

ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА БРИГАД И ЗВЕНЬЕВ ПЕРЕДВИЖНЫХ МАСТЕРСКИХ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Миклуш В.П., к.т.н., профессор; Карпович С.К., к.э.н., доцент;
Колончук В.М., Колончук М.В., инженеры
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

Рост технической оснащенности животноводческих ферм и комплексов обуславливает увеличение объемов монтажных, пусконаладочных, а также работ по техническому обслуживанию и ремонту машин и оборудования. При их выполнении широко используются передвижные мастерские. Для инженерно-технической службы они являются не только основным связующим звеном между объектом и производственной базой, но и средством выполнения значительных объемов работ силами наладчиков выездных бригад и звеньев. Передвижные мастерские одновременно используются как транспортные средства для доставки исполнителей работ на объекты, транспортировки технологической оснастки, приборов, инструмента, агрегатов и узлов обменного фонда, запасных частей и материалов.

Разнообразие объектов, значительная удаленность их от места базирования пусконаладочной организации и друг от друга, разномарочный состав мастерских и лабораторий ставят определенные проблемы в организации работ по техническому сервису с применением передвижных мастерских. В первую очередь это касается обоснования численного и квалификационного состава выездных бригад и звеньев, технологического оснащения используемых передвижных сервисных мастерских.

В настоящее время при наладке оборудования наибольшее распространение получили две формы использования передвижных мастерских, в соответствии с которыми бригада выезжает на настраиваемый объект и выполняет определенный объем работ без ограничения времени пребывания, или ежедневно возвращается на место базирования пусконаладочной организации. Оптимальный размер бригады должен соответствовать минимуму удельных затрат на единицу выполненной работы [1]:

$$q_i = q_{i.i.} + q_{c.r.} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где $q_{i.i.}$ — удельные затраты, связанные с использованием передвижной мастерской, руб./чел.-ч; $q_{c.r.}$ — удельные затраты на оплату труда наладчиков, руб./чел.-ч.

Общее время переездов зависит от расстояния между пусконаладочной организацией и районным центром (или ближайшей гостиницей, находящейся в зоне настраиваемого объекта) и средней скорости движения передвижной мастерской. Переезд от места базирования пусконаладочной организации до объекта наладки и обратно осуществляется один раз за время командирования на полную или неполную рабочую неделю. В то же время переезд от районного центра (или гостиницы) до объекта наладки и обратно осуществляется ежедневно. Общее время переездов при первой (\dot{O}_1) и второй (\dot{O}_2), формах организации работ определяется из системы уравнений

$$\left\{ \begin{array}{l} T_1 = 2n_k \left(\frac{L}{V} \right) \\ T_2 = 2n_{cm} \left(\frac{L}{V} \right) \\ n_{cm} = \frac{Q}{P_{cm2}} \\ P_{cm} = \frac{Q}{T_\Sigma} \cdot t_{cm} \end{array} \right. \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} T_1 = 2n_k \left(\frac{L}{V} \right) \\ T_2 = \frac{2Q}{P_{cm1}} \left(\frac{L}{V} \right) \end{array} \right., \quad (2)$$

где L — расстояние от места расположения пусконаладочной организации до настраиваемого объекта, км;

V — средняя скорость передвижения мастерской, км/ч;

n_k — количество командирований на объект наладки за время выполнения всего объема работ;

n_{ni} — общее количество рабочих смен на выполнение всего объема работ;

P_{cm} — сменная производительность бригады (в человеко-часах) за время выполнения всего объема пусконаладочных работ на объекте при обеих формах организации работ;

Q — объем пусконаладочных работ на объекте, чел.-ч;

\dot{O}_Σ — время на выполнения всего объема работ, ч;

t_{ni} — продолжительность рабочей смены ($t_{ni} = 8,2$ ч).

Время на выполнение всего объема работ (T_Σ) равно

$$T_\Sigma = T_{nz} + T_{nz} + T_{nep} + T_n, \quad (3)$$

где T_{nz} — время работы по выполнению производственного задания, ч;

T_{nz} — время работы, не обусловленное выполнением производственного задания, ч;

T_{nep} — время регламентируемых и нерегламентируемых перерывов, ч;

T_n — время на подготовку мастерской к работе, ч.

Время выполнения производственного задания для обеих форм организации работ определяется исходя из объема пусконаладочных работ и численности бригады (звена). В процессе их выполнения наладчикам приходится выполнять случайные работы, не обусловленные выполнением производственного задания (устранение недоделок монтажа, дефектов оборудования, неточностей проектных решений). Выполнение таких работ при пусконаладке оборудования кормоцехов, отнимает у наладочного персонала около 5% фонда рабочего времени, а при выполнении электротехнических пусконаладочных работ — 20-25%. Потери времени \dot{O}_i по этим причинам приводят к снижению сменной производительности бригады наладчиков, находящейся на объекте. В то же время оснащение бригад современными диагностическими средствами позволяет снизить величину этой составляющей практически до нуля. Затраты времени на подготовку мастерской к работе для обеих форм организации определяются исходя из того, что мастерская дважды в смену разворачивается и свертывается (так как во время обеденного перерыва она используется как транспортное средство для доставки наладчиков к месту расположения столовой):

$$\begin{cases} T_{нз1.2} = \frac{Q}{n_n} \\ T_{нз1.2} = T_{нз} = \frac{Q}{n_n}, \\ T_{н1.2} = 2t_p \frac{Q}{\Pi_{см1.2}} \end{cases} \quad (4)$$

где n_n – число наладчиков в выездной бригаде;

t_p – время на развертывание и свертывание мастерской, ч.

Подставляя в формулу (3) значения затрат времени (4) для двух форм организации работ, получим

$$\begin{cases} T_{\Sigma_1} = \frac{Q}{n_n} + 2n_k \left(\frac{L}{V} \right) + \frac{Q}{n_n} + 2t_p \frac{Q}{\Pi_{см1}} \\ T_{\Sigma_2} = \frac{Q}{n_n} + \frac{2Q}{\Pi_{см1}} \left(\frac{L}{V} \right) + \frac{Q}{n_n} + 2t_p \frac{Q}{\Pi_{см2}} \end{cases} \quad (5)$$

Подставляя в формулу (2) значения \dot{O}_{Σ_1} и \dot{O}_{Σ_2} , после преобразований получим следующие выражения для сменной производительности при первой и второй формах организации работ на объекте:

$$\begin{cases} \Pi_{см1} = \frac{t_{см} - 2t_p}{\frac{1}{n_n} + \frac{2n_k}{Q} \left(\frac{L}{V} \right)} \\ \Pi_{см2} = n_n \left[t_{см} - 2 \left(\frac{L}{V} \right) - 2t_p \right] \end{cases} \quad (6)$$

Суммарные удельные затраты (q_m), связанные с использованием передвижной мастерской, складываются из затрат на реновацию (q_a), ремонт и техническое обслуживание (q_p) и топливосмазочные материалы $q_{тсм}$:

$$\begin{cases} q_m = q_a + q_p + q_{тсм} \\ q_a = \frac{B(\alpha + E_n)\gamma}{Q_\Gamma} = \frac{B(\alpha + E_n)\gamma}{n_{см} \cdot \Pi_{см}} = \frac{B(\alpha + E_n)\gamma}{N_{р\partial} \cdot t_{см}} \\ q_p = \frac{H_p \cdot L_{см}}{\Pi_{см}} \\ q_{тсм} = \frac{\mu \cdot t_{см}}{\Pi_{см}} \end{cases} \quad (7)$$

где B — балансовая стоимость передвижной мастерской с учетом затрат на ее доставку в пусконаладочную организацию, руб.;

α — норма годовых отчислений на реновацию передвижной мастерской;

E_n — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

Q_Γ — годовой объем работ, выполняемый бригадой, чел.-ч;

γ — доля выполняемого объема работ передвижной мастерской от годовой ее загрузки;

n_{ni} — количество рабочих смен;

N_{pd} — количество рабочих дней;

H_p — норма отчислений на ремонт и техническое обслуживание мастерской, руб. на 1 км;

L_{cm} — средний пробег за смену, км;

μ — удельный расход топлива, кг/км;

$q_{тсм}$ — стоимость топлива, руб. за кг.

Для первой формы организации работ L_{cm1} составит

$$L_{cm1} = \frac{2(Ln_k)}{n_{cm}}, \quad (8)$$

а для второй

$$L_{cm2} = 2L, \quad (9)$$

где L — среднее расстояние от место расположения пусконаладочной организации до наладываемого объекта, км.

Из системы уравнений (7) для, например, первой формы организации работ получим

$$q_{m1} = \frac{B(\alpha + E_n) \left[\frac{1}{n_n} + \frac{2n_k}{Q_\Gamma} \left(\frac{L}{V} \right) \right] + N_{pd} H_p L_{cm1} \left[\frac{1}{n_n} + \frac{2t_{cm}}{Q_\Gamma} \left(\frac{L}{V} \right) \right] + N_{pd} \mu b L_{cm1} \left[\frac{1}{n_n} + \frac{2\mu n_k}{Q_\Gamma} \left(\frac{L}{V} \right) \right]}{N_{pd} (t_{cm} - 2t_p)}. \quad (10)$$

Проведя математические преобразования, получим в общем виде функцию удельных затрат, связанных с использованием передвижной мастерской:

$$q_{m1} = \frac{A}{n_n} + B + \frac{C}{n_n} + E + \frac{F}{n_n} + M, \quad (11)$$

где $A = \frac{B(\alpha + E_n)}{N_{pd} (t_{cm} - 2t_p)}$; $C = \frac{H_p L_{cm1}}{(t_{cm} - 2t_p)}$; $B = \frac{2n_k (\alpha + E_n) \left(\frac{L}{V} \right)}{Q_\Gamma (t_{cm} - 2t_p)}$;

$$E = \frac{2H_p L_{cm1} n_k \left(\frac{L}{V} \right)}{Q_\Gamma (t_{cm} - 2t_p)}$$
; $M = \frac{2\mu b L_{cm1} n_k \left(\frac{L}{V} \right)}{Q_\Gamma (t_{cm} - 2t_p)}$; $F = \frac{\mu b L_{cm1}}{(t_{cm} - 2t_p)}$.

Удельные затраты на заработную плату бригады наладчиков выражаются формулой

$$q_{з1} = \frac{n_n (c_q t_{cm} + \lambda)}{\Pi_{cm}}, \quad (12)$$

где c_q — среднечасовая оплата одного наладчика (с учетом дополнительных оплат и начислений), руб./ч; λ — суточные расходы на одного командированного, руб.

Подставляя в формулу (12) значение Π_{cm} и проведя математические преобразования, получим

$$\begin{cases} q_{з1} = Nn_n + R \\ R = (c_q t_{cm} + \lambda) / (t_{cm} - 2t_p) \\ N = 2n_n (c_q t_{cm} + \lambda) (L/V) / Q_r (t_{cm} - 2t_p) \end{cases} \quad (13)$$

С увеличением численности бригады наладчиков удельные затраты на содержание передвижной мастерской монотонно убывают, а удельные затраты на заработную плату возрастают. Общие удельные затраты с увеличением численности бригады начнут расти. Наименьшее значение общих удельных затрат соответствует оптимальной численности бригады наладчиков n_n^{opt} .

Целевая функция

$$q^I = \frac{A}{n_n} + \frac{C}{n_n} + \frac{F}{n_n} + Nn_n + (B + E + M + R) \rightarrow \min \quad (14)$$

дает возможность определить оптимальный состав бригады наладчиков. Для этого необходимо исследовать функцию на экстремум, то есть взять первую производную по n_n^I от выражения (14) и приравнять к нулю. Затем необходимо решить уравнение относительно n_n^I

$$n_n^{opt} = \sqrt{\frac{A + C + F}{N}} \rightarrow n_n^I = \sqrt{\frac{Q_r [BN_{pd}^{-1}(\alpha + E_n) + 2(H_p L)n_{cm}^{-1}(P + \mu b)]}{2H_p(c_q t_{cm} + \lambda)(LV^{-1})}} \quad (15)$$

Полученное выражение позволяет определить оптимальный численный состав бригады передвижной мастерской в каждом отдельном случае для конкретных условий производства пусконаладочных работ на объекте при первой форме организации. Аналогичные подстановки и преобразования для второй формы организации работ показывают, что с увеличением численности бригады наладчиков удельные затраты уменьшаются.

Комплектование звеньев для передвижной ремонтной мастерской определяется дальностью расположения пусконаладочного объекта. Такая форма организации работы характерна для тех объектов, которые находятся на расстоянии не более 40 км от места расположения пусконаладочной организации. Выполнение работ по монтажу, пусконаладке, техническому обслуживанию и ремонту машин и оборудования животноводческих ферм и комплексов на рассредоточенных объектах требует участия исполнителей нескольких специальностей. Как показали проведенные расчеты, это достигается путем объединения их в звенья и бригады. При этом численность звеньев составляет 2-3 человека. При необходимости звенья объединяются в комплексную бригаду в составе 4-6 человек, которая в состоянии выполнить весь объем работ на объектах. На наиболее крупных объектах (комплексах, кормоцехах) работы производятся специализированными бригадами с большим количественным составом, которые могут быть доставлены 2-3 передвижными мастерскими или специальным автобусом. Оснащенность передвижных мастерских по номенклатуре и количеству технологической оснастки,

инструмента, приборов должна быть различной для выполнения работ на мелких и крупных объектах. Одним из основных путей повышения производительности труда в монтажных, пусконаладочных и ремонтно-обслуживающих организациях, наряду с дальнейшим совершенствованием организационных форм производственных процессов является совершенствование самих передвижных средств путем создания ряда унифицированных мастерок со специализацией их по видам работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Полонский Ф.А., Моисеенко В.А. К вопросу разработки унифицированных передвижных мастерских. – //Монтаж, техническое обслуживание, ремонт машин и оборудования животноводческих и птицеводческих ферм: Сб. науч. тр. ВНИИТИМЖ, 1982. – С. 45-50
2. Казаровец, Н.В. Современные технологии и технический сервис в животноводстве: монография / Н.В. Казаровец, В.П. Миклуш, М.В. Колончук, - Минск: БГАТУ, 2008. -788 с.

Аннотация

Обоснование оптимального состава бригад и звеньев передвижных мастерских для технического сервиса машин и оборудования в животноводстве

Рассматриваются вопросы обоснования оптимального состава бригад и звеньев передвижных мастерских при выполнении пусконаладочных и монтажных работ на животноводческих фермах.

Abstract

Rationale for optimum levels of mobile teams and workshops for the technical service of machinery and equipment in animal husbandry

Questions of a substantiation of optimum structure of brigades and links of mobile workshops are considered at performance starting-up and adjustment and installation works on cattle-breeding farms

УДК 631.173

ПРОБЛЕМЫ ЭФФЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ РЫНКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Сайганов Д.А., аспирант

*Белорусский государственный аграрный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

В настоящее время в агропромышленном комплексе Беларуси получает широкое развитие процесс формирования рынка сельскохозяйственной техники. Так, в рамках Государственной программы возрождения и развития села на 2005-2010 гг. за период 2005-2007 гг. на техническое переоснащение сельскохозяйственного производства было направлено 2235,8 млрд руб. Это позволило поставить в сельскохозяйственные организации республики 3723 зерно- и кормоуборочных комбайнов, 2400 энергонасыщенных тракторов «Беларусь»,