

Сопоставление расхода топлива при планировании традиционными методами (133,4 л) и при планировании посредством пакета *MATLAB* (110,4 л) показывает, что применение в указанном конкретном случае информационных технологий позволит снизить расход топлива на 17%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об утверждении Государственной комплексной программы модернизации основных производственных фондов Белорусской энергетической системы, энергосбережения и увеличения доли использования в республике собственных топливно-энергетических ресурсов на период до 2011 года: Указ Президента Респ. Беларусь, 15 нояб. 2007 г., №575 // Нац. Реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2007. – №276. – 1/9095.

2. Организация и регулирование логистических процессов и маркетинга в системе ресурсообеспечения АПК. [Электронный ресурс]: Сайт, 2009, – Режим доступа: http://www.migrobot.com/work/work_10868.html. Дата доступа: 18.07.2009.

3. Государственная программа возрождения и развития села на 2005-2010 годы; 1.4. Модернизация автомобильных дорог и развитие транспортного сообщения в сельской местности. [Электронный ресурс]: Сайт, 2009 – Режим доступа: <http://www.president.gov.by/press30954.html#doc>. Дата доступа: 18.07.2009.

4. Департамент «Белавтодор». Подведены итоги работы дорожной отрасли за первый квартал 2008 года. [Электронный ресурс]: Сайт, 2009 - Режим доступа: <http://belavtodor.belhost.by/archives/1>. Дата доступа: 5.04.2009.

5. Высоко сижу – далеко гляжу // Бел. нива. – 2009. – 16 января.

6. Ануфриев, И.Е. *MATLAB 7* / И.Е. Ануфриев, А.Б. Смирнов, Е.Н. Смирнова. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 1104 с.

УДК 621.565.(07)

ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ И ПУСКОНАЛАДОЧНЫХ РАБОТ НА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМАХ И КОМПЛЕКСАХ

*Миклуш В.П., к.т.н., проф.,
Карпович С.К., к.э.н., доц.*

(Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск)

М.В. Колончук, инженер

(РУП Минскэнерго, г. Минск)

Монтаж технологического оборудования на вновь строящихся и реконструированных фермах и последующий ввод в эксплуатацию осуществляется специализированными производственными объединениями. Они комплектуют

оборудованием и материалами объекты, а также изготавливают укрупненные узлы и блоки, металлоконструкции и нестандартное оборудование, применяемые при производстве монтажных работ. Основным показателем, характеризующим процесс монтажа и пусконаладки, является заводская готовность оборудования.

Машины, применяемые для обработки и приготовления кормов на фермах, отличаются разнообразием по назначению, устройству и обслуживанию. Для монтажа они поступают в собранном виде. Машины для внутрицеховой транспортировки кормов (элеваторы, шнековые, скребковые и ленточные транспортеры) заводы-изготовители обычно поставляют в разобранном виде. Эти машины окончательно собирают по заводской инструкции. Некоторые узлы нестандартного технологического оборудования (бункеры, течи, трубопроводы, ограждения) приходится изготавливать по месту в процессе монтажа. Это требует высокой квалификации рабочих и точного выполнения ими всех монтажных операций в соответствии с чертежами и техническими условиями.

Сложность конструкций – один из основных факторов, оказывающих наибольшее влияние на монтажепригодность оборудования. Заводская готовность оценивается коэффициентами сборки $K_{сб}$, монтажепригодности K_m и приспособленности к пусконаладке K_n .

Наиболее совершенным с точки зрения монтажа является оборудование, значение величины K_n которого близко к единице. Численные значения коэффициента заводской готовности могут варьироваться от 0 до 1. Наиболее приспособленным к вводу в эксплуатацию является оборудование, коэффициенты заводской готовности которого близки к единице. Конструктивно более совершенной считается оборудование, у которого коэффициенты технологичности и сборки имеют наибольшее значение (приближаются к единице), а коэффициент сложности – наименьшее.

$$\begin{cases} K_{сб} = \tau_s / \tau_m \\ K_m = C_0 / (C_0 + C_m) \\ K_n = C_0 / (C_0 + C_n) \end{cases} \quad (1)$$

где τ_s – продолжительность заводской сборки;

τ_m – продолжительность монтажа;

C_0 – стоимость оборудования;

$C_{м.з}$ – стоимость монтажных заготовок;

C_m – стоимость монтажа;

C_n – стоимость пусконаладки.

Трудоемкость монтажных и пусконаладочных работ оборудования характеризуют показателями технологичности операций монтажа $K_{тех}$ и эксплуатационной эффективности монтажной операции $K_{эп}$, сложности конструкции $K_{ск}$ и заводской сборки $K_{сб}$.

$$\begin{cases} K_{тех} = 1 - [t_{св} / (t_{св} + t_m)] \\ K_{эп} = t_m / (t_m + t_n) \\ K_{ск} = (t_{св} + t_m) / t_{св} \end{cases} \quad (2)$$

где $t_{св}$, t_m – время выполнения основных и вспомогательных операций;

t_n – время безотказной работы;

t_m – продолжительность монтажа;

$t_{уст}$ – время, затраченное на установку оборудования на фундамент.

С уменьшением времени вспомогательных операций коэффициент технологичности стремится к единице. Увеличение коэффициента эксплуатационной эффективности монтажной операции свидетельствует о повышении эффекта проведения монтажной операции. Удобство и трудоемкость пуска наладки определяются коэффициентом технологичности при пуска наладке K_T и удельной трудоемкостью пуска наладочных работ $t_{,д}$

$$\begin{cases} K_T = t'_0 / (t'_0 + t'_s), \\ t'_{,д} = t_{нпр} / C_0 \end{cases} \quad (3)$$

где t'_0 – основная трудоемкость пуска наладочных работ (предпусковая проверка, смазка, регулировка, обкатка, доведение оборудования до проектной производительности);

t'_s – вспомогательная трудоемкость пуска наладочных работ (монтаж и демонтаж защитных ограждений, узлов и деталей для доступа к местам регулировки);

$t_{нпр}$ – трудоемкость пуска наладочных работ;

C_0 – стоимость оборудования.

Подготовительные работы включают размещение технологического оборудования на объекте, прокладку (при необходимости) временных линий для подачи электроэнергии, устройство внутреннего и наружного освещения, устройство фундаментов под машины и подготовку траншей для укладки водопровода, канализации и общего заземления, устройство мест хранения инструмента, материалов, рабочей одежды. Оборудование располагают таким образом, чтобы на поиски и перемещение узлов и агрегатов к месту монтажа затрачивалось минимальное время. Его укладывают на деревянных подставках высотой до 150 мм, а запасные части к ним, крепеж, монтажные заготовки, электрооборудование хранят на складе. Комплектность проверяют по заводским упаковочным ведомостям. Монтажная бригада должна принимать оборудование на месте его хранения путем внешнего осмотра без разборки узлов. При этом проверяют: комплектность оборудования по заводским упаковочным ведомостям; нет ли повреждений, поломок и других дефектов; наличие технической документации. Разборку и ревизию оборудования проводят в объеме, предусмотренном техническими условиями для удаления консервирующих смазок. Смазку удаляют медными или алюминиевыми скребками, а затем детали промывают керосином и досуха протирают ветошью.

С внутренних поверхностей оборудования смазку удаляют, промывая их раствором (15±5 г/л) кальцинированной соды. При этом сборочную единицу (деталь) погружают в щелочной раствор на 5-10 мин., а затем промывают теплой и холодной водой с последующей сушкой. До начала монтажа защитные покрытия машин, предохраняющие обработанные поверхности от механических повреждений и коррозии, должны быть удалены. Консервационную смазку удаляют деревянными скребками, затем детали тщательно протирают вето-

шью (желательно хлопчатобумажной), смоченной в бензине или чистом керосине. Обнаруженные очаги коррозии устраняют при помощи пасты ГОИ. Для этого готовят пасту, состоящую из трех весовых частей пасты и одной весовой части веретенного масла. Пасту наносят на мягкую ветошь или тряпку и тщательно очищают поврежденные коррозией места.

При обнаружении дефектов, которые могут быть устранены монтажной бригадой, составляют акт на выполнение дополнительных работ. В случае обнаружения крупных дефектов вызывают представителя завода-изготовителя. Если монтажная бригада не может устранить обнаруженные дефекты собственными силами и машины нельзя отремонтировать в мастерских, то их отправляют на заводы-изготовители. Готовность объектов к монтажным работам регистрируют актом, который составляют представители строительной и монтажной организаций и технического надзора заказчика. Выполнять монтажные работы на объектах строительства, не принятых под монтаж, запрещается.

Рост технической оснащенности животноводческих ферм влечет за собой увеличение объемов монтажных, пусконаладочных работ, а также работ по техническому обслуживанию и ремонту, которые требуют все более широкого применения передвижных мастерских (рис. 1). Эта тенденция обусловлена увеличением разномарочности оборудования и небольшими объемами работ на одном объекте и необходимостью доставки к месту производства работ наладчиков значительного количества оборудования, контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации.



Рис. 1. Типы и исполнение унифицированных мастерских

Мастерские являются для инженерно-технической службы не только основным связующим звеном между объектом и производственной базой, но и средством выполнения значительных объемов работ непосредственно на объектах силами слесарей выездных бригад и звеньев. Они используются одновременно как транспортные средства для доставки запасных частей и материалов. Учитывая разнообразие налаживаемых объектов, значительную удаленность их от места базирования пусконаладочной организации и друг от друга, разномарочный состав мастерских и лабораторий, очень трудно решать вопросы эффективной организации работ с применением передвижных мастерских.

Специфика организации пусконаладочных работ с использованием передвижных мастерских состоит в том, что бригада наладчиков на специализированной передвижной мастерской, укомплектованной необходимыми для производства работ техническими средствами, выезжает на объект наладки, который находится на значительном расстоянии от места базирования пусконаладочной организации. Средний радиус обслуживаемой зоны достигает 120-150 км.

Эффективность использования передвижных мастерских во многом обуславливается численным и квалификационным составом бригад, который определяется сложностью выполняемых работ. Оптимальный размер бригады должен соответствовать минимуму удельных затрат на единицу выполненной работы:

$$q = q_m + q_s \rightarrow \min, \quad (4)$$

где q_m – удельные затраты, связанные с использованием передвижной мастерской, руб./чел.-ч;

q_s – удельные затраты на заработную плату наладчиков, руб./чел.-ч.

Амортизационные отчисления по производственной базе, заработная плата рабочих производственно-подготовительного цеха, затраты энергии в нем и другие показатели не зависят от численности бригады и в ее функциях не учитываются. При наладке оборудования бригада выезжает на налаживаемый объект и выполняет определенный объем работ без ограничения времени пребывания.

В соответствии с классификацией затрат рабочего времени $T_{об}$ оно включает время работы по выполнению производственного задания T_{ps} , время работы, не обусловленное выполнением производственного задания T_{ns} и время регламентируемых и нерегламентируемых перерывов. При пусконаладке оборудования животноводческих ферм можно допустить, что время нерегламентированных перерывов равно нулю.

В этом случае при первой и второй формах организации работ общее время выполнения всего комплекса работ $T_{об}$, необходимое бригаде, будет состоять из времени выполнения производственного задания T_{ps} , времени выполнения работ, не обусловленного выполнением производственного задания T_{nep} , времени подготовки мастерской к работе T_{ns} и времени переездов T_n :

$$T_{об} = T_{ps} + T_{nep} + T_{ns} + T_n, \quad (5)$$

Общее время переездов включает время движения от места расположения пусконаладочной организации до налаживаемого объекта и обратно. Его значение можно определить по формуле:

$$T_{пер} = 2H(L/V), \quad (6)$$

где L – часть расстояния от места расположения пусконаладочной организации до налаживаемого объекта, км; V – средняя скорость движения мастеровских, км/ч; H – количество командирований на объект наладки за время выполнения всего объема работ.

Время выполнения производственного задания T_p определяет объем пусконаладочных работ и численность звена. В процессе пусконаладки наладчикам приходится выполнять случайные работы, не обусловленные выполнением производственного задания.

Выполнение случайных работ, связанных с устранением недоделок монтажа, дефектов оборудования, неточностей проектных решений при пусконаладке оборудования кормоцехов, отнимает у наладочного персонала около 5% фонда рабочего времени, а при выполнении электротехнических пусконаладочных работ – 22%. Потери времени $T_{н}$ по этим причинам приводят к снижению сменной производительности бригады наладчиков передвижной мастерской, но, однако, они имеют место лишь у бригады, находящейся на ферме.

Однако оснащение бригад современными диагностическими средствами позволяет снизить величину этой составляющей до нуля. Тогда потери времени бригады на выполнение случайных работ в процессе наладки объекта при обеих формах организации определяют объемом работ и численностью звена.

Затраты времени на подготовку мастерской к работе для обеих форм организации в период проведения работ на объекте 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:

$$\begin{cases} T_{пр} = Q/n_n \\ T_{св} = T_{пр} = Q/n_n \\ T_n = 2t_n Q/\Pi_{см} \end{cases}, \quad (7)$$

где n_n – число наладчиков в выездной бригаде; t_n – время на разворачивание и свертывание мастерской, ч.

Подставляя в формулу (5) значения затрат времени (7), для принятой формы организации работ получим:

$$\begin{cases} T_{св} = \frac{Q}{n_n} + 2H\left(\frac{L}{V}\right) + \frac{Q}{n_n} + 2t_n \frac{Q}{\Pi_{см}} \\ \Pi_{см} = \frac{T_{см} - 2t_n}{\frac{1}{n_n} + \frac{2H}{Q}\left(\frac{L}{V}\right)} \end{cases}, \quad (8)$$

Суммарные удельные затраты q_m , связанные с использованием передвижной мастерской, складываются из затрат на реновацию q_a , ремонт и техническое обслуживание q_p и горюче-смазочные материалы q_r :

$$\begin{cases} q_m = q_a + q_p + q_r \\ q_a = \frac{B(\alpha + E_n)\gamma}{Q_r} = \frac{B(\alpha + E_n)\gamma}{ДП\Pi_{cm}} = \frac{B(\alpha + E_n)}{Д_r\Pi_{cm}} \\ q_p = PL_{cm}/\Pi_{cm} \\ q_r = \mu bL_{cm}/\Pi_{cm} \end{cases} \quad (9)$$

где B – балансовая стоимость передвижной мастерской, руб.; α – норма годовых отчислений на реновацию; E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений; Q_r – годовой объем работ, выполняемый бригадой, чел.-ч; γ – доля выполняемого объема работ передвижной мастерской от годовой ее загрузки; $Д$ – количество рабочих смен; $Д_r$ – общее число рабочих дней; 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; b – стоимость топлива, руб. за кг.

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

$$q_u = \frac{A}{n_n} + B = \frac{B(\alpha + E_n) + L_{cm}Д_r(P + \mu b)}{n_nД_r(T_{cm} - 2t_n)} + \frac{2H\left(\frac{L}{V}\right)[B(\alpha + E_n) + PL_{cm} + \mu bL_{cm}]}{Q(T_{cm} - 2t_n)} \quad (10)$$

Удельные затраты на заработную плату бригады наладчиков выражаются формулой:

$$q_s = \frac{n_n(cT_{cm} + a)}{\Pi_{cm}} \quad (11)$$

где c – среднечасовая оплата одного наладчика (с учетом дополнительных плат и начислений), руб./ч; a – суточные расходы на одного командированного, руб.

Подставляя в формулу (11) значение Π_{cm} и проведя математические преобразования, получим:

$$\begin{cases} q_s = Nn_n + R \\ R = (cT_{cm} + a)/(T_{cm} - 2t_n) \\ N = 2H(cT_{cm} + a)(L/V)/Q(T_{cm} - 2t_n) \end{cases} \quad (12)$$

С увеличением численности бригады наладчиков удельные затраты на содержание передвижной мастерской монотонно убывают, а удельные затраты на заработную плату возрастают прямолинейно численности бригады наладчиков. Общие удельные затраты с увеличением численности бригады сначала будут снижаться, а потом начнут расти. Наименьшее их значение соответствует оптимальной численности бригады наладчиков $n_{n,опт}$.

Целевая функция дает возможность определить оптимальный состав бригады наладчиков:

$$q = \frac{A}{n_n} + \frac{C}{n_n} + \frac{F}{n_n} + Nn_n + (B + E + M + R) \rightarrow \min \quad (13)$$

Для этого необходимо исследовать функцию на экстремум, то есть взять первую производную по n_n от выражения (13) и приравнять к нулю. Затем необходимо решить уравнение относительно n_n :

$$n_{n, \text{опт}} = \sqrt{\frac{A+C+F}{N}} \rightarrow n_{n, \text{опт}} = \sqrt{\frac{Q[БДГ^{-1}(\alpha + E_n) + 2(HL)m_n^{-1}(P + \mu b)]}{2H(cT_{ca} + a)(LV^{-1})}}. \quad (14)$$

Полученное выражение позволяет определить оптимальный численный состав бригады передвижной мастерской в каждом отдельном случае для конкретных условий производства пусконаладочных работ на объекте. 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 на рассредоточенных объектах требует участия исполнителей нескольких специальностей. Это достигается путем объединения их в звенья и бригады. Численность звеньев обычно не превышает 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 мастерских (на базе одной марки шасси (автомобиля) и на различных шасси) со специализацией их по видам работ. Решение вопроса унификации упрощается контейнерной упаковкой технических средств – съемное приспособление в виде стандартной емкости, служащего для перевозки грузов различными видами транспорта без перегрузки находящихся в нем грузов до склада получателя.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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.