

Высокая твердость мартенсита или бейнита может приводить к повышению износа инструмента при последующей механической обработке.

Анализ технологической документации термической обработки на машиностроительных предприятиях показал, что иногда температурные параметры закалки и отпуска отличаются от рекомендованных в литературе. Температура закалки занижена, а температура отпуска завышена на 30–50 °С. Вероятно, это объясняется попыткой снизить время обработки заготовок и деталей и получить экономический эффект, что приводит к повышению затрат на других участках производства.

УДК 630.36

Маг. П.А. Брославец  
Асп. Д.Н. Некрасов  
Рук. С.В. Будалин  
УГЛТУ, Екатеринбург

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И МЕТОДИКА ВЫБОРА СОСТАВА ПАРКА АВТОМОБИЛЕЙ

Пусть транспортная организация имеет на расчетный год заказы на выполнение  $K$  видов работ ( $k = 1, 2 \dots K$ ), в число которых входят перевозки различных грузов, различающиеся видами, массами последних и расстояниями перевозок. Годовой объем  $k$ -го вида работ в тоннах –  $\theta_k$ , суммарная грузоподъемность  $G$ , суммарный пробег автомобилей  $L$ . Для выполнения  $k$ -го вида работ могут применяться  $\tau$  ( $j = 1, 2 \dots \tau$ ) взаимозаменяемых автомобилей. Если  $T_{\phi j}$  – количество автомобиле-часов работы  $j$ -го автомобиля за год, то величина  $\beta_{jk}$  – доля рабочего времени, в течение которого  $j$ -й автомобиль выполняет  $k$ -ю работу.

Пусть первоначальная стоимость  $j$ -го автомобиля –  $C_{0j}$ , срок службы –  $T_{cj}$  лет, стоимость одного машино-часа работы –  $C_{1j}$ . Полагая, что первоначальная стоимость автомобиля равномерно раскладывается по годам его эксплуатации, будем считать среднегодовые затраты на приобретение автомобиля равными  $C_{0j}/T_{cj}$ .

Годовой объем  $k$ -го вида работ  $\theta_k$  может быть задан двумерным распределением  $f_k(g, l)$ , где  $g$  – масса перевозимого груза,  $l$  – расстояние перевозки [1]. Среднегодовая производительность  $j$ -го автомобиля при выполнении соответствующих перевозок составляет величину  $P_{jkg}$ . Тогда задача состоит в отыскивании такого количества автомобилей каждого наименования  $N_j$ , при котором достигает минимума целевая функция суммарных затрат [2]:

$$C_N = \sum_{j=1}^{\tau} N_j \left( \frac{C_{0j}}{T_{vj}} + C_{1j} \sum_{k=1}^K \beta_{jk} \iint_{0 \leq g \leq G} \frac{f_k(g, l)}{P_{jkg^l}} dg dl \right). \quad (1)$$

Если распределение работ по массам перевозимых грузов и расстоянию перевозки задано дискретным значением, выражение (1) преобразуется к виду

$$C_N = \sum_{j=1}^{\tau} N_j \left( \frac{C_{0j}}{T_{vj}} + C_{1j} \sum_{k=1}^K \beta_{jk} \sum_{g=1}^G \sum_{l=1}^L \frac{\theta_{kgl}}{P_{jkg^l}} \right), \quad (2)$$

где  $g$  – индекс интервала дискретной шкалы масс перевозимых грузов;

$l$  – индекс интервала дискретной шкалы расстояний перевозок;

$\theta_{kgl}$  – годовой объем  $k$ -го вида работ по перевозке грузов, масса которых находится в  $g$ -м интервале, а расстояние перевозок – в  $l$ -м интервале.

Из выражения (2) следует, что  $K$  видов годовых объемов работ представлены  $K$  матрицами, размерность каждой из которых  $R = GL$ . Если всем элементам  $k$ -й матрицы  $\theta_{kgl}$  дать сквозную нумерацию, то выражение (2) может быть преобразовано к виду [2]

$$C_N = \sum_{j=1}^{\tau} N_j \left( \frac{C_{0j}}{T_{vj}} + C_{1j} \sum_{r=1}^R \beta_{jkr} \frac{\theta_{kr}}{P_{jkr}} \right), \quad (3)$$

где  $P_{jkr}$  – среднегодовая производительность  $j$ -го автомобиля при выполнении  $k$ -го вида перевозок  $r$ -го варианта массы груза и расстояния его транспортировки.

При решении задачи должны соблюдаться следующие условия, составляющие совокупность ограничений математической модели [2]:

годовые объемы каждого  $k$ -го вида работ должны быть обязательно выполнены:

$$\sum_{j=1}^{\tau} N_j \beta_{jkr} P_{jkr} \geq \theta_{kr} \quad (k = 1, 2, \dots, K; r = 1, 2, \dots, R); \quad (4)$$

продолжительность использования каждой  $j$ -й машины в течение года не превышает ее годового фонда рабочего времени:

$$\sum_{k=1}^K \beta_{jk} \leq 1 \quad (j = 1, 2, \dots, \tau); \quad (5)$$

суммарные инвестиции в обновление парка автомобилей не превосходят имеющихся для этих целей средств:

$$\sum_{j=1}^{\tau} N_j C_{0j} \leq K_0. \quad (6)$$

Целевая функция (3) в совокупности с ограничениями (4), (5) и (6) представляет собой математическую модель задачи выбора состава парка автомобилей. Это сложная задача большой размерности. Для разработки методики ее решения проводится декомпозиция задачи путем деления ее на подзадачи меньшей сложности и размерности.

Разделим выражение (3) на два слагаемых  $C'_N$  и  $C''_N$ , где

$$C'_N = \sum_{j=1}^{\tau} N_j \frac{C_{0j}}{T_{vj}}; \quad (7)$$

$$C''_N = \sum_{j=1}^{\tau} N_j C_{1j} \sum_{r=1}^R \beta_{jkr} \frac{\theta_{kr}}{P_{jkr}}. \quad (8)$$

Целевая функция (8) в совокупности с ограничениями (4) и (5) представляет собой математическую модель задачи распределения заданного парка автомобилей по видам перевозок. Это задача линейного программирования, где искомыми переменными являются величины  $\beta_{jkr}$ .

После решения этой задачи для заданного парка автомобилей по минимальным значениям величин  $\beta_{jkr}$  можно установить, использование какого имеющегося в парке автомобиля наименее эффективно.

Тогда методика решения общей задачи выглядит следующим образом.

1. Для имеющегося парка автомобилей решить задачу (8) в совокупности с ограничениями (4) и (5).

2. Если есть автомобили, для которых величины  $\beta_{jkr}$  равны нулю для всех  $r$ -х вариантов массы груза и расстояния его транспортировки, такие автомобили следует исключить из парка и для оставшегося парка вновь решить задачу (8) в совокупности с ограничениями (4) и (5).

3. При отсутствии таких автомобилей выбирают автомобиль с наименьшим среднегодовым коэффициентом использования, т. е. такой  $j^*$ -й автомобиль, для которого

$$\sum_{r=1}^R \beta_{j^*kr} = \min_j \sum_{r=1}^R \beta_{jkr}. \quad (9)$$

4. Формируют и оценивают вариант высвобождения наименее загруженного автомобиля за счет передачи выполняемого им объема перевозок автомобилю с такой же или большей грузоподъемностью.

5. После исчерпания всех подобных вариантов формируют и оценивают варианты замены автомобилей с максимальным сроком службы на новые автомобили.

6. Задача считается решенной, когда все сформированные варианты оценены, приняты или отвергнуты.

### Библиографический список

1. Грузовые автомобильные перевозки: учебник для вузов / А.В. Вельможин, В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, А.В. Куликов. М., 2006.
2. Карагодин А.В. Методика выбора парка грузовых автомобилей для транспортного обслуживания нефтеперерабатывающих предприятий: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 2003.

УДК 630.36

Маг. П.А. Брославец, Е.В. Ушенин  
Рук. С.В. Будалин  
УГЛТУ, Екатеринбург

### ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ

Производительностью грузового автомобиля (автопоезда) называется количество перевезенного груза в тоннах или выполненная транспортная работа в тонно-километрах за единицу времени [1].

Часовая производительность автомобиля  $W_{\text{ч}}$  определяется в т/ч следующим образом:

$$W_{\text{ч}} = \frac{q\gamma_c V_{\text{T}} \beta_e}{t_{\text{ег}} + t_{\text{пр}} V_{\text{T}} \beta_e'} \quad (1)$$

где  $q$  – номинальная грузоподъемность автомобиля, т;  
 $\gamma_c$  – статистический коэффициент использования грузоподъемности;  
 $V_{\text{T}}$  – техническая скорость, км/ч;  
 $\beta_e$  – коэффициент использования пробега за езду;  
 $l_{\text{ег}}$  – длина ездки с грузом, км;  
 $t_{\text{пр}}$  – время простоя автомобиля под погрузкой и разгрузкой, ч,  
то же в т·км/ч:

$$W_{\text{р}} = \frac{q\gamma_d V_{\text{T}} \beta_e l_{\text{ег}}}{l_{\text{ег}} + t_{\text{пр}} V_{\text{T}} \beta_e'} \quad (2)$$

где  $\gamma_d$  – динамический коэффициент использования грузоподъемности.

Анализ формул (1) и (2) показывает следующее. Производительность автомобиля прямо пропорциональна его грузоподъемности и коэффициенту использования грузоподъемности. Одновременно при росте этих показателей могут значительно измениться такие величины, как техническая скорость и время простоя под погрузкой и выгрузкой, причем с увеличением грузоподъемности и коэффициента использования грузоподъемности техническая скорость уменьшается, а время простоя под погрузкой и вы-