

- номанітності [Текст] / А. Зенкин, Г. Хімичева, Б. Барей // Стандартизація, сертифікація, якість. — 2003. — № 2. — С. 22–25.
2. Чепурко, И. П. Многопараметрическая модель сборки соединений с использованием термовоздействия [Текст] / И. П. Чепурко, А. В. Куприянов // Вестник Харьковского государственного политехнического университета: Новые решения в современных технологиях. — Харьков: ХГПУ, 1999. — Вып. 44. — С. 35–37.
 3. Чепурко, И. П. Базирование деталей при сборке соединений с термовоздействием [Текст]: тез. докл. / И. П. Чепурко, Т. В. Макушенко // Материалы междунауч.-техн. конф. «Прогрессивная техника и технологии машиностроения». — Донецк: ДГТУ, 1995. — С. 260–261.
 4. Арпентьев, Б. М. Типизация технологических процессов сборки с термовоздействием на основе технологического классификатора соединений [Текст] / Б. М. Арпентьев, А. Г. Зильбер // Стандарты и качество. — 1988. — № 11. — С. 33–34.
 5. Базров, Б. М. Унификация в машиностроении с позиций системного подхода [Текст] / Б. М. Базров // Стандарты и качество. — 1997. — № 3. — С. 16–19.
 6. Арпентьев, Б. М. Основные принципы технологической классификации и кодирования сборочных единиц [Текст] / Б. М. Арпентьев, А. Г. Зильбер // Стандарты и качество. — 1986. — № 8. — С. 33–34.
 7. Захаров, М. В. Конструкторско-технологическая классификация сборочных единиц [Текст] / М. В. Захаров, В. П. Яременко // Вестник Сумского национального аграрного университета. — 2001. — № 7. — С. 86–92.
 8. Арпентьев, Б. М. Автоматизированное проектирование технологических процессов сборки с нагревом на базе технологического классификатора [Текст] / Б. М. Арпентьев, А. Г. Зильбер // Стандарты и качество. — 1989. — № 7. — С. 60–62.
 9. Зенкин, А. С. Сборка неподвижных соединений термическим методом [Текст] / А. С. Зенкин, Б. М. Арпентьев. — Москва: Машиностроение, 1987. — 128 с.
 10. Классификатор ЕСКД. Детали общемашиностроительного применения [Текст]. — Москва, 1986.

11. Карслоу, Г. Теплопроводность твердых тел [Текст] / Г. Карслоу, Д. Егер. — Москва: Наука, 1964. — 326 с.
12. Арпентьев, Б. М. Новый метод определения составляющих тепловой проводимости [Текст] / Б. М. Арпентьев, А. К. Дунка, А. Н. Куцын // Сборник научных трудов ХИСП. — Харьков, 1997. — № 2. — 186 с.

УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ РЕМОНТНОГО ВИРОБНИЦТВА ПРИ РОЗБИРАННІ З'ЄДНАНЬ З НАТЯГОМ

Розглянуто проблеми управління якістю розбирання з'єднань з натягом для ефективного функціонування ремонтного виробництва. Запропоновано структурно-параметричний принцип для створення нормативно-технічного забезпечення і математична модель теплового процесу ремонтних технологій на прикладі розбирання з'єднань з натягом.

Ключові слова: параметри якості, уніфікація, класифікація, ремонтні технології, лімітуючі параметри, розбирання.

Павлова Анна Алексеевна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра інтегрованих технологій в машиностроєнні і зварювального виробництва, Українська інженерно-педагогічна академія, Харків, Україна, e-mail: pavlova_aa@mail.ru.
Лагода Анна Николаевна, асистент, кафедра інтегрованих технологій в машиностроєнні і зварювального виробництва, Українська інженерно-педагогічна академія, Харків, Україна.

Павлова Ганна Олексіївна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра інтегрованих технологій в машинобудуванні та зварювального виробництва, Українська інженерно-педагогічна академія, Харків, Україна.

Лагода Ганна Миколаївна, асистент, кафедра інтегрованих технологій в машинобудуванні та зварювального виробництва, Українська інженерно-педагогічна академія, Харків, Україна.

Pavlova Anna, Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy, Kharkov, Ukraine, e-mail: pavlova_aa@mail.ru.

Laгода Anna, Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy, Kharkov, Ukraine

УДК 621.002

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.47862

Рузметов А. Р.

ОПТИМИЗАЦИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ С УЧЕТОМ ОРГАНИЗАЦИОННО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАТРАТ

В статье представлена методика решения задачи повышения эффективности технологических операций механической обработки резанием при учете изменения трудоспособности основных рабочих. Возможность точного прогнозирования затрат вспомогательного времени имеет целью повышение уровня точности изготовления деталей в условиях мелкосерийного производства.

Ключевые слова: обработка резанием, вспомогательное время, машинно-ручная работа, много-станочный производственный комплекс.

1. Введение

Исследования относятся к области технологического обеспечения системы оперативного планирования работы производственного участка.

Низкий уровень автоматизации и концентрации операций в условиях мелкосерийного производства, приводит к тому, что значительную часть рабочего времени (около

40%) занимают вспомогательные операции с использованием машинно-ручной работы. Из-за сложности и не детерминированности ручных операций невозможно установить с достаточной точностью объем штучного времени.

Эту проблему можно решить внедрением дорогих обрабатывающих центров, что, далеко не всегда доступно отечественному производителю. Перспективным

решением данной задачи может быть использование системы имитационного моделирования производственных процессов, которая позволит системе планирования организовать синхронизацию систем обработки, высвободив необходимый ресурс времени для многостаночного обслуживания.

Но отсутствие достаточной методологической базы, в этом направлении, требует проведения комплекса теоретических и экспериментальных исследований для научно обоснованного синтеза структур конкретных машинно-ручных технологических операций (МРТО), максимально соответствующих условиям действующего производства и выполняемых в условиях многостаночной системы.

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Для решения задачи распределения времени обслуживания и обработки между рабочими местами необходимо как можно более точно определить затраты времени на каждый технологический переход. Значительную часть рабочего времени механической операции обработки резанием (около 40 %) занимают вспомогательные операции с использованием ручной работы [1].

Требуемый уровень автоматизации наиболее полно получил свое воплощение на станках с ЧПУ [2].

Наиболее близко подошли к решению данного вопроса такие авторы [3–5].

Автор источников [3, 4], в ходе разработки метода синтеза рациональной структуры технологического процесса сборки, оценивал влияние элементов временной структуры технологического процесса сборки на надежность эксплуатации технологической системы и на экономические показатели.

Но структура времени цикла сборки не рассматривалась, влияние психофизиологического напряжения рабочих-сборщиков не учитывалось.

Автор источника [5] исследовал влияния управляющих факторов на параметры эффективности и рассматривал структуру технологической операции на основе вероятностной модели системы массового обслуживания. Но в этих разработках отсутствует динамическая модель реализации трудовых приемов, модель роста информационного напряжения недостаточно детально отображает множество логических условий, связанных с целевыми микроэлементами трудовых приемов.

В качестве элементов микроструктуры технологических приемов работы была взята микроэлементная модель БСМ-1 [6]. При разработке динамической и информационной моделей за основу были взяты показатели интегральной оценки работоспособности [7].

Были разработаны подходы к определению оптимально потенциальной микроструктуры вспомогательных технологических переходов [8] и способы ее адаптации к условиям действующего производства [9]. Разработка моделей учета организационно-технологической информации через коэффициенты информационной и физической напряженности рабочего представлено в [10].

Тем не менее, все еще отсутствует модель оптимизации, которая позволит выйти на уровень производственной эффективности, что и является темой дальнейших исследований и настоящей статьи.

3. Объект, цель и задачи исследования

Объект исследования — структура технологического процесса, выполняемого на автоматизированном станочном оборудовании, в условиях мелкосерийного машиностроительного производства.

Цель исследования — разработать модель оптимизации организационно-технологических структур, реализуемых в процессе обработки деталей в условиях многостаночного комплекса в направлении синхронизации обработки.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить такие задачи:

1. Формализовать основные условия создания математической модели.
2. Произвести описание методики формирования микроструктуры технологического приема, перехода.
3. Раскрыть методику учета показателей изменения трудоспособности рабочего в течение смены.
4. Привести схему оптимизации организационно-технологических затрат.
5. Произвести поиск области существования квазиоптимальных организационно-технологических структур.
6. Проверить действие методик в ходе внедрения.

4. Создание математической модели синхронизации технологических переходов

Для синхронизации технологических переходов по вспомогательному времени, с учетом времени обслуживания необходимо в ходе моделирования определить наиболее рациональные интервалы времени обеспечения основной обработки на всех обслуживаемых станках с учетом времени подналадок станков, оснастки и времени переходов между станками.

4.1. Основные условия создания математической модели. Математическая модель основана на таких параметрах, как: S^{GD} — множество технологических структур изготовления группы деталей (GD); $id = 1, nd$ — номенклатура деталей, которые ожидают обработки; $iid = 1, nid$ — множество деталей в партии запуска по каждому id -ому наименованию; TX_{id} — характеристики технологического процесса изготовления id -ой детали; $N_{imr}^{раб.}$, где $imr = 1, nmr$ — множество рабочих, обслуживающих группу станков; $GM_{imr, GD}$ — множество кортежей характеристик станков, обрабатывающих рассматриваемую группу деталей; $ict = 1, nct$ — множество станков в группе; $jp = 1, np$ — множество групп переходов (операций), определенных для данного множества деталей; $jtp = 1, ntp$ — множество технологических приемов, составляющих вспомогательные переходы; $iri = 1, nri$ — множество режущих инструментов в наладке каждого станка; $Ts_{in}(TX_{id})$ — период стойкости, зависящий от технологии id -ой детали; $PL^{уч}$ — данные о планировке участка.

При сокращении стоимости трудовых затрат нужно стремиться к уменьшению числа задействованных рабочих в обработке выбранной группы деталей, при этом, нужно сократить к минимуму простой станков. То есть руководствоваться принципом как можно большего соответствия времени цикла автоматической работы каждого, включенного в многостаночную систему, станка со временем, затрачиваемым на обеспечение обработки всех остальных станков группы и совокупным временем перемещений исполнителя между ними:

$$t_{ict}^{авт.} \rightarrow \sum_{\substack{ict1 \neq ict \\ ict1=1}}^{nct} (t_{ict1}^{всп.} + t_{ict1}^{тех.} + t_{ict1,ict-1}^{псм.}), \quad (1)$$

где $t_{ict}^{авт.}$ — время автоматической работы ict -ого станка из группы nst станков; $t_{ict1}^{всп.}$ — вспомогательное время работы рабочего за $ict1$ -ым станком; $t_{ict1}^{тех.}$ — время технического обслуживания $ict1$ -ого станка; $t_{ict1}^{псм.}$ — время перемещений рабочего между $ict1$ -ым и $(ict-1)$ -ым станками.

Разность между левой и правой частями выражения (2) характеризуют длительность простоев оборудования ($t_{ict,iid}^{псм.}$), и снижения нормы выработки.

Для указанных практических целей рациональной синхронизации необходимо знать предельные отклонения длительностей вспомогательного, обслуживающего ($\pm \Delta^{всп.,тех}(t)$) процессов и процессов перемещений исполнителя между рабочими местами ($\pm \Delta^{псм}(t)$) (рис. 1).

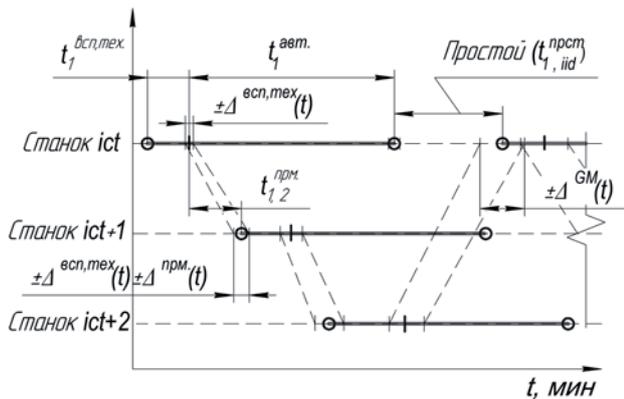


Рис. 1. Обобщенный график многостаночного обслуживания

Общая величина структурных отклонений времени по группе станков за один цикл многостаночного обслуживания составит:

$$\Delta^{GR}(t) = \sum_{ict=1}^{nctGR} (\Delta^{всп.,тех}(t) + \Delta^{псм}(t))_{ict}, \quad (2)$$

где $nctGR$ — количество станков в группе обслуживания.

В качестве аргумента t представлено время работы многостаночного комплекса, в течении которого происходят процессы, обуславливающие затраты времени комплекса машинно-ручных технологических операций.

В условиях мелкосерийного производства, как правило, происходит не дублирование обработки, а единовременная реализация нескольких технологических стадий обработки (с учетом взаимного относительного смещения их фаз).

Поэтому длительность общего цикла обработки детали данным производственным комплексом можно выразить формулой:

$$T_{ict}^{MPTO}(t) = \sum_{ict=1}^{nct} (T_{ict}^{MPTO} - \tau_{ict,ict+1}) + \Delta^{GR}(t), \quad (3)$$

где $\tau_{ict,ict-1}$ — совмещенное время проведения машинно-ручной технологической операции (МРТО) ict -ом и $ict+1$ -ом станках.

Для реализации работы с потенциальным ростом производительности многостаночного комплекса, длительность автоматического рабочего хода ($t_{ict,jp}^{авт.}$) должна удовлетворять неравенству (4):

$$t_{ict+1,jp}^{ППХ} + \Delta t_{ict+1,jp}^{ППХ \lim} \leq t_{ict,jp}^{авт.}, \quad (4)$$

где $t_{ict+1,jp}^{ППХ}$ — суммарное время на переход, мин:

$$t_{ict+1,jp}^{ППХ} = t_{ict+1,jp}^{ПРХ} + t_{ict+1,jp}^{ПХ} + t_{ict+1,jp}^{набл.}, \quad (5)$$

где $t_{ict+1,jp}^{ПРХ}$ — время на перемещение рабочего от станка к станку, мин; $t_{ict+1,jp}^{набл.}$ — время, затрачиваемое на наблюдения, мин; $\Delta t_{ict+1,jp}^{ППХ \lim}$ — приращение времени подготовки рабочего хода, связанное с внутрисменными изменениями психофизиологического состояния рабочего (рис. 2); $t_{ict+1,jp}^{ПХ}$ — время на подготовку рабочего хода, мин.

$$t_{ict+1,jp}^{ПХ} = t_{ict+1,jp}^{всп.} + \text{if} \left(\bigvee_{iri=1}^{n_{ict+1}} (t_{ict,iri} \geq (Ts_{iri}(TX_{id}) - \Delta ts_{iri}(TX_{id}))), t_{ict+1,jp}^{тех.}, 0 \right), \quad (6)$$

где $\Delta ts_{iri}(TX_{id})$ — временной лаг безопасности для каждого режущего инструмента, мин.

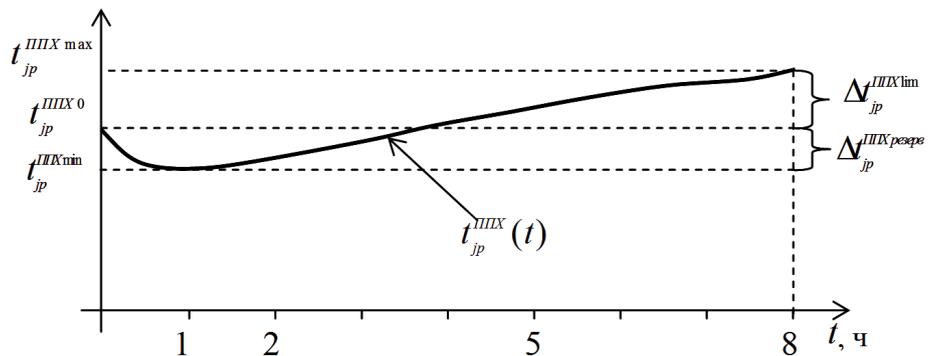


Рис. 2. Внутрисменные изменения продолжительности времени обслуживания перехода рабочим [4]

Во всех остальных случаях, время вспомогательного перехода при обслуживании, многостаночного комплекса не должно превышать технико-экономическую обоснованную норму времени ($\Delta t_{ict}^{апх \lim}$):

$$t_{ict+1,jp}^{ППХ} + \Delta t_{ict+1,jp}^{ППХ \lim} \leq t_{ict,jp}^{авт.} + \Delta t_{ict}^{апх \lim}. \quad (7)$$

В общем случае, задачей проектирования (модернизации) организационной и технологической структур

процесса обработки будет являться достижение отношения (8):

$$\sum_{\substack{ict1=1 \\ ict1 \neq ict}}^{n_{ict}^{GM}} \Delta t_{ict1,jp}^{ППХ \text{ резерв}} \leq \Delta t^{GM}(t) + \sum_{\substack{ict1=1 \\ ict1 \neq ict}}^{n_{ict}^{GM}} \Delta t_{ict1,jp}^{ППХ \text{ лим}} < \Delta t_{ict}^{авт.лим}. \quad (8)$$

В дальнейшем, приращение времени подготовки рабочего хода может рассматриваться как запланированный простой оборудования или ожидание завершения обработки, если принять, что:

$$\sum_{\substack{ict1=1 \\ ict1 \neq ict}}^{n_{ict}^{GR}} \Delta t_{ict1,jp}^{ППХ \text{ лим}} = f(Me),$$

где Me — микроэлементная структура процесса подготовки рабочего хода.

4.2. Правило формирования микроструктуры технологического приема. Вспомогательный технологический переход состоит из множества технологических приемов, микроэлементную структуру которых можно охарактеризовать правилом:

$$Me_{jip} = \left\{ me_{jme}^{jip} : (PA_{fts})_{jf}, Ext_{jme}^{jf}(U_{jme}^{jf}, \Delta\Phi_{jme}^{jf}) \right\}, \quad (9)$$

где me_{jme}^{jip} — множество микроэлементов вспомогательного процесса, обеспечивающих реализацию технологического приема; $jme = 1, ne$ — множество микроэлементов технологического приема; $(PA_{fts})_{jf}$ — наименование jf -ой фазы активизации средств технологического оснащения при выполнении им fts -ой функции; $fts = 1, nfs$ — множество функций средств технологического оснащения; $jf = 1, n_{fts}$ — множество фаз активизации средств технологического оснащения; $Ext_{jme}^{jf}(U_{jme}^{jf}, \Delta\Phi_{jme}^{jf})$ — степень важности реализации jme -го микроэлемента на данном этапе функциональной активизации; U_{jme}^{jf} — доступность реализации микроэлемента технологического приема; $\Delta\Phi_{jme}^{jf}$ — целесообразность реализации микроэлемента технологического приема.

4.3. Учет показателей изменения трудоспособности рабочего в течении смены. Для практических целей необходимо как можно более точно знать предельные значения длительностей вспомогательного и обслуживающего процессов, которые изменяются со временем работы вследствие естественных процессов (усталость, рост напряжения рабочего):

$$\Delta t^{ППХ \text{ лим}} = t^{ППХ}(Me) [KF(Me)KI(Me)KS(Me) - 1] \quad (10)$$

или

$$\Delta t^{ППХ \text{ лим}} = \Delta^{GM}(Me)KF(Me)KI(Me)KS(Me), \quad (11)$$

где $KF(Me)$ — коэффициент физической нагрузки; $KI(Me)$ — коэффициент алгоритмической сложности вспомогательного процесса технологической операции, зависящий от микроструктуры технологических приемов, выполненных рабочим ко времени завершения

технологического приема; $KS(Me)$ — коэффициент, учитывающий количество повторений выполняемого вспомогательного процесса, аналогичного типичному.

Эта коррекция осуществляется при работе модуля генерации микроструктуры технологических приемов (Me_{jip}). Коэффициент физической нагрузки:

$$KF_{jip}(Me) = \frac{p_{jip} + A_{jip}^{исп}(Me) \frac{Nst_{jip}^{Me}}{N_{jip}^{Me} - Nst_{jip}^{Me}}}{E^x}, \quad (12)$$

где E_{jip-1} — показатель затрат энергии при поддержании рабочего положения, кДж; E^x — показатель энергозатрат при ходьбе исполнителя, кДж; $A_{jip}^{исп}(Me)$ — величина, выполняемой исполнителем работы, кДж; Nst_{jip}^{Me} — количество статических микроэлементов; N_{jip}^{Me} — общее количество микроэлементов j -го вспомогательного процесса.

Коэффициент алгоритмической сложности можно рассчитать по формуле:

$$KI_{jip}(Me) = \ln(N_{об}) \frac{N_{об}^0}{N_{об} \cdot e^{\frac{1}{ITex_{jip}(Me)}}}, \quad (13)$$

где $N_{об}$ — общее количество объектов внимания (признаков) необходимых для реализации данного вспомогательного процесса; $ITex_{jip}(Me)$ — мера упорядоченности технологической системы в настоящий момент времени; $N_{об}^0$ — количество объектов внимания, типичного для данного участка, технологического процесса.

Коэффициент однотипности технологических процессов. Учет степени сходства выполняемого вспомогательного процесса с соответствующим ему, реализуемым по типичной, для данного участка, технологией (для диапазона деталей в партии: $nd = 5...10$ шт):

$$KS_{jip}(Me) = K_{св.ТП} K_{дл.ТП}(Me) (1 - K_{тр.ТП}) K_{пов}, \quad (14)$$

где $K_{пов}$ — коэффициент, который учитывает количество повторений выполняемого вспомогательного процесса; $K_{св.ТП}$ — коэффициент соответствия выполняемого вспомогательного процесса типичному для данного участка; $K_{дл.ТП}$ — коэффициент соответствия времени выполнения данного вспомогательного процесса времени выполнения типичного; $K_{тр.ТП}$ — коэффициент соответствия фактической длины траекторий перемещений выполняемого вспомогательного процесса от суммы длин типичного процесса; $K_{пов}$ — непосредственное количество воспроизведений вспомогательного процесса.

4.4. Оптимизация организационно-технологических затрат. Соответственно, процесс организационно-технологических затрат времени рабочего, выражающийся в количествах технологических приемов и организационных элементов, может подразумевать как затраты вспомогательного времени, так и затраты на обслуживание и переходы между станками. Параметром, ограничивающим максимально возможную производительность рабочих мест ($\Delta t_{ict}^{ППХ \text{ резерв}}$), является коэффициент, регламентирующий уровень занятости рабочего ($K_{з,доп}$):

$$\frac{\sum_{ict=1}^{nct} (t_{ict}^{всп.} + t_{ict}^{тех})}{\sum_{ict=1}^{nct} (t_{ict}^{оп.} (t^{авт.}, Me) + t_{ict}^{тех} (Me) + t_{ict, iA-1}^{прм.})} \rightarrow Kз_{доп}^{GM}. \quad (15)$$

Для работ средней тяжести в мелкосерийном производстве $Kз_{доп}^{GM} = 0,87$ [4].

Результатом работы данной математической модели в ходе имитационного моделирования является множество вариантов (v) кортежей характеристик производственных модулей (PM_v): S_v^{GD} – вариант технологической структуры, $GM_{имр, GD}$ – вариант группы станков, $N_{имр}^{раб.}$ – число, обслуживающих группу, рабочих, $t_v^{прст. GM}$ – итоговый простой станка при обработке всех партий группы деталей. Из этого множества вариантов определяется наиболее оптимальное значение на основании целевой функции:

$$F_{opt} = \max \left[\min(t_v^{прст. GM}), \min\left(\frac{1}{\Delta C_v}\right) \right]. \quad (16)$$

Методика оптимизации технологических структур комплекса взаимозависимых систем обработки при сохранении высокой степени соответствия ситуации реального производства представлена на рис. 3. Условия работы модели по данной методике: все станки оснащены приспособлениями и инструментом, налажены, детали на рабочих местах, правка режущей части инструментов осуществляется централизованно. Ситуации с внезапным переходом оборудования в нерабочее состояние не рассматриваются.

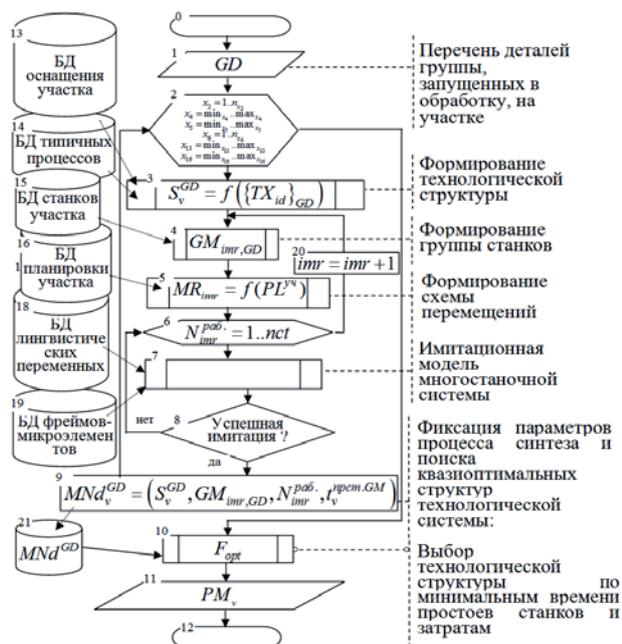


Рис. 3. Алгоритм оптимизации организационно-технологических структур многостаночного комплекса

4.5. Поиск области существования квазиоптимальных организационно-технологических структур. Проведена обработка информации о предметной области с целью получения входных параметров модели и зависимостей

для отображения их взаимосвязи с технологическими характеристиками станочной системы.

Множество достаточно значимых факторов, отобранных на основании правила отсева по малой значимости, приведено в табл. 1.

Исследовалось влияние выделенной группы факторов на такие входные параметры, которые характеризуют себестоимость производства, как себестоимость и общая трудоемкость обработки в условиях многостаночного комплекса.

Таблица 1

Множество достаточно значимых факторов

Диапазоны, состав	Фактор	Диапазон
вид размещения станков	x_2	{1, 2, ..., $L^{ст}$ }
масса заготовки-детали, кг	x_4	{0,8, 0,9, ..., 1,2}
средняя стойкость лимитирующих инструментов, мин	x_5	{60, 65, ..., 120}
схемы базирования детали	x_6	{центры, кулачки, поводковый патрон}
измеряемый габарит, мм	x_{13}	{30, 35, ..., 100}
партионность	x_{16}	{3, 20}

В итоге были получены зависимости показателя себестоимости обслуживания обработки от наиболее значимых параметров: вида размещения станков, среднего количества обрабатываемых деталей одного наименования и лимитирующей стойкости инструмента.

Выделены следующие области значений параметров эффективного функционирования исследуемой многостаночной системы: $x_2^{эф.} = 4$ и $x_5^{эф.} = 6$, $35 < x_5^{эф.}$, $x_6 \leq 60$, $5 < x_{16}^{эф.}$, шт. ≤ 7 , которые отвечают уровню себестоимости $C_{\Sigma оп.} \leq 60$ грн.

5. Внедрение результатов исследований при модернизации ремонтного участка цеха предприятия ОАО «Северсталь»

Результаты исследований были внедрены в составе системы имитационного моделирования SIM GPS разработанной на кафедре ТМС НТУ «ХПИ» проф. Шелковым А. Н., при моделировании ремонтного участка цеха предприятия ОАО «Северсталь» (Россия, г. Череповец) по обработке валков прокатного стана ЛПЦ-2 (рис. 4). Организация участка ремонта валков прокатного стана ЛПЦ-2 показана на рис. 5.

В ходе работы было проведено нормирование машинно-ручных технологических операций, а также, энергетическая и информационная оценки действующего и модернизированного вариантов технологических процессов.

Моделирование производственного процесса проводим для обработки восемнадцати партий валков. Время моделирования (почти три часа) обусловлено тем, что участок загружается раз в три часа.

Анализируя графики загрузки производственных модулей (рис. 6) и затрат мощности (рис. 7) видим, что 4-й и 8-й шлифовальные и 4-й и 8-й токарные станки совсем не используются, также не задействован и термический модуль 3.

В тот же время, транспортный модуль (кран) нагружен почти все время работы (93,1 %), что довольно много.

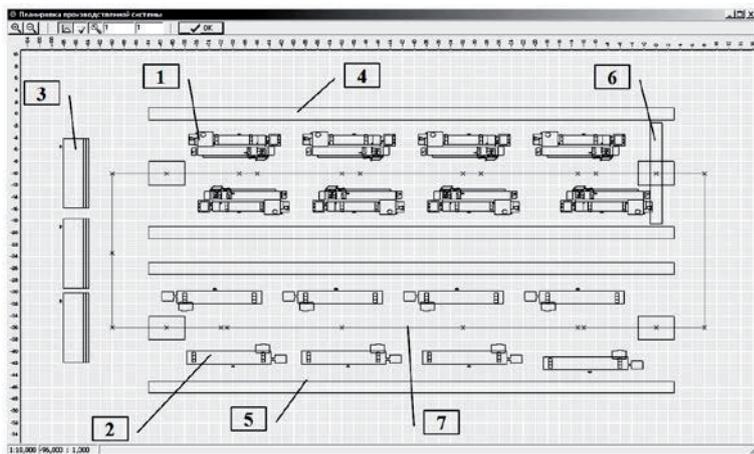


Рис. 4. Общий вид участка: 1 — вальцешлифовальный станок мод. 3А417РМ; 2 — токарный станок 1Г665Ф2; 3 — термическая печь ТВЧ; 4, 5 — накопитель; 6 — мостовой кран; 7 — транспортная линия

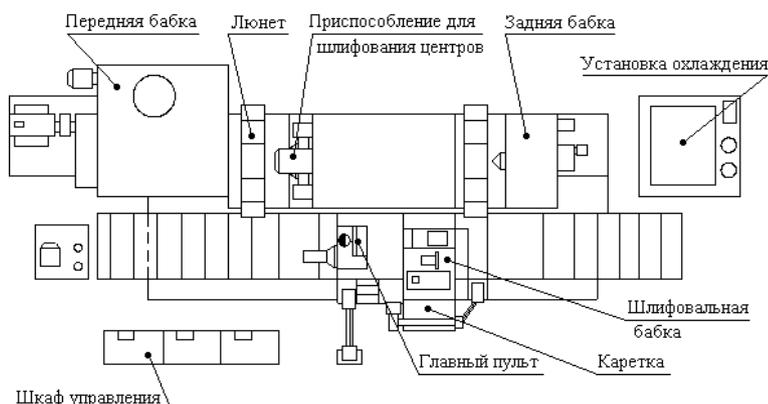


Рис. 5. Организация рабочего места вальцешлифовального станка мод. 3А417РМ

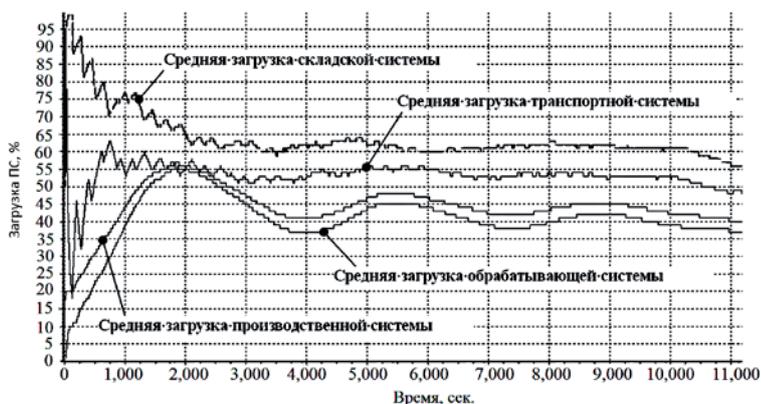


Рис. 6. График загрузки производственных модулей

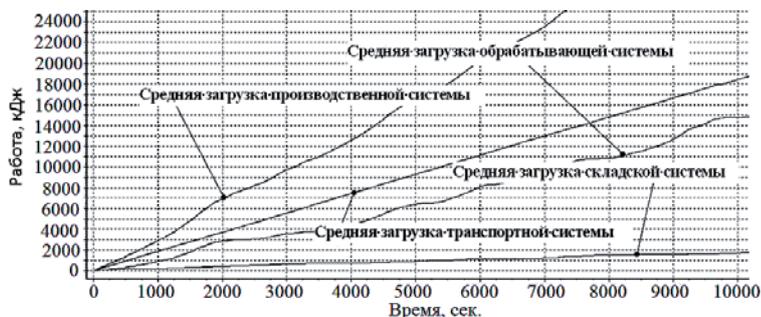


Рис. 7. Затраты электроэнергии производственной системой

Из результатов видно, что больше затрат приходится на транспортную систему. Это также видно и в ходе проведения имитационного моделирования, поскольку кран постоянно находится в состоянии движения, поскольку обслуживает, как станки, так и складскую систему.

Также система строит график коэффициента полезного действия модулей и производственной системы, по которым видно, что производственная система используется не на всю мощность, поскольку простои возникают за счет того, что модули обслуживаются одной транспортной системой.

Варианты улучшения структуры участка:

1. Прибавить еще один транспортный модуль для разгрузки первого. Это уменьшит простой оборудования за счет времени ожидания загрузки и разгрузки производственных модулей.

2. Изъять из участка оборудование, которое не задействовано в процессе моделирования, а именно 5 шлифовальных, 5 токарных и 1 термический модуль. Переработать размещение станков на участке.

3. Изменить структуру партий деталей и их порядок попадания в производственный цикл.

4. Дозагрузить оборудование.

В итоге, от всех предложенных внедрений был получен годовой экономический эффект в размере 25418 грн., что составляет около 20 % от общей прибыли.

6. Выводы

Таким образом, с помощью созданной подсистемы оптимизации, работающей в рамках системы CIM GPS, можно формировать варианты улучшения организационно-технологической структуры производственных подразделений механообрабатывающих цехов. Разрабатывать структуры участка с целью повышения коэффициента загрузки оборудования, занятости рабочих. Например, в ходе внедрения, более рациональное технологическое обеспечение системы обработки позволило выровнять коэффициент загрузки оборудования для всех модулей — на уровне 30–50 %.

Литература

1. Тимофеев, Ю. В. Аналитический подход к оценке временных характеристик рабочего места станочника [Текст]: сб. науч. тр. / Ю. В. Тимофеев, А. Н. Шелковой, А. Р. Рузметов, С. А. Концур // Высокие технологии в машиностроении: моделирование, оптимизация, диагностика. — Харьков: НТУ «ХПИ», 2002. — Вып. 1(5). — С. 370–376.
2. Кузьменко, В. М. Исследование системы «рабочий — станок» с помощью имитационного моделирования [Текст]: сб. науч. тр. / В. М. Кузьменко, Л. М. Зуева, В. Н. Черномаз // Радиоэлектроника и информатика. — Харьков: ХНУРЭ, 2001. — Вып. 3. — С. 35–37.

3. Коноплянченко, Е. В. Метод синтеза рациональных структур технологических процессов [Текст] / Е. В. Коноплянченко // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. — 2000. — № 110. — С. 235–250.
4. Коноплянченко, Е. В. Влияние временного допуска на параметрическую надежность автоматизированной сборки [Текст] / Е. В. Коноплянченко // Вестник СумДУ. — 1999. — № 2(13). — С. 85–89.
5. Богданова, Л. М. Підвищення ефективності технологічного процесу обробки деталей за рахунок забезпечення надійності відновлення технологічної системи [Текст]: автореф. дис. техн. наук: 05.02.08 / Л. М. Богданова; Донецький нац. техн. ун-т. — Донецьк, 2009. — 21 с.
6. Базовая система микроэлементных нормативов времени (БСМ-1) [Текст]: метод. и нормат. материалы. — 2-е изд., доп. и перераб. — М.: Экономика, 1989. — 125 с.
7. Деревянко, Е. А. Интегральная оценка работоспособности при умственном и физическом труде [Текст]: методические рекомендации / Е. А. Деревянко, О. А. Лихачева, Л. П. Степанова. — 2-е изд. — Москва: Экономика, 1990. — 108 с.
8. Рузметов, А. Р. Определение оптимально потенциальной микроструктуры технологических переходов [Текст]: сб. науч. тр. / А. Р. Рузметов // Вестник Национального технического университета «Харьковский политехнический институт». Тематический выпуск: Технологии в машиностроении. — Харьков: НТУ «ХПИ», 2007. — № 1. — С. 44–49.
9. Шелковой, А. Н. Методика адаптации типового вспомогательного технологического перехода к условиям рабочей среды [Текст]: сб. науч. тр. / А. Н. Шелковой, О. Ю. Приходько, А. Р. Рузметов // Вестник Национального технического университета «Харьковский политехнический институт». Тематический выпуск: Технологии в машиностроении. — Харьков: НТУ «ХПИ», 2008. — № 4. — С. 156–160.
10. Рузметов, А. Р. Классификация задач формализации перемещений рабочего на основе анализа его психофизиологических характеристик [Текст]: сб. науч. тр. / А. Р. Рузметов // Высокие технологии в машиностроении. — Харьков: НТУ «ХПИ», 2004. — Вып. 2(9). — С. 270–275.

ОПТИМІЗАЦІЯ ДОПОМІЖНОГО ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ РІЗАННЯМ З УРАХУВАННЯМ ОРГАНІЗАЦІЙНО ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИТРАТ

В статті представлена методика рішення задачі підвищення ефективності технологічних операцій механічної обробки різанням при врахуванні зміни працездатності основних робітників. Можливість точного прогнозування витрат допоміжного часу має на меті підвищення рівня потоковості виготовлення деталей в умовах дрібносерійного виробництва.

Ключові слова: обробка різанням, допоміжний час, машинно-ручна робота, багатроверстатний виробничий комплекс.

Рузметов Андрій Русланович, асистент, кафедра технології машиностроєння і металорежущих станків, Національний технічний університет «Харьковский политехнический институт», Україна, e-mail: arnzet@rambler.ru.

Рузметов Андрій Русланович, асистент, кафедра технології машинобудування і металорізальних верстатів, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна.

Ruzmetov Andrey, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: arnzet@rambler.ru

УДК 629.463.65

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.47863

Фомін О. В.

ВПРОВАДЖЕННЯ КРУГЛИХ ТРУБ В НЕСУЧІ СИСТЕМИ НАПІВВАГОНІВ З ЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ РАЦІОНАЛЬНИХ ПОКАЗНИКІВ МІЦНОСТІ

В статті представлено особливості та результати проведеного дослідження з впровадження круглих труб у несучі системи напіввагонів на основі запропонованого автором методу. Застосування такого методу дозволяє забезпечити мінімальну матеріалоемність впроваджуваних елементів при виконанні умов міцності та експлуатаційної надійності за рахунок забезпечення раціональних показників міцності.

Ключові слова: напіввагон, удосконалення несучої конструкції, впровадження круглих труб, раціональні показники міцності.

1. Вступ

Відомо, що одним із потенційних шляхів поліпшення техніко-економічних показників (ТЕП) вантажних вагонів (ВВ), що безпосередньо впливає на їх ефективність, є удосконалення їх складових. У зв'язку з тим, що модулі ходової частини, автоцепного устаткування та гальмового обладнання в сучасному вагонобудуванні мають типовий характер, можна сказати, що основною

відмінною рисою ВВ, від конструкції якого залежить його тип та призначення є модуль кузова.

2. Аналіз останніх публікацій і постановка проблеми

В сучасних умовах господарювання, конкуренції зі сторін інших видів транспорту та закордонних залізничних компаній перед залізницями гостро стоїть