УДК 004.415.2.041

СИСТЕМА РАЗРАБОТКИ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНОГО РЕШЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОРПУСА АВТОРЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

И.А. Лысак, А.А. Рекман
Томский политехнический университет
г. Томск

Статья посвящена описанию и обоснованию метода расчета мощности производственно-технической базы текущего и капитального ремонта авторемонтных предприятий.

Ключевые слова: авторемонтные предприятия, программное обеспечение.

Обоснование мощности производственно-технической базы (ПТБ) предприятия для текущего (ТР) и капитального ремонта (КР) заданного количества и номенклатуры подвижного состава требует выполнения достаточно громоздких вычислений с множеством основных и вспомогательных данных. При этом изменение хотя бы одного из вводных параметров оказывает существенное влияние на итоговые показатели расчетов и требует их полного повторения, что приводит к значительному увеличению затрат времени на расчеты.

Таким образом, целью настоящей работы являлась разработка системы, позволяющей оперативно определять ориентировочные показатели для проектирования предприятий по капитальному и текущему ремонту полнокомплектных машин и агрегатов с условной (приведенной) программой от 50 до 2000 единиц, а именно: определять условную программу ремонта предприятия на основе заданного количества полнокомплектных объектов ремонта и комплекта агрегатов; рассчитывать годовые трудоемкости работ по ремонту полнокомплектных машин и для каждого из заданной программы ремонта агрегатов; рассчитывать трудоемкость условной единицы ремонта с учетом величины программы; определять годовые трудоемкости работ по ремонту полнокомплектных машин и для каждого из заданных комплектов агрегатов; определять суммарную годовую трудоемкость работ по текущему ремонту полнокомплектных машин и агрегатов; рассчитывать годовую трудоемкость работ самообслуживания предприятия; распределять годовые трудоемкости ремонта полнокомплектных машин и агрегатов по видам работ; определять необходимое число явочных и списочных рабочих на каждом из участков предприятия в основном производстве и на работах по самообслуживанию предприятия; определять число рабочих постов на участках общей сборки полнокомплектных машин и необходимую производственную площадь; рассчитывать площади отдельных производственных участков; определять площади складских и бытовых помещений, расположенных в производственном корпусе.

Последовательное решение поставленных задач позволило сформировать алгоритм определения основных показателей авторемонтных предприятий (рисунок 1).

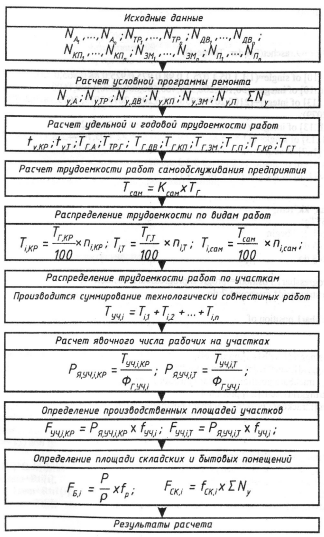

Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма определения основных показателей авторемонтных предприятий

В общем виде, условная программа ремонта для полнокомплектных машин определяется:

$$N_{У,ПК,i} = N_{ПК,i} \cdot K_{У,i},$$

где $N_{ПК,i}$ - число полнокомплектных машин *i* – той модели; $K_{У,i}$ - коэффициент приведения *i* – той модели к машине представителю.

За единицу условного ремонта принят объект с трудоемкостью капитального ремонта $t_{Э,КР}$ = 300 чел.-ч, сложившейся на предприятии с годовой программой $N_{У,Г}$ = 300 условных ремонтов полнокомплектных машин [1]. Здесь следует отметить, что объект условного ремонта по своим параметра близок к трактору МТЗ-82 (машина-представитель).

Определение ориентировочных коэффициентов $K_{У,i}$ при отсутствии справочных данных выполняется по зависимости:

$$K_{У,i} = 0{,}446\sqrt[3]{G^2},$$

где G – конструктивная масса трактора или автомобиля, т.

Если в программе ремонтного предприятия наряду с полнокомплектными машинами предусмотрен ремонт комплектов агрегатов, то для расчета условной программы ремонта агрегатов, выраженной через полнокомплектные машины, используются коэффициенты приведения $K_{А,i}$ и $K_{У,i}$. При этом условная программа на ремонт агрегатов $N_{У,А,i}$ рассчитывается по зависимости:

$$N_{У,А,i} = N_{А,i} \cdot K_{А,i} \cdot K_{У,i},$$

где $N_{У,А,i}$ - число агрегатов *i* – той модели машин; $K_{А,i}$ - коэффициент приведения агрегата к полнокомплектной машине *i* – той модели; $K_{У,i}$ - коэффициент приведения *i* – той модели к объекту представителю (к машине для которой известна трудоемкость ремонта).

Трудоемкость текущего ремонта машины – представителя принимается в объеме 70% от трудоемкости капитального ремонта. Трудоемкость условной единицы капитального или текущего ремонта ($t_{У,КР}$ или $t_{У,Т}$) корректируется коэффициентом $K_К$ [1], учитывающим ее снижение или увеличение в зависимости от суммарной величины условной программы ремонта $\Sigma N_У$ полнокомплектных машин и агрегатов на предприятии.

Независимо от величины ремонтного предприятия и способа выбора исходных данных расчет производственной программы и основных технологических показателей выполняется по нижеследующему алгоритму.

Условные программы ремонта полнокомплектных машин и агрегатов рассчитывают по общим зависимостям:
для полнокомплектных автомобилей

$$N_{У,А,i} = N_{А,i} \cdot K_{У,А,i};$$

для полнокомплектных тракторов

$$N_{У,ТР,i} = N_{ТР,i} \cdot K_{У,ТР,i};$$

для агрегатов

$$N_{У,А,i} = N_{А,i} \cdot K_{А,i} \cdot K_{У,i},$$

где $N_{У,А,i}$ и $N_{У,ТР,i}$ – условные программы ремонта автомобилей и тракторов; $K_{У,А,i}$ и $K_{У,ТР,i}$ - коэффициенты приведения автомобилей и тракторов к машине – представителю.

Суммарная условная годовая программа ремонта полнокомплектных машин и агрегатов рассчитывается суммированием условных программ ремонта машин и агрегатов:

$$\sum N_У = N_{У,А,К} + N_{У,А,Д} + N_{У,ТР} + N_{У,ДВ,А} + N_{У,ДВ,ТР} + N_{У,КП,А} + N_{У,КП,ТР} + N_{У,ЗМ,А} + N_{У,ЗМ,ТР} + N_{У,КП,ЗМ,ТР} + N_{У,П,А} + N_{У,П,ТР}$$

По величине суммарной условной программы ремонта определяется коэффициент корректирования трудоемкости $K_К$ условной единицы ремонта.

Трудоемкость капитального ремонта условной единицы:

$$t_{У,КР} = t_{Э,КР} \cdot K_К.$$

Трудоемкость текущего ремонта условной единицы:

$$t_{У,Т} = 0{,}7 \cdot t_{Э,КР} \cdot K_К.$$

Годовые трудоемкости ремонта полнокомплектных машин и агрегатов определяются по величине трудоемкости ремонта условной единицы $t_У$ и годовым программам отдельных объектов $N_{У,i}$

Общая годовая трудоемкость работ по ремонту полнокомплектных машин и агрегатов на предприятии ($T_Г$) рассчитывается суммированием численных значений годовых трудоемкостей $T_{Г,i}$.

$$T_Г = T_{Г,А,К} + T_{Г,А,Д} + T_{Г,ТР} + T_{Г,ДВ,А} + T_{Г,ДВ,ТР} + T_{Г,КП,А} + T_{Г,КП,ТР} + T_{Г,ЗМ,А} + T_{Г,ЗМ,ТР} + T_{Г,КП,ЗМ,ТР} + T_{Г,П,А} + T_{Г,П,ТР}.$$

Годовая трудоемкость работ по ремонту комплектов двигателей автомобилей и тракторов

$$T_{Г,ДВ} = T_{Г,ДВ,А} + T_{Г,ДВ,ТР}.$$

Годовая трудоемкость работ по ремонту комплектов коробок переключения передач автомобилей и тракторов

$$T_{Г,КП} = T_{Г,КП,А} + T_{Г,КП,ТР}.$$

Годовая трудоемкость работ по ремонту комплектов задних мостов автомобилей и тракторов

$$T_{Г,ЗМ} = T_{Г,ЗМ,А} + T_{Г,ЗМ,ТР} + T_{Г,КП,ЗМ,ТР}.$$

Годовая трудоемкость работ по ремонту комплектов передних мостов автомобилей и тракторов

$$T_{Г,П} = T_{Г,П,А} + T_{Г,П,ТР}.$$

Распределение трудоемкостей по видам работ выполняется по общей зависимости

$$T_i = \frac{T_Г}{100} \cdot n_i;$$

где n_i – доли трудоемкостей отдельных видов работ, %; T_i – годовые трудоемкости отдельных видов работ, чел.-ч. Результаты распределения годовых трудоемкостей используются для комплектования технологически совместимых участковых работ.

Самообслуживание предприятия предусматривает выполнение работ, связанных с ремонтом зданий, сооружений, отопления, вентиляции, основного и вспомогательного оборудования. Величина годовой трудоемкости работ самообслуживания по аналогии с ремонтно-эксплуатационными предприятиями [4, 5] принимается в пределах $K_{САМ}$ = 10-12% от трудоемкости работ основного производства.

Для распределения работ самообслуживания по видам используется общая зависимость:

$$T_{i,САМ} = \frac{T_{САМ}}{100} \cdot n_{i,САМ},$$

где $n_{i,САМ}$ – доли трудоемкостей отдельных видов работ самообслуживания согласно нормам распределения, %; $T_{i,САМ}$ – годовые трудоемкости отдельных видов работ самообслуживания, чел.-ч. Трудоемкости самообслуживания предприятия входят в перечень работ отдела главного механика (ОГМ).

Списочное (штатное) число рабочих, занятых в основном производстве ($P_Ш$)

$$P_Ш = \frac{T_Г}{Ф_Ш},$$

где $Ф_Ш$ – средний годовой фонд времени штатного рабочего при односменной работе, ч. ($Ф_Ш \approx 1840$ ч.).

Явочное (технологически необходимое) число рабочих на предприятии ($P_Я$)

$$P_Я = \frac{T_Г}{Ф_Г},$$

где $Ф_Г$ – средний годовой фонд времени явочного рабочего при односменной работе, ч. ($Ф_Г \approx 2079$ ч.).

Явочное число рабочих для самообслуживания предприятия ($P_{Я,САМ}$)

$$P_{Я,САМ} = \frac{T_{САМ}}{Ф_Г},$$

Для расчета явочного числа рабочих на участках предприятия используется общая зависимость:

$$P_{Я,УЧ,i} = \frac{T_{УЧ,i}}{Ф_{Г,i}},$$

где $T_{УЧ,i}$ – годовая трудоемкость работ участков, чел.-ч.; $Ф_Г$ – средний годовой фонд времени явочного рабочего соответствующего участка, ч.

Число рабочих постов на участках общей сборки автомобилей и тракторов определяется по аналогии с расчетом принятым для ремонтно-обслуживающих предприятий [4].

Для автомобилей

$$X_{УЧ,СА} = \frac{T_{УЧ,СА} \cdot \varphi_А}{Д_{Р,Г} \cdot T_{СМ} \cdot P_{ПА} \cdot \eta_П},$$

где $\varphi_А$ – коэффициент неравномерности поступления автомобилей на посты сборки ($\varphi_А$ = 1,5-1,2). Меньшие значения $\varphi_А$ принимаются при большей условной программе; $Д_{Р,Г}$ – дни работы предприятия в году; $T_{СМ}$ – время смены, ч.; $P_{ПА}$ – число рабочих, одновременно работающих на посту сборки автомобилей ($P_{ПА}$ = 1,5-2,5 чел.; большие значения принимаются для автомобилей с грузоподъемностью 5 и более тонн); $\eta_П$ – коэффициент использования времени рабочего поста ($\eta_П$ = 0,8-0,85).

Для тракторов

$$X_{УЧ,СТ} = \frac{T_{УЧ,СТ} \cdot \varphi_Т}{Д_{Р,Г} \cdot T_{СМ} \cdot P_{ПТ} \cdot \eta_П},$$

где $\varphi_Т$ – коэффициент неравномерности поступления тракторов на посты сборки ($\varphi_Т$ = 1,5-1,2); $P_{ПТ}$ – число рабочих, одновременно работающих на посту сборки тракторов ($P_{ПТ}$ = 1,5-2,5 чел.; большие значения принимаются для тракторов с конструктивной массой 5 и более тонн);

Площадь участка общей сборки автомобилей [4]

$$F_{УЧ,СА} = K_{П,СА} \cdot X_{УЧ,СА} \cdot L_А \cdot B_А,$$

где $K_{П,СА}$ – коэффициент плотности размещения постов сборки автомобилей; $L_А$ и $B_А$ – габаритная длина и ширина автомобиля, м. При разномарочной программе сборки $L_А$ и $B_А$ принимаются для автомобиля с большими габаритами. Величина $K_{П,СА}$ зависит от габаритов автомобиля и расположения постов. При расположении постов с одной стороны проезда $K_{П,СА}$ = 6-7, а при двустороннем $K_{П,СА}$ = 4-5. Меньшие значения коэффициентов $K_{П,СА}$ принимаются для автомобилей с большими габаритными размерами и при числе постов более 10.

Площадь участка общей сборки тракторов

$$F_{УЧ,СТ} = K_{П,СТ} \cdot X_{УЧ,СТ} \cdot L_T \cdot B_T,$$

где $K_{П,СТ}$ – коэффициент плотности размещения постов сборки тракторов; L_T и B_T – габаритная длина и ширина трактора, м; при разномарочной программе сборки L_T и B_T принимаются для трактора с большими габаритными размерами.

Площади производственных участков определяются по удельной площади на одного явочного производственного рабочего [2]

$$F_{УЧ,i} = P_{Я,УЧ,i} \cdot f_{УЧ,i},$$

где $F_{УЧ,i}$ – расчетная площадь i – того участка, м^2; $f_{УЧ,i}$ – удельная площадь на одного явочного производственного рабочего, м^2. Такой расчет площадей участков позволяет получить только ориентировочные их значения. Окончательно площади участков определяются графическим методом после расстановки технологического и вспомогательного оборудования на плане из миллиметровой бумаги с соблюдением норм расстояний между оборудованием и строительными конструкциями здания; ширины проездов и проходов, а также с учетом санитарных и противопожарных требований, правил техники безопасности и производственной эстетики.

Расчет площадей складских помещений, расположенных в производственном корпусе выполняется по удельной площади на один условный ремонт [3]

$$F_{СК,i} = f_{СК,i} \cdot \Sigma N_У,$$

где $f_{СК,i}$ – удельная площадь склада на один условный ремонт, м^2.

Расчет площадей бытовых помещений, расположенных в производственном корпусе выполняется по общей зависимости

$$F_{Б,i} = \frac{P}{\rho} f_P,$$

где P – количество рабочих, одновременно пользующихся помещением, чел.; f_P – площадь оборудования с учетом коридоров, м^2; ρ - пропускная способность оборудования помещения, чел.

Рассчитанные показатели непосредственно используются для разработки объемно-планировочного решения производственного корпуса авторемонтных предприятий.

Таким образом, разработан итерационный алгоритм определения рабочей программы и технологических показателей авторемонтных предприятий, а также создано программное обеспечение «remont» (рисунок 2), позволяющее за счет связанных между собой и постоянно активированных во время работы интерфейсных блоков ввода и вывода данных сохранять один раз введенные данные и вплоть до завершения работы производить итерационные вычисления с изменением одного или нескольких параметров с целью получения оптимальных результатов.

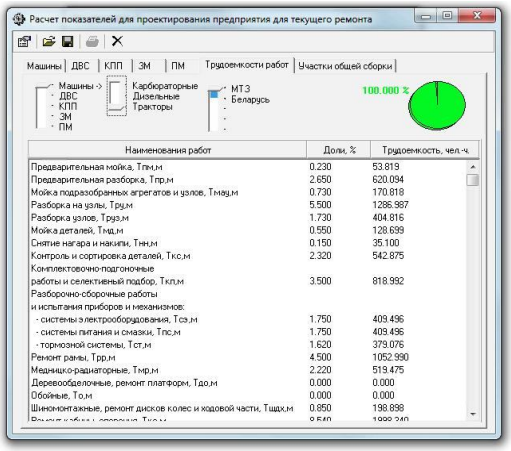

Рисунок 2 – Окно программы «remont»

Следует отметить, что разработанная система расчета, включающая в себя алгоритм и программное обеспечение, полезна как для разработки проектных решений ПТБ для текущего и капитального ремонта автомобилей и тракторов, так и для обучения студентов по специальности 150200 - автомобили и автомобильное хозяйство.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабусенко С.М. Проектирование ремонтных предприятий. - М.: Колос, 1981. - 295 с.
2. Проектирование авторемонтных предприятий: Справочник инженера-механика / Верещак Ф.П., Абелевич Л.А. – М.: Транспорт, 1973. -329 с.
3. Шадричев В.А. Основы технологии автостроения и ремонт автомобилей. - Л.: Машиностроение, 1976. – 560 с.
4. Напольский Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания. – М.: Транспорт, 1993. – 271 с.
5. Техническая эксплуатация автомобилей / Под. ред. Г.В. Крамаренко. – М.: Транспорт, 1983. – 488 с.
6. Лысак И.А., Рекман А.А. Программа для расчета производственной программы и технологических показателей предприятий для капитального и текущего ремонта автомобилей и тракторов. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2009613006 09.06.09.

Лысак Илья Александрович – к.т.н., доцент, тел.: (3822) 70-50-22, e-mail: lysak_ia@mail.ru; Рекман Анатолий Алексеевич – к.т.н., доцент.