

Зміст основних напрямків модернізації та визначення її характеристик

Продуктивність обладнання загалом:

$$П = N_{\Sigma} \beta / T_{\Sigma} = T_{\Sigma} \beta / T_{um}$$

Продуктивність автоматичного обладнання, що за цикл звичайно видає одиницю продукції, оцінюється його цикловою продуктивністю:

$$Q_{\text{ц}} = 1/T_{\text{ц}}, \quad (4.1)$$

де $T_{\text{ц}}$ – тривалість робочого циклу, хв (с).

У випадку неспівпадання в часі холостих ходів $t_{\text{хх}}$ з робочими $t_{\text{рх}}$ і додатковими витратами допоміжного часу $t_{\text{доп}}$ на ручні операції циклова продуктивність буде рівною:

$$Q_{\text{ц}} = 1/(t_{\text{хх}} + t_{\text{рх}} + t_{\text{доп}}) \quad (4.2)$$

Циклова продуктивність визначає потенційні можливості устаткування.

В реальних виробничих умовах враховуються тривалість простоїв та обсяг браку продукції, що визначає фактичну продуктивність:

де $k_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання; $k_{\text{в}} < 1$. Якщо він дорівнює 0,75, то устаткування видало 75 % продукції, що відповідає безперебійній роботі.

Коефіцієнт використання дорівнює:

$$k_{\text{в}} = k_{\text{тв}} \cdot k_{\text{пер}} \cdot k_{\text{зав}}, \quad (2.3)$$

де $k_{\text{тв}}$ – коефіцієнт технічного використання, зумовлений втратами часу на зміну і регулювання інструментів, виявлення та усунення відмов, прибирання, чищення устаткування, ремонт, профілактичні роботи тощо;

$k_{\text{пер}}$ – коефіцієнт переналагодження, який залежить від тривалості простоїв при переналагоджуванні на обробку нових виробів;

$k_{\text{зав}}$ – коефіцієнт завантаження, який характеризує організаційні простої (відсутність заготовок, інструментів, електроенергії, обслуговуючого персоналу тощо).

На основі норм часу визначають необхідну кількість обладнання для виконання програми випуску та виконують планування виробничого процесу.

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{доп} + t_{обс} + t_{пер} \quad (4.4)$$

1. **Основний час** ($t_{осн}$) – час на безпосередню зміну розмірів, форми, фізико-механічних властивостей оброблюваної заготовки (верстатна, ковальська та слюсарна обробка) або на з'єднання деталей при складанні.

При обробці на верстатах основний час становить:

$$t_{осн} = (L / n \cdot S) \cdot i, \quad (4.5)$$

де L – довжина ходу інструмента в напрямку подачі;

n – частота обертання шпинделя;

S – подача (мм / об / хв); i – кількість проходів.

2. **Допоміжний час** ($t_{доп}$) – час на дії, що забезпечують процес безпосередньої зміни розмірів, форми, фізико-механічних властивостей оброблюваної заготовки. Наприклад, на установку і зняття заготовки або вузла, що збирається, на пуск і останов верстата або підйомника, на перемикання режимів обробки в процесі виконання операції і ін. При розрахунку норми часу враховують лише ту частину допоміжного часу, яка не може бути перекрита машинним часом.

$$t_{доп} = t_{уст} + t_{упр} + t_{вим}, \quad (4.6)$$

де $t_{уст}$ – час на установку заготовки на верстат або пристосування;

$t_{упр}$ – час на підвід інструмента до заготовки.

$t_{вим}$ – час на вимірювання заготовки під час обробки.

3. **Обслуговуючий час** ($t_{обсл}$) – час на підготовку верстата до роботи, його експлуатацію та здачу після роботи.

4. **Час на перерви** ($t_{пер}$) – час, що витрачає людина на власні потреби і, при важкій роботі, на додатковий відпочинок.

1. Збільшення продуктивності машини:

1.1. Скороченням основного машинного часу ($t_{осн}$) за рахунок:

- збільшення швидкохідності (частоти обертання n , подачі робочих органів S);
- потужності (приводів, збільшення сили удару формувальної машини, молота, копра і т. д.);
- концентрації операцій (суміщення основного часу різних переходів – зменшення $t_{рх}$).

1.2. Скороченням допоміжного часу $t_{доп}$ за рахунок:

- автоматизації та механізації робочих процесів, завантаження-розвантаження машини ($t_{уст} + t_{упр} + t_{вим}$) – застосування швидкодіючих затискних пристроїв, роботів, маніпуляторів, систем автоматичного управління...
- концентрації операцій (суміщення допоміжного часу різних переходів – зменшення $t_{хх}$).

2. Підвищення точності обладнання (для верстатів – збільшення чистоти обробки поверхонь) має значення, якщо точність є критерієм ефективності машини.

Приклад 1: Два верстата – для чорнової і чистової обробки замінюються на один зі збереженням кінцевої точності.

Навіть при збереженні кількості операцій і параметрів режиму різання економія полягає в зменшенні $t_{доп} = t_{уст} + t_{упр} + t_{вим}$ (1 установка та зняття деталі замість 2), виключається одна операція транспортування.

Приклад 2: Також така модернізація забезпечує отримання більш дешевих деталей за рахунок досягнення необхідних якісних параметрів з меншими витратами – менше проходів обробки (зменшується $t_{осн}$ за рахунок L , $t_{доп}$ за рахунок $t_{упр}$).

3. Підвищення жорсткості та вібростійкості обладнання є складовою підвищення точності та продуктивності обладнання – знімаються обмеження на допустимі режими роботи (V_{\max} , n_{\max} , S_{\max} , t_{\max}), лімітуючі сили (вібростійкість має значення, коли встановлені обмеження на рівень коливань, вібрацій, шуму при роботі машини).

Забезпечується скороченням кінематичних ланцюгів, зменшенням кількості стиків, збільшенням жорсткості окремих деталей, додатковим натягом, підвищенням демпфування в машині та додатковим балансуванням елементів.

4. Модернізація з метою поліпшення умов праці і підвищення безпеки роботи (автоматизація управління та обслуговування, введенням додаткового оснащення або зміною конструкції машини).

Зниження травматизму і виплат лікарняних та компенсацій за травми і профзахворювання.

5. Модернізація з метою збільшення довговічності і надійності обладнання. Виконується для обладнання, продуктивність якого не є основним критерієм ефективності або з часом (розвитком технологій) продуктивність (ефективність) його робочих процесів зростає несуттєво.

Ефективність (рентабельність) машини – комплексний показник, який найбільш повно відтворює головне призначення будь-якої машини – підвищувати продуктивність та знижувати витрати на одиницю продукції і є відношенням річного випуску продукції (корисної віддачі в грн.) до суми річних витрат їх виготовлення:

$$E = N / \sum c_i \text{ шт./грн. (\%)}$$

Так зростання довговічності машини в 5 разів (з 2 років до 10) за рахунок збільшення вартості машини вдвічі збільшує економічний ефект ($N(\text{грн}) - \sum c_i$) у 9 разів.

6. Модернізація з метою підвищення ремонтпридатності за рахунок уніфікації. Уніфікація – багатократне використання в конструкції однакових елементів, що зменшує номенклатуру деталей, вартість їх виготовлення, експлуатацію та ремонт машин.

Уніфікація конструктивних елементів:

- посадочних спряжень (по діаметрам, посадкам і точності розмірів);
- різьбових з'єднань (по діаметрам, типам різьб, посадкам і точності розмірів);
- шпонкових та шліцьових з'єднань (по діаметрам, формам шпонок і шліців, посадкам і точності розмірів);
- зубчастих зачеплень (по модулям, типам зубців і точності розмірів);
- фасок та галтелей (по типам та розмірам).

Уніфікація оригінальних деталей та вузлів буває внутрішньою (в межах одного виробу) **та зовнішньою.**

При модернізації обладнання слід домагатися максимальної уніфікації, в результаті якої часто **різно модельне обладнання стає частково одномодельним** (якщо не повністю, то хоча б частково – в ряді вузлів).

Збільшується серійність виробництва деталей і вузлів, що використовуються при модернізації і ремонті (а вартість одного виробу зворотно пропорційна партій випуску).

7. Модернізація з метою розширення технологічних можливостей виконується шляхом зміни конструкції машини або за рахунок введення додаткового оснащення (збільшення складності оброблюваних деталей або сировини, збільшення габаритів оброблюваних заготовок, розширенням діапазону швидкостей руху або величини ходу робочого органу).

8. Модернізація з метою спеціалізації (звуження діапазону можливостей для досягнення певної мети – підвищення продуктивності, точності, додаткових можливостей у більш вузькому діапазоні) за рахунок зміни конструкції машини, введення додаткового оснащення, механізації та автоматизації обробки, завантаження-розвантаження машини, удосконалення системи управління. (вантажний автомобіль для специфічних вантажів, вкорочення токарного верстата для обробки тільки коротких деталей, оснащення токарного верстата для обробки планшайб).

9. Модернізація з метою зміни технологічного призначення (без збереження або з суттєвим обмеженням попередніх можливостей) шляхом зміни конструкції машини або за рахунок введення додаткового оснащення.

Приклад: піч в сушарку, з фрезерного верстата – у абразивно-відрізний, з вантажного автомобіля – кран або сміттєвоз.