



Эксплуатационная надёжность крышек цилиндров тепловозного дизеля



Евгения РЯБКО

Evgenia V. RYABKO

Operational Reliability of Cylinder Covers of Diesel Engine
(текст статьи на англ. яз. – English text of the article – p. 183)

Проведен статистический анализ отказов цилиндрических крышек тепловозных дизелей с различными условиями эксплуатации. Построены гистограммы их выхода из строя с последующей интерполяцией для объективной оценки влияния эксплуатационного режима на надёжность проверяемых узлов. Установлено, что при режимах, близких к номинальным, решающей для работоспособности крышки цилиндра становится температурная напряжённость днища. При снижении эксплуатационных нагрузок на первый план выходит влияние температуры окружающей среды. Объективность вывода подтверждается тем, что исследования проводились на одной марке дизеля в различных эксплуатационных условиях.

Ключевые слова: тепловоз, дизель, крышка цилиндра, эксплуатация, статистика отказов, интерполяция, теплонапряжённость, температурные условия, безопасность, надёжность, продление срока службы.

Рябко Евгения Владимировна – инженер кафедры «Подвижной состав железных дорог» Донецкого института железнодорожного транспорта, Донецк, Украина.

Безотказность тепловозного дизеля зависит прежде всего от правильной эксплуатации, технического обслуживания и исправности деталей цилиндропоршневой группы. В зоне повышенных температур и механических нагрузок находится цилиндрическая крышка – сложная по конструкции и нагруженная деталь этой группы.

Проведено множество исследований, связанных с повышением ресурса крышек цилиндров тепловозных дизелей и изучением сложных процессов, протекающих в них. В большинстве публикаций рассматривается исключительно влияние конструктивных особенностей на долговечность крышек цилиндров тепловозов. К примеру, в [1] основной причиной выхода из строя крышки цилиндра называется именно сама её конструкция. Нарушение технологии изготовления, ремонта и режима эксплуатации, по мнению автора, достаточно легко идентифицировать. В работе [2] предполагается, что надёжность крышек цилиндров тепловозных дизелей повышается за счёт снижения градиента температур непосредственно в огневом днище.

При решении задач теплопроводности и термоупругости крышек цилиндров при-

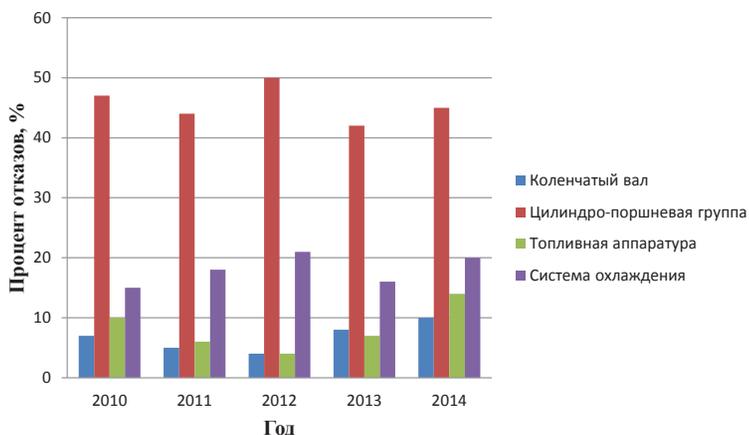


Рис. 1. Распределение неисправностей узлов дизелей и их систем.

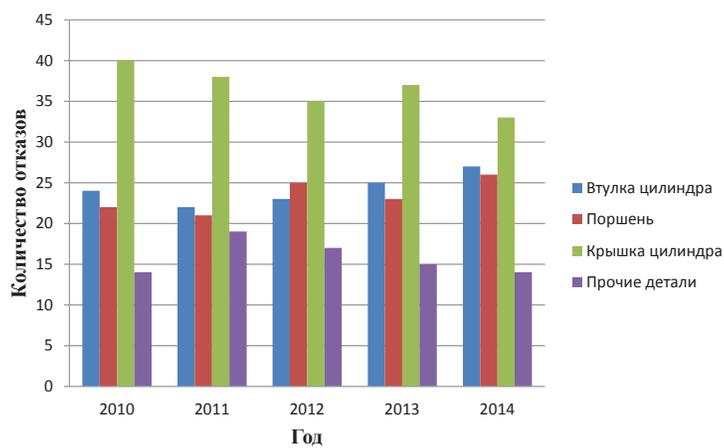


Рис. 2. Распределение неисправностей деталей цилиндро-поршневой группы дизелей типа Д49.

меняются различные аналитические методы, которые позволяют оценить теплонапряженность интересующей нас зоны. Однако в большинстве случаев математические модели не учитывают влияние эксплуатационных факторов.

Анализ публикаций по данной тематике свидетельствует о незначительном влиянии особенностей эксплуатации тепловозов на надежность крышек цилиндров [3–6].

Поставлена задача установить влияние конструкционных особенностей на надежность крышки цилиндров дизеля типа Д49. Определить зависимость между особенностями эксплуатации, типом тепловоза, техническим состоянием, влиянием климатических условий и безотказной работой крышки цилиндра, чтобы разработать комплекс мер, направленных на продление срока службы узлов цилиндро-поршневой группы тепловозного дизеля Д49.

Для получения объективной оценки причин отказов крышек цилиндров проведен

анализ статистических данных в локомотивных депо с различными условиями эксплуатации тепловозов. Были взяты два депо с приписным парком тепловозов 2ТЭ116 в пассажирском и грузовом движении, а также депо с парком тепловозов ТЭМ7 на тяжелой карьерной вывозной работе.

На основании полученных данных в период 2010–2014 годов можно сделать вывод, что наименее надежным узлом тепловозного дизеля является цилиндро-поршневая группа. На её долю приходится до 40–50 % отказов (рис. 1), а в этой доле порядка 40 % повреждений приходится на крышки цилиндров (рис. 2).

Для объективной оценки причин выхода из строя цилиндровых крышек проанализирован характер отказов в депо Дебальцево-Сортировочная (рис. 3), где преобладает эксплуатация тепловозов в пассажирском движении, и депо Волноваха за период 2009–2013 годов (рис. 4), где тепловозы эксплуатируются преимущественно в грузовом движении.



Рис. 3. Статистика отказов крышек цилиндров тепловозов 2ТЭ116 депо приписки Дебальцево-Сортировочная.

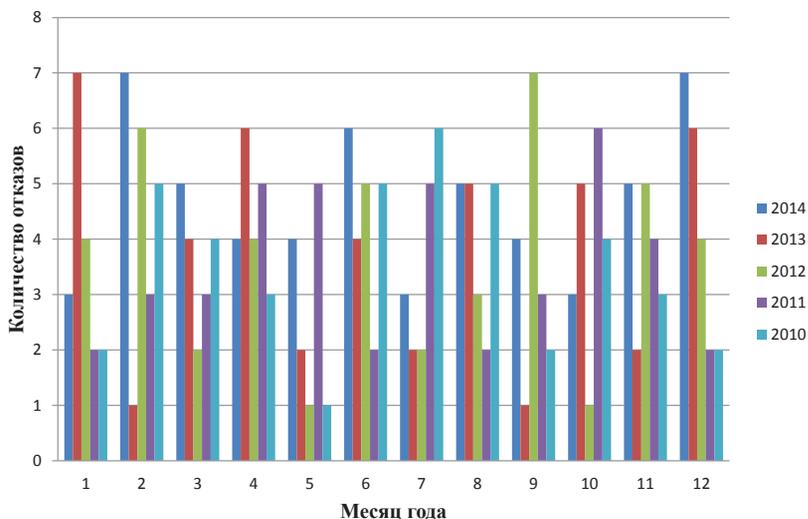
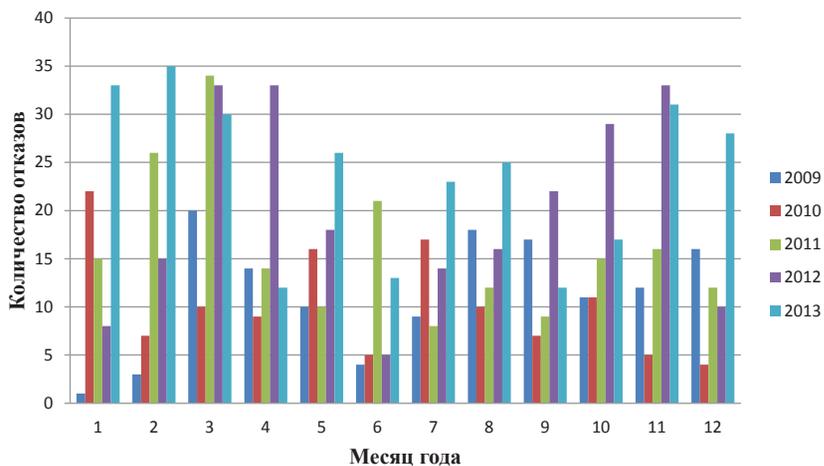


Рис. 4. Статистика отказов крышек цилиндров тепловозов 2ТЭ116 депо приписки Волноваха.



На гистограммах видно, что основной пик отказов приходится на холодное время года, при максимальном градиенте температур между дизелем и окружающей средой, в отличие от летнего периода, когда градиент температур меньше. Это в достаточной мере подтверждает влияние температуры наружного воздуха на долговечность крышек цилиндров, то есть понижение температуры наружного воздуха приводит к уменьшению срока их службы [7].

Для более достоверной оценки влияния условий эксплуатации на надежность крышек цилиндров был проведен дополнительный анализ отказов на промышленном предприятии «АрселорМиттал Кривой Рог» (2011–2015 гг.). В его локомотивном депо эксплуатируются тепловозы ТЭМ7 с дизелем 2–2Д49, которые находятся в более тяжелых условиях (карьерно-вывозная работа).

Проанализировав гистограмму на рис. 5, можно сделать вывод, что наиболь-

шее число отказов крышек цилиндров происходит в летний период. Это обусловлено повышением температуры окружающей среды и производственных нагрузок, что влечет за собой перегрев дизеля.

Для подтверждения гипотез была проведена интерполяция анализируемых гистограмм.

Сделанная интерполяция статистических данных по депо Дебальцево-Сортировочная (рис. 6), депо Волноваха (рис. 7), депо «АрселорМиттал Кривой Рог» позволяет утверждать, что четко выраженная зависимость отказов крышек цилиндров отсутствует.

В первых двух случаях наибольшее количество выходов из строя приходится на зимний период времени. Можно предположить, что зимой отказ цилиндрических крышек происходит из-за большого перепада температур между дизелем и окружающей средой, ибо это

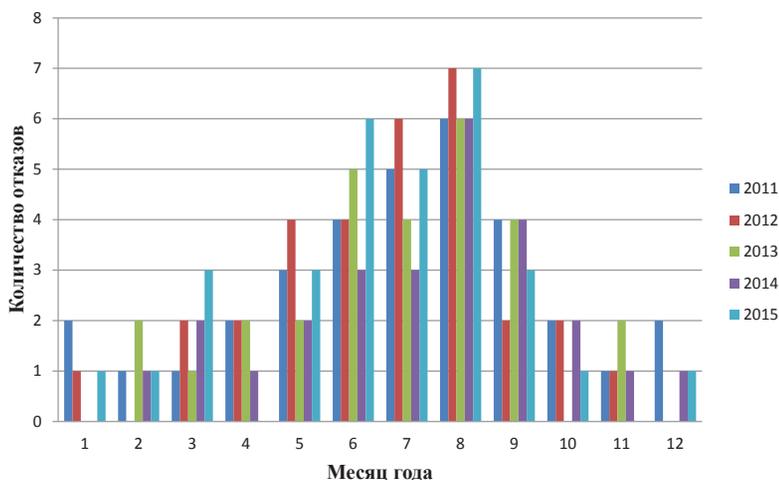


Рис. 5. Статистика отказов крышек цилиндров тепловозов ТЭМ7 депо приписки «АрселорМиттал Кривой Рог».

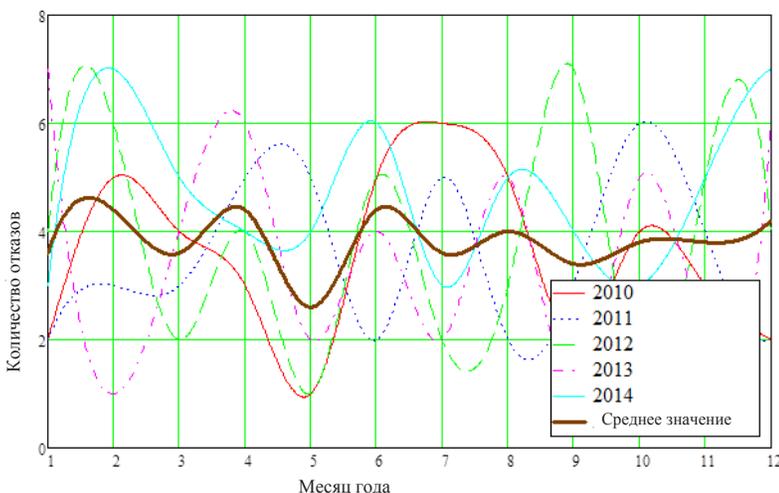


Рис. 6. Интерполяция статистических данных отказов крышек цилиндров тепловозов 2ТЭ116 депо Дебальцево-Сортировочная.

влечет за собой возникновение и развитие микротрещин огневого днища. Летний период характеризуется частыми выходами из строя тех же крышек из-за перегрева дизеля.

Согласно интерполяции статистических данных депо «АрселорМиттал Кривой Рог» наибольшее число выходов из строя крышек цилиндров приходится на летний период (рис. 8). Это, как уже замечено ранее, объясняется перегревом дизеля, который возникает ввиду ряда объективных причин (особенность конструкции кузова тепловоза ТЭМ7, тяжелые условия эксплуатации, неудовлетворительное состояние системы охлаждения).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Совокупность полученных данных свидетельствует о незначительном влиянии конструктивных особенностей крышек цилиндров дизелей тепловозов типа Д49 на

их надёжность, что не подтверждает общепринятую точку зрения.

На основании результатов исследования удалось выявить влияние температуры окружающей среды и нагрузочных режимов работы дизеля на долговечность цилиндрических крышек. Установлено, что при режимах, близких к номинальным, решающую роль здесь играет температурная напряженность днища. При снижении эксплуатационных нагрузок на первый план выходит влияние температурных условий среды, что подтверждается неоднократными исследованиями и перепроверками опытных данных.

На безопасность и надежность работы цилиндрических крышек влияют не только конструктивные особенности, материал изготовления, а в немалой степени и температурный режим среды, особенности эксплуатации и тип локомотива.

Следовательно, необходим дифференцированный подход при определении



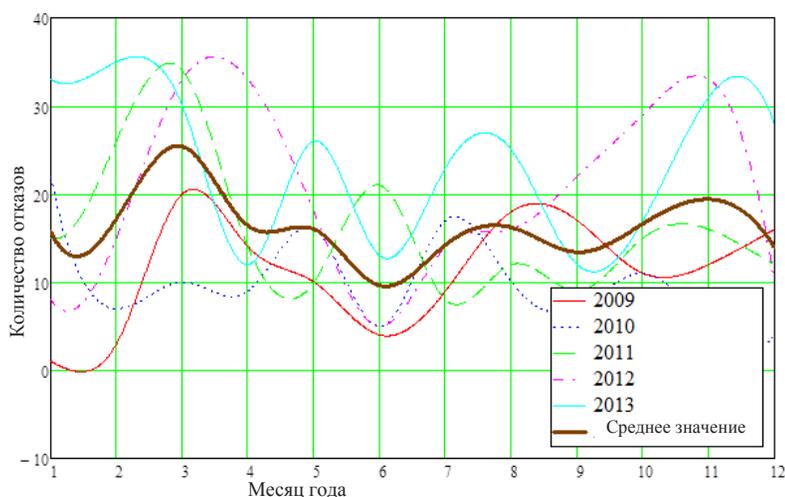


Рис. 7. Интерполяция статистических данных отказов крышек цилиндров тепловозов 2ТЭ116 депо Волноваха.

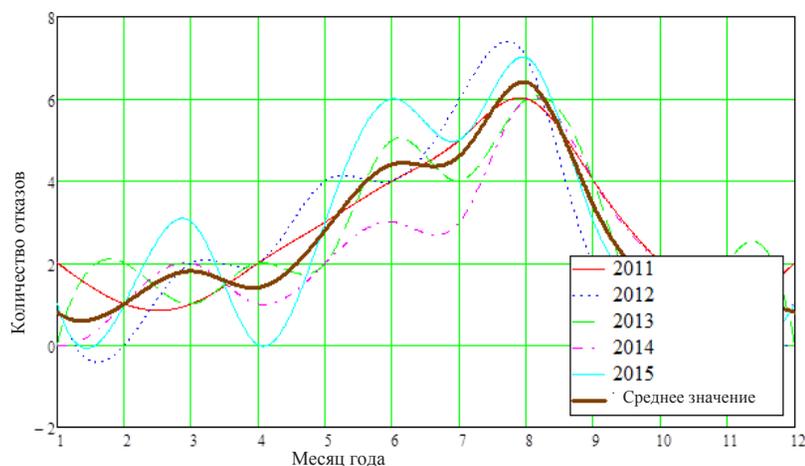


Рис. 8. Интерполяция статистических данных отказов крышек цилиндров тепловозов ТЭМ7 депо «АрселорМиттал Кривой Рог».

факторов, влияющих на долговечность крышек цилиндров. Учет всего комплекса факторов при разработке математической модели теплонапряженного состояния крышек цилиндров позволит более достоверно рассчитать диапазон эксплуатационных условий для деталей цилиндропоршневой группы тепловозных дизелей и продления их службы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ролле И. А. Повышение ресурса крышек цилиндров тепловозных дизелей / Дис... канд. техн. наук. – СПб., 2006. – 130 с.
2. Дульнев Р. А., Котов П. И. Термическая усталость металлов. – М.: Машиностроение, 1980. – 200 с.

3. Заорски М. Повышение надёжности составных цилиндровых крышек тепловозных дизелей / Дис... канд. техн. наук. – Л., 1990. – 101 с.

4. Сальников М. А. Оценка долговечности крышек цилиндров тепловозных дизелей в зависимости от уровня теплонапряжённости / Дис... канд. техн. наук. – Коломна, 1984. – 214 с.

5. Мягков С. П. Повышение прочностной надёжности крышек цилиндров транспортных дизелей / Дис... канд. техн. наук. – М., 2009. – 177 с.

6. Маластовский Н. С. Методика определения локальных граничных условий со стороны охлаждения при расчёте температурных полей крышек цилиндров двигателей / Дис... канд. техн. наук. – М., 2011. – 156 с.

7. Горбченко А. Н., Рябко К. А., Рябко Е. В., Гушин А. М. Исследование влияния температуры окружающей среды на работоспособность крышек цилиндров тепловозных дизелей // Вестник РГУПС. – 2016. – № 1. – С. 34–42. ●

Координаты автора: **Рябко Е. В.** – evgeniya.ryabko@gmail.com.

Статья поступила в редакцию 16.09.2016, актуализирована 20.01.2017, принята к публикации 23.01.2017.