

УДК 631.3.004.8:339.13

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОТРЕБНОСТИ И ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ДИЛЕРСКИХ ТЕХНИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ

**В.П. Миклуш<sup>1</sup>, к.т.н., профессор, Л.В. Барташевич<sup>2</sup>, к.т.н., доцент**  
<sup>1</sup>УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
<sup>2</sup> «РУП «Минский тракторный завод», г.Минск, Республика Беларусь

*Приведена методика обоснования потребности в технологическом оборудовании и оснастке для дилерских технических центров. Для оценки конкурентоспособности различных видов технологического оборудования рекомендуется использовать частные методики, учитывающие общие и индивидуальные особенности каждого его вида (типа) и включать систему взаимосвязанных обязательных и дополнительных показателей качества, коэффициенты весомости, последовательность оценки каждого показателя, шкалы балльных оценок, порядок подсчета обобщенной оценки и её граничные значения.*

### Введение

В качестве технологического оборудования для дилерских технических центров рекомендуется применять стационарные, передвижные и переносные станки, стенды, оборудование, приспособления, инструмент и производственный инвентарь, необходимые для обеспечения производственного процесса [1].

Технологическое оборудование по производственному назначению подразделяется на основное (станочное, демонтажно-монтажное и т.д.), комплексное, подъемно-осмотровое, подъемно-транспортное, общего назначения (стеллажи, верстаки и т.д.), складское.

### Основная часть

Номенклатура и число единиц технологического оборудования определяются в зависимости от размера дилерского центра с учетом его специализации по определенной модели машин или видам работ.

Число единиц основного оборудования может быть определено:

- 1) по трудоемкости работ и фонду рабочего времени оборудования;
- 2) по объему выполняемых работ на данном оборудовании и его производительности.

В первом случае количество единиц оборудования рассчитывают по формуле [2]

$$n_{об} = T_o / (\Phi_{о.о} C \eta_u), \quad (1)$$

где  $T_o$  – трудоемкость работ, выполняемых на оборудовании данного вида, чел.-ч;

$\Phi_{o.o}$  – действительный годовой фонд времени оборудования при работе в одну смену, ч;

$C$  – число рабочих смен;

$\eta_u$  – коэффициент использования оборудования по времени (определяется как отношение времени работы оборудования в течение смены к общей продолжительности смены).

По формуле (1) рассчитывают количество металлорежущих станков, число единиц сварочного оборудования, стендов для разборки и сборки. Заточные настольно-сверлильные и обдирочно-шлифовальные станки принимают без расчета.

Во втором случае для расчета количества оборудования по объемам выполняемых работ пользуются формулой

$$n_{об} = W_{o.p} / (g_{ч} \Phi_{o.o} \eta_z \eta_u), \quad (2)$$

где  $W_{o.p}$  – объем работ, выполняемых данным видом оборудования;

$g_{ч}$  – часовая производительность одной единицы оборудования;

$\eta_z$  – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования.

Объем выполняемой работы в зависимости от предназначения оборудования может иметь разное измерение:

– для моечных машин - общая масса деталей (сборочных единиц), подлежащих мойке за год, кг., (для наружной мойки – количество проведенных ТО и ремонтов за год, шт.);

– для наплавочных аппаратов (установок) - масса наплавляемого металла, кг.;

– для термических печей - масса закаливаемых или цементируемых деталей, т.;

– для установок газопламенного напыления - площадь восстанавливаемой поверхности деталей, см<sup>2</sup> и т. д..

При расчете оборудования для наружной мойки машин и стационарных диагностических стендов используется формула

$$n_{об} = \frac{N_{сут} \cdot \eta_u}{g_{об} \cdot t_{см} \cdot C \cdot \eta_u}, \quad (3)$$

где  $N$  – суточная программа работ данного вида;

$\eta_u$  – коэффициент, учитывающий неравномерность поступления объектов;

$g_{об}$  – производительность единицы оборудования, объект/ч.

Количество стендов для обкатки и испытания двигателей определяют

по формуле

$$n_{cm} = (N_{\delta} t_u + N_{n.u} t_{n.u}) / (\Phi_{\delta.o} \eta_u), \quad (4)$$

где  $N_{\delta}$  - количество двигателей, прошедших ремонт за год;  
 $t_u$  - продолжительность обкатки и испытания двигателя (с учетом времени на установку и снятие со стенда);  
 $N_{n.u}$  - количество повторных испытаний;  
 $t_{n.u}$  - продолжительность повторных испытаний, ч;  
 $\eta_o$  - коэффициент использования оборудования по времени (принимают  $\eta_o = 0,85 \dots 0,9$ ).

Потребное количество подъемно-транспортного оборудования определяется по формуле

$$n_{n.e} = \frac{Q_{nm} \cdot \eta_n}{\Pi_{\gamma}}, \quad (5)$$

где  $Q_{nm}$  - годовой объем механизированных работ, т;

$\Pi_{\gamma}$  - годовая эксплуатационная производительность подъемно-транспортного оборудования, т;

$\eta_i$  - коэффициент неравномерности грузопотока ( $\eta_i = 1, 2 - 1, 4$ ).

Количество подъемно-транспортных средств циклического действия (кран-балок, талей, погрузчиков, кран-штабелеров) определяется по годовому или суточному объему транспортируемых грузов по каждому грузопотоку

$$n_{кр} = \frac{G_c \cdot \eta_n \cdot T_u}{60 \cdot \Phi_{\delta.o.c} \cdot q \cdot k_b \cdot k_r}, \quad (6)$$

где  $G_c$  - суточный объем переработки грузов, т;

$T_u$  - время полного рабочего цикла (одной подъемно-транспортной операции), мин;

$q$  - грузоподъемность подъемно-транспортного средства, т;

$k_b$  - коэффициент использования оборудования по времени ( $k_b = 0,8-0,9$ );

$k_r$  - коэффициент использования оборудования по грузоподъемности ( $k_r = 0,75-0,9$ );

$\Phi_{\delta.o.c}$  - действительный суточный фонд времени работы подъемно-транспортного средства с учетом числа смен, ч.

Согласно норм технологического проектирования, коэффициенты загрузки основного технологического оборудования должны быть не ниже:

- для наружной мойки, очистки агрегатов, узлов, деталей, диагностического, контрольно-испытательного – 0,5;
- для сварочного, кузнечно-прессового, окрасочно-сушильного – 0,6;
- для разборочно-сборочного, металлообрабатывающего – 0,7.

Количество единиц производственного инвентаря (верстаков, стеллажей и др.) определяется по числу работающих в наиболее загруженной смене.

Потребность в складском оборудовании (стеллажей, подставок, контейнеров, поддонов) рассчитывается по номенклатуре и размерам складских запасов.

Модели технологического оборудования следует уточнять по номенклатурным каталогам заводов-изготовителей и типажам перспективных типов оборудования, намечаемого к производству.

Количество единиц оборудования, используемого периодически (не имеющего полной нагрузки), устанавливается комплектно по табелю оборудования для данного производственного подразделения. Следует отметить, что количество единиц подъемно-осмотрового, подъемно-транспортного оборудования зависит также от числа и специализации постов технического обслуживания и текущего ремонта, уровня механизации производственных процессов.

При выборе оборудования значительное внимание уделяется его качеству – совокупности свойств, обуславливающих его пригодность удовлетворять потребности технологического процесса и необходимых для всесторонней оценки на соответствие назначению и требованиям. Эти свойства характеризуются рядом показателей (показатели качества), которые понимаются как мера совершенства и прогрессивности и являются основой для количественной оценки технического уровня оборудования, опираясь на которую можно выбрать наилучшее из предлагаемых на рынке предложений.

Номенклатура показателей качества ремонтно-технологического оборудования включает:

- показатели назначения (количество обслуживаемых объектов, вместимость, высота подъема, габаритные размеры, время выполнения технологической операции и др.), характеризующие производительность рабочего процесса, эксплуатационные возможности, диапазон функционирования, точность выполнения рабочего процесса и др.
- показатели надежности (наработка на отказ, ресурс, срок службы, время восстановления работоспособного состояния), характеризующие такие свойства как безотказность, долговечность, ремонтпригодность;
- показатели экономичности (расход воды, воздуха, масла, электрической энергии, установленная мощность, удельные показатели на один обслуживаемый объект), характеризующие экономичность расхода материалов и энергии;

– показатели эргономичности (усилие на рабочих органах ручного привода или управления, усилие перемещения, реактивный момент, передаваемый на руки рабочего), характеризующий соответствие силовым возможностям человека;

– экологические показатели (занимаемая площадь, объем помещения и др.), характеризующие рациональность использования помещения;

– показатели безопасности (уровень звуковой мощности в октавных полосах частот, виброускорение и др.), характеризующие физическое воздействие шума и вибрации.

В нормативных и методических документах, разработанных в последнее время и регулирующих вопросы управления качеством продукции, может применяться и иная классификация показателей качества.

Применяемость показателей качества ремонтно-технологического оборудования в стандартах, ТЗ на ОКР, ТУ, КУ для групп однородной продукции регламентируется требованиями ГОСТ и стандартов системы менеджмента качества предприятия. В свою очередь, процедура оценки качества оборудования понимается как совокупность операций сравнения всех показателей качества данного оборудования с соответствующими нормативными показателями или показателями аналога.

В условиях конкуренции при продвижении на рынке любого товара, в том числе и технологического оборудования, вместе с техническим уровнем оцениваются и такие факторы, как: система сервисного сопровождения; возможность индивидуальной работы с отдельными клиентами; доверие к торговой марке производителя; возможность и условия предоставления кредита и гарантии; наличие отдельных функций или составных частей, интересующих конкретного клиента (группу клиентов); спрос на принципиальную схему оборудования; внешний вид; степень и характер автоматизации; предоставление дополнительных услуг, в том числе и возможность использования оборудования под конкретно взятые условия эксплуатации (предлагаемые модификации и различные комплектации оборудования); дизайн оборудования, его цена; эффективное представление в ходе рекламной кампании возможностей предлагаемого оборудования.

Вместе с тем более привлекательным на рынке может оказываться и технологическое оборудование с менее высокими показателями качества, но, к примеру, более дешевое и с высоким уровнем сервисного сопровождения. Однако следует особо подчеркнуть, что оценивать конкурентоспособность технологического оборудования корректно только при условии соответствия каждой из рассматриваемых моделей действующим нормам промышленной безопасности, поскольку в противном случае преимущество таких моделей перед конкурентами будет достигнуто за счет частич-

ного или полного игнорирования требований безопасности при эксплуатации, что, разумеется, недопустимо.

С задачей оценки конкурентоспособности технологического оборудования сталкиваются все участники этого сектора рынка и на всех этапах его жизненного цикла:

- на этапе проектирования и реализации оборудования на рынке;
- выборе технологического оборудования для оснащения объектов на этапе разработки их технологических решений;
- оценке эффективности использования оборудования и определении направлений его дальнейшей модернизации;
- принятии решения о снятии данной модели технологического оборудования с производства.

В ряде работ предлагается определять количественную оценку конкурентоспособности технологического оборудования методом взвешенной суммы, рассчитывая безразмерный коэффициент конкурентоспособности [4]:

$$P_k = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Z_i (W_{ij} \cdot X_{ij}), \quad (7)$$

где:  $P_k$  – коэффициент конкурентоспособности отдельно взятой модели технологического оборудования;

$Z_i$  – коэффициент весомости  $i$ -ой группы показателей;

$W_{ij}$  – коэффициент весомости  $j$ -го показателя в  $i$ -ой группе показателей;

$X_{ij}$  – относительная оценка  $j$ -го показателя в  $i$ -ой группе показателей в баллах в сравнении с лучшими образцами (принятыми эталонами).

Для оценки конкурентоспособности различных видов технологического оборудования необходимо использовать частные методики, которые должны учитывать общие и индивидуальные особенности каждого его вида (типа) и включать систему взаимосвязанных обязательных (в том числе установленных действующими нормативами) и дополнительных показателей качества, их необходимое и достаточное количество для каждого вида технологического оборудования и различных условий эксплуатации, коэффициенты весомости, последовательность оценки каждого показателя, шкалы балльных оценок, порядок подсчета обобщенной оценки и её граничные значения.

При этом выбор номенклатуры показателей качества должен определяться поставленными задачами, типом технологического оборудования, а также наличием и возможностью получения объективной информации для определения их значений. Это обуславливается тем, что управленческие решения, основанные на результатах оценки конкурентоспособности технологическо-

го оборудования по данным, достоверность которых не обеспечена, приводят в конечном итоге к значительным финансовым потерям. Следует обратить внимание и на необходимость включения в методику оценки конкурентоспособности правил, которые не допустили бы «перекрытия» некоторых резко отрицательных качеств оцениваемого оборудования суммой других его положительных характеристик, что, в свою очередь, также могло бы отрицательно сказаться на достоверности полученной оценки.

Расчет коэффициента конкурентоспособности отдельно взятой модели технологического оборудования для данных условий эксплуатации (конкретной группы потребителей) проводится по выбранным показателям качества, которые формируются по группам. Для группы показателей качества и каждому показателю качества в отдельности экспертными методами рассчитываются  $(Z_i, W_{ij}, \dots)$ , позволяющие наиболее полно учесть предпочтения конкретной группы потребителей или особенности условий эксплуатации. Коэффициенты весомости определяются из условия:

$$\sum_{i=1}^m Z_i = 1; \sum_{j=1}^n W_{ij} = 1 (i = 1 - m), \quad (8)$$

Значения каждого показателя качества оцениваются по 100-балльной шкале, преобразовывая абсолютные количественные значения и качественные характеристики показателей  $(A_{ij})$ , представленных в различных единицах измерения, в единые относительные балльные оценки  $(X_{ij})$ . Для построения шкал балльных оценок устанавливаются верхние и нижние границы значений показателей с учетом особенностей каждого вида технологического оборудования. Нижней границей  $(A_{ij}^n)$  являются значения показателей качества устаревших моделей оборудования, либо такие значения показателей, при которых оборудование с худшими характеристиками не имеет смысла рассматривать с технической или экономической точек зрения, а также по соображениям безопасности его эксплуатации.

Верхней границей  $(A_{ij}^e)$  являются значения показателей качества лучших, перспективных моделей оборудования или оптимальные их значения, рассчитанные для конкретных условий эксплуатации определенного вида технологического оборудования. Значениям показателей верхней границы присваивается высший бал, а значениям показателей нижней границы – низший. Оценка в баллах промежуточных значений показателей качества технологического оборудования производится из условия:

$$X_{ij} = \frac{A_{ij} - A_{ij}^n}{A_{ij}^e - A_{ij}^n} 100, \text{ при } A_{ij}^n < A_{ij}^e, \quad (9)$$

$$X_{ij} = \frac{A_{ij}^n - A_{ij}^e}{A_{ij}^n - A_{ij}^e} 100, \text{ при } A_{ij}^n > A_{ij}^e. \quad (10)$$

Для показателей, имеющих качественную характеристику (таких, например, как уровень технического сервиса, степень доверия к торговой марке и т.п.), предлагается использовать шкалу с заранее установленными балльными оценками для каждого из уровней качества, например: 10 баллов – низкий уровень, 30 баллов – невысокий, 50 баллов – достаточный, 70 балла – высокий, 90 баллов – очень высокий; а для показателей, характеризующих наличие или отсутствием какого-либо качества (к примеру, наличие у оборудования отдельных устройств, систем или функций), выставить 100 баллов или 1 балл соответственно. Таким образом, значения показателей качества ( $A_{ij}$ ) наиболее близкие к оптимальным или к показателям лучших моделей ( $A_{ij}^n$ ) получают наиболее высокий балл и наоборот.

На основании балльных оценок значений показателей качества, рассматриваемых моделей технологического оборудования, для каждой из них подсчитывают коэффициент конкурентоспособности ( $D$ ) с учетом весомости каждого из рассматриваемых показателей. При выборе из конкурирующих моделей технологического оборудования предпочтение отдается той из них, которая имеет наибольший коэффициент конкурентоспособности.

Рассчитываемый по указанной методике коэффициент конкурентоспособности наиболее полно характеризует степень удовлетворения потребителя рассматриваемой моделью технологического оборудования, а также позволяет сделать объективные выводы о степени ее пригодности выполнять свои функции для конкретных условий эксплуатации. Балльные оценки значений показателей качества ( $X_{ij}$ ), представленные в единой форме для нескольких конкурирующих моделей технологического оборудования, позволяют определить в чем конкретно одна модель превосходит другую, а в чем и насколько ей уступает по всему спектру принятых к рассмотрению показателей качества.

Оценка механизации производственных процессов технического обслуживания и ремонта проводится по двум показателям – уровню механизации и степени механизации, которые определяются на основе анализа операций технологических процессов и применяемого при их выполнении оборудования.

Уровень механизации  $У$  представляет собой долю (в процентах) механизированного труда в общих затратах

$$У = 100 \frac{T_m}{T_\Sigma}, \quad (11)$$

где  $T_m$  — трудоемкость механизированных операций технологического процесса (по применяемой технологической документации), ч;

$T_\Sigma$  — общая трудоемкость всех операций, ч.



Степень механизации  $\tilde{N}_i$  определяется долей (в процентах) замещения рабочих функций человека применяемым технологическим оборудованием в сравнении с полностью автоматизированным технологическим процессом

$$C_m = 100 \frac{z_1 N_{m_1} + z_2 N_{m_2} + z_3 N_{m_3} + z_{3,5} N_{m_{3,5}} + z_4 N_{m_4}}{4H}, \quad (12)$$

где  $z_1, z_2, z_3, z_4$  – звенность применяемого оборудования, равная соответственно 1,2,3,4;

$N_{i_1}, N_{i_2}, N_{i_3}, N_{i_{3,5}}, N_{i_4}$  – число механизированных операций с применением оборудования для дилерского центра;

4 – максимальная звенность оборудования для дилерского центра;

$H$  – общее число операций.

Замещение рабочих функций человека оценивается с помощью так называемой звенности оборудования  $z$ . При этом средства механизации, в зависимости от замещаемых функций человека, подразделяются на следующие:

– ручные орудия труда (гаечные ключи, отвертки и др.) для которых звенность  $z=0$ ;

– машины ручного действия без подвода внешнего источника энергии (пресс, дрель, диагностические приборы и др.) для которых  $z=1$ ;

– механизированные ручные машины с подводом внешнего источника энергии (электрозаточный станок, электродрель, пневмогайковерт и др.) для которых  $z=2$ ;

– механизированные машины без системы автоматического управления (универсальные станки, прессы, кран-балки, диагностические стенды и т.д.) для которых  $z=3$ ;

– машины полуавтоматы – автоматические воздухораздаточные колонки, автоматические мойки без конвейеров, автоматическое диагностическое оборудование для которых  $z=3,5$ ;

– машины – автоматы (автоматические мойки, сушильные и окрасочные камеры) для которых  $z=4$ .

Уровень механизации процессов ТО и ТР по каждому типу машин для дилерского центра в целом определяется из выражения

$$Y_m = 100 \frac{T_{M_{ТО,ТР}}}{T_{\Sigma_{ТО,ТР}}}, \quad (13)$$

где  $T_{M_{ТО,ТР}}, T_{\Sigma_{ТО,ТР}}$  – соответственно трудоемкость механизированных операций и общая трудоемкость всех операций ТО, диагностики, текущего ремонта, ч.

Степень механизации процессов ТО и ТР по каждому виду машин, обслуживаемых для дилерским центром в целом рассчитывается по формуле

$$C_m = 100 \frac{1N_{M_{1ТО.ТР}} + 2N_{M_{2ТО.ТР}} + 3N_{M_{3ТО.ТР}} + 3,5N_{M_{3,5ТО.ТР}} + 4N_{M_{4ТО.ТР}}}{4H}, \quad (14)$$

где  $N_{M_{1ТО.ТР}} = N_{M_{1ТО}} + N_{M_{1ТР}} + N_{M_{1Д}} + N_{M_{1ТРпост}} + N_{M_{1ТРуч}}$ ,

...

$$N_{M_{4ТО.ТР}} = N_{M_{4ТО}} + N_{M_{4ТР}} + N_{M_{4Д}} + N_{M_{4ТРпост}} + N_{M_{4ТРуч}}$$

где  $N_{M_{1ТО}}$ ,  $N_{M_{1Д}}$ ,  $N_{M_{1ТР}}$ ,  $N_{M_{1ТРпост}}$ ,  $N_{M_{1ТРуч}}$  – число механизированных операций, выполняемых в процессе работ по техническому обслуживанию, диагностике (Д), текущему ремонту (ТР), постовых и участковых работ по ТР, с применением оборудования со звенностью  $z = 1-4$ .

Для ремонтных мастерских (станций технического обслуживания) в составе дилерских технических центров уровень механизации и автоматизации производств по видам работ должен быть не ниже:

- моечно-очистные работы – 30-40 %;
- техническое обслуживание – 25-30 %;
- текущий ремонт – 20-25%.

Доля рабочих, занятых ручным трудом, должна быть не более 25-35 %.

Если рассчитанные показатели уровня механизации окажутся ниже рекомендуемых, следует предусмотреть дополнительные меры по механизации работ, выполняемых вручную, по замене оборудования некоторых видов на более производительное.

### Заключение

1. Номенклатура и число единиц технологического оборудования определяются в зависимости от размера дилерского центра с учетом его специализации по определенной модели машин или видам работ.

2. Количество единиц оборудования может быть определено исходя из трудоемкости работ и фонда рабочего времени оборудования или по объемам выполняемых работ и производительности конкретного оборудования.

3. Для оценки конкурентоспособности различных видов технологического оборудования предлагается использовать частные методики, учитывающие общие и индивидуальные особенности каждого его вида (типа) и включающих систему взаимосвязанных обязательных (в том числе установленных действующими нормативами) и дополнительных показателей качества, их необходимое и достаточное количество для каждого вида оборудования и различных условий эксплуатации, коэффициенты весомости, последовательность оценки каждого показателя, шкалы балльных оценок, порядок подсчета обобщенной оценки и её граничные значения.

### Литература

1. Пучин Е.А., Дидманидзе О.Н., Корнеев В.М. Средства технологического оснащения в системе технического сервиса АПК. Научно-практическое издание. – М.: УМЦ «Триада», 2004. – 100 с.
2. Миклуш В.П. Организация ремонтно-обслуживающего производства и проектирование предприятий технического сервиса АПК / В.П. Миклуш, Т.А. Шаровар, Г.М. Уманский. – Мн.: Ураджай, 2001. – 662 с.
3. Приборы, технологии и оборудование для технического сервиса в АПК: Кат.– М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 160с.
4. Брауде В.И., Тер-Мхитаров М.С. Системные методы расчета грузоподъемных машин – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1985. – 181 с.

### **Abstract**

*The methods of justification of the necessity for repair and technological equipment and tooling for dealer technical centers are given. When selecting equipment, it is recommended to use the parameters which take into account general and specific features of each type of equipment and include the system of interconnected mandatory and optional parameters of quality, their necessary and sufficient quantity for each type of technological equipment in various operating conditions, ponderability coefficients, the sequence of evaluation of each parameter, rating scales, the order of calculation of the generalized evaluation and its limit values.*

УДК 004.9; 621.9

## **ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И СТРУКТУРА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ВЫПУСКУ И РЕМОНТУ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

**Л.М. Акулович<sup>1</sup>, д.т.н., профессор, Д.Б. Ермашкевич<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

<sup>2</sup>ОАО «Институт БЕЛОРГСТАНКИНПРОМ», г. Минск,

Республика Беларусь

*Обоснована необходимость внедрения информационных технологий для организации сквозного проектирования технологических процессов в условиях предприятий, осуществляющих производство, ремонт и сервисное обслуживание сельскохозяйственной техники. Разработана структура системы автоматизированного сквозного проектирования технологических процессов, описаны режимы работы входящих программных модулей. Предложенная концепция является основой создания алгоритмов и программ.*