

тверждает правильность выдвинутой гипотезы о единстве процессов силового, температурного и другого воздействия на рабочие поверхности, как при их изготовлении, так и при эксплуатации.

Аналогичный подход применим и при ЭМО кулачков, поверхности катания железнодорожных колес и других кривошейных поверхностей трения [3, 4].

Закономерное изменение шероховатости достаточно легко обеспечивается на станках с ЧПУ с запрограммированным изменением режимов обработки.

Широкими возможностями в повышении эксплуатационных свойств рабочих поверхностей деталей обладают отделочно-упрочняющие методы обработки поверхностным пластическим деформированием. Они позволяют за счет варьирования режимов обработки и предшествующего качества поверхности повысить как статическую и усталостную прочность деталей, так и их износостойкость при различных условиях трения (жидкостное, граничное и сухое).

Таким образом, функционально-ориентированные технологии разрабатываются на основе совместного рассмотрения процессов обработки и эксплуатации рабочих поверхностей деталей машин. Это позволяет в значительной мере увеличить долговечность ответственных деталей машин.

Литература

1. Технологическое обеспечение и повышение эксплуатационных свойств деталей и их соединений / Суслов А.Г., Федоров В.П., Горленко О.А. и др. под общ. ред. А.Г. Суслова: М., Машиностроение, 2006, 448 с.
2. Инженерия поверхности деталей / Колл. авт. под ред. А.Г. Суслова. М.: Машиностроение, 2008, 320 с.
3. Научные основы технологии машиностроения / Суслов А.Г., Дальский А.М.: М.: Машиностроение, 2002, 425 с.
4. Научноёмкие технологии в машиностроении / А.Г. Сулов, Б.М. Базров, В.Ф. Безъязычный и др.; под ред. А.Г. Суслова: М. Машиностроение, 2012, 528 с.

Влияние типа многономенклатурного машиностроительного производства на величину непродуктивных потерь времени в технологических и производственных процессах изготовления

к.т.н. Рябов А.Н.

РГАТУ имени П.А.Соловьева, Рыбинск
8(4855)222-091, technology@rsatu.ru

Аннотация. Рассмотрена проблема влияния типа многономенклатурного машиностроительного производства на производительность технологических и производственных процессов. Выполнен анализ структуры формул по расчетному определению продолжительности рабочего цикла, позволяющий учесть технологические и организационные особенности типа производства.

Ключевые слова: тип производства, производительность, механическая обработка

Максимальная эффективность работы изготовленной техники обеспечивается при обеспечении требуемого уровня ее специализации, т.е. при эффективном выполнении требований, предъявляемых к машинам в каждом конкретном случае. Подобный подход требует от производителя расширения номенклатуры и типоразмеров выпускаемой машиностроительной продукции, что приводит к выпуску изделий более мелкими партиями и даже штучно.

При попытке учесть требования потребителя производитель вынужден столкнуться с понятием типа производства. Тип производства преимущественно рассматривается как комплексная характеристика технических, организационных и экономических особенностей машиностроительного производства, обусловленная его специализацией, типом и постоян-

ством номенклатуры изделий, а также формой движения изделий по рабочим местам. Тип производства определяется согласно ГОСТ 3.1108-74 и основной его характеристикой служит коэффициент закрепления операции.

Широкое применение средств автоматизации и механизации труда при проектировании производственных и технологических процессов в современном машиностроительном производстве делает размытым характеристику типов производства. Традиционные характеристики единичного, серийного и массового производств, касающиеся предпочтительного применения конкретных видов и типов оборудования, не вполне соответствует современным условиям.

При традиционном производстве существует противоречие, состоящее в том, что требование повышения эффективности производства путем обновления используемой техники ведет к демассификации выпуска готовой продукции машиностроения, а требование повышения эффективности машиностроительного производства к расширению доли массового и крупносерийного производства, к укрупнению серийности. Одним из вариантов решения этой проблемы в настоящее время является расширение объемов унификации и стандартизации изделий машиностроения [1]. Примером подобного развития производства может служить современная автомобильная промышленность. Такой подход обеспечивает загрузку мощностей механосборочного производства выпуском деталей и узлов машин в масштабах, сравнимых с крупносерийным и массовым производством, после чего осуществляется их поставка специализированным подразделениям или предприятиям для сборки различных вариантов машин в значительно меньших объемах.

В условиях современного производства размываются границы серийности производства, поскольку размер партии при обработке деталей на гибком переналаживаемом оборудовании перестает играть решающую роль в технико-экономических расчетах производства. При этом, унификация и стандартизация деталей и узлов обеспечивает еще большую гибкость производства и возможность смены номенклатуры выпускаемой продукции. В данных условиях основной проблемой становятся непродуктивные потери времени (время, затрачиваемое на выполнение случайной или непроизводительной работы, не предусмотренной производственным заданием, но вызванное производственной необходимостью), величина которых в различных случаях может составлять от 30 до 60% длительности производственного цикла изготовления машин.

Рассмотрение вопроса повышения производительности труда в рамках различных типов многономенклатурного механосборочного машиностроительного производства начинается с поиска возможных резервов повышения уровня индивидуальной производительности труда [2]. Рассматривая процессы механической обработки как один из элементов механосборочного производства, за базовый уровень для дальнейшего рассмотрения принимается уровень промышленного металлорежущего оборудования механосборочного производства, присутствующий независимо от типа производства. Рассматривать производительность металлорежущих станков следует с учетом деления станков по группам. В данном случае группа станков объединяет оборудование по принципу обработки и методу определения рабочего цикла, который, в свою очередь, является основой при определении длительности технологического и производственного циклов.

Одним из перспективных направлений повышения производительности технологии обработки резанием и сокращения длительности операционного цикла является подход, основанный на принципе концентрации. При высокой степени концентрации технологических переходов общее число операций технологического процесса получается сравнительно малым, а непродуктивные потери времени определяются в основном организационными факторами. Традиционно подобный подход применяется в условиях серийного и массового производства на высокопроизводительном оборудовании (на автоматических, полуавтоматических, агрегатных, специализированных и специальных станках). Однако, базовые возможности станков дополнительно могут быть расширены за счет применения высокопроизводительных, быстродействующих многопозиционных многоместных приспособлений. Таким

образом, при рассмотрении производительности различных групп оборудования в рамках определенного типа производства, дополнительно следует учитывать влияние того, какими приспособлениями он оснащен.

На рисунке 1 приведена схема классификации металлорежущих станков по принципу обработки.

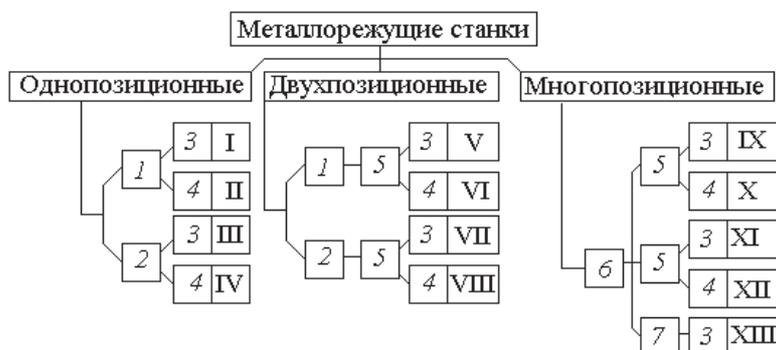


Рисунок 1. Классификация металлорежущего станочного оборудования по принципу обработки [2]: 1 – одновременно обрабатывается 1 заготовка; 2 – одновременно обрабатывается 2 заготовки; 3 – периодического действия; 4 – непрерывного действия; 5 – с последовательным выполнением позиций; 6 – одновременно обрабатывается несколько заготовок или несколько порций заготовок; 7 – с параллельно-последовательным выполнением позиций

В основу данной классификации заложены следующие признаки:

- количество позиций на станке;
- количество одновременно обрабатываемых заготовок;
- последовательность выполнения позиций;
- принцип действия.

Анализ типовых структур технологического и производственного циклов при различных типах многономенклатурного машиностроительного производства [3] позволил выделить в них неизменную составляющую, во многом определяющую их структуру и величину непродуктивных потерь времени – это продолжительность рабочего цикла.

При обработке на станках периодического действия инструмент находится в контакте с обрабатываемой заготовкой (партией заготовок) в течение определенной части рабочего цикла, а в течение остальной части времени цикла контакт инструмента с обрабатываемой заготовкой (партией заготовок) отсутствует, т.е. имеют место непродуктивные потери времени. Следующая заготовка (партия заготовок) поступает в обработку строго после снятия со станка предыдущей, прошедшей обработку. Суммарное время пролеживания деталей представляет собой значительный резерв повышения производительности процесса обработки и производственного процесса в целом.

На станках непрерывного действия инструмент находится в течение всего рабочего цикла в контакте с обрабатываемой заготовкой (партией заготовок). Следующая заготовка (партия заготовок), подлежащая обработке, может быть подана в зону обработки независимо от степени завершенности обработки предыдущей.

Длительность рабочего цикла металлорежущих станков (ТРЦ), представленных в классификации на рисунке 1, определяется следующим образом:

- для первой группы оборудования продолжительность рабочего цикла равна:

$$T_{\text{рц}} = t_o + t_B; \quad (1)$$

где: t_o – основное (технологическое) машинное время; t_B – вспомогательное неперекрываемое время;

- для второй группы оборудования $T_{\text{рц}} = t_o$, так как вспомогательные элементы операции полностью перекрываются основным временем;

- для оборудования третьей группы, а также первой группы (при одновременной обработке на них нескольких заготовок), длительность рабочего цикла равна:

$$T_{\text{рц}} = \frac{t_O + t_B}{p}; \quad (2)$$

где: p – количество деталей в транспортной партии;

г) для станков четвертой группы, а также станков второй группы (при одновременной обработке на них нескольких заготовок) рабочий цикл равен

$$T_{\text{рц}} = \frac{t_O}{p}; \quad (3)$$

д) для станков пятой группы, при выполнении условия обработки $t_B \geq t_o$, т.е. при длительности вспомогательного времени на снятие обработанной заготовки с приспособления, установку и закрепление следующей заготовки, не превышающей длительности основного (машинного) времени, величина рабочего цикла определяется следующим образом:

$$T_{\text{рц}} = t_O - t_{\text{пер}}; \quad (4)$$

где: $t_{\text{пер}}$ – время перемещения двухпозиционного приспособления и подвода заготовки к инструменту или инструмента к заготовке;

е) для станков шестой группы длительность рабочего цикла определяется аналогично второй группе, т.е. $T_{\text{рц}} = t_o$;

ж) для станков седьмой группы, а также пятой группы (при применении на них многоместных приспособлений):

$$T_{\text{рц}} = \frac{t_O + t_{\text{пер}}}{p}; \quad (5)$$

з) для станков восьмой группы, а также станков шестой группы (при применении на них многоместных приспособлений), рабочий цикл определяется по формуле (3);

и) для станков девятой группы при одновременной обработке нескольких заготовок (по одной заготовке на каждой позиции):

$$T_{\text{рц}} = t_{O_{\text{max}}} + t_{\text{пер}}; \quad (6)$$

где: $t_{O_{\text{max}}}$ – максимальное основное (машинное) время обработки на одной из позиций; при одновременной обработке нескольких транспортных партий заготовок, по заготовке на каждой позиции:

$$T_{\text{рц}} = (t_{O_{\text{max}}} + t_{\text{пер}}) / p; \quad (7)$$

к) для десятой группы станков, при одновременной обработке нескольких заготовок, длительность рабочего цикла равна:

$$T_{\text{рц}} = t_{O_{\text{max}}}; \quad (8)$$

при одновременной обработке нескольких передаточных партий заготовок:

$$T_{\text{рц}} = t_{O_{\text{max}}} / p; \quad (9)$$

л) для одиннадцатой группы станков: если на каждой позиции обрабатывается одна заготовка, а количество заготовок равно количеству позиций q , то рабочий цикл равен:

$$T_{\text{рц}} = \frac{t_O + t_B}{q}; \quad (10)$$

если на каждой позиции обрабатывается передаточная партия из p заготовок, рабочий цикл определится следующим образом:

$$T_{\text{рц}} = \frac{t_O + t_B}{qp}; \quad (11)$$

м) для двенадцатой группы станков:

если на каждой позиции обрабатывается одна заготовка, а количество заготовок равно количеству позиции q , то рабочий цикл равен:

$$T_{\text{рц}} = \frac{t_O}{q}; \quad (12)$$

если на каждой позиции обрабатывается передаточная партия из p заготовок, то рабочий

цикл равен:

$$T_{\text{рц}} = \frac{t_o}{qp}; \quad (13)$$

н) для тринадцатой группы станков, у которых все позиции разделены на несколько одинаковых групп (число групп равно m , а в каждой группе одновременно производится одна и та же обработка заготовок; внутри каждой группы, на всех рабочих позициях, выполняется различная обработка заготовок (партий заготовок), равных числу рабочих позиций соответствующей группы; на станке одновременно обрабатываются заготовки (партии заготовок), число которых равно произведению групп на число рабочих позиций в каждой группе):

при одновременной обработке нескольких заготовок на таких станках (число заготовок равно числу позиций) рабочий цикл будет равен:

$$T_{\text{рц}} = t_{O_{\text{max}}} / m; \quad (14)$$

при одновременной обработке нескольких партий, состоящих из p заготовок каждая, число партий равно числу позиций, и в этом случае рабочий цикл будет равен:

$$T_{\text{рц}} = t_{O_{\text{max}}} / mp. \quad (15)$$

Выводы

Таким образом, анализ длительности рабочего цикла металлорежущих станков, как одной из причин возникновения непродуктивных потерь времени в технологических и производственных процессах изготовления многономенклатурного машиностроительного производства, позволил сделать следующие выводы.

Оборудование, применяемое в различных типах производства, определяет базовую длительность рабочего цикла процесса изготовления детали. При выполнении дальнейшего расчетного определения сопутствующих затрат времени оно напрямую влияет на длительность технологического и производственного циклов производства, определяя уровень производительности технологических и производственных процессов в целом. Однако максимальная производительность станочного оборудования, обеспечиваемая максимально эффективными технологическими условиями обработки и применением высокопроизводительных приспособлений в рамках принятого типа производства, не позволит добиться значительного повышения производительности труда в механосборочном производстве, поскольку, вероятнее всего, будет перекрыта намного превосходящими затратами вспомогательного времени и потерями времени вследствие неэффективной организации производственных процессов.

Подобный вывод приводит к мысли о невозможности одностороннего подхода к проблеме и необходимости комплексного решения задачи повышения производительности.

Вероятно, решение может быть найдено за счет увеличения производительности технологических процессов и повышения эффективности производственных процессов на основе использования методов рациональной организации производства. Основным резервом повышения производительности, в данном случае, могут являться непроизводительные потери времени.

Литература

1. Исследование путей повышения производительности при различных типах производства / В.Ф. Безъязычный, А.Н. Рябов: Вестник РГАТУ имени П.А. Соловьева: научный журнал. Рыбинск: РГАТУ, 2012.– №2(23). – с.148-152.
2. Основы технологии машиностроения / В.Ф. Безъязычный: М.: Машиностроение, 2013 – 568 с.
3. Исследование вопроса оценки уровня производительности труда в машиностроительном производстве / А.Н. Рябов, В.В. Устименко: Вестник РГАТУ имени П.А.Соловьева: научный журнал, Рыбинск: РГАТУ, 2013. – №1(24) – с.239-241.