

Подбор номенклатуры показателей надежности лесохозяйственных машин на стадии проектирования

А. Э. Эгипти¹

Н. И. Серебрянский

Петрозаводский государственный университет

Рекомендуется использование регламентируемых показателей надежности техники с учетом специфики машин лесохозяйственного класса, с разбивкой их на группы по способу эксплуатации. Каждая группа машин оценивается нормируемыми показателями надежности, часть которых относят к основным, другую - к вспомогательным.

Ключевые слова: надежность, проектирование, лесохозяйственная машина, эксплуатация.

ВВЕДЕНИЕ

Номенклатура нормируемых показателей надежности техники достаточно обширна, поэтому на стадии проектирования лесохозяйственных машин целесообразно подойти к расчету показателей надежности с учетом специфики создаваемых объектов.

Эксплуатация механизмов для сбора и обработки лесных семян, производства и выкопки посадочного материала, создания лесных культур, борьбы с лесными пожарами и др. характерна сезонностью использования. Так, среднее время использования в течение года лесных плугов составляет 20...30%, лесопосадочных машин - 5...10%, сеялок для лесных питомников - 6...10% [1]. Вторым отличительным признаком является простота конструкции лесохозяйственных орудий как с активным приводом рабочих органов от вала отбора мощности трактора, так и пассивных, когда трактор используется для создания тягового усилия.

Соответственно затраты на изготовление и последующее техническое обслуживание и ремонт (ТО и Р) при эксплуатации техники в несколько раз ниже по сравнению с используемым тяговым средством.

При подготовке исходных данных на стадии проектирования для расчета показателей надежности, учитывая специфику использования лесохозяйственной техники, следует делать выборку показателей, одни принимая за основные, другие - за дополнительные применительно к группам машин, объединяемых по условиям эксплуатации.

КРИТЕРИИ ПОДБОРА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ

Срок службы лесохозяйственных машин ограничен предельным состоянием, которое наступает при износе базовых сборочных единиц, с учетом морального старения этот период составляет продолжительность около пяти лет.

Появление отказов при эксплуатации техники приводит к прерыванию технологического процесса на время восстановления, что сказывается на эффективности использования лесохозяйственных машин в виде снижения объема работ, выполняемых за установленное время.

Для реальных условий эксплуатации машин необходимо выбирать показатели надежности, использование которых снизит потери времени, связанные с появлением отказов узлов и агрегатов. Среди показателей надежности представляется возможным подобрать для конкретных машин с учетом характера их работы основные показатели, достаточно полно характеризующие состояние технических объектов, и показатели вспомогательного плана.

С целью выявления доминирующих показателей надежности возможно применение целевой функции, характеризующей работу объекта с учетом величины дохода от его использования и уровня его надежности [2].

В случае безотказной работы в течение времени t_0 доход D_0 от использования машины составит величину

$$D_0 = d_s \cdot t_0,$$

где d_s - средний доход в единицу времени от применения машины.

Если после наработки в течение времени t_1 появился отказ, на устранение которого затрачиваются ресурсы стоимостью I_1 в период оперативного времени восстановления работоспособности, то появится убыток U_1 от неиспользования машины, когда она простаивает в ремонте. Наличие убытка приводит к снижению полезного эффекта от использования машины.

В зависимости от целевого назначения, степени сложности конструкции надежности и интенсивности использования лесохозяйственных машин меняется величина затрат на восстановление и убытки от простоев. Соотношение величины дохода эксплуатируемого объекта при безотказной работе и убытков от неиспользования во время ремонта целесообразно применять для стратегии управления лесохозяйственной техникой.

¹ Авторы - доценты кафедры технологии металлов и ремонта

Время работы определенных групп машин прерывается технологическими паузами различной длительности, во время которых есть возможность устранения отказов. При односменной работе отказы ликвидируются в межсменный период. Доминирующими факторами последствий отказов будут затраты r_i на восстановление рабочего состояния объекта. Отказ машины, работающей в комплексе с дорогостоящим тягловым средством, обслуживающейся многими рабочими, с многосменной работой приведет к повышенным убыткам u_i от вынужденного простоя.

Затраты на устранение самого отказа будут иметь меньшую величину по сравнению с потерями от невыполненной работы. Логично, что интенсивное использование техники приводит к возрастанию последствий отказов.

ГРУППЫ МАШИН И ВАРИАНТЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

По характеру последствий отказов выделим три группы лесохозяйственных машин с тем, чтобы обосновать подбор показателей надежности.

Первая группа. Механизмы с индивидуальным приводом без агрегатирования с тракторами: насосные станции, ранцевые моторизованные кусторезы и опрыскиватели лесонасаждений, машины для сбора и обработки семян и т. д., работающие в цикловом режиме. Во время технологических пауз представляется возможным устранение возникающих отказов. Основным последствием отказа являются его наличие и стоимость ресурсов, затрачиваемых на устранение.

Уравнение функционирования для данной группы механизмов имеет вид

$$D_p = d_s \cdot \sum_{i=1}^n t_i - \sum_{i=1}^n r_i.$$

Наработка до предельного состояния является ресурсом, т. е. показателем долговечности. Наработка на отказ составит величину

$$T_0 = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n t_i.$$

Составляющие уровня ремонтпригодности: степень взаимозаменяемости, доступности, легкосъемности, контролепригодности, приспособленности к ТО и Р могут быть определены дополнительным показателем в виде суммарной стоимости ремонтов

$$C_p = \sum_{i=1}^n r_i.$$

Вторая группа. Механизмы с сезонным использованием, агрегируемые с тракторами, у которых отказы вследствие непродолжительности цикла работы сведены к минимуму: лесные плуги, фрезы, культиваторы, лесопосадочные машины и т. д. Плановые работы в период эксплуатации не предусматриваются. Основным фактором при оценке последствий возникших отказов будет вынужденный простой, приводящий к убыткам, связанным с потерей времени обслуживающего персонала и работающих в комплексе машин. Затраты на устранение отказов в этом случае несоизмеримы с убытками от длительности простоя.

Уравнение функционирования примет вид

$$D_p = d_s \cdot \sum_{i=1}^n t_i - \sum_{i=1}^n u_i.$$

Задаются показатели надежности - средний ресурс и средняя наработка на отказ. Представим величину убытков в виде

$$u_i = d_s \cdot t_p,$$

где t_p - время простоя машины в ремонте.

Тогда выводится показатель ремонтпригодности - среднее время восстановления работоспособного состояния машины.

$$\frac{d_s}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \tau_i = d_s \cdot \tau_b,$$

где τ_b - среднее время восстановления работоспособного состояния.

Сравнив в относительном выражении величину потерь на ремонт при эксплуатации техники с безотказным условным функционированием после опущенных преобразований, назначаются показатели надежности - коэффициент готовности и коэффициент технического использования.

Третья группа. Машины, эксплуатируемые до предельного состояния, фиксируемого в виде ресурса, когда время использования на основных операциях существенно превышает время технологических пауз: трактора, бульдозеры, экскаваторы, трелевочные машины и т. д. Факторами для оценки последствий отказов служат наличие последних, приводящих к затратам $r_i + u_i$. Уравнение функционирования этой группы

$$D_p = d_s \cdot \sum_{i=1}^n t_i - \sum_{i=1}^n u_i - \sum_{i=1}^n r_i.$$

Определяются показатели надежности: средний ресурс, средняя наработка на отказ, среднее время восстановления работоспособности, средняя трудоемкость восстановления, коэффициент готовности.

При обосновании показателей сохраняемости учитывается режим работы групп машин. Специфика эксплуатации первой и второй групп состоит в том, что при сезонной работе должен быть выполнен заданный объем работ последней. Предшествующее длительное хранение техники направлено на такое функционирование. Оптимальное время хранения для нахождения среднего срока сохраняемости определяют с учетом отрицательных факторов воздействия внешних условий на машину. Оценкой выполнения требований сохраняемости будет вероятность выполнения установленного объема работы за фиксированное календарное время после хранения. Для лесохозяйственных машин третьей группы с незначительными перерывами в эксплуатации и кратковременным хранением воздействия отрицательных условий хранения учитываются в требованиях к долговечности.

Проведем распределение парка лесохозяйственных машин [3] с учетом области применения по трем возможным группам выбора номенклатуры показателей надежности.

Машины и приспособления для сбора и обработки лесных семян и не древесной продукции леса, как правило, с электроприводом и ручным управлением рабочих и вспомогательных ходов одним оператором. Последствиями отказов в основном являются затраты на восстановление рабочего состояния механизмов, соответствующих первой группе.

Машины для производства и выкопки посадочного материала в лесных питомниках агрегируются с тракторами или имеют электропривод. Эксплуатация техники производится в базовых лесных питомниках, в этих условиях в случае отказа лесохозяйственного орудия агрегирующий трактор переводится для работы с другим механизмом, что мало сказывается на величине затрат U_i . Для данной системы машин уровень доминирующих факторов последствий отказов тяготеет к первой и второй группе.

Машины для создания лесных культур и содействия естественному возобновлению леса агрегируются с тракторами класса тяги 6...30 кН и эксплуатируются на восстанавливаемых лесных площадях при значительном удалении от ремонтно-обслуживающей базы. По характеру последствий отказов машины данной системы тяготеют ко второй группе.

Машины для рубок ухода за лесом и защитными насаждениями являются наиболее энергоемкими, включают в себя одно- и многооперационные системы без применения ручного труда, когда период использования существенно превышает период работы. Последствия отказов характерны для третьей группы распределения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Парк лесохозяйственных машин представлен механизмами различной степени сложности, эксплуатация которых имеет свою специфику. Для повышения качества машин подбираются на стадии проектирования показатели надежности, воздействие которых на машину дает максимальный эффект в виде дохода при эксплуатации. Гибко управлять надежностью лесохозяйственной техники возможно при выборе показателей надежности применительно к группам машин, объединяемых по эксплуатационным характеристикам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шаталов В. Г., Совицкий П. А. Особенности технического обслуживания лесохозяйственных машин: Сборник лекций. М.: Лесная пром-сть. 1982. С.73
2. Хазов Б. Ф., Дидусев Б. А. Справочник по расчету машин на стадии проектирования. М.: Машиностр., 1986. 224 с.
3. Лесное хозяйство и защитное лесоразведение // Система машин для комплексной механизации сельскохозяйственного производства на 1986 - 1995 гг. Ч. 4. М., 1988. 201с.