УДК 621.87

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ СОВРЕМЕННЫХ СТРОИТЕЛЬНО-ДОРОЖНЫХ МАШИН

Мерданов Ш.М., Закирзаков Г.Г., Конев В.В., Половников Е.В., Красиков А.А.

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, e-mail: konev@tsogu.ru

На основе анализа производства строительно-дорожных машин (СДМ) определено, что выпускаемая мировыми лидерами техника является в основном гидрофицированной. Это позволяет оснащать машины большим разнообразием рабочих органов. При этом объем производства СДМ в России не удовлетворяет спрос на технику отечественными предприятиями. Для развития отечественного производства машин определены и оценены показатели эксплуатационных свойств СДМ мировых производителей. Анализ стандартов России, Европы, США по гигиеническим и экологическим свойствам показал, что на стадии проектирования и изготовления отечественные СДМ уступают зарубежным производителям. Также в сравниваемых стандартах используются разные подходы в оценке показателей свойств. Определено, что при меньших размерах и массе зарубежная техника создает большее давление в гидроприводе рабочих органов и усилия на рабочем органе, имеет большую производительность. Определено, что при большей разнице капитальных вложений по сравнению с экскаватором ЭО-5126, примерно через 4 года экскаватор Hitachi ZX330 окупится, а через 6 лет будет экономически целесообразнее. Этим объясняется приоритет в приобретении зарубежной техники крупными предприятиями нефтегазового сектора, которые имеют большие объемы работ на длительный срок. На примере сравнения дилерских центров ЧТЗ определено отставание по свойствам сервиса производителям Komatsu. Дальнейшее исследование заключается в разработке подходов по повышению определенных эксплуатационных свойств.

Ключевые слова: эксплуатационные свойства машин, строительно-дорожные машины, показатели эксплуатационных свойств, производство машин, оценка эффективности машин

DEFINITION OF INDICATORS PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF MODERN BUILDING AND ROAD MACHINES

Merdanov Sh.M., Zakirzakov G.G., Konev V.V., Polovnikov E.V., Krasikov A.A.

Federal State Educational Institution of Higher Education Tyumen Industrial University, Tyumen, e-mail: konev@tsogu.ru

Based on the analysis of construction and road machines (SDM) it is determined that the equipment manufactured by world leaders is mainly hydroficated. This allows you to equip them with a wide variety of working bodies. The volume of production in the Russian SDM does not satisfy the demand for equipment by domestic enterprises. For the development of domestic production of cars identified and evaluated performance of operational properties of SDM manufacturers. Analysis of standards of Russia, Europe and the United States on sanitary and environmental characteristics showed that at the stage of designing and manufacturing domestic SDM inferior to foreign producers. Different approaches in assessing performance properties are also used in comparable standards. It was determined that the smaller the size and weight of foreign technology creates more pressure in the hydraulic drive of working bodies, and the efforts of the working body, has great performance. It has been determined that the greater the difference in capital investments compared to the excavator EO-5126, after about 4 years excavator Hitachi ZX330 will pay off, and after 6 years it will be economically feasible. This explains the priority in the acquisition of foreign technology by large enterprises of oil and gas, which have large amounts of work for a long time. On the dealer centers CTZ comparison example is determined by the properties of service backlog manufacturers Komatsu. Further study is to develop approaches to improve certain performance properties.

Keywords: performance characteristics of machinery, construction machinery, indicators of performance properties, machinery manufacturing, evaluation of machines

Производителями СДМ (одноковшовые экскаваторы, бульдозеры, погрузчики, автогрейдеры) выпускается большой парк гидрофицированной техники. Использование гидравлического привода в СДМ позволяет повысить их производительность и универсальность при установке различных конструкций рабочих органов и их модификаций: ковши, отвалы, гидромолоты, рыхлители, грейферы, захваты. С этой целью мировыми лидерами СДМ производится около 150 видов рабочих органов.

Основные производители СДМ представлены в табл. 1 [1, 2, 4, 10].

Доли стран на мировом рынке спецтехники в зависимости от прибыли от продаж (по данным Китайской ассоциации строительной техники, 2015 г.) составляют (%): США – 34, Китай – 26, Страны ЕС – 18, Япония – 7, др. (Великобритания, Южная Корея, Белоруссия, Россия, Украина, Норвегия, Турция) – 15. За последние 5 лет доли рынка не изменились, при этом заметна динамика роста доли китайской техники в мире и в России.

Динамика количества бульдозеров, экскаваторов, автогрейдеров в России представлена на рис. 1. Статистические данные

объемов производства СДМ и их количества в России показывают, что отечественными предприятиями не в полной мере удовлетворяется спрос на технику. При собственном производстве СДМ до 10 тыс. ед. в год импорт составляет до 25 тыс. ед. Это особенно заметно в последние 10 лет. Производство СДМ (экскаваторы, бульдозеры, автогрейдеры, погрузчики) в России в период 1999–2014 гг. (по данным Института промышленного развития «Информэлектро») показывает отрицательную динамику производства техники. Так по экскаваторам была динамика производства тыс. шт.: в 1999 – 2,5; 2007 – 6,3; в 2014 – 2. По бульдозерам: 1999 – 2,4; 2007 – 3,3; 2014 – 0,7. По автогрейдерам: 1999 – 1,8; 2007 – 1,3; 2014 – 0,8. По погрузчикам: 1999 – 2; 2007 – 1,5; 2014 – 0,4.

Предприятия-производители техники в конкурентной среде объединяются, это позволяет совместными усилиями нескольких предприятий вытеснять с рынка конкурентов. Этот путь используют китайские производители. Это позволило войти в десятку мировых лидеров по производству СДМ по ежегодным рейтингам, проводимым агентствами. Также крупнейшие производители СДМ строят предприятия по изготовлению своей техники на территории других стран, к примеру фирма Hitachi в России.

Таблица 1

Производители СДМ

Страна	Предприятие
Япония	Hitachi, KATO, Kawasaki, Komatsu, Kubota, Kobelco
США	Case, New Holland, John Deere, Terex, Caterpillar, Bobcat
Германия	Mitsuber, Paus, Liebherr, Atlas
Китай	SHANTUI, SDLG, Xiamen Wheel Loader Co., Changlin, Chengdu Machinery, Shandong Machinery, Foton, LongGong,
Южная Корея	Hyundai, Doosan, Daewoo
Великобритания	JCB
Швеция	Volvo
Италия	Fiat
Республика Беларусь	Амкодор, МТЗ
Украина	Харьковский тракторный завод, Атек
Россия	Дормаш, Кранэкс, Ковровец, Уралвагонзавод, ВЭКС, ЧСДМ, ЧТЗ, Тверской ЭЗ, Брянский арсенал, ПК

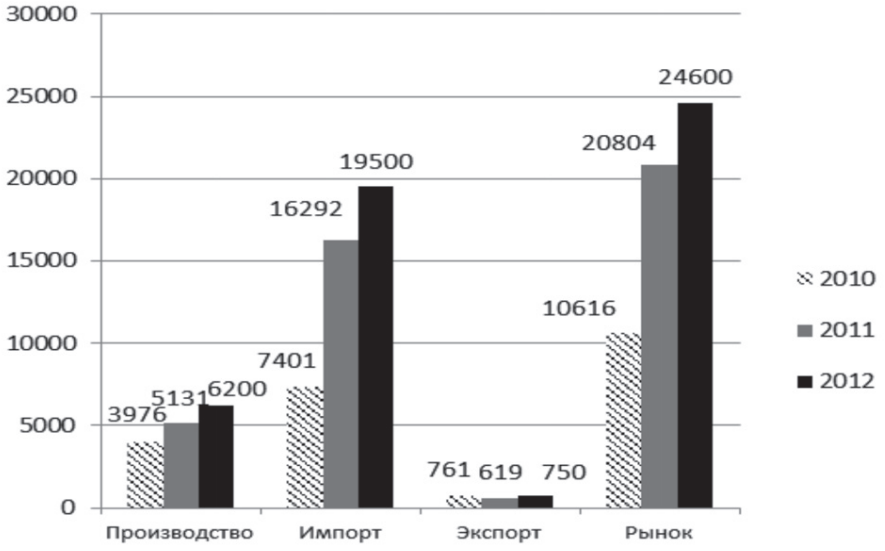

Рис. 1. Динамика количества бульдозеров, экскаваторов, автогрейдеров в России

Рис. 2. Эксплуатационные свойства СДМ

Таблица 2

Показатели по выбросам отработавших газов дизельных ДВС

Состав	Россия ГОСТ Р 52160-2003	США U.S. EPA Tier 3	Евросоюз E U Stage III
N_2	76–78 %	–	–
O_2	2–18 %	–	–
H_2O	0,5–4,0 %	–	–
CO_2	1–10 %	–	–
CO	0,01–0,5 %	3,5 г/кВт*ч	3,5 г/кВт*ч
NO	0,0002–0,5 %	9,2 г/кВт*ч	9,2 г/кВт*ч
CH	0,09–0,5 %	1,3 г/кВт*ч	1,3 г/кВт*ч
Альдегиды	0,001–0,009 %	4,0 г/кВт*ч	4,0 г/кВт*ч
Сажа	0,01–1,1 г/м^3	0,2 г/кВт*ч	0,2 г/кВт*ч

В современных условиях экономической ситуации в России возникла необходимость развития отечественного производства машин.

При разработке и совершенствовании машин необходимо учитывать требования эксплуатирующих предприятий, которые зависят от условий эксплуатации СДМ.

Оценка эффективности СДМ разных мировых производителей осуществляется путем сравнения показателей эксплуатационных свойств машин (рис. 2). Свойство СДМ – это способность машины, закладываемая заводом-производителем и реализуемая в процессе эксплуатации. Условно все свойства СДМ разделены на пять групп: социально значимые, функционального назначения, ресурсопотребления, сервиса, эффективности. По многим свойствам этих групп отечественная техника уступает мировым производителям [2, 7, 10].

Анализ стандартов России, Европы, США по гигиеническим и экологическим показателям показал, что уже на стадии проектирования и изготовления отечественные СДМ имеют значения показателей, уступающих зарубежным производителям. В табл. 2 представлены показатели по выбросам отработавших газов дизельных ДВС [2, 8, 10].

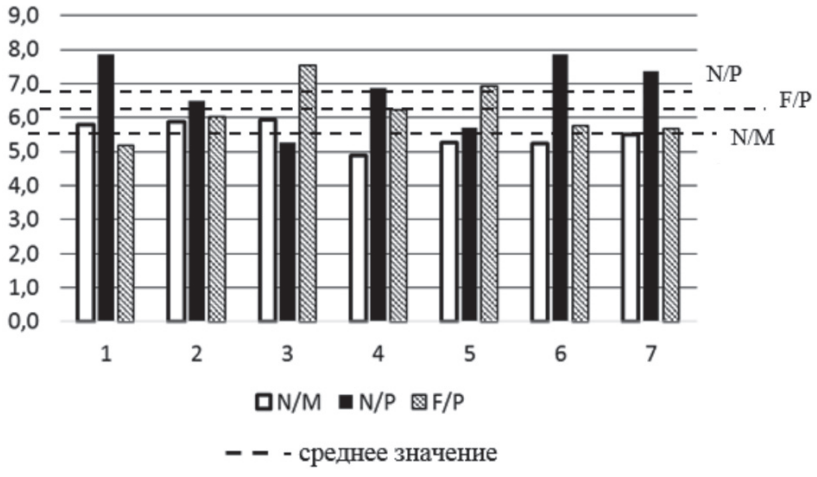

Рис. 3. График соотношения мощности ДВС экскаватора (N, кВт) к его массе (M, т) и к его давлению в гидроприводе (P, МПа); усилия копания (F, кН) к давлению в гидроприводе (P, МПа): 1 – ЭО 5125 (Россия); 2 – Komatsu 400-7 (Япония); 3 – Hitachi ZX 330 (Япония); 4 – Liebherr R954C (Германия); 5 – Caterpillar 340 DL (США); 6 – EK400 (Россия); 7 – SY465C (Китай)

При этом, как видно из табл. 2, в сравниваемых стандартах используются разные подходы в оценке показателей свойств (стандарты не гармонизированы). В условиях ВТО это снижает конкурентоспособность выхода российских производителей СДМ на внешние рынки. Также отечественная техника уступает по показателям эргономичности: шумности, усилиям на рычагах и педалях управления СДМ.

Сравнительные характеристики одного типоразмера экскаваторов, бульдозеров, фронтальных погрузчиков основных производителей техники по свойствам сервиса, функционального назначения (энергоэффективности) показывают, что зарубежная техника в сравнении с отечественной техникой надежней; при меньших размерах и массе способна создавать большее давление в гидроприводе рабочих органов и, как следствие, большие усилия на рыхлителе, зубьях ковша, ноже отвала (КПД гидропривода, а также кинематика рабочего органа СДМ) при меньшем времени цикла, а значит, имеет большую производительность и эффективность. График соотношения мощности ДВС экскаватора (N, кВт) к его массе (M, т) и к его давлению в гидроприводе (P, МПа); усилия копания (F, кН) к давлению в гидроприводе (P, МПа) представлены на рис. 3. Подобные результаты оценки российской техники относятся к экскаваторам китайского производства.

К эксплуатационным свойствам сервиса относится уровень дилерских центров, одним из показателей которых является их количество и география. Рассмотрим их на примере известных крупных компаний – ЧТЗ (Россия) и Komatsu (Япония).

ЧТЗ-Уралтрак имеет следующие дилерские центры:

– Росинвест (г. Нижневартовск, Оренбург, Самара, Челябинск);

– Уральская марка (г. Челябинск, Магадан, Чита, Петропавловск – Камчатский);

– ЧТЗ-Уралтрак (г. Москва, Иркутск, Красноярск, Магадан, Нижний Новгород, Н-Уренгой, Новосибирск).

Komatsu имеет следующие дилерские центры:

– Инстройтехном Центр (г. Москва, Белгород, Ухта);

– ООО «Комек машинери» (г. Екатеринбург, Ноябрьск, Н-Уренгой, Новосибирск, Омск, г.Оренбург, Челябинск);

– ЗАО «Майниг Солюшенс» (г. Москва, Екатеринбург, Иркутск, Губкин, С-Петербург;

– ООО «Марубени Авто и Строительная техника» (г. Краснодар, Ижевск, Казань, Саратов, Нижний Новгород, Самара, Пермь);

– ЗАО «Сумитек Интернэшнл» (г. Иркутск, С-Петербург, Хабаровск, Красноярск);

– Комацу СНГ (г. Алмата, Ашхабад, Киев, Минск).

Из вышеуказанного следует, что иностранные производители имеют преимущества по количеству и географии представления техники на рынке России и стран СНГ. Очевидно, это повышает конкурентные преимущества иностранных компаний, к примеру Komatsu.

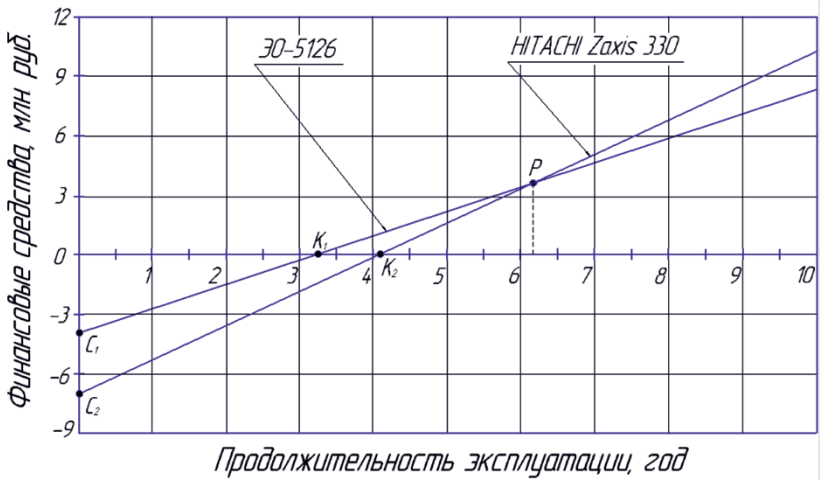

Рис. 4. Эффективность использования экскаваторов ЭО-5126 и Hitachi ZX330: С1, С2 – цена экскаваторов, соответственно ЭО-5125 и Hitachi ZX330; К1, К2 – срок окупаемости; Р – точка финансового равновесия

Таблица 3

Анализ факторов, влияющих на выбор потребителями техники

№ п/п	Фактор	%
1	Производительность и высокий уровень технической готовности	76 %
2	Долговечность и уровень дилерского обслуживания	63 %
3	Цена продукции и уровень обеспеченности запасными частями	44 %

Для оценки эффективности эксплуатации экскаваторов ЭО-5126 и Hitachi ZX330 были проведены расчеты. В расчетах определялись затраты на эксплуатацию техники, которые включали: затраты на горюче-смазочные материалы, техническое обслуживание и ремонт (кроме капитального ремонта), затраты на заработную плату машинистам. Расчеты показали, что, несмотря на большую разницу в капитальных вложениях на период начала эксплуатации машин, примерно через 4 года экскаватор Hitachi ZX330 окупится, а через 6 лет будет экономически целесообразнее в сравнении с экскаватором российского производства (рис. 4).

Полученный результат объясняется тем, что экскаватор Hitachi ZX330 имеет выше производительность (время рабочего цикла меньше) по сравнению с аналогом – экскаватором ЭО-5126. Также, с увеличением срока эксплуатации (наработки), российский аналог чаще находится в зонах технического обслуживания и ремонта. В связи с этим коэффициент технической готовности экскаватора ЭО-5126 снижается. Это также приводит к снижению годовой производительности экскаватора и повышению затрат на его содержание. Коэффициент технической готовности определяется как отношение количества дней в работе машины к общему количеству дней в работе и в нахождении машины в ремонте.

Этим объясняется приоритет в приобретении японской и др. зарубежной техники мировых лидеров (США, Швеция, Германия) крупными предприятиями нефтегазового сектора, которые имеют большие объемы работ на длительный срок.

Ситуация со спросом российской и зарубежной техники также объясняется результатом анализа факторов, влияющих на выбор потребителями техники (табл. 3) [5]. Это подтверждает результаты проведённого исследования.

Таким образом, в условиях конкурентного рынка необходимы подходы по повышению показателей эксплуатационных свойств СДМ. Для предложения подходов необходимо провести дальнейшие исследования, в которых следует учитывать влияние факторов условий эксплуатации СДМ [3, 4. 6, 9].

Список литературы

1. Вашуркин И.О. Условия работы землеройных машин на территориях Западной Сибири. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2000. – 151 с.

2. Головин С.Ф. Эксплуатация и техническое обслуживание дорожных машин, автомобилей и тракторов: учебник для сред. проф. образования. – М.: Мастерство, 2002. – 464 с.

3. Карнаухов Н.Н., Конев В.В., Разуваев А.А Система предпусковой тепловой подготовки ДВС и гидропривода: пат. 2258153 Рос. Федерация: МПК7 F02N 17/06. заявитель и патентообладатель ТюмГНГУ. – № 2004104477/06; заявл. 16.02.2004; опубл. 10.08.2005, Бюл. № 22.

4. Конев В.В. Совершенствование системы предпусковой тепловой подготовки двигателя землеройной машины (на примере двигателя экскаватора ЭО-4121А): дис. ... канд. техн. наук: 05.05.04. – Тюмень, 2002. – 137 с.

5. Мерданов Ш.М. Яркин А.В., Конев В.В. Управление предприятиями по эксплуатации и ремонту автотранспортной и специальной техники: рабочая тетрадь / Под редакцией Мерданова Ш.М. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2014. – 120 с.

6. Лахов Р. Эксплуатация тяжелой техники при низких температурах // Основные Средства, №11, 2009 г. URL: www.os1.ru/article/4346-opyt-ekspluatatsii-tehniki-caterpillar-v-jestochayshih-usloviyah-kraynego-severa-ekspluatatsiya-tyajeloy-tehniki-pri-nizkih-temperaturah.

7. Николаев С.Н. Характеристики эксплуатационных качеств строительных машин / С.Н. Николаев. – Москва: Информнефтегазстрой, 1982. – 57 с.

8. Расчетные инструкции (методики) по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ автотранспортными средствами и дорожно-строительными машинами в атмосферный воздух научно-исследовательский институт автомобильного транспорта (ОАО «НИИАТ») Гиршович В.Е., Донченко В.В., Кунин Ю.И., Рузский А.В., 2006.

9. Свод правил по проектированию и строительству СП 12-104-2002 – «Механизация строительства. Эксплуатация строительных машин в зимний период» Государственный комитет Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу (одобрен постановлением Госстроя РФ от 27 февраля 2003 г. № 25). Москва, 2003 г.

10. Шестопалов К.К. Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование: учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. Образования. – 2-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 320 с.

References

1. Vashurkin I.O. Uslovija raboty zemlerojnyh mashin na territorijah Zapadnoj Sibiri. Tjumen: TjumGNGU, 2000. 151 p.

2. Golovin S.F. Jekspluatacija i tehnicheskoe obsluzhivanie dorozhnyh mashin, avtomobilej i traktorov: uchebnik dlja sred. prof. obrazovanija. M.: Masterstvo, 2002. 464 p.

3. Karnauhov N.N., Konev V.V., Razuvaev A.A Sistema predpuskovoj teplovoj podgotovki DVS i gidroprivoda: pat. 2258153 Ros. Federacija: MPK7 F02N 17/06. zajavitel i patentoobladatel TjumGNGU. no. 2004104477/06; zajavl. 16.02.2004; opubl. 10.08.2005, Bjul. no. 22.

4. Konev V.V. Sovershenstvovanie sistemy predpuskovoj teplovoj podgotovki dvigatelja zemlerojnoj mashiny (na primere dvigatelja jekskavatora JeO-4121A): dis. ... kand. tehn. nauk: 05.05.04. Tjumen, 2002. 137 p.

5. Merdanov Sh.M. Jarkin A.V., Konev V.V. Upravlenie predprijatijami po jekspluatacii i remontu avtotransportnoj i specialnoj tehniki: rabochaja tetrad / Pod redakciej Merdanova Sh.M. Tjumen: TjumGNGU, 2014. 120 p.

6. Lahov R. Jekspluatacija tjazheloj tehniki pri nizkih temperaturah // Osnovnye Sredstva, no. 11, 2009 g. URL: www.os1.ru/article/4346-opyt-ekspluatatsii-tehniki-caterpillar-v-jestochayshih-usloviyah-kraynego-severa-ekspluatatsiya-tyajeloy-tehniki-pri-nizkih-temperaturah.

7. Nikolaev S.N. Harakteristiki jekspluatacionnyh kachestv stroitelnyh mashin / S.N. Nikolaev. Moskva: Informneftegazstroj, 1982. 57 p.

8. Raschetnye instrukcii (metodiki) po inventarizacii vybrosov zagrjaznjajushhih veshhestv avtotransportnymi sredstvami i dorozhno-stroitelnymi mashinami v atmosfernyj vozduh nauchno-issledovatelskij institut avtomobilnogo transporta (OAO «NIIAT») Girshovich V.E., Donchenko V.V., Kunin Ju.I., Ruzskij A.V., 2006.

9. Svod pravil po proektirovaniju i stroitelstvu SP 12-104-2002 «Mehanizacija stroitelstva. Jekspluatacija stroitelnyh mashin v zimnij period» Gosudarstvennyj komitet Rossijskoj Federacii po stroitelstvu i zhilishhno-kommunalnomu kompleksu (odobren postanovleniem Gosstroja RF ot 27 fevralja 2003 g. no. 25). Moskva, 2003 g.

10. Shestopalov K.K. Podemno-transportnye, stroitelnye i dorozhnye mashiny i oborudovanie: ucheb. posobie dlja stud. uchrezhdenij sred. prof. Obrazovanija. 2-e izd., ispr. M.: Izdatelskij centr «Akademija», 2005. 320 p.