

## НАДЕЖНОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН: ФОРМИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ

Максимов С.Е., Лялинов А.Н., Бондаренко А.Н.

*ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», Санкт-Петербург, Россия (190005, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, 4), e-mail: ivinakira@mail.ru*

Проведен анализ рейтинга потребительских качеств транспортных и технологических машин на разных стадиях жизненного цикла. Главным потребительским качеством машин владельцы техники считают «Надежность». Надежность закладывается при проектировании, обеспечивается при изготовлении и реализуется (расходуется) в процессе эксплуатации. На стадии проектирования ДСМ главным условием повышения их надежности является максимально полный учет особенностей и условий эксплуатации. На стадии производства техники задача состоит в том, чтобы не только сохранить заложенный при проектировании уровень надежности. На стадии эксплуатации надежность определяется, главным образом, условиями эксплуатации. На каждой из этих стадий на надежность техники влияют свои специфические факторы и используются свои методы ее повышения. Поэтому и само понятие надежности изменяется от стадии проектирования к стадии эксплуатации. Но всегда малейшее невнимание к вопросам надежности на каждой из этих стадий оборачивается для владельцев техники снижением эффективности ее применения.

Ключевые слова: надежность, транспортные и технологические машины, проектирование, стадия производства, эксплуатация, эффективность.

## RELIABILITY OF TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL MACHINES: SHAPING AND REALIZATION

Maksimov S.E., Lyalinov A.N.

*"SANKT-PETERSBURG State architectural-building university", SAINT PETERSBURG, Russia (190005, str. 2-1 Krasnoarmeyskaya, 4), e-mail: ivinakira@mail.ru*

The Organized analysis of the rating consumer quality is transport and technological machines on different stages of the life cycle. The Main by consumer quality of the machines owners technology consider "Reliability". Reliability is pawned when designing, is provided at fabrication and is realized (dispersed) in process of the usages. On stage of the designing DSM main condition increasing to their reliability is greatly full account of the particularities and conditions to usages. On stage production technology problem consists in that to not only save the mortgaged level when designing to reliability. On stage of the usages reliability is defined, mainly, condition to usages. On each of these stage on reliability of the technology affect their own specific factors and are used their own methods of her(its) increasing. So and notion itself to reliability changes from stage of the designing to stage of the usages. But always the most slightest inattention to questions of reliability on each of these stage turns for owner of the technology by reduction to efficiency of her(its) using.

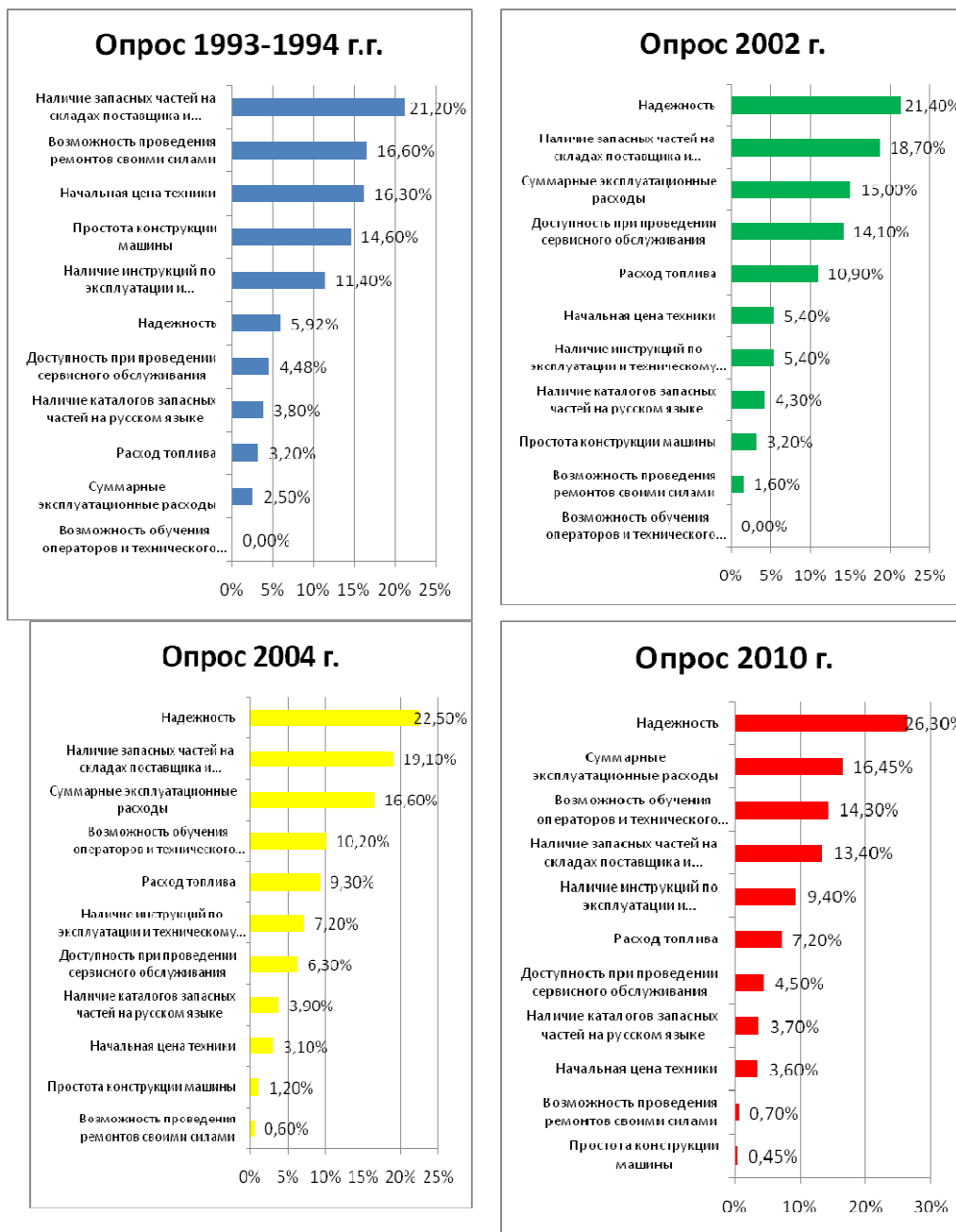
Keywords: reliability, transport and technological machines, designing, stage production, usage, efficiency.

### Введение

За последние 20 лет значительно трансформировались требования владельцев к потребительским качествам дорожно-строительных машин [1]. По результатам экспертной оценки (опрос 2010 г.), к статистически значимым потребительским качествам ДСМ (дорожно-строительных машин) относятся (рис. 1):

- надежность;
- суммарные эксплуатационные расходы;
- возможность обучения операторов и технического персонала;
- наличие запасных частей на складах поставщика и быстрота их доставки;

- наличие инструкций по эксплуатации и техническому обслуживанию на русском языке;
- расход топлива;
- доступность при проведении сервисного обслуживания;
- наличие каталогов запасных частей на русском языке;
- начальная цена техники.



**Рис. 1. Изменение рейтинга основных потребительских качеств дорожно-строительной техники за период с 1993 по 2010 г.**

Таким образом, **главным потребительским качеством машин владельцы техники считают «Надежность».**

Что понимают под надежностью производственники, представители сервисных и ремонтных организаций, менеджеры по продажам, представители эксплуатационных организаций и владельцы ДСМ?

В теории и практике за последние десятилетия сложилось более широкое понятие надежности: **НАДЕЖНОСТЬ** (англ. reliability) – свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания и транспортирования. *Надежность – комплексное свойство, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения может включать безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость или определенные сочетания этих свойств.*

Почему именно это потребительское качество, начиная с 2002 года, неуклонно занимает первое место в рейтинге?

Известно, что *абсолютно надежных машин не бывает*: у техники каждого производителя есть свои преимущества и недостатки. Любая, самая хорошая техника имеет показатели надежности, которые обеспечиваются только *при условии своевременного выполнения заданных объемов технического обслуживания и ремонта, а также – регулярной замены запасных частей.*

Основные условия обеспечения надежности состоят в строгом выполнении правила, называемого триадой надежности: *надежность закладывается при проектировании, обеспечивается при изготовлении и реализуется (расходуется) в процессе эксплуатации.*

*На стадии проектирования ДСМ главным условием повышения их надежности является максимально полный учет особенностей и условий эксплуатации.* Именно поэтому в технику, спроектированную для арктического климата, закладываются совершенно другие проектные решения, чем в технику, спроектированную для пустынь.

Недаром мировые лидеры машиностроения имеют в составе своих испытательных лабораторий и полигонов климатические станции для испытания техники в широком диапазоне климатических условий (температуры, влажности и других показателей). Поэтому конструкции кранов-трубоукладчиков и других грузоподъемных машин, их узлов и деталей, спроектированных для макроклиматических районов с умеренным и холодным климатом (исполнение УХЛ) и холодным климатом (исполнение ХЛ), должны выдерживать эксплуатационные нагрузки с учетом возможности хрупких разрушений под воздействием низких температур. «Мороз и железо рвет, и на лету птицу бьет», говорит русская пословица. Поэтому сертификаты на металлы основных (расчетных) элементов металлоконструкций грузоподъемных машин должны входить в комплект их сопроводительной технической

документации. Сказанное выше в равной степени относится не только к отечественным, но и к импортным машинам. Электропроводка должна осуществляться преимущественно медными проводами с морозостойкой изоляцией, желательна в броневаой защите. Для уплотнений, манжет, прокладок следует использовать морозостойкие резины и прокладочные материалы. Специальные требования предъявляются к лакокрасочным и смазочным материалам.

Но на вторичном рынке России все еще можно встретить горе-компании, закупающие ремфонд в ОАЭ и после ремонта продающие трубоукладчики организациям, эксплуатирующим их в районах Крайнего Севера [2]. О какой надежности техники может идти речь?

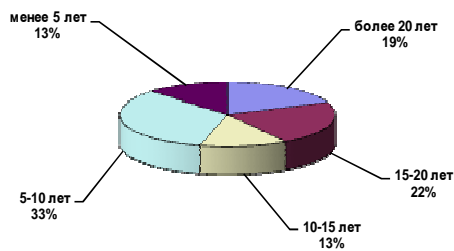
Владельцы поломавшихся в гарантийный срок ДСМ задают один и тот же вопрос: какая из имеющихся на российском рынке ДСМ надежнее? Какую технику купить, чтобы реже ломалась!

А можно ли создать дорожно-строительные машины с надежностью военной или космической техники? (Хотя последние примеры и военной, и космической техники совсем не показательны.)

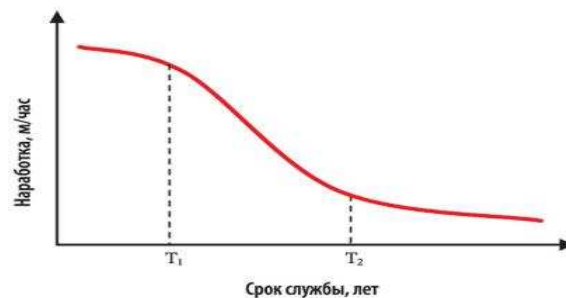
Но ответить можно положительно! Вопрос лишь в том, сколько такая техника будет стоить, кто сможет такую надежную технику купить и эффективно эксплуатировать?

Часто еще можно услышать: «Вот, дескать, на моем предыдущем месте работы были бульдозеры (читай трубоукладчики, экскаваторы и др.), так они прослужили 20 и более лет».

Объективности ради следует сказать, что действительно при выходе на советский рынок лидеры мирового машиностроения поставляли машины, которые служили до 30 и более лет. Ярким примером могут служить бульдозеры и трубоукладчики Komatsu и Caterpillar. Но владельцы техники не от хорошей жизни эксплуатировали эти машины, а только из-за недостатка финансовых средств на покупку новой техники, безысходности и бедности. В те годы и рейтинг основных потребительских качеств выглядел своеобразно (рис. 1). Недостаток средств приводил к росту в активе предприятий доли техники с большими сроками службы (рис. 2), просроченными межремонтными периодами, необходимости проведения межремонтного техобслуживания собственными силами и, как следствие, снижению среднегодовой наработки ДСМ (рис. 3) и увеличивал затраты на эксплуатацию (суммарные эксплуатационные расходы) (рис. 4).



**Рис. 2. Возраст основной строительной техники на предприятиях нефтегазовой отрасли (в середине 90-х годов прошлого столетия).**



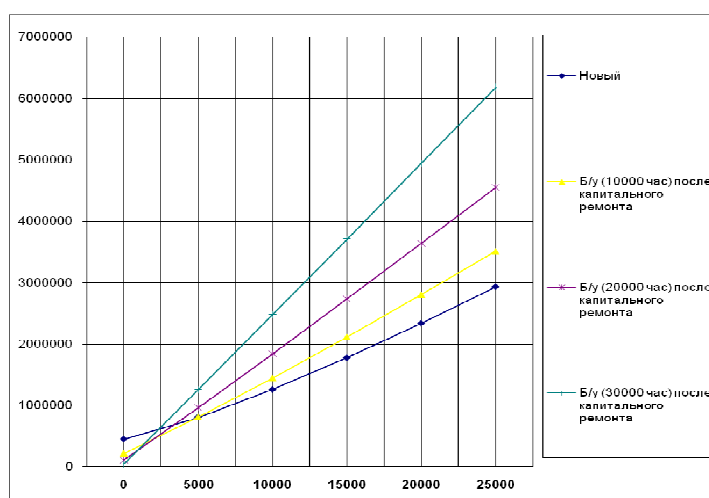
**Рис. 3. Изменение среднегодовой наработки ДСМ в течение срока эксплуатации.**

В настоящее время по результатам экспертных оценок суммарные эксплуатационные расходы находятся на втором месте, и выбор машин лишь по одному показателю надежности – сроку службы, является экономически недопустимым, т.к. затраты на эксплуатацию ДСМ с большими сроками службы существенно возрастают (рис. 4) [3].

Отказы современных ДСМ являются, как правило, следствием ошибок, допускаемых как при проектировании и изготовлении, так и на стадии эксплуатации.

*На стадии производства техники задача состоит в том, чтобы не только сохранить заложенный при проектировании уровень надежности за счет строгого соблюдения требований нормативной и технической документации, но и повысить его за счет появления новых технологий производства.*

Понятно, что владельцев ДСМ в первую очередь интересует надежность на стадии эксплуатации.



**Рис. 4. Соотношение затрат на эксплуатацию бульдозеров Komatsu D-355A с различным сроком службы.**

Как известно, **эксплуатация** включает в себя в общем случае следующие стадии:

- 1) использование по назначению;
- 2) транспортирование;
- 3) хранение;
- 4) техническое обслуживание;
- 5) ремонт.

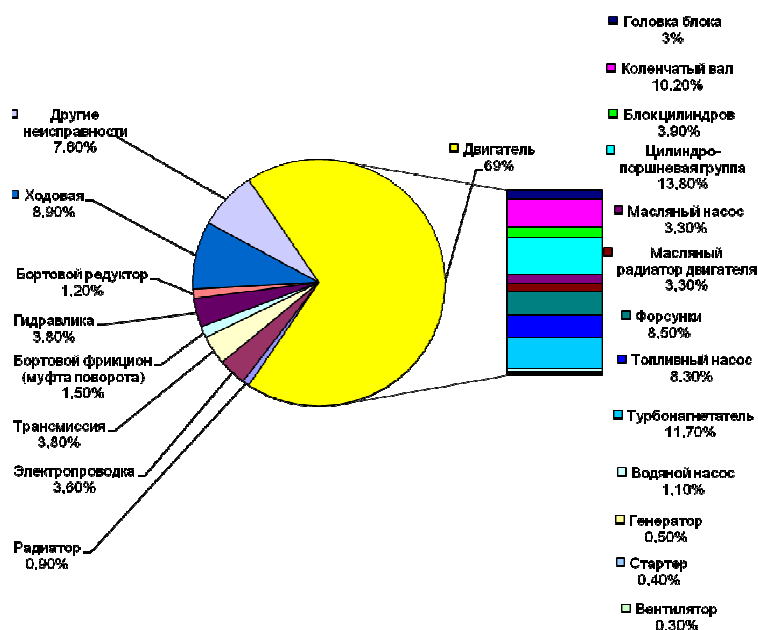
Часть эксплуатации, включающая транспортирование, хранение, техническое обслуживание и ремонт изделия носит название «технической эксплуатации».

*На стадии эксплуатации основное внимание уделяется реализации всех заложенных на первых двух этапах основ надежности.*

В процессе эксплуатации под действием нагрузок и окружающей среды постепенно [4]:

- искажаются формы рабочих поверхностей деталей;
- увеличиваются зазоры в подвижных и нарушаются натяги в неподвижных соединениях;
- теряется упругость и другие свойства деталей;
- нарушается взаимное расположение деталей, вследствие чего ухудшаются условия зацепления шестерен, возникают дополнительные нагрузки и вибрации;
- образуются нагар и накипь, ухудшающие отвод тепла от теплонагруженных деталей, и т.п.

Все это приводит к постепенному выходу из строя отдельных деталей и узлов, которые формируют перечень характерных неисправностей (рис. 5).



**Рис. 5. Перечень характерных неисправностей бульдозеров и трубоукладчиков Komatsu.**

На стадии эксплуатации надежность определяется, главным образом, *условиями эксплуатации*, которые включают:

- режимы использования;
- качество топлива, масел, смазок и охлаждающих жидкостей;
- наличие и качество запасных частей и способов их хранения;
- квалификацию обслуживающего персонала (как операторов-машинистов, так и механиков-ремонтников);
- степень совершенства технической и нормативной документации;
- эргономические факторы;
- качество и полноту контроля технического состояния машин в процессе эксплуатации.

При правильной эксплуатации можно добиться резкого увеличения межремонтных интервалов работы машин, снижения эксплуатационных расходов и затрат на ремонт.

К числу эксплуатационных факторов, значительным образом влияющих на надежность и долговечность ДСМ, относятся следующие [5].

1. Соблюдение требований по вводу машины в эксплуатацию. Машину можно вводить в нормальную эксплуатацию только после достаточно продолжительной обкатки на рекомендуемых режимах. Правильно проведенная приработка и обкатка увеличивает срок работы трудящихся пар на 10–15% и сокращает число помолок деталей в начальный период эксплуатации.
2. Качество подготовки машин к сезонным изменениям условий эксплуатации, особенно подготовки машин к зимним условиям работы.
3. Квалификация машиниста и соблюдение рекомендованных режимов работы машины. Эффективность эксплуатации машины повышается при работе на максимальных режимах, допускаемых конструкцией машины; при этом необходимо принимать меры по предупреждению преждевременного износа деталей.
4. Динамические нагрузки, возникающие при несоблюдении условий и режимов работы, разрегулировки системы управления, изношенности в сочленениях рабочих органов и узлов машины могут достигать таких величин, при которых ускоренным образом будет происходить старение и изнашивание машины.
5. Условия транспортирования машин и качество монтажных работ, сборка узлов и деталей машины с нарушением их взаимного положения и соосности могут привести к интенсивному износу или поломкам.
6. Качественное выполнение технических обслуживаний, текущих и капитальных ремонтов способствует увеличению сроков службы машин.

Надежность агрегатов, сборочных единиц и деталей во многом определяет работоспособность и эффективность использования ДСМ.

Для настоящего времени характерно увеличение доли машин импортного производства. Это обусловлено требованиями рынка, поскольку заказчик становится все более требовательным к качеству выполнения работ, их стоимости и срокам. При этом отечественные производители ДСМ далеко не всегда могут предложить потенциальному покупателю высокую надежность по конкурентоспособной цене.

На каждой из этих стадий на надежность техники влияют свои специфические факторы и используются свои методы ее повышения. Поэтому и само понятие надежности изменяется от стадии проектирования к стадии эксплуатации.

Но **ВСЕГДА** малейшее невнимание к вопросам надежности на каждой из этих стадий оборачивается для владельцев техники снижением эффективности ее применения.

### **Список литературы**

1. Максимов С.Е. Анализ перспектив рынка мобильных шагающих экскаваторов в России // Дорожная держава. – 2007. – № 4. – С. 22-26 ; № 5. – С. 22-23.
2. Максимов С.Е. Обзор мирового рынка импортной строительной и землеройной техники // Мир дорог. – 2003. – № 2. – С. 22-23.
3. Максимов С.Е. Система фирменного обслуживания строительной и землеройной техники // Мир дорог. – 2003. – № 8–10.
4. Савельев А.В., Репин С.В. Кто заказывает музыку в механизации? // Строительная техника. Каталог-справочник. – СПб. : ООО «Славутич», 2006. – С. 4-19.
5. Чирковский В.Е., Максимов С.Е., Ананьев А.К. Стратегия ремонта: варианты и тенденции // Дороги Pro. – 2004. – № 1, март. – С. 24–27.

### **Рецензенты**

Репин С.В., д.т.н., доцент, профессор кафедры транспортно-технологических машин Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, г. Санкт-Петербург.

Волков С.А., д.т.н., профессор кафедры транспортно-технологических машин Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, г. Санкт-Петербург.