

НОВАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ОТКАЗОВ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Отказы сельскохозяйственной техники, в т.ч. зерноуборочных комбайнов, принято классифицировать по источникам возникновения, условиям проявления и значимости последствий.

По источникам возникновения отказы делят на конструктивные, производственные и эксплуатационные.

Конструктивные отказы происходят из-за несовершенства конструкции изделия, в том числе применения материала, не соответствующего действующим нагрузкам, или нарушения правил и норм проектирования. Такие отказы часто встречаются в эксплуатации и хорошо известны потребителям. Устранение их последствий обычно производится путем замены отказавших деталей запасными частями, а ликвидация причин возможна только путем изменения конструкции.

Производственные отказы возникают из-за несовершенства или нарушения технологии производства (ремонта). На их номенклатуру и численность наибольшее влияние оказывают недисциплинированность и низкая квалификация исполнителей, несовершенство, физический и моральный износ оборудования. К этой группе относят отказы комплектующих изделий и запасных частей, доля которых может быть достаточно большой.

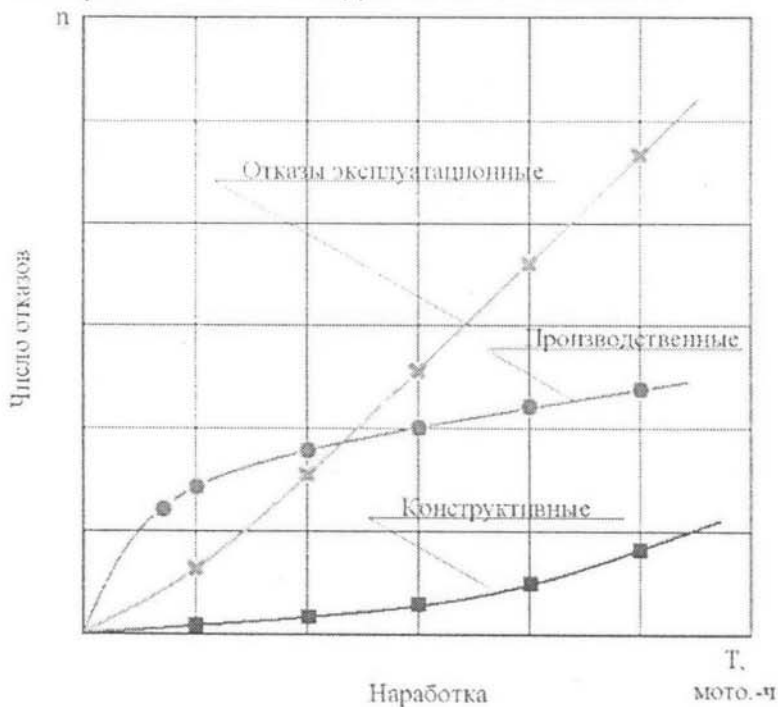


Рис. Динамика отказов

Эксплуатационные отказы являются следствием нарушения правил эксплуатации, в первую очередь, несвоевременного и неполного выполнения технического обслуживания, применения плохо очищенных и некачественных топлив и масел, несоблюдения правил хранения, низкой квалификации оператора и т.п.

С увеличением срока службы машин соотношение производственных, конструктивных и эксплуатационных отказов постоянно меняется (рис.).

Для начального периода характерно интенсивное «выжигание» производственных отказов – в основном, дефектов сборки и регулировки механизмов. Затем их число практически стабилизируется и может существенно измениться лишь после капитального ремонта. Доля конструктивных отказов постоянно увеличивается, так как с ростом объема выполненных работ все больше начинают сказываться естественный износ деталей и накопленная усталость материалов. Число эксплуатационных отказов сначала растет пропорционально времени использования машины, а затем интенсивность их появления становится больше при одновременном повышении сложности.

По условиям проявления отказы делят на очевидные, параметрические и постепенные.

Очевидные отказы – это поломка деталей или иные виды их видимых разрушений. Чаще всего они не требуют особых пояснений, так как с их появлением использование машины невозможно.

К параметрическим относят отказы, связанные с выходом за установленные пределы показателей, характеризующих работоспособность машины и установленные в нормативно-технической и/или эксплуатационной документации.

Таблица 1

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОТКАЗОВ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ
ПО ИСТОЧНИКАМ ВОЗНИКНОВЕНИЯ**

Источники возникновения отказов	Доли отказов, %	
	средние	интервал
По происхождению:		
производственные	38,2	29-45
в т.ч. комплектующих изделий	17,6	5-29
конструктивные	8,8	5-14
эксплуатационные	53,0	27-69
Итого:	100,0	
По видам производственных операций:		
сборка, регулировка	10,1	3-38
механическая обработка	10,3	3-31
термообработка	3,8	0-20
сварка, пайка	5,0	0-14
литье	1,9	0-9
прочие	7,1	
Итого:	38,2	
По основным комплектующим изделиям:		
резинотехнические изделия	6,7	4-14
электрооборудование	6,1	3-12
гидравлическое оборудование	1,9	0-7
подшипники качения	0,8	0-3
прочие	2,1	
Итого	17,6	

В основу постепенных отказов положены события, обнаруженные органолептическими способами или с помощью технического диагностирования, при которых продолжение эксплуатации машины может привести к серьезным техническим и/или экономическим последствиям или вызвать угрозу безопасности для людей.

Несмотря на казалось бы, вполне понятную классификацию отказов по условиям их проявления (а, следовательно, и учета), в практике постоянно возникают неясности. Наибольшую трудность представляет установление факта параметрических и постепенных отказов. Это связано с тем, что при таких нарушениях работоспособности машина вроде бы способна продолжить работу, а возможные негативные последствия комбайнер или испытатель могут недо-

оценить. Для исключения подобных ошибок и объективной оценки надежности необходимо руководствоваться критериями отказов, разрабатываемыми с использованием хорошо распознаваемых признаков и параметров, заданных в нормативно-технической документации и обязательно излагаемых в материалах, доступных для эксплуатационников, испытателей и обработчиков исходной информации.

В частности, к параметрическим отказам относят случаи выхода за допустимые пределы мощности двигателей, силы тока и напряжения электрогенератора и аккумулятора, расхода топлива, давления в гидро- и пневмосистемах, усилий на органах управления и т.п. величин.

Наступление очевидных отказов характеризует достижение предельного состояния основных деталей, каплепадение топлива и других жидкостей, ослабление затяжки резьбовых соединений, посторонние шумы в механизмах и другие подобные явления.

Классификация отказов по значимости последствий представляет наибольший интерес при нормировании и проведении работ, направленных на повышение надежности техники.

В международных документах ИСО, МЭК, ЕОКК различают критические (critical) и некритические (non-critical) отказы, которые в свою очередь делят на существенные (major) и несущественные (minor). Границы между категориями отказов достаточно условны. Например, отказ одного и того же объекта может трактоваться как критический, существенный или несущественный в зависимости от того, рассматривается объект как таковой или он является составной частью другого, более сложного объекта. Несущественный отказ объекта, входящего в состав более ответственного, может рассматриваться как существенный и даже критический, в зависимости от последствий отказа сложного объекта.

В нашей стране в соответствии с ГОСТ 27310-95 [1] под категорией тяжести последствий понимают классифицированную группу отказов, характеризующую определенным, заранее установленным сочетанием количественных и/или качественных составляющих ожидаемого или нанесенного ущерба. В связи с этим выделяют критические отказы, тяжесть которых признается недопустимой и требующей принятия специальных мер по ликвидации их причин или снижения вероятности возникновения. Некритические отказы по тяжести последствий разделяют на несколько групп.

По аналогии с разработкой Государственного испытательного центра Минсельхоза РФ и НАТИ [2] на основании анализа результатов испытаний и наблюдений за реальной эксплуатацией комбайнов был подготовлен предварительный перечень факторов, влияющий на значимость последствий отказов. В него вошли затраты на их устранение, простои, частота возникновения, потребность эксплуатирующего предприятия (хозяйства) в ремонтной базе, угроза жизни и здоровью людей.

По частоте возникновения отказы разделяют на единичные, повторяющиеся и систематические. Единичные отказы – это результат случайных отклонений от заданной технологии или редко возникающих в эксплуатации перегрузок. Их номенклатура постоянно меняется, из-за чего достоверно установить причины достаточно трудно. К повторяющимся относятся отказы, встречающиеся по несколько раз на однотипных комбайнах. Причины – нарушения технологии изготовления и недостаточно полный учет конструкторами реальных нагрузок. Группа систематических отказов самая малочисленная. Однако имен-

но они свидетельствуют о грубых промахах конструкторов и технологов. Повторяющиеся и особенно систематические отказы нуждаются в наибольшем внимании комбайностроителей.

Для качественного восстановления работоспособности комбайна после отказа ремонтная база хозяйства должна соответствовать определенным требованиям. Например, заменить легкодоступную деталь, чаще всего, может сам комбайнер при помощи штатного инструмента и универсального съемника. Для выполнения регулировочных работ обычно требуются измерительные инструменты и помощь механика, а для восстановления работоспособности сложных узлов и агрегатов нужно специальное ремонтное оборудование и закрытое помещение.

Небольшая доля отказов (менее 1%) связана с угрозой жизни и здоровья людей. Это, прежде всего, выход из строя систем торможения и управления комбайном, разрушение защитного каркаса кабины и других конструктивных элементов, влияющих на эргономические характеристики. Такие отказы особенно опасны при переездах на новое место эксплуатации и при ремонте на пересеченной местности.

С помощью экспертов и на основании результатов испытаний более 30 комбайнов были отобраны четыре основных фактора, определяющих значимость отказов. Для их количественной оценки были приняты простые и легкодоступные показатели.

Зная, например, что затраты на устранение последствий одного и того же отказа сильно зависят от местных условий и применяемых способов ремонта, этот фактор достаточно полно можно оценить стоимостью использованных запасных частей, составляющей около половины всех затрат. Аналогично были выбраны показатели и других факторов.

Для сохранения преемственности со старой системой и в соответствии с ГОСТ 27.310-95 [1], действовавшей много лет, все отказы по важности их последствий были разделены на три группы: малозначимые, существенные и тяжелые. Отказы, отнесенные к последним двум группам, допускается объединить и учитывать как значимые.

Информацией для определения показателей каждой группы отказов служили данные длительных наблюдений за эксплуатацией комбайнов. Было установлено, что малозначимые отказы обычно устраняет комбайнер без посторонней помощи и тратит на это менее одного часа. Ремонт чаще всего ограничивается заменой легко доступных и недорогих деталей, имеющихся на ближайшем складе, или выполнением простых регулировок. Устранение существенных отказов, как правило, сопряжено со вскрытием узлов и агрегатов или сваркой и требует участия механика, сварщика с оборудованием, или доставка комбайна в мастерскую, стоимость замененных деталей в несколько раз выше, чем в случае малозначимого отказа, а средняя продолжительность простоя приближается к половине рабочего дня. Ремонт комбайна в связи с наступлением тяжелого отказа, как правило, выполняют в мастерской хозяйства, и требует демонтажа узлов и агрегатов, их глубокой разборки и замены многих, в т.ч. дорогостоящих деталей. Продолжительность ремонта (без учета ожидания) обычно превышает рабочий день.

Материалы, полученные при обследовании комбайнов, послужили базой для определения граничных величин показателей значимости последствий отказов и позволили окончательно сформулировать систему их классификации (табл.2).

Таблица 2

КЛАССИФИКАЦИЯ ОТКАЗОВ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Факторы, характеризующие последствия отказов	Показатели	Группы значимости		
		малозначимые	существенные	тяжелые
Затраты на устранение последствий отказов Убытки от простоя комбайна	Стоимость запчастей, % от цены комбайна	Менее 0,05	0,05 – 0,5	Более 0,5
	Продолжительность простоев, ч	Менее 1	1 - 5	Более 5
Сложность устранения последствий отказа (требования к рембазе) Угроза безопасности	Необходимое оборудование	Штатный инструмент, накидные ключи, универсальные съемники	Комплект механика, универсальное в т.ч. сварочное оборудование	Специальное оборудование, контрольно-испытательные стенды
	Вероятность несчастного случая	Отсутствует	Известные или потенциально возможны случаи нанесения вреда людям*	

* Если отказ хотя бы потенциально способен привести к несчастному случаю или по статистике такие случаи известны, отказ по значимости последствий переходит в следующую группу, а тяжелый отказ получает статус критического.

При использовании предлагаемой классификации группа отказа принимается по фактору, имеющему наихудшие показатели.

Экспериментальная проверка изложенного метода подтвердила его работоспособность. В то же время были выявлены случаи, когда однозначно оценить группу значимости отказа представлялось затруднительным из-за недостатка информации. Например, отказавшую деталь не заменяли запасной частью, а восстанавливали или ремонт проводили на предприятии, где его продолжительность была нетипично мала и т.д.

В подобных случаях принять решение вправе лишь специалист высокой квалификации, способный правильно оценить наиболее распространенную ситуацию. Поэтому для однозначного определения значимости целесообразно разработать и согласовать с основными заинтересованными сторонами специальное пособие – классификатор отказов.

Литература

1. ГОСТ 27.310-95. Надежность в технике. Анализ выводов, последствий и критичности отказов. Основные положения.
2. Методические указания. Классификация отказов сельскохозяйственных тракторов по группам значимости (сложности). ГИЦ Минсельхоза, НАТИ, М.2004, –8 с.