

Н. А. МОЧУНОВА, канд. техн. наук, доцент

М. А. КАРАПЕТЯН, доктор техн. наук, профессор

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени А. К. Тимирязева», Российская Федерация, г. Москва

N. A. MOCHUNOVA, Ph. D. of Engineering, Associate professor

M. A. KARAPETYAN, Doctor of Engineering, Professor

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev", The Russian Federation, Moscow

ВОПРОСЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В РЕМОНТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПАРКА

THE ISSUES OF OPTIMIZATION OF PRODUCTION PROCESSES IN REPAIR AGRICULTURAL PARK

Аннотация. В статье представлен обзор существующих принципов и методов оптимизации размещения и функционирования ремонтного предприятия сельскохозяйственного парка. Выявлены основные достоинства и недостатки существующих методов организации и ремонта техники. Поставлены задачи для модернизации и улучшения станций технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники, вывода аналитических зависимостей и целевых функций, разработки принципов управления процессами технического обслуживания и ремонта.

Ключевые слова: ремонт машин, оптимизация ремонтного производства, критерии эффективности, станция технического обслуживания тракторов, технологический процесс.

Abstract. In the article the review of existing principles and methods of optimizing the placement and operation of repair facility agricultural Park is presented. Key strengths and weaknesses of existing methods of organization and repair of equipment are identified. The tasks for the modernization and improvement of service stations and repair of agricultural machinery, output of the analytical dependencies of target functions, the development of the principles of management of processes of maintenance and repair.

Keywords: repair machines, repair and optimize the production, efficiency criteria, station for technical service of tractors, the technological process.

В различных отраслях промышленности и сельского хозяйства, связанных с ремонтом машин и орудий, рядом авторов производилась оптимизация процесса размещения ремонтных предприятий при их проектировании. Глубоко и всесторонне были исследованы вопросы определения оптимальной производственной программы и рационального расстояния доставки ремонтного фонда И. С. Левитским. Автор показал динамику изменения себестоимости ремонтной продукции в зависимости от величины производственной программы

предприятия, суммы затрат на выплату заработной платы, величины накладных расходов и др. Особое внимание автор уделил исследованию транспортных затрат на доставку ремонтного фонда на предприятии. При этом, исходя из экономической целесообразности, получено оптимальное расстояние доставки ремонтного фонда R_{cp} , определяемое соотношением:

$$R_{cp} = 12 \sqrt[3]{\frac{D_1 \eta_n}{N_k}}, \quad (1)$$

где D_1 – затраты на оплату труда основных рабо-

чих ремонтного предприятия; η_n – коэффициент, учитывающий накладные расходы на предприятии; N_k – плотность расположения объектов.

И. С. Левитский провел обширные исследования производственного процесса специализированных ремонтных предприятий. Этот процесс он определяет как совокупность действий, в результате которых восстанавливается годность деталей, сборочных единиц агрегатов и машин в целом. В производственный процесс, по мнению И. С. Левитского, включаются некоторые подготовительные и основные технологические процессы.

Необходимыми условиями организации производственного процесса специализированного ремонтного предприятия являются четыре принципа:

1) пропорциональности, т. е. количество рабочих, станков и других параметров на отдельных работах должно быть пропорционально их трудоемкости;

2) ритмичности, т. е. соблюдения равенства затрат времени на ремонт каждого определенного объекта;

3) параллельности, т. е. включения одновременных отдельных процессов ремонта;

4) непрерывности, т. е. выполнения процессов ремонта непрерывно. Принцип непрерывности предусматривает последовательность выполнения всех операций во времени и пространстве.

И. С. Левитский установил, что основными параметрами, определяющими организацию производственного процесса специализированного ремонтного предприятия, являются такт ремонта, продолжительность пребывания объекта в ремонте и фронт ремонта.

Под тактом ремонта понимается период времени, по истечении которого на предприятие должен поступить в ремонт или выйти из ремонта очередной объект.

Установлено, что такт ремонта не является одинаковым для всех цехов, отделений и рабочих мест, в связи с чем следует различать общий такт для данного производственного процесса и частные такты ремонта и восстановления деталей в цехах, отделениях и на рабочих местах. Общий такт ремонта определяется, исходя из фонда времени ремонтного предприятия.

При этом под фондом времени ремонтного предприятия понимается время, в течение которого может работать вся совокупность его орудий и средств производства.

И. С. Левитский предлагает определять общий такт ремонта $T_{\text{общ}}$ по следующей формуле:

$$T_{\text{общ}} = \frac{\Phi_{\text{сб}}}{W_n},$$

где $\Phi_{\text{сб}}$ – количество часов работы при выполнении разборочно-сборочных операций в год; W_n – принятая годовая программа специализированного ремонтного предприятия.

Частный такт ремонта подсчитывается делением общего такта на количество однотипных конструктивных элементов в данном объекте. Другим важным параметром, определяющим организацию производственного процесса, является продолжительность пребывания объекта в ремонте. Этим параметром выражается период времени от начала первой до конца последней операции ремонта данного объекта, выполненных на предприятии.

Продолжительность пребывания объекта в ремонте наиболее точно определяется графическим путем. Для этого строится график согласования ремонтных работ. Исходными данными для построения графика являются:

1) последовательный перечень работ, составивших технологический процесс разборки и сборки; с указанием нормы времени и разряда по каждой работе. В перечень вносят и такие работы, как мойка, дефектовка деталей, обкатка и испытание ремонтируемого объекта;

2) общий такт ремонта.

Оценку правильности организации технологического процесса, спроектированного с помощью графика согласования ремонтных работ; проводят по нарастающему итогу количества человеко-часов.

Графическое проектирование технологического процесса разборочно-сборочных работ, предлагаемое И. С. Левитским, дает возможность просто и наглядно решать вопросы их рациональной организации.

К основным параметрам производственного процесса И. С. Левитский относит фронт ремонта – показатель, характеризующий количество объектов, находящихся одновременно в ремонте.

Продолжительность пребывания объекта в ремонте, такт и фронт ремонта связаны зависимостью:

$$\Phi_p = \frac{\Pi}{T_{об}}$$

где Φ_p – фронт ремонта; Π – продолжительность пребывания объекта в ремонте.

При известном такте ремонта $T_{об}$, продолжительности пребывания объектов в ремонте Π , длительности t_{max} наиболее трудоемкой и длительности наименее трудоемкой операции t_{min} технологического процесса можно определять тип ремонтного предприятия. Таким образом, при известном количестве объектов, подлежащих ремонту, классификация параметров технологического процесса, предложенная И. С. Левитским, позволяет выбирать наиболее рациональный тип процесса, а следовательно, проектировать новое ремонтное предприятие.

В результате исследований И. С. Левитского выведены зависимости для определения численности рабочих и количества оборудования для дефектовочного, механического, вулканизационного и других основных участков специализированных ремонтных предприятий.

На основании данных о количестве технологического оборудования основных цехов и участков ремонтного предприятия И. С. Левитский предлагает ряд способов расчета размеров их производственных площадей.

Таким образом, в результате исследований И. С. Левитского получен метод расчета всех основных организационных параметров предприятия, его размеров, а также размеров его участков. Этот простой и доступный метод расчета нашел широкое применение не только при проектировании ремонтных предприятий, но и при организации их производственных процессов. В нашей стране функционируют тысячи ремонтных предприятий, рассчитанных и спроектированных по методике И. С. Левитского. Эти предприятия выполняют основной объем ремонтных работ по поддержанию машинно-транспортного парка в исправном состоянии. Применительно к задачам настоящего исследования, методика расчета основных организационных пара-

метров цехов и участков специализированного ремонтного предприятия позволяет установить аналитическую связь этих параметров и объемов производства. Математическая связь объемов производства прибыли и производительности труда с основными организационными параметрами предоставляет возможность оптимизировать процесс организации производства специализированного ремонтного предприятия.

Постановка задачи оптимизации производственного процесса авторемонтного предприятия была выполнена Г. А. Малышевым. Вся совокупность факторов, воздействующих на производственный процесс авторемонтного предприятия, Г. А. Малышев предлагает разделить на четыре группы: технические, экономические, психофизиологические и социологические. Задача оптимизации производственного процесса, по мнению Г. А. Малышева, состоит в определении оптимального соотношения факторов всех групп. Это положение автор предлагает моделировать следующим образом.

Имеются:

$$F_{max} = f_1(x_1, x_2, \dots, x_r; x_{r+1}, x_{r+2}, \dots, x_k),$$

где x_1, x_2, \dots, x_r – управляемые технические факторы; $x_{r+1}, x_{r+2}, \dots, x_k$ – неуправляемые технические факторы;

$$F_{эк} = f_2(y_1, y_2, \dots, y_s; y_{s+1}, y_{s+2}, \dots, y_i),$$

где y_1, y_2, \dots, y_s – управляемые экономические факторы; $y_{s+1}, y_{s+2}, \dots, y_i$ – неуправляемые экономические факторы;

$$F_{псих.} = f_3(z_1, z_2, \dots, z_v; z_{v+1}, z_{v+2}, \dots, z_m),$$

где z_1, z_2, \dots, z_v – управляемые психофизиологические факторы; $z_{v+1}, z_{v+2}, \dots, z_m$ – неуправляемые психофизиологические факторы;

$$F_{соц} = f_4(u_1, u_2, \dots, u_w; u_{w+1}, u_{w+2}, \dots, u_n),$$

где u_1, u_2, \dots, u_w – управляемые социологические факторы; $u_{w+1}, u_{w+2}, \dots, u_n$ – неуправляемые социологические факторы.

Решение задачи состоит в отыскании некоторого оптимального значения функционала для данных конкретных условий.

В решении поставленной задачи, по мнению автора, следует исходить из основных положений теории производительности машин и труда. Ряд положений этой теории сформулирован Г. А. Шаумяном. Основные положения теории производительности машины и труда целиком относятся к авторемонтному производству:

каждая работа требует затрат времени и труда;

производительно затраченным считается только то время, которое расходуется на основные процессы.

Все остальное время, включая время на вспомогательные процессы, относится к потерям;

система производства считается идеальной, если при высоком потенциале производительности и качестве продукции отсутствуют потери времени;

для производства любых изделий, в том числе и ремонта, необходимы затраты прошлого овеществленного и живого труда;

закономерность развития техники заключается в том, что удельный вес затрат осуществленного труда непрерывно повышается, а затраты живого труда снижаются при одинаковом сокращении различных потерь, в результате чего имеется общее уменьшение затрат труда на единицу продукции.

Представив трудовые затраты, необходимые для выполнения производственного процесса в виде суммы издержек на создание средств производства, годовых издержек живого труда и годовых издержек в виде предметов труда, автор приходит к выводу, что чем больше затраты живого труда на изготовление бракованной продукции и потери рабочего времени вследствие организационных неполадок, тем ниже производительность труда.

По мнению авторов, проблема оптимизации производства сводится к нахождению наиболее рационального управления предприятием. Оптимальному состоянию производства соответствует оптимальное состояние управления.

В процессе функционирования производства под действием различных управляемых факторов всегда происходит некоторое нарушение этого соотношения. Для восстановления рационального соотношения необходимо систематическое, непрерывное корректирование функциональной системы. В качестве исходных данных для оптимизации системы необходимы:

выходные параметры функционирующей системы – выпуск ремонтной продукции, ее себестоимость и ряд других параметров;

управляемые факторы, т. е. факторы, которые могут быть изменены в процессе функционирования системы. В свою оче-

редь, эти факторы могут быть подразделены на прямые, т. е. на такие, изменение которых изменяет непосредственно значение выходных параметров; косвенные, т. е. такие, влияние которых на тот или иной выходной параметр проследить не удастся;

точки получения – сбора, т. е. источники сообщения информации о действии факторов, о размере параметров и т. п.;

количество информации в точках сбора и мощность ее в этих точках;

скорость переработки информации и выдача команд;

скорость выполнения команд и информация об их действенности в заданном направлении.

В аспекте информации проблему оптимизации авторемонтного производства автор подразделяет на решение следующих задач:

определение количества источников информации P_i и их координат X_i, Y_i, Z_i ;

выделение в каждом источнике информации полезных сигналов $W(t)$;

обеспечение максимальной скорости создания информации H и скорости ее передачи R , т. е. $H \rightarrow \max$ и $R \rightarrow \max$;

обеспечение максимального увеличения скорости переработки информации R_i ;

обеспечение скорости выдачи команд v_k и скорости реализации команд R_k .

Последние две задачи сводятся к максимизации выражения:

$$H + R + R_i + v_k + R_k \rightarrow \max.$$

Таким образом, в исследованиях Г. А. Малышева в общем виде сформулирована задача оптимизации производственного процесса авторемонтного предприятия, а также основные принципы получения и переработки информации, необходимой для управления этим процессом. Недостатком работы является отсутствие аналитических выражений, определяющих связь показателей эффективности производственных процессов с его основными параметрами, в результате чего поставленная задача не имеет конкретного практического решения.

Общие принципы обоснования развития и размещения авторемонтных предприятий были изложены А. З. Макровичем. Целью задач обоснования развития авторемонтных предприятий автор считает выбор их рациональных мощностей, степени

специализации, мест размещения и форм кооперации. В качестве критерия эффективности используется минимум суммарных затрат, которые автор подразделяет на затраты на строительство предприятия, выполнение ремонта, транспортирование ремонтного фонда.

Несколько иначе формулирует задачу размещения и развития авторемонтных предприятий В. И. Ляско. В целевую функцию автор вводит затраты на перевозку объектов ремонта между предприятиями при их кооперации, а также ограничения на используемую производственную площадь. Задача ставится следующим образом.

Требуется организовать авторемонтное производство таким образом, т. е. найти такой уровень его концентрации и специализации, при котором бы полностью удовлетворялась потребность автотранспортных предприятий в ремонтах, а сумма приведенных затрат на осуществление ремонтных работ и транспортных затрат была бы минимальной.

Методика решения задачи состоит в последовательном решении ряда задач. Исходными данными для первой служат максимально возможные площади авторемонтных заводов.

Последующие задачи решаются на основе откорректированных результатов решения первой задачи.

Вместе с тем известно, что проблема повышения эффективности ремонтного производства не решается только путем выбора рационального размещения предприятия, оптимальное размещение – это только часть решения указанной проблемы. Дальнейшее повышение эффективности оптимально размещенного предприятия происходит за счет высокого уровня организации производства, причем оба эти фактора взаимосвязаны. К сожалению, вопросы организации производственного процесса и его связь с потребностью парка машин в ремонте, как и социальные факторы, авторы не рассматривают, что значительно снижает ценность их работ.

Обращая внимание на большую теоретическую и практическую ценность отмеченных исследований, необходимо указать присущий им ряд недостатков, основными из которых являются:

отсутствие теоретической базы, позволяющей обосновать комплекс факторов, влияющих на показатели эффективности ремонтных предприятий и СТО, и выделить параметры, оказывающие наиболее заметное влияние;

оценка эффективности ремонтных предприятий и СТО по ограниченному числу параметров;

исследование зависимости критериев эффективности от ряда параметров без учета их взаимного влияния;

отсутствие аналитических зависимостей и алгоритмов расчета показателей эффективности от основных организационных и технологических параметров СТО и ремонтных предприятий;

недооценка влияния социальных, санитарно-гигиенических и психофизиологических параметров на критерии эффективности ремонтных предприятий и СТО.

Наиболее существенным недостатком выполненных ранее исследований является отсутствие комплексного подхода к оценке экономической эффективности ремонтных предприятий и СТО. Этот недостаток снижает степень достоверности их теоретических положений, обуславливает весьма значительное отличие фактических значений показателей эффективности от теоретических расчетов.

Таким образом, задачами исследования являются:

определение всего комплекса параметров территориального, технологического, организационного, социального, санитарно-гигиенического и психофизиологического плана, влияющих на эффективность ремонтных предприятий и СТО;

разработка методики ранжирования, позволяющей выделить параметры, оказывающие наиболее существенное влияние;

вывод аналитических зависимостей и целевых функций, связывающих показатели эффективности с территориальными, организационными, технологическими, социальными, санитарно-гигиеническими и психофизиологическими параметрами, а также исследование их влияния на размещение предприятия при проектировании и уровня организации производства;

вывод целевых функций, связывающих показатели эффективности пред-

приятия с комплексом параметров территориального, технологического, социального, организационного и санитарно-гигиенического плана и разработка математического метода их решения;

расчет параметров, обуславливающих оптимальные режимы работы ремонтных

предприятий и СТО при максимальных значениях показателей их эффективности;

разработка принципов управления процессами технического обслуживания и ремонта МТП, обеспечивающих работу СТО и ремонтных предприятий в оптимальных режимах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Левитский И. С. Технология ремонта машин и оборудования. М. : Колос, 1975.
2. Малышев Г. А. Справочник технолога авторемонтного производства. М. : Транспорт, 1987. 432 с.
3. Гаврилов К. Л., Забара Н. А. Дорожно-строительные машины: устройство, ремонт, техническое обслуживание: учебное пособие. К. : ГУП «Клинцовская городская типография», 2011. 320 с.

REFERENCES

1. Levitskiy I. S. Tekhnologiya remonta mashin i oborudovaniya. M. : Kolos, 1975.
2. Malyshev G. A. Spravochnik tekhnologa avtoremontnogo proizvodstva. M. : Transport, 1987. 432 p.
3. Gavrilov K. L., Zabara N. A. Dorozhno-stroitel'nye mashiny: ustroystvo, remont, tekhnicheskoe obsluzhivanie: uchebnoe posobie. K. : GUP «Klintsovskaya gorodskaya tipografiya», 2011. 320 p.

Мочунова Наталья Александровна, канд. техн. наук, доцент

E-mail: nata_kpk@mail.ru

127550, ул. Тимирязевская, д. 49

Карапетян Мартик Аршалуйсович, доктор техн. наук, профессор