

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ИМПОРТНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СМЕННО-ОБМЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

*В статье рассматриваются вопросы, связанные с восстановлением импортной сельскохозяйственной техники. По мнению авторов, в современных условиях АПК необходимо развивать сеть специализированных агрегатных и агрегаторемонтных предприятий, дилерских и технических центров, направленных на производство и использование сменно-обменных элементов машин.*

**Ключевые слова:** *технический сервис, сменно-обменный элемент, импортные машины, обслуживание, ремонт, субъект, дилерский центр.*

A.V. Shisteev, M.K. Buraev

## THE RENEWAL OF THE IMPORTED AGRICULTURAL MACHINERY EFFICIENCY WITH THE USE OF THE REPLACEABLE-EXCHANGEABLE ELEMENTS

*The issues connected with the renewal of the imported agricultural machinery are considered in the article. According to the authors, in the AIC modern conditions it is necessary to develop the network of the specialized aggregate and aggregate-repairing enterprises, dealer and technical centers directed at the production and use of the machine replaceable-exchangeable elements.*

**Key words:** *technical service, replaceable-exchangeable element, imported machinery, maintenance, repair, dealer center.*

**Введение.** Сельскохозяйственные товаропроизводители на сегодняшний день наряду с отечественной техникой имеют парк техники из подержанных и новых иностранных машин, а также машин совместного производства. Весь этот парк машин требует сбалансированного развития и функционирования системы сервисного сопровождения. Владельцы современных мощных образцов сельскохозяйственной техники нуждаются в постоянном снабжении их складов сменно-обменными элементами и запасными частями для поддержания техники в работоспособном состоянии. Простой импортной техники обходится очень дорого из-за недоиспользования заложенной в нее производительности, которая может быть выше производительности отечественных машин.

Опыт эксплуатации машин New Holland Agriculture CNH Industrial в хозяйствах Иркутской области показал, что при выходе из строя трактора или комбайна заложенный в план их работы ряд задач с большими затратами выполняется отечественными машинами, несмотря на меньшую стоимость последних. В ряде случаев отсутствие необходимой запасной части приводило к значительному простоям техники и, как следствие, к потерям урожая в целом. Поэтому назрела необходимость разработки и применения гибкой структуры технического обслуживания и ремонта техники иностранного производства с учетом факторов, воздействующих на изменение их технического состояния. Это представляет практический интерес для многих сельскохозяйственных предприятий, использующих зарубежную технику.

**Цель исследований.** Изучение возможности восстановления работоспособности сельскохозяйственной техники иностранного производства с использованием сменно-обменных элементов при техническом сервисе.

**Задачи исследований.** Анализ технологических отказов импортной сельскохозяйственной техники; оценка способов сокращения простоев машин при устранении отказов по обычной технологии и с применением сменно-обменных элементов.

**Методика и результаты исследований.** Теоретической и методической основой исследования работоспособности сельскохозяйственной техники иностранного производства явились труды отечественных и зарубежных ученых, а также практиков, в области технического сервиса, анализ

опыта работы техники зарубежных фирм в сельском хозяйстве России, организация маркетинга технических услуг и др. [4]

Причиной утраты работоспособности технических систем является целый комплекс факторов производства, эксплуатации, среды и других причин, приводящих к старению или внезапному выходу из строя агрегатов и машин [1, 2, 3].

Периодические наблюдения за работой иностранной сельскохозяйственной техники в хозяйствах Иркутской области (ООО «Луговое», ЗАО «Иркутские семена», ООО «Барки», СХ ЗАО «Наследие», ООО «Колхоз Труд») показали, что с 2010 по 2014 г. отказы зарубежных брендов носили характер внезапных, ресурсных, полных и частичных (рис. 1).

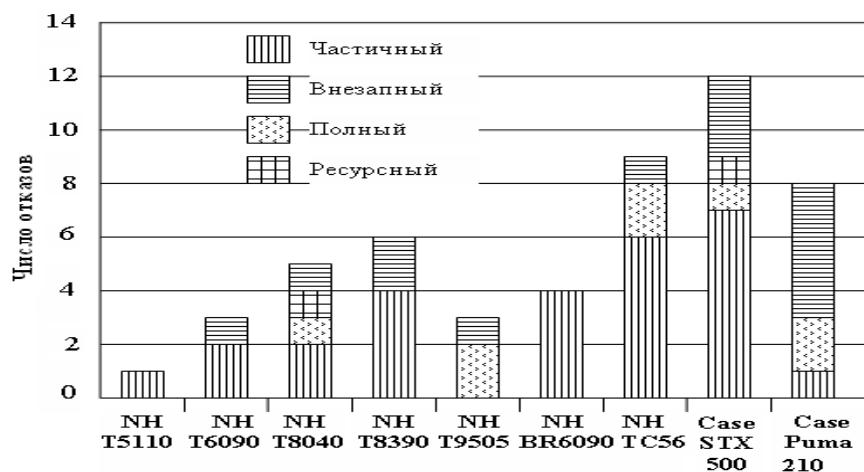


Рис. 1. Диаграмма отказов иностранной сельскохозяйственной техники

Наиболее частыми можно назвать отказы форсунок системы Common Rail из-за недостаточно частой замены оригинальных фильтрующих элементов на двигателях Cummins, Cursor и IVECO от Fiat Power Train, которые входят в группу компаний CNH Industrial. К отказам форсунок, а также электронных топливных насосов высокого давления, приводит использование фильтрующих элементов из стран Кореи и Китая, при производстве которых не соблюдаются требования к пропускной способности элементов по размеру пропускаемых частиц, крупинок грязи и воды. Загрязнения, проникающие в топливную систему, негативно влияют на состояние корпусов насосов, поршней, керамических плунжерных пар, оставляют на их стенках задиры, а это приводит к перегреву, стуку, а затем к внезапной остановке трактора (рис. 2).



а



б

Рис. 2. Отказы элементов топливной системы двигателей:  
а – задиры на поршне ТНВД New Holland T8040; б – сломанный керамический клапан

Поломки и отказы отмечаются также в работе электрических систем обеспечения комфорта, безопасности, управления монитором трактора IntelliView 3,4,5 series. Трактора и комбайны останавливаются при появлении неисправностей датчиков педали газа, блоков управления двигателем, электромагнитных сенсоров распределения давления в топливных магистралях, соленоидов управления гидравлическими автоматическими коробками передач и других элементов.

Все эти отказы успешно устраняются при применении специального диагностического оборудования и фонда сменно-обменных элементов. Наличие нужных сменно-обменных элементов во многом способствует сокращению простоев машин и увеличению коэффициента технической готовности. В этом случае коэффициент технической готовности можно определить по формуле (1):

$$\alpha_{\tau} = \frac{1}{1 + B_p \cdot Q} = \frac{1}{1 + B_p T_n V}, \quad (1)$$

где  $B_p = D_p / Q$  – удельные простои машин с потерей рабочего времени за эксплуатационный цикл машины во всех видах ТО и ремонта, в том числе с использованием сменно-обменных элементов, дн/мото-ч;

$D_p$  – время нахождения машины на ТО и ремонте, ч;

$T_n$  – продолжительность рабочей смены, ч;

$V$  – интенсивность эксплуатации, га/см.

$Q$  – планируемая годовая наработка машины, мото-ч.

Общий простой машины с потерей рабочего времени за определенный период работы складывается из  $n$  простоев в результате отказов различных агрегатов и систем. В этом случае средняя наработка на отказ  $\bar{x}_{np}$ , вызывающий простой машины, определяется по формуле (2):

$$\bar{x}_{np} = \frac{Q}{n}, \quad (2)$$

Тогда при средней продолжительности одного простоя продолжительность простоя машины за эксплуатационный цикл будет равна

$$D_p = \bar{t}_{np} \cdot n, \quad (3)$$

следовательно,

$$\frac{D_p}{D_{\Sigma}} = \frac{\bar{t}_{np} \cdot n \cdot q_{cc}}{Q} = \frac{\bar{t}_{np} \cdot n \cdot q_{cc}}{\bar{x}_{np} \cdot n} = \frac{\bar{t}_{np} \cdot q_{cc}}{\bar{x}_{np}}, \quad (4)$$

где  $D_{\Sigma}$  – продолжительность эксплуатационного цикла машины, ч;

$\bar{t}_{np}$  – средняя продолжительность простоя в рабочее время машины (когда устраняется отказ или неисправность), характеризующая уровень применения сменно-обменных элементов при ТО и ремонте (или эксплуатационная технологичность), ч;

$\bar{x}_{np}$  – средняя наработка на отказ, определяющая надежность машины, условия эксплуатации, а также качество проведения ТО и ремонта, мото-ч;

$q_{cc}$  – среднесуточная наработка, характеризующая условия и интенсивность эксплуатации машины, мото-ч.

С учетом (4) из выражения (1) следует:

$$\alpha_{\tau} = \frac{1}{1 + q_{cc} \frac{\bar{t}_{np}}{x_{np}}} = \frac{1}{1 + q_{cc} B_p} = \frac{1}{1 + q_{cc} \cdot \bar{t}_{np} \cdot \omega_{np}}, \quad (5)$$

где  $\omega_{np}$  – параметр потока отказов, вызвавших простой машин с потерей рабочего времени.

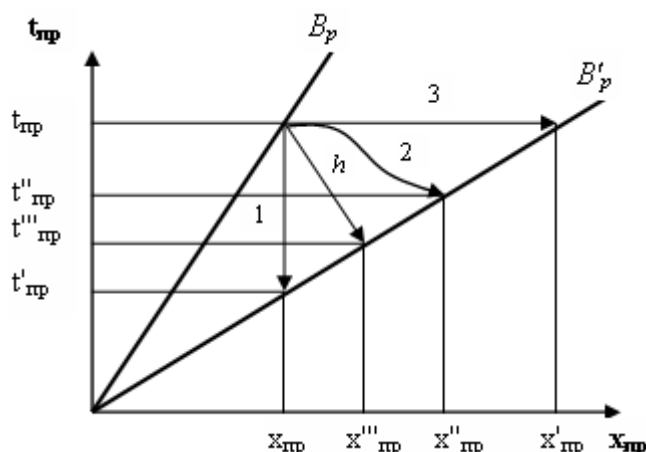


Рис. 3. Способы сокращения удельного простоя машины при восстановлении работоспособности:  $B_p$  – по обычной технологии (с транспортировкой машины в мастерскую);  $B'_p$  – по технологии оперативного устранения отказов с использованием сменно-обменных элементов

Из рис. 3 видно, что удельный простой в ремонте определяется тангенсом угла наклона линии  $B_p$  к оси абсцисс, а переход от исходного значения  $B_p$  к необходимому (с применением сменно-обменных элементов)  $B'_p$  возможен:

- при сокращении средней продолжительности простоя при оперативном устранении отказов и неисправностей (вектор 1) с применением сменно-обменных элементов, а также путем совершенствования технологии и организации ремонтно-обслуживающих воздействий при текущем ремонте, улучшении технологической базы;
- увеличении средней наработки на случай ремонта (вектор 3) за счет повышения качества ремонта машин, «омоложения» парка и др.;
- комбинации этих способов (вектор 2).

Иными словами, для ИТС появляются варианты решений:

$$B'_p = \frac{\bar{t}_{np}}{x'_{np}} = \frac{\bar{t}'_{np}}{x_{np}} = \frac{\bar{t}''_{np}}{x''_{np}}. \quad (6)$$

При заданном изменении целевого показателя удельного простоя  $B_p \rightarrow B'_p$  необходимые изменения показателей по средней наработке  $\bar{x}_{np}$  и продолжительности простоя  $\bar{t}_{np}$  определяются следующим образом.

1. При изменении только  $t_{np}$  (траектория 1 на рис. 3,  $\bar{x}_{np} = \text{const}$ ):

$$\bar{t}'_{np} = \frac{\bar{t}_{np} \cdot B'_p}{B_p}. \quad (7)$$

2. При изменении только  $x_{np}$  (траектория 3 на рис. 3,  $\bar{t}_{np} = \text{const}$ ):

$$\bar{t}'_{np} = \frac{\bar{x}_{np} \cdot B_p}{B'_p}. \quad (8)$$

3. При кратчайшей траектории от  $B_p$  к  $B'_p$  (траектория  $h$  на рис. 3):

$$h = t_{np} \cdot \cos \beta \cdot \left( 1 - \frac{B'_p}{B_p} \right), \quad (9)$$

где

$$\operatorname{tg} \beta = B'_p = \frac{\bar{t}_{np}}{x'_{np}} = \frac{t'_{np}}{x_{np}} = \frac{\bar{t}'''_{np}}{x'''_{np}}. \quad (10)$$

Рациональная траектория определяется соотношением затрат на изменение продолжительности простоя машин [2]:

$$З = \Delta Ц \cdot П(x, t) \cdot \Delta З(x, t), \quad (11)$$

где  $\Delta Ц \cdot П(x, t)$  – изменение продолжительности простоя машин для  $\bar{x}_{np}$  и  $\bar{t}_{np}$ ;

$\Delta З(x, t)$  – удельные затраты на изменение (увеличение или сокращение) продолжительности простоя машин.

Например, на тракторе New Holland TD5110 в ООО «Луговое» Иркутского района, отработавшем с момента приобретения в апреле 2014 г. 820 мото-ч, случился один эксплуатационный отказ, на устранение которого было потрачено 3 ч и проведено три плановых технических обслуживания общей длительностью 18 ч. При использовании фонда сменно-обменных элементов общее время простоя машины составило 9,5 ч. Здесь  $B_p = 0,875 \text{ сут}/100 \text{ мото-ч}$ ;  $B'_p = 0,595 \text{ сут}/100 \text{ мото-ч}$ ;  $\bar{t}_{np} = 3 \text{ дня}$  и  $\bar{x}_{np} = 820 \text{ мото-ч}$ ;  $\bar{t}'_{np} = 3 \cdot 0,395 / 0,875 = 1,35 \text{ дня}$ ;  $\bar{x}'_{np} = 0,875 \cdot 820 / 0,595 = 1205,8 \text{ мото-ч}$ .

При кратчайшей траектории  $\bar{t}'''_{np} = 0,45 \text{ сут}$ ,  $\bar{x}'''_{np} = 910 \text{ мото-ч}$ ,  $B'_p = 0,012 \text{ сут}/100 \text{ мото-ч}$ ;

Если в рассмотренном примере  $\Delta З(x)$  составляет 1,2 тыс. руб., при увеличении наработки на ремонт на 100 мото-ч, а  $\Delta З(t) = 1,0 \text{ руб.}$  при сокращении простоя в ремонте на 0,5 смены, то затраты соответственно составят:

- при изменении только наработки:

$$З_1 = (1205,8 - 820) \cdot 1,2 = 426,9 \text{ тыс. руб.};$$

- при изменении только продолжительности простоя:

$$З_2 = (3 - 1,35) \cdot 50 \cdot 1,0 = 82,5 \text{ тыс. руб.};$$

- при кратчайшей траектории:

$$З_n = (910 - 820) \cdot 1,2 + (3 - 0,45) \cdot 50 \cdot 1,0 = 225 \text{ тыс. руб.}$$

Поэтому, как правило, при большой начальной наработке  $x_{np}$ , т.е. высоком уровне эксплуатационной надежности, наибольший эффект по сокращению удельного простоя и соответственно увеличению коэффициента технической готовности дает уменьшение средней продолжительности простоя, т.е. применение сменно-обменных элементов и совершенствование технологии и организации ремонтно-обслуживающих воздействий при текущем ремонте.

**Заключение.** Установлено, что отказы импортной сельскохозяйственной техники носят частичный (57 %), внезапный (29 %), ресурсный (3,4 %) и полный (15,7 %) характер. Оперативное устранение отказов машин с использованием сменно-обменных элементов ведет к снижению удельного времени простоя техники, повышению работоспособности и эффективности машин. Наибольший эффект по сокращению удельного простоя трактора New Holland TD5110 при устранении отказов дает использование сменно-обменных элементов.

### Литература

1. Бураев М.К., Охотин М.В. Производственно-техническая эксплуатация машинно-тракторного парка в АПК Байкальского региона: монография. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2013. – 264 с.
2. Бойко Н.И., Санамян В.Г., Хачкина А.Е. Сервис самоходных машин и автотранспортных средств: учеб. пособие. – Ростов н/Д.: Феникс, 2007. – 512 с.
3. Шистеев А.В., Бураев М.К. Повышение ремонтной технологичности сельскохозяйственных тракторов с применением сменно-обменных элементов / А.В. Шистеев // Экологическая безопасность и перспективы развития аграрного производства Евразии: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2013. – С. 13–15.
4. Смехов А.А. Введение в логистику. – М.: Транспорт, 1993.



УДК 621.22

Л.А. Саплин, О.С. Пташкина-Гурина, О.С. Волкова

### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ОБЗОР И ОЦЕНКА РОССИЙСКИХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ГИДРОТАРАННЫХ УСТАНОВОК

*В статье рассматриваются вопросы повышения эффективности агропромышленного производства путем внедрения энергосберегающих технологий, использующих энергию возобновляемых источников. Предложено применение гидротарана в системах сельского водоснабжения, установленного на существующих низконапорных гидроузлах неэнергетического назначения. Для удобства выбора потребителем той или иной конструкции гидротаранной установки приведен анализ технических и ценовых характеристик гидротаранов отечественных и зарубежных производителей.*

**Ключевые слова:** гидротаран, гидроэнергетический потенциал, возобновляемые источники энергии, энергосбережение.

L.A. Saplin, O.S. Ptashkina-Girina, O.S. Volkova

### COMPARATIVE REVIEW AND ASSESSMENT OF THE RUSSIAN AND FOREIGN HYDRAULIC RAM SYSTEMS

*The issues of the agro-industrial production efficiency increase by the introduction of the energy saving technologies using the renewable source energy are considered in the article. The application of the hydram installed on the existing low pressure water-engineering systems of the non-power function in the rural water supply systems is offered. For the convenience of choice of one or another hydraulic ram system design by the consumer, the analysis of the technical and price characteristics of the hydraulic ram systems of the domestic and foreign manufacturers are given.*

**Key words:** hydraulic ram, hydropower potential, renewable energy sources, energy saving.

---

**Введение.** Энергообеспеченность сельских потребителей имеет ряд специфических особенностей: неравномерное распределение потребителей по территории, их малая единичная мощность, большая протяженность электрических сетей, значительная часть которых в настоящее время небезопасна или непригодна для дальнейшей эксплуатации, частые перебои централизованного энергоснабжения [1]. Наиболее ощутимы эти особенности в фермерских хозяйствах или хозяйствах индивидуальных предпринимателей. Одним из стратегических путей повышения эффективности агропромышленного производства является повышение технологического уровня производства пу-