

Ю.М. Зинин; под ред. С.В. Шапиро. – М.: Энергопромиздат, 1989.

5. Калинин Ц.И. Устройство для регулирования линейной плотности волокнисто-

го продукта на выходе бункерного питателя / Ц.И. Калинин и др. А.С. СССР № 1266904, опубл. в БИ. – 1986.



УДК 631.3.145

В.А. Завора

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ МАШИН ПОТОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ РАСТЕНИЕВОДСТВА АПК

Ключевые слова: поточность процессов, производительность агрегатов, отказы, коэффициент простоя, вероятность, резервирование машин.

Высокая эффективность групповой работы машин в составе механизированных комплексов, прежде всего, обеспечивается правильным их формированием применительно к конкретным производственным условиям. Оптимальное формирование предполагает обоснованный состав технических средств и обслуживающего персонала, обеспечивающие поточность выполнения комплекса технологических процессов и максимально возможный сбор сельскохозяйственной продукции [1].

Для сложных сельскохозяйственных процессов наука выдвигает требование выполнения всего комплекса сопряженных работ с минимальными разрывами во времени.

На весеннем цикле работ необходим минимальный разрыв между предпосевной обработкой и посевом.

При уборке зерновых культур это требование обусловлено соображениями получения зерна высоких кондиций и уменьшения потерь, снижения энергоемкости.

Условием непрерывности потока является равенство производительности по всем звеньям технологической линии [1]:

$$n_1 \cdot W_1 = n_2 \cdot W_2 = \dots = n_k \cdot W_k, \quad (1)$$

где n_k – число агрегатов в звене;

W_i – производительность агрегата.

Взаимодействие смежных звеньев потока может рассматриваться как система обслуживания, в которой ведущее звено является обслуживаемым, а последую-

щее, смежное с ним, – обслуживающим. Поток требований на обслуживание в большинстве случаев может быть отнесен к типу простейших, то есть обладающих свойствами стационарности, ординарности и отсутствия последствия, и выражается законом (2):

$$P_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}, \quad (2)$$

где $P_k(t)$ – вероятность поступления точно k требований за t ;

t – значение фиксированного интервала времени;

λ – параметр потока, т.е. среднее число требований, поступающих в единицу времени;

λt – параметр закона Пуассона, то есть среднее значение числа требований, поступивших за время t [2].

Условие поточного производства для двух смежных процессов комплекса, выполняемых звеньями из m обслуживаемых и n обслуживающих агрегатов, может быть выражено (3):

$$W_m m (1 - K_{им}) = W_n n (1 - K_{ин}), \quad (3)$$

где W_m и W_n – производительности, соответственно, обслуживаемых и обслуживающих агрегатов;

$K_{им}$ и $K_{ин}$ – коэффициенты простоя, соответственно, обслуживаемых и обслуживающих агрегатов (доля времени смены в бездействии) [3].

По заданным значениям производительности и числу обслуживающих агрегатов n (4) [4]:

$$n = \frac{W_m m (1 - K_{им})}{W_n (1 - K_{ин})}. \quad (4)$$

При поточной системе организации комплекса механизированных процессов особое значение имеет уровень надежности применяемых технических средств, в

первую очередь ведущих технологических звеньев. Чтобы обеспечить непрерывность поточного процесса, необходимо исключить простои, вызываемые отказами по техническим причинам. Это достигается организацией оперативной подмены неисправных машин исправными из резерва. Однако сам процесс подмены требует определенного времени $t_{зам}$, которое складывается из нескольких элементов, в том числе из времени, затрачиваемого на выяснение характера неисправности $t_{в}$, времени выезда неисправной машины из загона $t_{в.з.}$ для восстановления работоспособности, времени подготовки подменной машины к выезду в рабочий загон $t_{в}$, времени переезда подменной машины к загону до входа в работу $t_{вх}$, т.е.:

$$t_{зам} = t_{в} + t_{в.з.} + t_{п} + t_{вх}. \quad (5)$$

Очевидно, подмена отказавшей машины резервной будет целесообразна лишь в том случае, если время на устранение причины отказа $t_{тн}$ будет больше времени, затрачиваемого на подмену, т.е. $t_{тн} \geq t_{зам}$.

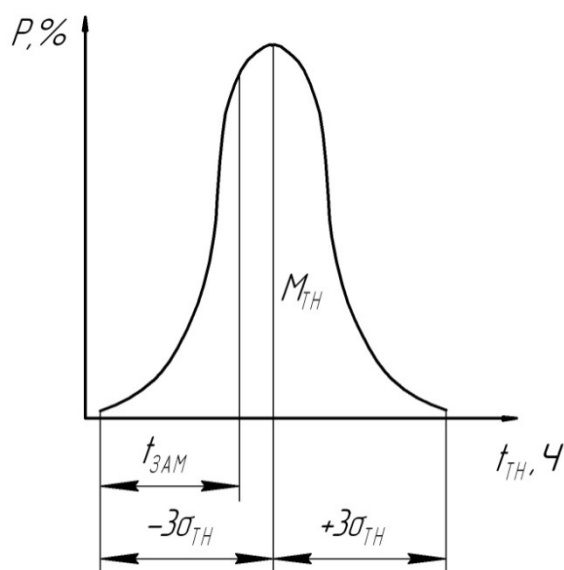


Рис. Распределение продолжительности простоев агрегатов: p — частота

Данные массовых наблюдений и специальные исследования эксплуатационной надежности показали, что закономерности потерь времени на отказы $t_{тн}$ по техническим причинам следуют закону нормального распределения (рис.). Функция распределения имеет вид:

$$P(t_{тн}) = \Phi * \left(\frac{t_{тн} - M_{тн}}{\sigma_{тн}} \right), \quad (6)$$

где $M_{тн}$ — математическое ожидание;

$\sigma_{тн}$ — среднее квадратичное отклонение времени на устранение технических неисправностей

Вероятность случаев целесообразной подмены отказавших машин исправными из подменного резерва можно определить, найдя вероятность попадания случайной величины $t_{тн}$ на участок от $t_{зам}$ до $M_{тн} + 3\sigma_{тн}$ функции распределения. Эта вероятность может быть выражена следующим образом:

$$P(t_{зам} \leq t_{тн}) \approx 1 - \Phi * \left(\frac{t_{зам} - M_{тн}}{\sigma_{тн}} \right). \quad (7)$$

Пользуясь таблицами интеграла вероятностей для определенных эмпирических значений $t_{зам}$, $M_{тн}$, $\sigma_{тн}$, можно определить эту вероятность. Так, если продолжительность операции подмены $t_{зам} = 0,5$ ч при $M_{тн} = 0,7$ ч и $\sigma_{тн} = 0,2$ ч, то вероятность попадания случайной величины $t_{тн}$ в заданный интервал отказов составит [5]:

$$P(t_{зам} \leq t_{тн}) \approx 1,0 - \Phi * \left(\frac{0,5 - 0,7}{0,2} \right) \approx 0,84.$$

То есть только 16% общего числа отказов в этих условиях целесообразно устранить без использования подменных машин, а 84% — с их использованием.

Зная величину $P(t_{зам} \leq t_{тн})$ и относительную продолжительность простоев по техническим причинам в процентах от общего времени смены, можно определить долю времени смены, идущую на устранение отказов с использованием подменных машин. Продолжительность простоев по техническим причинам колеблется в широких пределах и составляет от 5 до 32% от времени смены (таб.).

Таблица

Коэффициенты эксплуатационной надежности агрегатов

Вид работы	$K_{зна}$	Среднее значение $K_{зна}$	$t_{зам}$
Вспашка	0,95 ÷ 0,93	0,94	0,2
Сплошная культивация	0,92 ÷ 0,87	0,895	0,3
Боронование	0,89 ÷ 0,76	0,825	0,1
Посев	0,82 ÷ 0,77	0,795	0,36
Кошение в валки	0,85 ÷ 0,74	0,795	0,4
Подбор и обмолот в валки	0,75 ÷ 0,68	0,715	0,5

Приняв для рассмотренных условий эту величину, равную 15%, получим $15 \cdot 0,84 = 12,6\%$. Таким образом, для бесперебойного ведения поточного процесса в принятых условиях необходимо

создать резерв подменных машин в размере 12,6%.

При круглосуточной работе резерв должен быть увеличен с учетом относительных затрат времени на регламентированное техническое обслуживание. По данным массовых исследований, эти затраты составляют в среднем 6% общего эксплуатационного времени. Следовательно, и резерв должен быть больше на 6%.

Резервирование машин в условиях напряженных процессов – существенный резерв повышения производительности труда.

Выводы

1. Резервирование машин в условиях поточных процессов растениеводства АПК является существенным направлением повышения производительности труда.

2. При малых размерах комплексов, выполняющих поточные процессы растениеводства АПК, их технические возможности недоиспользуются, и это излишне увеличивает потребность в средствах технического обслуживания. Поэтому комплектование звеньев технического обслуживания следует проводить, учитывая полную загрузку технических средств. Комплектование звена технического об-

служивания резервами машинам должно базироваться на уровне их технической надежности.

Библиографический список

1. Завора В.А. Основы эксплуатации мобильных сельскохозяйственных агрегатов / В.А. Завора. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2004. – 253 с.

2. Киртбая Ю.К. Математическое моделирование процесса технического обслуживания / Ю.К. Киртбая, М.М. Чеченов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1980. – № 5.

3. Хабатов Р.М. Поточная технология уборки зерновых и травяных культур с обмолотом на стационаре / Р.М. Хабатов, В.П. Смирнов, В.Г. Трушин, С.А. Мишук, С.А. Поляков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1989. – № 8.

4. Хабатов Р.М. Расчет состава механизированного отряда по применению органических удобрений / Р.М. Хабатов, Н.Ф. Скурятин, В.Е. Новогрудский // Техника в сельском хозяйстве. – 1991. – № 2.

5. Юдин М.И. Планирование эксперимента и обработка его результатов / М.И. Юдин. – Краснодар, 2004. – 236 с.



УДК 621.431

В.И. Четошников,
А.Г. Деев

ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ УМЕНЬШЕНИЯ ЗАЗОРА В СОПРЯЖЕНИИ ПОРШЕНЬ-ЦИЛИНДР ТРАКТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ С ВОЗДУШНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ

Ключевые слова: поршень, цилиндр, зазор между поршнем и цилиндром, деформация поршня и цилиндра, вибрация двигателя, расход масла.

Возможности форсирования двигателя внутреннего сгорания при одновременном повышении их надежности и долговечности в значительной степени ограничиваются работоспособностью поршней, подверженных воздействию больших механических и тепловых нагрузок [1]. При до-

водке двигателей с воздушным охлаждением возникают проблемы, выражающиеся в повышенном расходе масла на угар, появлении случаев задира поршней, повышением износа поршневых колец и канавок под них в поршне, высокой вибрации двигателя. Анализ дефектов в работе двигателей позволил выдвинуть гипотезу о первопричине этих явлений в выборе необоснованно завышенного зазора в сопряжении поршень-цилиндр и упрощенном профилировании юбки поршня без