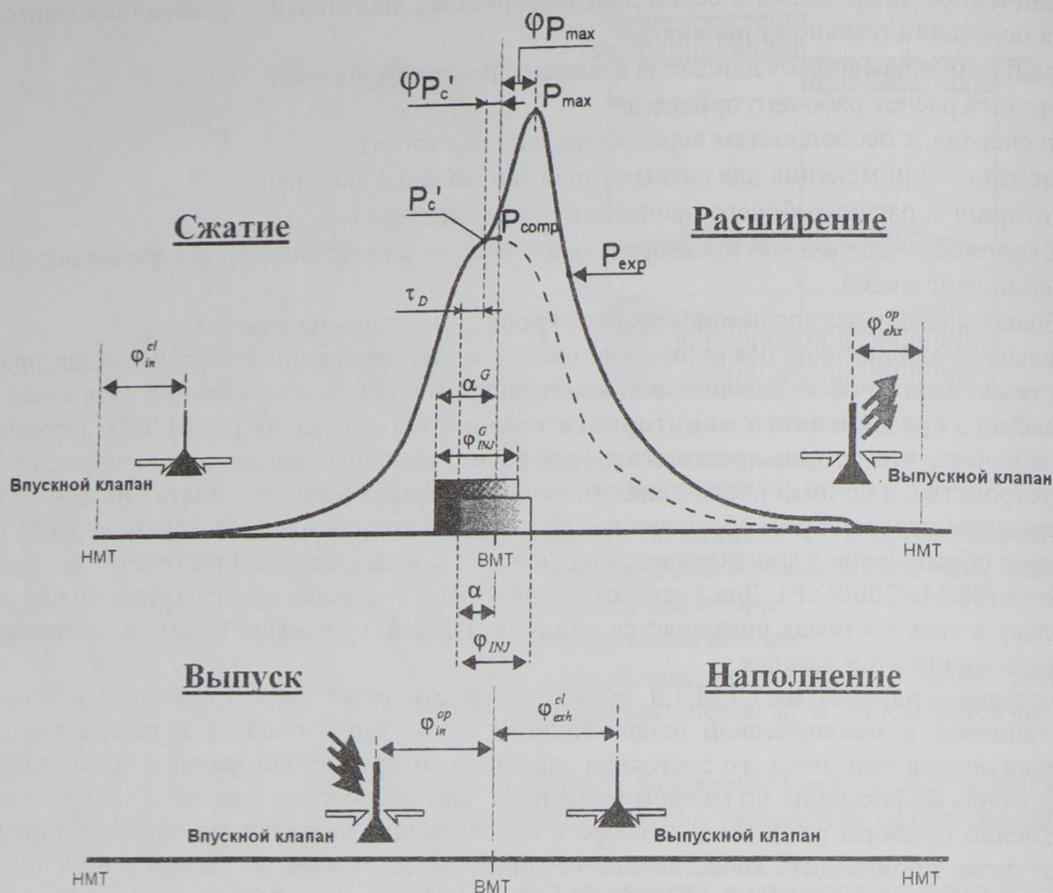


Рисунок 1 – Общий вид индикаторной диаграммы рабочего процесса дизеля с совмещением характеристик топливоподачи и газораспределения

Наиболее важный и трудоемкий процесс анализа полученных данных производится по результатам банка сведений, полученных статистическим путем. Выявлению и анализу поддаются следующие неисправности:

1 Замедленная подача топлива:

- повреждение форсунки или сопла распылителя;
- низкое качество топлива (если аналогичные данные по всем цилиндрам).

2 Малое опережение подачи топлива:

- износ прецизионных деталей ТНВД;
- подтекание нагнетательного клапана ТНВД;
- чрезмерный износ или повреждение сопла форсунки.

3 Негерметичность рабочей камеры сжатия:

- износ или повреждение поршневых колец;
- подгорание головки цилиндра;
- неплотность клапанов газораспределения;
- возможное снижение давления наддува (если такие же данные по всем цилиндрам).

Специалисты МИИТа проводят испытания и внедрение СЭД ТД в локомотивных депо транспорта (дизели 3А-6Д49, 211ДЗ, ПД1М). Проведены предварительные испытания системы на тепловозах ОАО «РЖД» в депо Лихоборы, Люблино (дизель К6S310DR, 14Д40) и Узловая (дизели 12VFE 17/24 и 10Д100).

На рисунках 2 и 3 показаны моменты проведения испытания дизелей К6S310DR и 3А-6Д49.

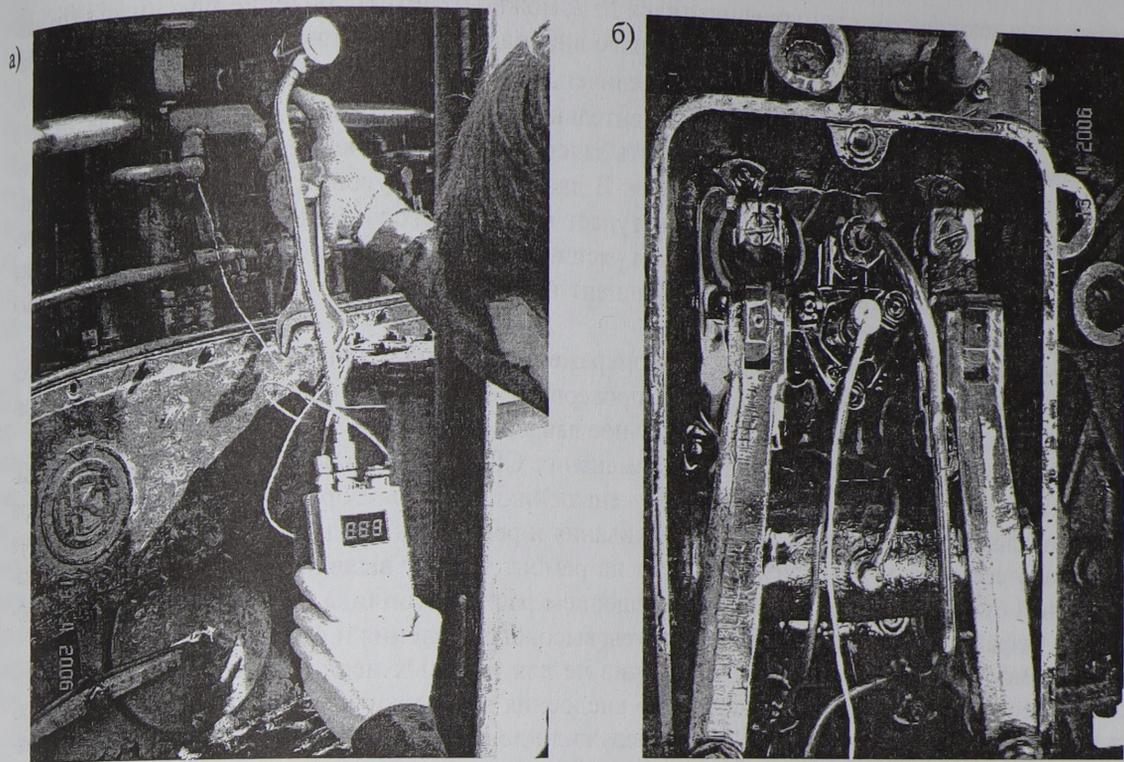


Рисунок 2 – Установка прибора на дизеле K6S-310DR:

- а – расположение датчика давления PS-16 и съем информации на МРВ. Вибродатчик VS-20 установлен на штуцере ТНВД;  
 б – установка вибрдатчика VS-20 на штуцере форсунки

Ниже представлены некоторые характерные индикаторные диаграммы, снятые на дизеле 3А-6Д49, а также описаны неисправности, выявленные по ним. Дизель был продиагностирован на 4 ПКМ при частоте вращения коленчатого вала 439–453 мин<sup>-1</sup>. На рисунке 3 представлена диаграмма, снятая на цилиндре № 2.

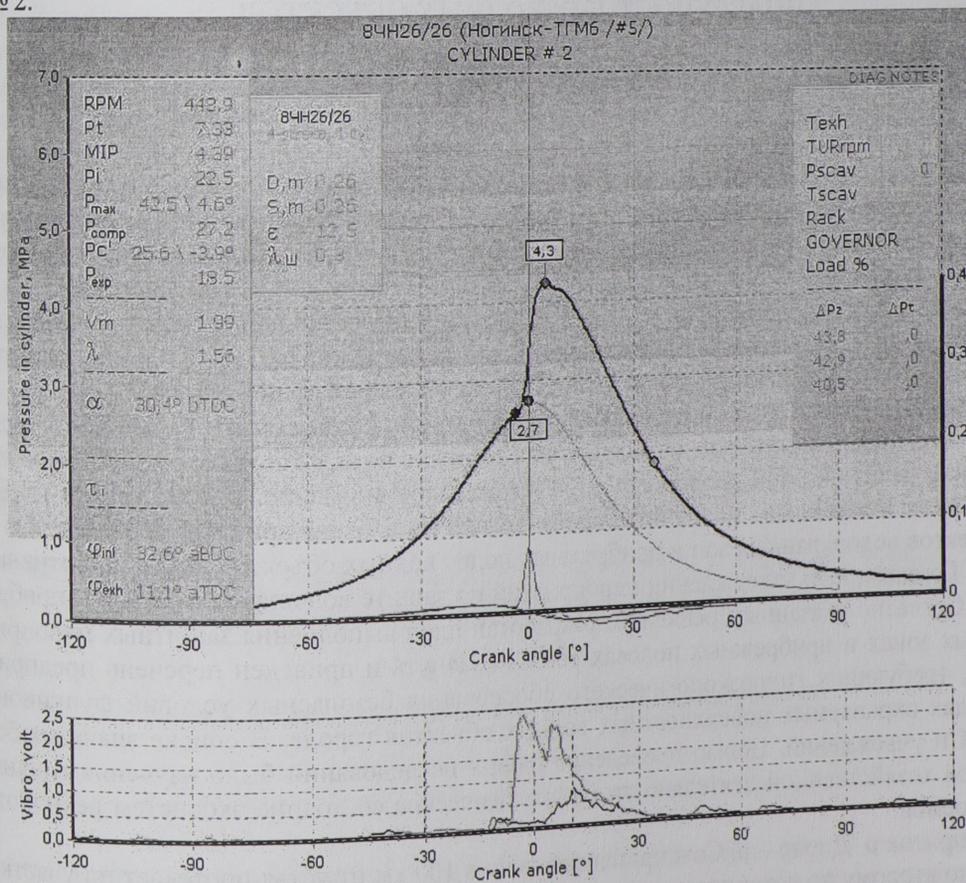


Рисунок 3 – Диаграмма цилиндра № 2

Анализируя техническое состояние цилиндра № 2, можно отметить: падение максимального давления сгорания  $P_z$ , расширение и смещение вправо вибродиаграммы впрыска, смещение начала видимого сгорания  $Pc'$  вправо, как следствие, увеличение температуры отработавших газов. Важную роль в работе топливной системы играет действительный угол опережения подачи топлива, от него в значительной мере зависит продолжительность задержки воспламенения топлива в камере сгорания и все показатели рабочего процесса дизеля. В данном случае угол опережения подачи уменьшен, значительная часть цикловой подачи поступает в камеру сгорания после ВМТ, поэтому процесс сгорания происходит в основном на линии расширения. В результате этого снижается среднее эффективное давление и эффективный коэффициент полезного действия, увеличивается удельный эффективный расход топлива.

Требуется регулировка (увеличение) угла опережения подачи топлива и уменьшение индекса топливной рейки ТНВД. Также необходимо проверить техническое состояние форсунки, ее настройку: качество распыла топлива и максимальное давление впрыска.

Технико-экономическая эффективность применения СРМ ТД обуславливается: снижением затрат на техническое обслуживание благодаря уменьшению числа разборок и вскрытий дизелей при переходе от плано-технических норм обслуживания и ремонта к обслуживанию и ремонту их по фактическому состоянию; уменьшением затрат на ремонт за счет выявления потенциальных отказов на ранней стадии их возникновения; сокращением расхода топлива путем своевременного обнаружения разрегулировки топливной аппаратуры высокого давления и фаз газораспределения.

Необходимо помнить, что эта система создана не для научных исследований, как может показаться при первом знакомстве, а для активного внедрения в локомотивных депо. Надежность, достоверность и удобство применения СРМ ТД заслужили доверие в Великобритании, Франции, Италии, Испании, Греции, Турции, Индии, Новой Зеландии и других странах.

УДК 502.3.003(075.8)

## **ОБОСНОВАНИЕ ЭКОЛОГОБЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В ПРЕДЕЛАХ ВОДООХРАННЫХ ЗОН ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

*О. В. КОВАЛЕВА, Н. В. ТАМКОВА*

*Белорусский государственный университет транспорта*

Вода – важнейший компонент природной среды и один из жизненно важных ресурсов, который давно и активно используется человеком в различных сферах хозяйственной деятельности. В настоящее время практически все водные объекты планеты вовлечены в хозяйственную деятельность и испытывают значительную антропогенную нагрузку, суммарная мощность которой составляет во многих странах мира половину речного стока (Егошин, 2006). Экологическое состояние многих водных объектов не всегда является удовлетворительным. Сохранение и улучшение качества водных экосистем – одна из важнейших задач в области охраны окружающей среды.

Хозяйственная деятельность на территориях, прилегающих к акваториям водотоков и водоемов, оказывает значительное отрицательное влияние на состояние поверхностных вод г. Гомеля и области. Неслучайно решению этой проблемы уделяется большое внимание. В 2005 и 2007 гг. Гомельскими районным и городским исполнительными комитетами были приняты решения «Об утверждении проектов водоохранных зон и прибрежных полос водных объектов административных районов города Гомеля», «Об утверждении мероприятий по защите водоохранных зон и прибрежных полос рек». Согласно указанным решениям разработан план выполнения защитных мероприятий в водоохранных зонах и прибрежных полосах рек Сож, Ипуть и приведен перечень предприятий и учреждений, требующих гидроэкологического обоснования безопасных условий функционирования в пределах охраняемых поверхностных водных объектов города. В списке значится более 40 предприятий и учреждений. Целью проведения наших исследований было изучение влияния различных видов хозяйственной деятельности на экологическое состояние экосистем реки Сож и городских водоемов.

Крупный приток р. Днепр – р. Сож приблизительно в 100 км от устья протекает по участку, прилегающему ко второму по потенциалу и величине городу Республики Беларусь. Река испытывает на