

инструмента развертывания на периферийных устройствах, где вычислительная мощность ограничена.

## Литература

1. Object Detection with OpenCV-Python using YOLOv3 [Электронный ресурс] / Discover stories, thinking, and expertise from writers on any topic. – Режим доступа. <https://medium.com/analytics-vidhya/object-detection-with-opencv-python-using-yolov3-481f02c6aa35>. – Дата доступа: 20.03.2023.

**В. П. Прытков**

(ГГТУ имени П. О. Сухого, Гомель)

Науч. рук. **С. И. Прач**, ст. преподаватель

### **ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ «СТУПИЦА» РСМ – 10.02.204В**

Большое количество машиностроительных предприятий используют устаревшее технологическое оборудование, тем самым производственный цикл остается малотехнологичным. Существует возможность замены оборудования на современное.

Целью работы является оптимизация производственного цикла изготовления детали без потери качества, с помощью использования современных многоцелевых металлорежущих станков с ЧПУ, оборудованных кондршпинделем и более вместительным магазином инструментов, обладающих лучшими техническими характеристиками.

Для оптимизации была выбрана деталь «Ступица» РСМ – 10.02.204В, т. к. базовый технологический процесс изготовления состоит из большого количества операций, где нужно получить высокую точность поверхностей.

Последовательность операций для обработки детали:

- 005 Транспортирование;
- 010 Токарно-винторезная;
- 015 Перемещение;
- 020 Токарная с ЧПУ;
- 025 Перемещение;
- 030 Сверлильно-расточная;
- 035 Перемещение;

- 040 Шлифовальная;
- 045 Перемещение;
- 050 Промывка;
- 055 Перемещение;
- 060 Контроль;
- 065 Транспортирование.

Исходными данными для расчета являются:

- Суммарное основное машинное время  $T_{МО} = 14,7$  минуты;
- Суммарное вспомогательное машинное время  $T_{МВ} = 7,4$  минуты;
- Суммарное вспомогательное ручное время  $T_{ВР} = 10,31$  минуты;
- Суммарное подготовительное время  $T_{ПЗ} = 43,55$  минуты;

Требуемое количество выпуска деталей в год  $N = 1800$  штук.

Расчет базового процесса [1, 2, 4]:

1. Определяем величину производственной партии  $n_d$ , шт:

$$n_d = \frac{N \cdot a}{\Phi_{р.д.}}, \quad (1)$$

где  $a$  – число дней, на которые необходимо иметь запас деталей,  $a=5$  дней;  $\Phi_{р.д.}$  – число рабочих дней в году, принятое по графику-календарю базового предприятия,  $\Phi_{р.д.}=257$  дней;  $N$  – годовая программа выпуска деталей, шт.

$$n_d = \frac{1800 \cdot 5}{257} = 35 \text{ шт.}$$

2. Определяем суммарное время на обработку детали  $T_{ЦА}$ , мин:

$$T_{ЦА} = \sum_{j=1}^n T_{МО_j} + \sum_{i=1}^n T_{МВ_i}, \quad (2)$$

$$T_{ЦА} = 14,7 + 7,4 = 22,1 \text{ мин.}$$

3. Определяем суммарное оперативное время  $T_{ОП}$ , мин:

$$T_{ОП} = T_{ЦА} + T_{ВР}, \quad (3)$$

$$T_{ОП} = 22,1 + 10,31 = 32,41 \text{ мин.}$$

4. Определяем суммарное штучное время  $T_{шт}$ , мин:

$$T_{шт} = T_{оп} \cdot \left[ 1 + \frac{(\alpha_{тех} + \alpha_{орг}) + \alpha_{отл}}{100} \right], \quad (4)$$

где  $(\alpha_{тех} + \alpha_{орг})$  – время на организацию и техническое обслуживание рабочего места в процентах от оперативного,  $(\alpha_{тех} + \alpha_{орг}) = 16\%$  [3];  $\alpha_{отл}$  – время перерывов на отдых и личные надобности в процентах от оперативного  $\alpha_{отл} = 14\%$  [3].

$$T_{шт} = 32,41 \cdot \left[ 1 + \frac{16 + 14}{100} \right] = 42,13 \text{ мин.}$$

1. Определяем суммарную норму времени обработки детали  $T_{шт-к}$ , мин:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n_d}, \quad (5)$$

$$T_{шт-к} = 42,13 + \frac{43,55}{35} = 43,38 \text{ мин.}$$

Для оптимизации технологического процесса в базовом варианте совершена замена технологического оборудования на более современное. Для обработки был выбран многоцелевой станок с ЧПУ «Mazak Integrex i-200ST». Особенности данного станка являются: наличие кондршпинделя, фрезерной головки и магазина инструментов. Всё это позволяет выполнять обработку на данном технологическом оборудовании.

Последовательность операций для обработки детали:

- 005 Транспортирование;
- 010 Комплексная обработка на станке Mazak Integrex i-200ST с ЧПУ;
- 015 Перемещение;
- 020 Промывка;
- 025 Перемещение;
- 030 Контроль;
- 035 Транспортирование.

Расчет оптимизированного технологического процесса выполняем по аналогии с базовым. Результаты расчета представлены в таблице 1.

В результате проведенного исследования был сделан вывод об актуальности проведения модернизации производства. Такой переход имеет как положительные, так и отрицательные аспекты.

Таблица 1 – Сводная таблица норм времени, мин

Номер операции и модель станка	$T_{MO}$	$T_{MB}$	$T_B$	$T_{ЦА}$	$T_{оп}$	$(\alpha_{TECH} + \alpha_{орг}), \%$	$\alpha_{отг}, \%$	$T_{шт}$	$T_{пз}$	$n_d, шт$	$T_{шт-к}$
010 Mazak Integrex i- 200ST	5,9	2,9	7,95	8,8	16,75	16	14	21,775	28,64	35	22,59

К положительным относятся: сокращение количества требуемой оснастки для производства такого же количества продукции; высвобождается место для иных нужд предприятия; требуется меньшее количество рабочего персонала для обслуживания и производства изделий; возможность производить дополнительную продукцию. Отрицательные аспекты: большие капиталовложения для приобретения и установки нового оборудования; остановка части производства для осуществления подготовительных мероприятий; требуется более высокая квалификация рабочего персонала.

## Литература

1. Горбачевич, А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А. Ф. Горбачевич, В. А. Шкред. – Мн. : Высш. шк., 2010. – 256 с.
2. Жолобов, А. А. Технология автоматизированного производства : учебник / А. А. Жолобов. – Мн. : Дизайн ПРО, 2000. – 623 с.
3. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного на работы, выполняемые на металлорежущих станках: среднесерийное и крупносерийное производство. – М. : НИИТруда, 1984. – 472 с.
4. Режимы резания металлов: справочник / Ю. В. Барановский [и др.]. – М. : НИИТавтопром, 2019. – 456 с.