

**И. В. РЫКОВА**, канд. техн. наук, ст. науч. сотр. НТУ «ХПИ»

## **РАЗРАБОТКА НЕСТАЦИОНАРНОЙ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ НАГРУЖЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ ТЕПЛОВОЗНОГО ДИЗЕЛЯ**

Разработана нестационарная теоретическая модель нагружения деталей камеры сгорания тепловозного дизеля. Выявлены ее особенности по сравнению с моделями для автотракторных дизелей.

**Ключевые слова:** тепловозный дизель, нестационарная модель нагружения, ресурсная прочность.

Для тепловозных двигателей имеется общая тенденция повышения мощности. В связи с этим возникает задача повышения надежной работы деталей камеры сгорания (КС), обеспечения заданного ресурса, его оценки на начальной стадии проектирования. Для выполнения оценок ресурса деталей КС необходимо иметь нестационарную модель эксплуатации, учитывающую представительные переходные процессы.

Традиционно в литературе представляют стационарные модели эксплуатации [1, 2, 3]. При этом всегда возникают трудности при моделировании переходных процессов.

Наиболее тяжелым режимом нагружения с точки зрения обеспечения ресурсной прочности деталей является переходной процесс: холостой ход – наиболее тяжелый режим работы двигателя. Исходя из этого и придерживаясь концепции гарантированного обеспечения ресурса на стадии проектирования, т.е. если при расчете ресурс будет обеспечен, то в эксплуатации он будет гарантирован, для быстроходных транспортных двигателей разработан ряд нестационарных моделей эксплуатации [4,5]. Для тепловозных двигателей такие модели отсутствуют. При этом известно, что с увеличением диаметра поршня и уровня форсирования двигателя трудности с обеспечением ресурсной прочности возрастают. Этим определяется *актуальность* работы, связанная с разработкой нестационарных теоретических моделей нагружения тепловозных дизелей.

Исходя из концепции гарантированного обеспечения ресурса получение нестационарной модели эксплуатации тепловозного двигателя ни чем не будет отличаться от получения модели для другого типа двигателя. Оно основано на соответствующих стационарных моделях с использованием методики, разработанной в [5]. Сама же модель окажется другой. Это определяется набором эксплуатационных режимов. Например, для транспортных быстроходных двигателей такие режимы, как холостой ход составляют 3-5%, а для тепловозных двигателей достигают 50% и более.

*Методика получения нестационарной модели эксплуатации двигателя*

Общее относительное время работы двигателя определяется

$$\sum_i \bar{P}_i = \sum_j \tilde{P}_j + \sum_m \bar{P}_{уст_m}, \quad \sum_i \bar{P}_i = 1 \quad (1)$$

где  $\sum_j \tilde{P}_j$  – относительное время эксплуатации двигателя при условиях

циклического нагружения при переходных процессах;  $\sum_m \bar{P}_{уст_m} = \frac{\tau_{уст}}{P}$  – относительное время установившихся режимов эксплуатации;  $\tau_{уст}$  – время установившихся режимов эксплуатации;  $P$  – срок эксплуатации машины.

Расчет наработки  $\tilde{P}_j$  для каждого из установившихся  $j$  переходных процессов проводится по следующему алгоритму:

$$\tilde{P}_j = 2\bar{P}_l|_{\tilde{P}_j}, \quad \bar{P}_l|_{\tilde{P}_j} \leq \bar{P}_n|_{\tilde{P}_j}; \quad (2)$$

$$\bar{P}_n|_{\tilde{P}_{j+1}} = \bar{P}_n|_{\tilde{P}_j} - \bar{P}_l|_{\tilde{P}_j}, \quad (3)$$

где  $\bar{P}_l$  и  $\bar{P}_n$  – части работы двигателя на режимах  $l$  и  $n$ , которые составляют процесс  $j$ , но не учтены в предыдущих переходных процессах.

Согласно этой методике на основании стационарных моделей эксплуатации дизелей 6KS310DR и 4Д80Д (табл. 1-3) в работе получены модели эксплуатации с учетом особенностей работы, связанных с положением контроллера (табл. 4-6).

Таблица 1 – Стационарная модель эксплуатации тепловозного дизеля 6KS310DR тепловоза ЧМЭЗ при вывозной работе

№ режима экпл. $i$	Положение контроллера	$\bar{P}_i$
1	0	0,6
2	1	0,1
3	2	0,1
4	3	0,045
5	4	0,065
6	5	0,05
7	6	0,02
8	7	0,015
9	8	0,005

Таблица 2 – Стационарная модель эксплуатации тепловозного дизеля 4Д80Д магистрального тепловоза

№ режима экпл. $i$	Положение контроллера	$\bar{P}_i$
1	0	0,52
2	1	0,02
3	2	0,03
4	3	0,032
5	4	0,03
6	5	0,02
7	6	0,032
8	7	0,03
9	8	0,043
10	9	0,05
11	10	0,064
12	11	0,051
13	12	0,025
14	13	0,02
15	14	0,013
16	15	0,02

Таблица 3 – Стационарная модель эксплуатации тепловозного дизеля 6KS310DR тепловоза ЧМЭЗ при маневровой работе

№ режима экпл. $i$	Положение контроллера	$\bar{P}_i$
1	0	0,67
2	1	0,055
3	2	0,055
4	3	0,09
5	4	0,11
6	5	0,02

Таблица 4 – Нестационарная теоретическая модель эксплуатации дизеля 6KS310DR тепловоза ЧМЭЗ при маневровой работе

№	Чередование режимов экпл.	$\tilde{P}_j$
1	0→8	0,04
2	0→7	0,22
3	0→6	0,18
4	0→5	0,11
5	0→4	0,11
		$\sum_j \tilde{P}_j = 0,66$

Таблица 5 – Нестационарная теоретическая модель эксплуатации дизеля 6KS310DR тепловоза ЧМЭЗ при вывозной работе

№	Чередование режимов экпл.	$\tilde{P}_j$
1	0→8	0,01
2	0→7	0,03
3	0→6	0,04
4	0→5	0,1
5	0→4	0,13
6	0→3	0,09
7	0→2	0,2
8	0→1	0,2
		$\sum_j \tilde{P}_j = 0,8$

Таблица 6 – Нестационарная модель эксплуатации тепловозного дизеля 4Д80Д магистрального тепловоза

№	Чередование режимов экпл.	$\tilde{P}_j$
1	0→15	0,04
2	0→14	0,026
3	0→13	0,04
4	0→12	0,05
5	0→11	0,102
6	0→10	0,128
7	0→9	0,1
8	0→8	0,086
9	0→7	0,06
10	0→6	20,064
11	0→5	0,04
12	0→4	0,06
13	0→3	0,064
14	0→2	0,06
15	0→1	0,04
		$\sum_j \tilde{P}_j = 0,96$

Исходя из представленных таблиц видно, что полученные модели существенно отличаются от нестационарных моделей быстроходных двигателей. Это связано с тем, что все переходные процессы идут от первого, т.е. это будут более тяжелые теоретические процессы, заложенные в модель, чем для быстроходных двигателей.

В разработанных моделях установлено общее время эксплуатации двигателя при условиях циклического нагружения при переходных условиях для дизеля 6KS310DR при маневровой работе  $\sum_j \tilde{P}_j = 0,66$ , при вывозной

работе  $\sum_j \tilde{P}_j = 0,8$  и дизеля 4Д80Д магистрального тепловоза  $\sum_j \tilde{P}_j = 0,96$ .

Исходя из баланса времени всего срока эксплуатационных режимов (1), появляется время установившихся режимов эксплуатации  $\sum_m \bar{P}_{уст,m}$  соответственно 0,44; 0,2; 0,04, а для автотракторных дизелей это время составляет около 0,22.

Также в нестационарных теоретических моделях нагружения тепловозных дизелей время переходного процесса прогрева детали увеличится в отличие от быстроходных дизелей, поскольку диаметр поршня будет больше.

Дальнейшее направление работ связано с моделированием нестационарного переходного процесса и определением времени цикла нагружения двигателя для разработки концепции гарантированного обеспечения ресурса.

**Список литературы:** 1. *Парсаданов И. В.* Повышение качества и конкурентоспособности дизелей на основе комплексного топливно-экологического критерия: монография. – Х.: НТУ «ХПИ», 2003. – 244с. 2. *Єроценков С. А.* Підвищення паливної економічності тепловозного дизеля 4Д80Б / С. А. Єроценков, О. Г. Крушедольський, В. М. Зайончковський, М. І. Сергієнко // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – 2002. – Вип. 51. – С. 3-15. 3. *Єроценков С. А.* Вибір конструктивних параметрів дизеля Д80 та його системи випуску при модернізації тепловозів М62 / С. А. Єроценков, О. Г. Крушедольський, В. М. Зайончковський, М. І. Сергієнко // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – 2000. – Вип. 43. – С. 3-10. 4. *Пылева Т. К.* Разработка теоретических нестационарных моделей нагружения двигателей машин различного назначения / Т. К. Пылева, В. Т. Турчин // Двигатели внутреннего сгорания. – 2007. – №1. – С. 125-132. 5. *Пильов В. О.* Автоматизоване проектування поршнів швидкохідних дизелів із заданим рівнем тривалої міцності / В. О. Пильов. – Х.: НТУ «ХПИ», 2001. – 332 с.

*Поступила в редколлегию 24.04.2013*

УДК 621.436

**Разработка нестационарной теоретической модели нагружения деталей камеры сгорания тепловозного дизеля / И. В. Рыкова // Вісник НТУ «ХП». Серія: Транспортне машинобудування. – Х. : НТУ «ХП», 2013. – № 32 (1005). – С. 115–118. – Бібліогр.: 5 назв.**

Розроблена нестационарна теоретична модель навантаження деталей камери згоряння тепловозного дизеля. Виявлені її особливості в порівнянні з моделями для автотракторних дизелів.

**Ключові слова:** тепловозний дизель, нестационарна модель навантаження, ресурсна міцність.

The non-stationary theoretical model of details loading in the combustion chamber of diesel locomotive engine is developed. Its features in comparison with the models used for tractor diesel engines are studied.

**Keywords:** locomotive diesel engine, non-stationary model of the loading, resource durability.