

Данные, содержащиеся в электронных метках, имеют возможность передачи наиболее полной информации по заданным параметрам всех составных узлов вагона. Основной трудностью при организации является объединение информации и переход с действующей смешанной технологии (база данных на сервере и данных в учетно-отчетных формах) полностью на цифровой формат хранения.

Особую роль такой подход предоставления материала на составные части вагона играет при обнаружении нелегитимной продукции и осуществлении разбора каких-либо случаев нарушения безопасности движения. В условиях расследования нарушения безопасности для вынесения корректного вывода виновности и истинного заключения произошедшей ситуации большое влияние имеет быстрота принятия решений, достоверность, полнота предоставленных данных по конкретному узлу или вагону в целом. Предложенная система цифровых меток делает возможным сосредоточение в одном месте больших данных на вагон и в дальнейшем создания модели «цифровой вагон».

#### Список литературы

- 1 Горный, С. Г. Применение лазерной маркировки в промышленности / С. Г. Горный, К. В. Юдин // Металлообработка. – 2003. – № 6 (18). – С. 21–23.
- 2 ГОСТ Р 57880–2017. Система защиты от фальсификаций и контрафакта. Электронные изделия. Предотвращение получения, методы обнаружения, сокращение рисков применения и решения по использованию фальсифицированной и контрафактной продукции. – Введ. 2018-07-01. – М. : Стандартинформ, 2017. – 40 с.
- 3 Коркина, С. В. К вопросу о процессе интеграции методов «Бережливого производства» на предприятиях вагонного комплекса / С. В. Коркина, А. В. Жебанов // Наука и образование транспорту. – 2020. – № 1. – С. 57–61.
- 4 Жебанов, А. В. Использование элементов «Бережливого производства» в организации работы участка текущего отцепочного ремонта грузовых вагонов / А. В. Жебанов // Наука и образование транспорту. – 2018. – № 1. – С. 24–26.
- 5 Коркина, С. В. Расширение функционала АРМ инженера в АСУ ТОР ЭК для повышения производительности работы участка ТОР / С. В. Коркина, А. В. Жебанов // Наука и образование транспорту. – 2021. – № 1. – С. 44–48.
- 6 Расширение функционала АРМ мастера в подсистеме АСУ станции – АСУ ТОР ЭК с целью повышения общей эффективности работы участка текущего отцепочного ремонта вагонов / С. В. Коркина [и др.] // Наука и образование транспорту. – 2020. – № 1. – С. 68–72.
- 7 Жебанов, А. В. Интеграция системы Кайдзен в технологический процесс текущего отцепочного ремонта грузовых вагонов / А. В. Жебанов, С. В. Коркина // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : тр. XXV Всероссийской науч.-практ. конф. КриЖТ ИрГУПС (Красноярск, 28–30 октября 2021 г.). В 2 т. / редкол. : В. А. Поморцев (отв. ред.) [и др.]. – Красноярск : КриЖТ ИрГУПС, 2021. – С. 29–32.
- 8 Методика нанесения защитной маркировки и учёта ответственных узлов и деталей грузовых вагонов. – М. : НП «ОПЖТ»; «Объединение вагоностроителей», 2014. – 13 с.

УДК 621.436-222:681.5

### ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСА «МАГИСТРАЛЬ» ДЛЯ РЕГУЛИРОВКИ ЦИЛИНДРОВОЙ МОЩНОСТИ ДИЗЕЛЕЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РЕОСТАТНЫХ ИСПЫТАНИЙ ТЕПЛОВЗОВ

С. В. ЖУРАВЕЛЬ

ООО «Техтранс-Д», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Под **регулировкой дизеля** понимают комплекс таких технологических мероприятий, которые обеспечивают номинальную мощность дизельного двигателя при его экономичности и надежности.

Все цилиндры дизеля должны развивать одинаковую мощность. Если цилиндры двигателя нагружены неравномерно, то при выходе дизеля на номинальную мощность часть цилиндров оказывается перегруженной.

Перегрузка отдельных цилиндров сопровождается увеличением тепловых напряжений и температуры, которые нередко вызывают появление трещин в стенках блока, крышках цилиндров, днышка поршней, загорание поршневых колец в канавках поршня, обгорание тарелок клапанов и сопловых наконечников распылителей форсунок, вибрацию дизеля. Перегрузка одних цилиндров и недогрузка других недопустима.

Обычно регулировка дизеля проводится с применением штатных измерительных приборов, входящих в комплект поставки дизеля: механического индикатора, максиметра и термомопар или термометров.

В зависимости от типа дизеля мощность в цилиндре измеряется или оценивается различными методами:

– **на малооборотных дизелях**, оборудованных индикаторными приводами, мощность в цилиндре измеряют по индикаторной диаграмме, получаемой при помощи механического индикатора;

– **остальных дизелях, оборудованных индикаторными кранами**, о равномерности нагрузки по цилиндрам судят по максимальному давлению цикла  $P_z$  и температуре выпускных газов при помощи максиметра и штатных термопар. Мощность цилиндра не измеряется, а оценивается при помощи косвенных параметров.

– **высокооборотных и малоразмерных дизелях без индикаторных кранов** – нет штатных приборов, позволяющих оценить нагрузку по цилиндрам.

Применение в качестве штатного или технологического средства контроля **переносного комплекса для регулировки цилиндровой мощности дизеля «Магистраль»** позволяет в любой момент индицировать дизель и измерять цилиндровую мощность в процессе проведения реостатных испытаний тепловозов. Нагрузка цилиндра зависит от давления конца сжатия, количества топлива, подаваемого топливным насосом за один цикл, угла опережения подачи топлива, качества распыливания топлива форсункой.

Каждая из этих характеристик находит свое отражение в форме и характерных точках индикаторной диаграммы. Анализ индикаторных диаграмм, отображаемых комплексом на экране монитора, позволяет оперативно определять отклонения рабочего процесса и воздействовать на органы регулировки для выравнивания мощности во всех цилиндрах дизеля.

**Комплекс обеспечивает:**

- контроль теплотехнических параметров дизеля;
- оценку качества и диагностику неисправностей рабочего процесса дизеля;
- регулировку цилиндровой мощности дизеля.

**Комплекс отображает на экране монитора:**

- развернутые индикаторные диаграммы цилиндров (до 16 одновременно);
- сохраненные в архиве данные по всем измерениям.

**В результате обработки полученных индикаторных диаграмм определяются:**

- максимальное давление сгорания  $P_z$ , МПа);
- индикаторное давление  $P_i$ , МПа;
- индикаторная мощность  $N_i$ , кВт );
- частота вращения коленчатого вала –  $n$  (об/мин).

Анализ индикаторной диаграммы позволяет определять:

- общее отклонение угла опережения подачи топлива;
- ухудшение качества газообмена двигателя в целом;
- уменьшение или увеличение угла опережения подачи топлива;
- плохую продувку цилиндра;
- увеличение утечки рабочего тела в цилиндре;
- отклонение цикловой подачи топлива;
- ухудшение качества распыла топлива.

Основную информацию комплекс получает от высокотемпературного датчика давления газа серии ДДГ, устанавливаемого на индикаторный кран дизеля или специально подготовленный канал, соединяющий датчик с камерой сгорания.

В состав комплекса может входить один переносной датчик давления газа или количество датчиков давления газа должно соответствовать числу цилиндров дизеля.

С одним переносным датчиком давления газа измерения проводят, последовательно устанавливая датчик на каждый цилиндр. Во время проведения измерений для получения объективных данных необходимо обеспечивать постоянную мощность дизеля. Если индицирование цилиндра занимает 1 минуту, то, например, 8-цилиндровый дизель будет проиндицирован за 8 минут. При этом в течение всего времени необходимо обеспечивать стабильность нагрузки.

Установка датчиков давления газа на все цилиндры дизеля одновременно (рисунок 1) является наиболее предпочтительной, так как дает объективную картину распределения мощности по цилиндрам **независимо от меняющейся нагрузки** и занимает всего несколько секунд. Также необходимо учесть, что при регулировке дизеля изменять настройки одного цилиндра для достижения оптимального варианта приходится последовательно несколько раз. При этом происходит не только

изменение мощности в регулируемом цилиндре, но и перераспределение нагрузки между цилиндрами. После каждой итерации (а их может быть и 10–20) требуется проведение индицирования, и время, потраченное на индицирование одним датчиком (8 минут для 8-цилиндрового дизеля, умноженные на 10–20 итераций) существенно отличается от нескольких секунд, умноженных на 10–20 итераций, при индицировании всех цилиндров одновременно.



Рисунок 1 – Датчики давления газа ДДГ, установленные на все цилиндры тепловозного дизеля Д49

При проведении регулировки для достижения оптимального варианта приходится последовательно изменять настройки каждого цилиндра несколько раз. Каждое изменение любой настройки регистрируется комплексом, что позволяет точно определять, какие характеристики и на какую величину необходимо менять в каждом цилиндре.

УДК 621.331

## **РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

*В. А. ЗАГОРЦЕВ, О. С. АНАНЬЕВА, В. Н. ПОДОЛЬСКАЯ  
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Известно, что различные режимы работы электрического подвижного состава, такие как тяга и рекуперативное торможение влияют на параметры работы систем тягового электроснабжения: уровень напряжения в контактной сети при большой загрузке плеч питания тяговых подстанций может значительно отличаться от номинального и влиять на скорость движения поездов и, как следствие, на пропускную способность; величина потерь электрической энергии в тяговой сети, зависит кроме всего прочего от величины токов в ее элементах и длины пути его протекания, при этом применение рекуперации хоть и дает положительный эффект в виде снижения расхода электрической энергии на тягу поездов, тем не менее увеличивает величину потерь энергии в контактной сети за счет протекания токов от рекуперирующего электрического подвижного состава к ее потребителям в границах тяговой сети или в системе внешнего энергоснабжения. Качество электрической энергии в точках общего присоединения тяговых подстанций к системам внешнего энергоснабжения, в частности коэффициент несимметрии токов и напряжений по обратной последовательности при определенной комбинации режимов тяги и рекуперации на плечах питания тяговой подстанции может выходить за предельно допустимые значения, что отрицательно сказывается на остальных потребителях. Поэтому разработка имитационных моделей совместной работы систем тягового электроснабжения и электрического транспорта по-прежнему актуальна, особенно в части применения в границах тяговой сети или на подвижном составе устройств, повышающих их надежность и энергоэффективность.

Одними из таких устройств являются накопители электрической энергии. В настоящее время существует много направлений по изучению их эффективности при установке как в системах тягового электроснабжения, так и на электрическом подвижном составе.

Место размещения накопителей электрической энергии будет влиять на переходные процессы (заряд – разряд), протекающие в электрических сетях [1]. Поэтому при помощи соответствующей имитационной модели станет возможным оценить, как повлияет установка накопителей на надеж-