

ОБОСНОВАНИЕ РЕЗЕРВА СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ КОРМОУБОРОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ В ГАРАНТИЙНЫЙ ПЕРИОД

*Миклуш В.П., к.т.н., профессор; Круглый П.Е., к.т.н., доцент
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск*

Обеспечение работоспособности сельскохозяйственной техники в гарантийный период является наиболее ответственным, так как в это время закладывается основа для правильной эксплуатации техники, создаются предпосылки для ее безотказной работы в течение всего срока службы.

В настоящее время сельское хозяйство республики оснащается новой высокопроизводительной техникой, среди которой кормоуборочные комплексы, выпускаемые ПО «Гомсельмаш». Для обеспечения надежной работы этой техники в период выполнения сельскохозяйственных работ необходимо иметь резервный запас (гарантийный комплект) составных частей машин (агрегатов, узлов, деталей).

Обеспечение потребности кормоуборочных комплексов в резервных составных частях в гарантийный период рассматривается с позиции теории массового обслуживания как системы с ограниченным входящим потоком требований с ожиданием [1, 2]. В данном случае обслуживающие аппараты – резервные составные части (агрегаты, узлы, детали). Каждая составная часть обслуживает одновременно одно требование. Если в момент поступления в систему требования (отказавшей машины) имеется хоть один запасной агрегат (узел, деталь), немедленно начинается обслуживание. Оно продолжается до тех пор, пока на склад вместо выданной исправной составной части не поступит новая или отремонтированная. Таким образом, под временем обслуживания здесь понимается время оборота составной части (время от момента выдачи со склада до момента поступления вместо нее новой или отремонтированной). Экспериментальные исследования показали, что это время распределено экспоненциально [2]. Поток требований, поступающих в систему, есть поток отказов i -ых составных частей, требующих их замены, с параметром λ_i .

Среднее число отказавших машин, ожидающих замены составных частей при их отсутствии, определяется по зависимости [2]:

$$m_1 = \frac{\sum_{k=n+1}^m \frac{(k-n)m! \alpha^k}{n^{k-n} n! (m-k)!}}{\sum_{k=0}^m \frac{m! \alpha^k}{k! (m-k)!} + \sum_{k=n+1}^m \frac{m! \alpha^k}{n^{k-n} n! (m-k)!}}, \quad (1)$$

где $\alpha = \lambda_i / \nu_i$; $\nu_i = 1/t_{io}$; t_{io} – время от момента выдачи i -го агрегата со склада до момента поступления вместо него нового или отремонтированного.

Среднее количество составных частей на складе:

$$m_3 = \frac{\sum_{k=0}^n \frac{(k-n)m!\alpha^k}{k!(m-k)!}}{\sum_{k=0}^n \frac{m!\alpha^k}{k!(m-k)!} + \sum_{k=n+1}^m \frac{m!\alpha^k}{n^{k-n}n!(m-k)!}} \quad (2)$$

Учитывая выражение (1) коэффициент простоя машины из-за отсутствия резервных составных частей выразится:

$$k_{\text{пр. маш}} = \frac{\frac{(m-1)!}{n!} \sum_{k=n+1}^m \frac{(k-n)m!\alpha^k}{n^{k-n}(n-k)!}}{\sum_{k=0}^n \frac{m!\alpha^k}{k!(m-k)!} + \sum_{k=n+1}^m \frac{m!\alpha^k}{n^{k-n}n!(m-k)!}} \quad (3)$$

Из зависимости (2) получаем коэффициент простоя резервной составной части:

$$k_{\text{пр. зап.}} = \frac{\sum_{k=0}^n \frac{m!\alpha^k}{k!(m-k)!} - \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} \frac{m!\alpha^k}{(k-1)!(m-k)!}}{\sum_{k=0}^n \frac{m!\alpha^k}{k!(m-k)!} + \sum_{k=n+1}^m \frac{m!\alpha^k}{n^{k-n}n!(m-k)!}} \quad (4)$$

Таким образом, учитывая вышесказанное, функционал оптимизации резерва составных частей в гарантийный период, с учетом ущерба от простоя машин из-за отсутствия запасных частей, а также издержек от хранения запаса, отнесенных к одной машине, имеет вид:

$$r_1(m, n_1) = \frac{C_m(1+y_0) \frac{(m-1)!}{n_1!} \sum_{k=n_1+1}^m \frac{(k-n_1)\delta^k}{n_1^{k-n_1}(n_1-k)!} + C_a \sum_{k=0}^{n_1} \frac{(n_1-k)(m-1)\delta^k}{k!(m-k)!}}{\sum_{k=0}^{n_1} \frac{m!\delta^k}{k!(m-k)!} + \sum_{k=n_1+1}^m \frac{m!\delta^k}{n_1^{k-n_1}n_1!(m-k)!}} \quad (5)$$

где C_m – ущерб от простоя машины и работающего на ней персонала;

y_0 – коэффициент, учитывающий потери от простоя сопряженных средств механизации в долях от стоимости простоя основных машин;

m – парк машин;

n_1 – количество запасных составных частей;

λ_i – параметр потока отказов, требующих замены i -ой составной части;

t_{i0} – время оборота i -ой составной части;

C_a – стоимость хранения одной составной части на складе, отнесенная к одному часу работы машины.

Результаты оптимизации количества запасных частей к комплексам высокопроизводительным кормоуборочным «Полесье-800» (КВК-800), необходимых для обеспечения их работоспособности в гарантийный период, приведены в таблице 1 (исключая запасные части к топливной аппаратуре и гидросистемам).

Из таблицы видно, что на 100 комплексов «Полесье-800», необходимо иметь на складе дилерского технического центра по 4 редуктора верхних и нижних валльцев, 2 аппарата измельчающие, 2400 ножей барабана, 4 ускорителя выброса, 5 валов ускорителя выброса, 2 силосопровода, 2 основания силосопровода, 2 устройства доизмельчающие, 10 главных приводов, 2 переключателя длин резки, по 2 редуктора бортовые правые и левые, 120 брусков противорежущих, 5 двигателей Д-280-1S-01, другие запасные части.

Необходимо отметить, что отношение оптимального резерва запасных частей к величине парка комплексов «Полесье-800» с увеличением последнего уменьшается.

Таблица 1

Резерв запасных частей к кормоуборочному комплексу «Полесье-800» (КВК-800-16, КВК-800-36)*

Номер по каталогу	Наименование	Количество, шт. *
КВС-2-0104100	Редуктор	5
КВС-2-0110602	Пружина	4
КВС-1-0111020	Пружина	4
КВС-1-0111210А	Валец	5
КВС-1-0111290	Чистик	10
КВС-1-0111400А-01	Рама нижняя	2
КВС-1-0111440-01	Датчик камнедетектора	10
КВС-2-0112000	Редуктор верхних валльцев	4
КВС-2-0113000	Редуктор нижних валльцев	4
КВС-2-0114100А	Коробка передач	4
КВС-2-0115000Б	Аппарат измельчающий	2
КВС-2-0115421	Лист	10
КВС-2-0115503	Нож	2400
КВС-2-0115503-01	Нож	2400
КВС-1-0119000	Вал карданный	1
КВС-2-0130010	Ролик	2
КВС-1-0130030	Шкив	4
КВС-2-0130070А	Рычаг	5
КВС-1-0130180	Винт	1
КВС-1-0130190	Пружина	2
КВС-1-0142000	Ускоритель выброса	4
КВС-1-0142103	Корпус	1
КВС-1-0142103-01	Корпус	1
КВС-1-0142170А	Стенка задняя	4
КВС-1-0142300	Поддон	3
КВС-1-0142400	Отсекатель	2

Номер по каталогу	Наименование	Количество, шт. *
КВС-1-0142414	Лист	20
КВС-1-0142492	Лопасть	80
КВС-1-0142631	Болт	24
КВС-1-0142800	Вал ускорителя выброса	5
КВС-1-0143000	Основание силосопровода и механизм поворота	2
КВС-1-0143020	Основание силосопровода	2
КВС-1-0143200	Корпус	2
КВС-1-0143611	Червяк	2
КВС-1-0143627	Колесо	2
КВС-2-0144000	Силосопровод	2
КВС-1-014421-01	Вставка	10
КВС-1-0148310	Устройство доизмельчающее	2
КВС-2-0150150А	Коллектор выпускной	4
КВС-5-0150090	Коллектор выпускной	4
КВС-2-0151000А	Главный привод	10
КВС-5-0151000	Главный привод	10
КВС-2-0155150Б	Сетка	2
КВС-2-0155210Б	Пылесъемник	5
КВС-2-0601280	Тройник	2
КВС-2-0701110	Переключатель длин резки	6
КВС-1-0701430	Электропривод на опоре	8
КВС-1-0701430-01	Электропривод	5
КВС-1-0701500-01	Датчик положения	8
КВС-1-0701550	Усилитель	8
КВС-1-0701590	Электромеханизм крышки	5
КВС-1-0701600А	Датчик камня заточного	8
КВС-1-0701800-01	Блок регулировки питающего аппарата	8
КВС-1-0701900	Блок управления измельчителем	8
КЗК-10-01072000-02	Редуктор бортовой правый	2
КЗК-10-01072000-03	Редуктор бортовой левый	2
УЭС-7-0109100	Гидроцилиндр	6
ПКК 0108673	Болт	8
3518020-46330	Гидроцилиндр блокировки диапазонов	4
41735-4201010-10	Вал карданный	1
КВС-1-0117150.3	Брус противорежущий «RiMa»	120
Д-280-1S-01	Двигатель ОАО «ММЗ»	5
900/9-9/P5ZL/32,5/PAG/45	Вентилятор	5

*на 100 комплексов

Литература

1. Прабху Н. Методы теории массового обслуживания и управления запасами: Перевод с английского. – М.: Машиностроение, 1989, – 297с.
2. Миклуш В.П., Круглый П.Е. Обеспечение эксплуатационной надежности машинного парка технологических комплексов. – В кн.: Опыт, проблемы и перспективы развития технического сервиса с.-х. техники. Материалы международной научно-практической конференции. Минск, БАТУ. – 2005.