

УДК 621.43-77

Ду Арман, канд. техн. наук,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, arman.du@bk.ru
Мамчур Игорь Николаевич, инженер,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, mamchur_in@mail.ru

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДВИГАТЕЛЯ НА ТРУДОЁМКость РЕМОНТА

Аннотация. В статье рассматривается возможность определения трудоёмкости ремонтных воздействий для различных конструктивных решений дизелей. Такая необходимость возникает при большом разнообразии типов силовых агрегатов и затруднении в получении значений норм времени и калькуляции себестоимости проведения работ по широкому модельному ряду двигателей. Параметр трудоёмкости является одним из основных в определении суммы затрат. Существующие методы расчёта норм времени достаточно сложны и трудоемки в определении конкретных значений. Сделано предположение, что с достаточным приближением возможно рассчитать значения затрат времени в зависимости от конструктивных параметров двигателей. В зависимости от принятых в данной статье параметров, таких как сухая масса и рабочий объём двигателя, были получены степенные функции определения затрат времени на ремонт. Величины отклонений от нормативных значений колеблются в значительном диапазоне. Однако полученной точности в большинстве случаев достаточно для приближённых предварительных расчётов расходов на ремонт.

Ключевые слова: парк дорожно-строительной техники, капитальный ремонт, трудоёмкость ремонта, сухая масса, рабочий объём.

Du Arman, Ph. D.,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, arman.du@bk.ru
Mamchur Igor N., engineer,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, mamchur_in@mail.ru

EFFECT OF THE ENGINE CONSTRUCTION PARAMETERS ON THE WORK OF REPAIR

Abstract. The article considers the possibility of determining the labor intensity of repair actions for various design solutions of diesel engines. This need arises with a wide variety of types of power units and the difficulty in obtaining the values of time norms and costing the work on a wide range of engines. The parameter of labor is one of the main factors in determining the amount of costs. The existing methods of calculating time norms

are quite complex and time-consuming in the determination of specific values. It is assumed that with sufficient approximation it is possible to calculate the time values depending on the engine design parameters. Dependent on the parameters adopted in this article, such as dry weight and engine displacement, a power function for determining the time spent on repairs was obtained. The values of deviations from the standard values fluctuate in a significant range. However, the accuracy obtained, in most cases, is sufficient for approximate preliminary calculations of repair costs.

Key words: park of road-building machinery, overhaul, labor-consuming repair, dry weight, working volume.

Введение

В настоящее время в России сложился разнообразный парк дорожно-строительной и автомобильной техники, занятой в дорожном комплексе. Он включает в себя новую и бывшую в эксплуатации технику как отечественного, так и зарубежного производства. При возникновении необходимости её ремонта, в том числе и капитального, в ряде случаев возникают трудности с получением нормативных материалов по трудоёмкости ремонта, а значит с прогнозированием себестоимости такого воздействия. Однако для прогноза затрат нет необходимости в точном и всеобъемлющем подсчёте стоимости работ. Достаточно приближённых цифр. Для такой цели вполне подходит уровень укрупнённых норм времени на ремонт.

Большая часть методик расчёта норм времени на ремонт [1, 2, 3] основана на детальном анализе трудового процесса либо на опытных или статистических данных о проведённых работах. Это довольно трудоёмкий процесс и не всегда подходит для целей расчёта себестоимости ремонта.

На основе анализа различных источников [4–15] предпринята попытка определить зависимость трудоёмкости в целом и на различных этапах ремонтных воздействий от основных характеристик дизельных двигателей. Эти двигатели в подавляющем большинстве находят применение в дорожном комплексе.

Устройство двигателей многообразно, сочетания различных подходов в конструктивных решениях оказывают существенное влияние

на различные стадии технологического процесса ремонта, а значит, и на значения их трудоёмкости. В качестве примера конструктивных решений можно назвать такие параметры двигателей, как: сухая масса, рабочий объём, количество цилиндров, рядность, наличие турбонаддува, отдельные или единая головки блока цилиндров и т.п.

Основная часть

На начальном этапе в качестве параметров выбраны сухая масса и рабочий объём двигателя. Эти показатели являются косвенными критериями конструктивного совершенства, применения современных материалов и уровня технологии производства. Так, значения массы двигателя оказывают влияние, прежде всего, на транспортировку в технологическом процессе ремонта, на подъёмно-транспортные операции, установку-снятие агрегата и его частей со специализированного оборудования. Такой параметр, как рабочий объём двигателя переходит в наружные габариты двигателя, что также воздействует на трудоёмкость ранее указанных операций.

Таблица 1

Параметры двигателя и нормы времени на ремонт двигателей

Модель двигателя	Рабочий объём, л	Сухая масса, кг	Укрупнённые нормы времени, н.час
ISF2.8 CM2220	2,8	214	15,00
A-01M	11,15	1017	50,59
Д-108	11,9	2100	39,75
Д-160	13,53	1912	56,88
Д-240	4,75	430	30,24
Д241Я	4,75	490	33,10
Д-245	4,75	540	30,41
Д-65М	4,94	525	30,46
Д-65Н	4,94	540	33,09
СМД-14НГ	6,33	680	34,40
СМД-60	9,15	950	53,18
СМД-62	9,15	950	57,23
ЯМЗ-236	11,15	980	33,77
ЯМЗ-238	14,86	1130	43,65
ЯМЗ-240Б	22,3	1670	73,57

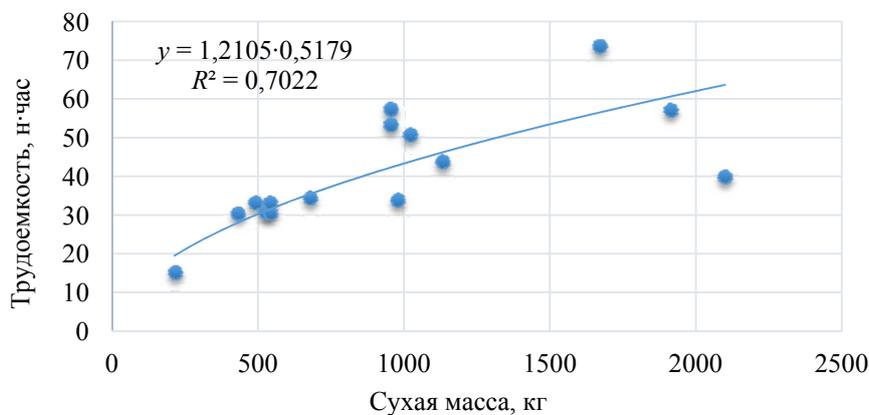
Была произведена аппроксимация нормативных данных степенной функцией вида:

$$t = A \cdot G_{\text{дв}}^B \text{ и } t = A \cdot V_{\text{дв}}^B,$$

где $G_{\text{дв}}$ и $V_{\text{дв}}$ – соответственно сухая масса (кг) и рабочий объём (л) двигателя.

В результате получены следующие значения показателей A и B для общей трудоёмкости ремонта.

Зависимость общей трудоёмкости капитального ремонта двигателя от его сухой массы



$$t = 1,21 \cdot G_{\text{дв}}^{0,52}; \Delta = (t_{\text{норм}} - t_{\text{расч}}) / t_{\text{норм}}$$

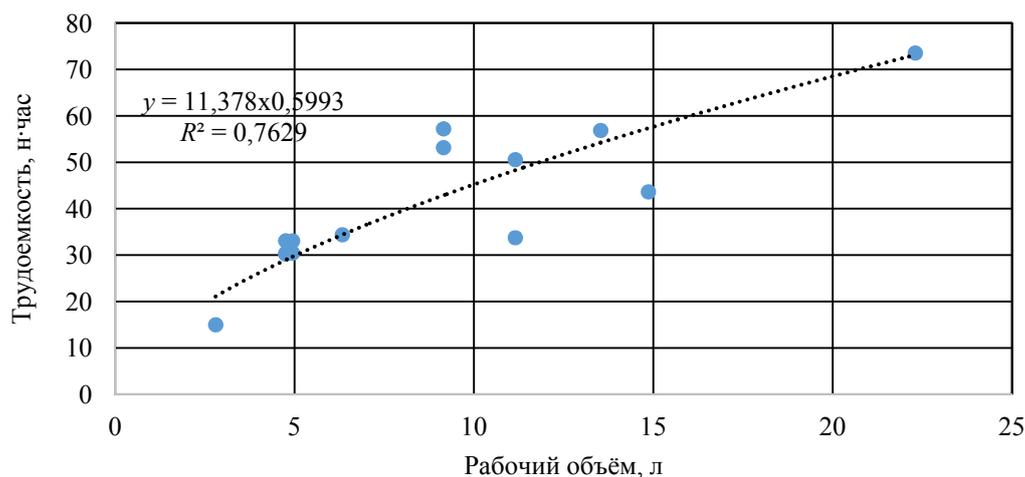
Таблица 2

Номинальные и расчётные данные по трудоёмкости ремонта в зависимости от сухой массы двигателей

Модель двигателя	Укрупнённые нормы времени, н·час		
	норматив	расчёт	Δ
ISF2.8 CM2220	15,00	19,71	0,314
A-01M	50,59	44,32	0,124
Д-108	39,75	64,62	0,626
Д-160	56,88	61,54	0,082
Д-240	30,24	28,33	0,063
Д241Я	33,10	30,32	0,084
Д-245	30,41	31,89	0,049
Д-65М	30,46	31,42	0,032
Д-65Н	33,09	31,89	0,036
СМД-14НГ	34,40	35,95	0,045
СМД-60	53,18	42,78	0,196
СМД-62	57,23	42,78	0,253
ЯМЗ-236	33,77	43,47	0,287
ЯМЗ-238	43,65	46,82	0,073
ЯМЗ-240Б	73,57	57,36	0,220

Как видно из табл. 2, границы расхождений значений колеблются от 3% до 63%. В интервал до 10% попадают 8 из 15 представленных моделей. Такой разброс указывает на необходимость дальнейшей конкретизации по параметрам двигателя.

Зависимость общей трудоемкости капитального ремонта двигателя от его рабочего объёма



$$t = 11,38 \cdot V_{\text{дв}}^{0,6}; \Delta = (t_{\text{норм}} - t_{\text{расч}}) / t_{\text{норм}}$$

Таблица 3

Номинальные и расчётные данные по трудоёмкости ремонта в зависимости от рабочего объёма двигателей

Модель двигателя	Укрупнённые нормы времени, н.час		
	норматив	расчёт	Δ
ISF2.8 CM2220	15,00	21,11	0,407
A-01M	50,59	48,36	0,044
Д-108	39,75	50,29	0,265
Д-160	56,88	54,32	0,045
Д-240	30,24	28,98	0,042
Д241Я	33,10	28,98	0,124
Д-245	30,41	28,98	0,047
Д-65М	30,46	29,67	0,026
Д-65Н	33,09	29,67	0,103
СМД-14НГ	34,40	34,43	0,003
СМД-60	53,18	42,95	0,192
СМД-62	57,23	42,95	0,249
ЯМЗ-236	33,77	48,36	0,432
ЯМЗ-238	43,65	57,46	0,316
ЯМЗ-240Б	73,57	73,3	0,004

В сопоставлении трудоёмкости от рабочего объёма двигателя также видно значительное расхождение – до 43%. Однако 7 моделей попадают уже в интервал отклонений чуть менее 5%. При анализе полученных данных из двух таблиц выделяются несколько двигателей одних и тех же моделей, погрешности определения трудоёмкости которых остаются в интервале до 10%.

Выводы

Степень точности полученных данных в большинстве случаев достаточна для приближённых предварительных расчётов затрат.

Следует продолжить дальнейшее разбиение по конструктивным параметрам двигателя, например по количеству цилиндров, наличию турбонаддува и т.п.

Исходя из этого, в дальнейшем необходимо увеличить количество охватываемых исследованием марок и провести группирование моделей двигателей в зависимости от компоновочных и конструктивных решений.

Список литературы

1. Карагодин, В.И. Ремонт автомобильных двигателей / В.И. Карагодин, Н.Н. Митрохин. – М.: Академия, 2018. – 447 с.
2. Технология машиностроения, производство и ремонт подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин / Б.П. Долгополов, Г.Н. Доценко, В.А. Зорин [и др.]; под ред. В.А. Зорина. – М.: Академия, 2010. – 576 с.
3. Солнцев, А.А. Система корректирования периодичности технического обслуживания автомобилей / А.А. Солнцев, Н.И. Отрощенко // Грузовик. – 2013. – № 3. – С. 16–17.
4. Солнцев, А.А. Оценка структурной надежности рулевых управлений с гидро- и электроусилителями / А.А. Солнцев, А.В. Сотсков // Автотранспортное предприятие. – 2010. – № 12. – С. 32–34.

5. Дизели типа А-41 и А-01. Руководство по эксплуатации 41-01.0000РЭ. – Барнаул: ОАО «Алтайский моторный завод», 2013.
6. Дизели Д-245.7Е2, Д-245.9Е2, Д-245.30Е2. Руководство по эксплуатации 245Е2-0000100 РЭ. – Минск: ОАО «Минский моторный завод», 2009.
7. Дизели Д65Н, Д65М и их модификации. Руководство по эксплуатации Д65-1000001 РЭ. – Рыбинск: Рыбинские моторы, 2009.
8. Двигатели ЯМЗ-236М2, ЯМЗ-238М2. Руководство по эксплуатации 236-3902150– Б РЭ. – Ярославль: ОАО «Автодизель» (Ярославский моторный завод), 2016.
9. Двигатель ЯМЗ-240БМ2. Руководство по эксплуатации 240-3902150 РЭ. – Ярославль: ОАО «Автодизель» (Ярославский моторный завод), 2008.
10. Межотраслевые укрупнённые нормы времени ремонт тракторов (гусеничных, колесных) с тяговым усилием от 0,6 тс (6 кН) до 2 тс (20 кН). – М.: М-во труда РФ. Центральное бюро нормативов по труду, 1996.
11. РД 03112178-1023-99. Сборник норм времени на техническое обслуживание и ремонт легковых, грузовых автомобилей и автобусов. Т. 1. – М.: ГУЛ «ЦЕНТРОРГТРУДАВТОТРАНС», 2001.
12. Укрупненные нормативы времени и технология на работы по ремонту автомобильных дизельных и карбюраторных двигателей в автотранспортных предприятиях, производственных участках (цехах) промышленных предприятий отраслей народного хозяйства. – М.: М-во труда РФ. Центральное бюро нормативов по труду, 1992.
13. URL: <http://www.car-go-service.ru/upload/files/cummins/verem.pdf>
14. URL: <http://www.zao-bmz.ru>
15. URL: <http://www.ymzmotor.ru>
16. URL: <http://www.po-mmz.minsk.by>

References

1. Karagodin V.I., Mitrohin N.N. *Remont avtomobil'nyh dvigatelej* (Repair of automobile engines), Moscow, Akademiya, 2018, 447 p.
2. Dolgopolov B.P., Docenko G.N., Zorin V.A., Losavio S.K., Mitrohin N.N., Pavlov A.P., Pegachkov A.A., Prihod'ko V.M., Sinel'nikov A.F., Surikov A.Ya., Shtol' Yu.L. *Tekhnologiya mashinostroeniya, proizvodstvo i remont pod'emno-transportnyh, stroitel'nyh i dorozhnyh mashin* (Technology of mechanical engineering, production and repair of lifting and transport, construction and road machines), Moscow, Akademiya, 2010, 576 p.
3. Solncev A.A., Otroshchenko N.I. *Gruzovik*, 2013, no. 3, pp. 16–17.
4. Solncev A.A., Sotskov A.V. *Avtotransportnoe predpriyatie*, 2010, no. 12, pp. 32–34.
5. *Dizeli tipa A-41 i A-01. Rukovodstvo po ehkspluatacii 41-01.0000REH* (Diesel engines type A-41 And a-01. The user manual 41-01.0000 re), Barnaul, OAO «Altajskij motornyj zavod», 2013.
6. *Dizeli D-245.7E2, D-245.9E2, D-245.30E2. Rukovodstvo po ehkspluatacii 245E2-0000100 REH* (The Diesel Engines D-245.7E2, D-245.9E2, D-245.30E2. The user manual for 245E2-0000100 PE), Minsk, OAO «Minskij motornyj zavod», 2009.
7. *Dizeli D65N, D65M i ih modifikacii. Rukovodstvo po ehkspluatacii D65-1000001 REH* (Diesels Д65Н, Д65М and their modifications. The user manual for D65-1000001 re), Rybinsk, Rybinskie motory, 2009.
8. *Dvigateli YAMZ-236M2, YAMZ-238M2. Rukovodstvo po ehkspluatacii 236-3902150– B REH* (Engines YAMZ-236M2, YAMZ-238M2. The user manual for 236-3902150 – B manual), Yaroslavl, OAO «Avtodizel'» (YAroslavskij motornyj zavod), 2016.
9. *Dvigatel' YAMZ-240BM2. Rukovodstvo po ehkspluatacii 240-3902150 REH* (Engine YAMZ-240BM2. The user manual for 240-3902150 re), Yaroslavl, OAO «Avtodizel'» (YAroslavskij motornyj zavod), 2008.

10. *Mezhotraslevye ukрупnyonnye normy vremeni remont traktorov (gusenichnyh, kolesnyh) s tyagovym usiliem ot 0,6 ts (6 kN) do 2 ts (20 kN)* (Enlarged cross-industry standard time to repair tractors (tracked, wheeled) with a pulling force of 0.6 TC (6 kN), 2 TC (20 kN)), Moscow, M-vo truda RF, Central'noe byuro normativov po trudu, 1996.

11. *RD 03112178-1023-99. Sbornik norm vremeni na tekhnicheskoe obsluzhivanie i remont legkovykh, gruzovykh avtomobilej i avtobusov. T. 1* (RD 03112178-1023-99. Collection of standards of time for maintenance and repair of cars, trucks and buses. Vol. 1), Moscow, GUL «CENTRORGTRUDAVTOTRANS», 2001.

12. *Ukрупnennyye normativy vremeni i tekhnologiya na raboty po remontu avtomobil'nyh dizel'nyh i karbyuratornyh dvigatelej v avtotransportnyh predpriyatiyah, proizvodstvennykh uchastkah (cekhah) promyshlennykh predpriyatij otraslej narodnogo hozyajstva* (The enlarged standards of time and technology on repair of automobile diesel and carburetor engines in the motor transport enterprises, production sites (shops) of the industrial enterprises of branches of a national economy), Moscow, M-vo truda RF, Central'noe byuro normativov po trudu, 1992.

13. URL: <http://www.car-go-service.ru/upload/files/cummins/verem.pdf>

14. URL: <http://www.zao-bmz.ru>

15. URL: <http://www.ymzmotor.ru>

16. URL: <http://www.po-mmz.minsk.by>