

конкретных условий использования в различных двигателях. В настоящее время в Германии под выращивание сырья для биодизеля занято около 1,7 из 12 миллионов гектар сельскохозяйственных угодий. В ведущих странах мира разработаны стандарты на биодизельное топливо: Германия (DIN V51606) принят в 1997 году; США (ASTM D-6751) принят в 2002 году; Австрия (ON C 1191) принят в 1997 году; Австралия (FS (B) D) принят в 2003 году; Швеция (SS 155436) принят в 1996 году [1]. Среди стран СНГ наибольший интерес к получению биодизеля из рапсового масла проявила Украина. Экономика этой страны сильно зависит от импорта энергоресурсов. Себестоимость биотоплива, как правило, ниже, если производство семян рапса, получение из них масла и переработка его в биодизель сосредоточены в рамках одного сельскохозяйственного предприятия, экономический эффект при этом может оказаться весьма ощутимым. Оптимальная себестоимость биодизеля складывается при урожайности рапса 40 ц/га. Цена биодизеля увеличивается вдвое при урожайности 10 - 12 ц/га [4]. В Республике Беларусь активно возрастает интерес к этому виду топлива, который объясняется, прежде всего, новыми перспективами развития сельскохозяйственного производства. Производство рапса в республике увеличится более чем в 8,5 раз и достигнет 1 млн. тонн (валовой сбор семян рапса в сельскохозяйственных организациях в 2006 году составил 113,5 тыс. тонн). [1]. Проект Государственной программы по обеспечению производства биотоплива на 2007 – 2010годы, предполагает весь объем потребляемого в Беларуси дизельного топлива (более 2 млн. тонн в год) реализовывать с 5 – процентной добавкой метиловых (этиловых) эфиров насыщенных и ненасыщенных жирных кислот. Это позволит сэкономить порядка 300 тысяч тонн нефти в год. С этой целью планируется к 2010 году создание ряда промышленных производств по получению эфиров жирных кислот с общим объемом производства не менее 100 тысяч тонн в год. Органам стандартизации поручено утвердить государственные стандарты на виды топлива из рапсового масла, в том числе на смесевое моторное топливо с различным содержанием метиловых эфиров. Сформирован проект Государственной целевой программы по обеспечению производства дизельного биотоплива с использованием отечественных научных разработок и мирового опыта. Институту физико-химических проблем БГУ совместно с Госстандартом было поручено провести работу по определению величины добавки биотоплива в двигатели белорусского производства. И хотя рапсовое топливо пока дороже бензина, проектанты уверены, что за ним будущее. Прежде всего, потому, что биологическое топливо возобновляемо. Если запасы нефти на планете ограничены, то производство рапсового масла безгранично. Рапс как сырье ежегодно возобновляется. Увеличение производства биотоплива из возобновляемых источников способно решить целый комплекс экономических и экологических проблем, “оздоровить” и вывести сельское хозяйство на принципиально новый уровень развития, а также уменьшить зависимость от стран, крупных поставщиков энергоресурсов.

#### Литература

1. Производство и применение биодизеля: справочное пособие / А.Р. Аблаев и др. – М.: АПК и ППРО, 2006. С. 70.
2. Экономика организаций и отраслей агропромышленного комплекса. В 2 кн. Кн. 1 / В. Г. Гусаков [и др.]; под общ. ред. акад. В. Г. Гусакова. – Минск: Белорус. наука, 2007. – 891 с.
3. Шпаар Д. Растительная биомасса для производства энергии / Д. Шпаар, В. Щербаков // Белорусское сельское хозяйство. 2007. № 8 С. 23
4. Гуйда А. Биодизель: переводим двигатели на ... рапс / А. Гуйда. Электрон. дан. Режим доступа: <http://smi.kuban.info/article/29855/42115> Загл. с экрана.

УДК 631.3.06: 658.012

#### **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ МАШИННОГО ПАРКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ ПОЛНОКОМПЛЕКТНЫХ МАШИН И ИХ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ**

**Круглый П.Е., к.т.н., доцент, Хилько И.И., к.т.н., доцент, Кашко В.М., ст преподаватель**  
*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»*  
*г. Минск, Республика Беларусь*

Приведена методика резервирования полнокомплектных машин для обеспечения эксплуатационной надёжности машинного парка технологических комплексов. Установлено, что резервирование полнокомплектных машин служит эффективным средством повышения производительности машинного парка, снижения загрузки системы ремонта, сокращения потребности в трудовых и материальных ресурсах для выполнения трудо- и капиталоемких технологических процессов, то есть является

перспективным тактическим средством оперативного управления эксплуатационной надежностью техники.

## Введение

Наиболее совершенной формой организации производства механизированных работ, которая учитывает особенности технологического процесса и сложность эксплуатации техники, является технологический комплекс (комплексный технический отряд). Отряд организуется как оперативное подразделение, выполняющее весь технологический процесс. Два и более отряда составляют уборочно-транспортный комплекс. Комплексный технологический отряд, к примеру, на уборке картофеля, состоит из звеньев: подготовки полей, уборочно-транспортных и вспомогательных; послеуборочной обработки и закладки полученной продукции на хранение; полевого ремонта; культурно-бытового обслуживания. За механизаторами, убирающими картофель, иногда закрепляют группу комбайнов, то есть обезличивается использование техники. Если работа оценивается конечной продукцией, такой принцип закрепления машин эффективен. Однако в некоторых случаях обезличивание снижает надежность работы и сохранность комбайнов. Необезличенное использование комбайнов, когда эти машины есть в резерве, отличается от обезличенного тем, что в первом случае отремонтированный комбайн возвращается экипажу, за которым он закреплен, а во втором – ставится в резерв.

## Основная часть

Рассмотрим работу уборочно-транспортного комплекса. Пусть парк уборочного комплекса состоит из  $m$  комбайнов, из них в начале функционирования  $m_p$  работает, а  $n$  находится в ненагруженном резерве ( $m = m_p + n$ ). Работоспособность комбайнового парка поддерживается системой ремонта, состоящей из  $S$  постов. Каждый пост состоит из ремонтных рабочих и оснащен соответствующим оборудованием. Производительность поста определяется количеством ремонтных рабочих, участвующих в восстановлении работоспособности машин. В зависимости от удаленности работающих машин от центра хозяйства и состояния дорог, посты размещаются непосредственно в поле или мастерской.

Среднее количество ремонтируемых и ожидающих ремонта машин [1]

$$m_2 = \sum_{k=0}^{m_p+n} k P_k, \quad (1)$$

где  $P_k$  – вероятность того, что в системе ремонта занято ровно  $k$  постов.

Среднее число машин в резерве определяется из условия:

$$n_2 = n - m_2, \text{ если } n > m_2; \quad (2)$$

$$n_2 = 0, \text{ если } n \leq m_2 \quad (3)$$

Среднее количество работающих машин:

$$m_{cp} = m - (m_2 + n_2) \quad (4)$$

Коэффициент эксплуатационной надежности в данном случае

$$\eta_{эн} = \frac{m_{cp}}{m_p + n}. \quad (5)$$

Модель оптимизации системы полевого ремонта основана на минимизации суммарных потерь, учитывающих ущерб от простоя машин и средств ремонта, а также эффект от сокращения потребности в сопряженных ресурсах и для однопостовой системы ремонта имеет вид:

$$Y_p(m_p, n, N) = C_m (1 + Y_0)(1 - \eta_{эн} + K_3) + (1/m) [(C_0 + \sum_{j=1}^N C_j + C_n)(1 - P_0)(1 + K) + C_0 P_0] \rightarrow \min, \quad (6)$$

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;  $K_3$  – коэффициент, учитывающий потери от простоя машины (в относительных величинах) при переходе экипажа;  $C_0$  – ущерб от простоя поста в ожидании машины на обслуживание (ремонт);  $C_j$  – тарифная ставка рабочего  $j$ -й квалификации с начислениями, руб. за 1 ч.;  $C_n$  – накладные расходы;  $K$  – коэффициент, учитывающий издержки, связанные с восстановлением поста (в долях от стоимости работы поста);  $N$  – количество рабочих на посту ремонта;  $P_0$  – вероятность того, что система ремонта свободна.

Результаты расчета полнокompлектного резерва картофелеуборочных комбайнов для парков уборочных комплексов, включающих от 5 до 10 машин приведены в таблице. Как видно из таблицы 1, применение полнокompлектного резерва целесообразно при 6 и более комбайнах в парке уборочного комплекса. При этом, к примеру, для шести основных комбайнов оптимальный полнокompлектный

резерв – один комбайн. Коэффициент эксплуатационной надежности составит 0,799, количество дополнительных звеньев – одно. Из всей номенклатуры запасных частей, выпускаемых к комбайнам, для устранения отказов в период уборки требуется только 40% наименований, 6,5% - наиболее ходовые. Средний расход их на 10 комбайнов составляет свыше 10 деталей, 11% - от 1 до 10, остальных деталей – менее одной [2]. На основе расчета по специальной методике определен требуемый на период уборки объем запасных частей для обеспечения бесперебойной работы картофелеуборочных комбайнов. Номенклатура деталей для каждого комбайна и установленный перечень запасных частей, которыми комплектуется мобильное звено полевого ремонта комбайнов, опубликованы [2]. Необходимо заметить, что при отсутствии работы по ремонту комбайнов слесари-ремонтники ремонтируют разорванные приводные и транспортные цепи, собирают баллоны – комкодавители и выполняют другие работы, связанные с комплектованием запасных узлов и агрегатов, а также проводят плановое техническое обслуживание комбайнов.

Таблица — Оптимальные значения основных показателей резервирования картофелеуборочных комбайнов

Количество комбайнов в уборочном комплексе	Оптимальный резерв комбайнов	Коэффициент эксплуатационной надежности	Количество ремонтных звеньев
5	0	0,810	1
6	1	0,799	1
7	0	0,865	2
8	1	0,866	2
9	1	0,858	2
10	1	0,850	2

Для крупных кормоуборочных комплексов оптимальной является работа системы обслуживания с взаимопомощью постов: в этом случае нет необходимости создавать полнокомплектный резерв. Проведенные исследования и практический опыт позволили сделать следующие выводы об эффективности полнокомплектного резервирования машин при обеспечении эксплуатационной надежности машинного парка технологических комплексов.

### Заключение

Эффект резервирования существенно зависит от уровня безотказности машин и оперативности устранения отказов, характеризуемых единым показателем – приведенной плотностью потока отказов (отношением параметра потока отказов к параметру потока восстановления). Чем выше этот показатель, тем больший достигается эффект. При резервировании работоспособность машинного парка обеспечивается при меньшей напряженности работ в системе ремонта. Резервирование позволяет снизить дефицит механизаторов и обслуживающих рабочих. Например, выведенный в резерв картофелеуборочный комбайн сокращает потребность в рабочей силе (2 механизатора – тракторист и комбайнер и 6 обслуживающих рабочих). Таким образом, резервирование полнокомплектных машин служит эффективным средством повышения производительности машинного парка, снижения загрузки системы ремонта, сокращения потребности в трудовых и материальных ресурсах для выполнения трудо- и капиталоемких технологических процессов, то есть является перспективным тактическим средством оперативного управления эксплуатационной надежностью техники.

### Литература

1. Кофман А., Крюон Р. Массовое обслуживание. Теория и приложения. Перевод с французского. – М.: Мир. 1985. – 302 с., ил.
2. Круглый П.Е. Механизация уборки картофеля с применением полнокомплектного и ползementного резерва. – В кн.: Современные технологии в АПК. – Минск, 1997.

УДК 631.43.171

### ПЛЮСЫ И МИНУСЫ ТЕХНОЛОГИИ (NO-TILL) НУЛЕВОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Янцов Н.Д., к.т.н., доцент, Вабищевич А.Г., к.т.н., доцент  
 УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»  
 г. Минск, Республика Беларусь