

**ОПТИМИЗАЦИЯ РЕГЛАМЕНТОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИНСТРУМЕНТА
НА ТЯЖЕЛЫХ СТАНКАХ****Клименко Г.П.***(ДГМА, г. Краматорск, Украина)*

Повышение производительности металлообработки и конкурентоспособности продукции машиностроения в значительной степени обусловлено эффективностью разработок научно обоснованных регламентов эксплуатации режущих инструментов, которые значительно влияют на условия труда и технико-экономические показатели производства. Об актуальности этой проблемы свидетельствуют решения правительства Украины о создании нормативной базы, касающейся условий эксплуатации режущих инструментов. Анализ последних исследований и публикаций по данной проблеме [1, 2] показал, что для тяжелых станков необходим дополнительный комплекс исследований, связанных с особенностями эксплуатации режущих инструментов в этих условиях.

Задача определения рациональных регламентов эксплуатации: режимов резания, параметров расхода инструмента, уровня надежности и уровня психо-физической нагрузки на станочника, решаемая с учетом всех технологических, технико-экономических факторов является многокритериальной. Критериями эффективности при определении регламентов эксплуатации инструментов могут быть все выходные параметры процесса эксплуатации, каждый из них, любое их сочетание. Часть выходных параметров, не являющихся критериями эффективности, служат ограничениями и определяют область допустимых решений при определении сочетания элементов режима резания (рис.1).

С увеличением числа ограничивающих условий повышается трудоемкость расчетов и снижается их точность, т.к. в этом случае область рациональных режимов резания не всегда совпадает с экстремальными точками целевой функции, а находится на линии пересечения наиболее сильного ограничения с поверхностью, отражающей область существования целевой функции. Решение задачи оптимизации режимов резания для средних и мелких станков в технической литературе достаточно широко освещено. Но для тяжелых станков необходим учет новых факторов, которые исследованы недостаточно.

Исходя из сказанного, целью настоящей работы является решение задачи оптимизации регламентов эксплуатации режущего инструмента, обеспечивающей повышение эффективности использования тяжелых токарных станков.

Для этого, применительно к условиям работы инструмента на тяжелых станках, разработана система целевых функций и ограничений, используемая при оптимизации режимов резания и расхода инструмента. Особенностью этой системы является учет новых факторов: уровня надежности γ , уровня эксплуатации инструмента $Уэ$ и коэффициента эксплуатации $Кэ$, вероятности разрушения инструмента q_p , коэффициента случайных отказов инструмента ω , зависящих от параметров a и b закона Вейбулла-Гнеденко, в соответствии с которым распределен период стойкости инструмента T .

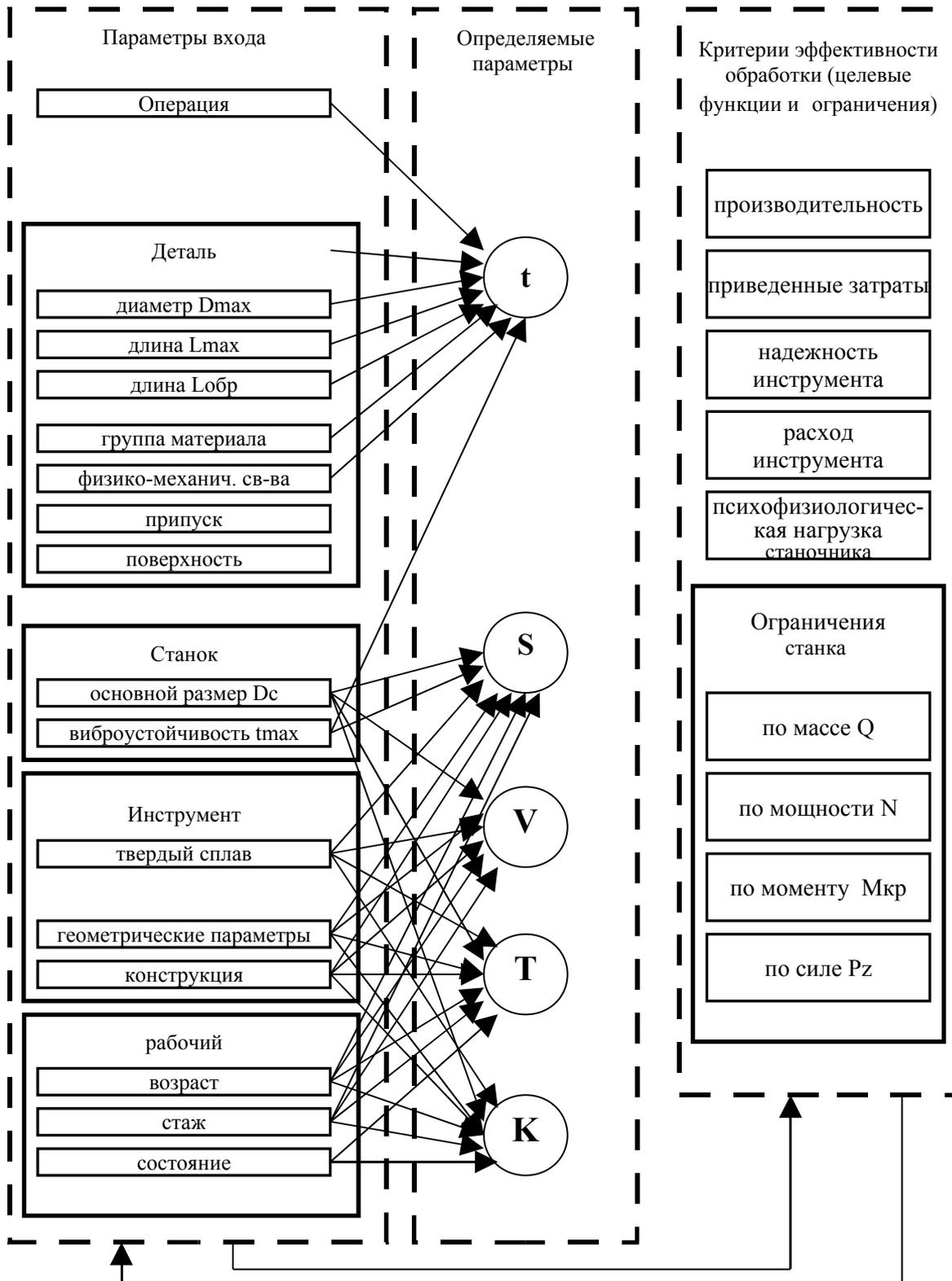


Рис. 1. Основные факторы и связи между ними, используемые при определении регламентов эксплуатации и расхода инструмента

В качестве одного из основных критериев эффективности эксплуатации инструмента на тяжёлых токарных станках приняты приведенные затраты, позволяющие учесть высокую стоимость тяжелых токарных станков и большие производственные площади, занимаемые ими. Формирование целевого функционала производилось с учетом лишь части затрат, зависящих от режима обработки. Целевой функционал, выражающий приведенные затраты на съём единицы объема металла с заготовки за период стойкости инструмента, имеет вид, представленный на рис. 2.

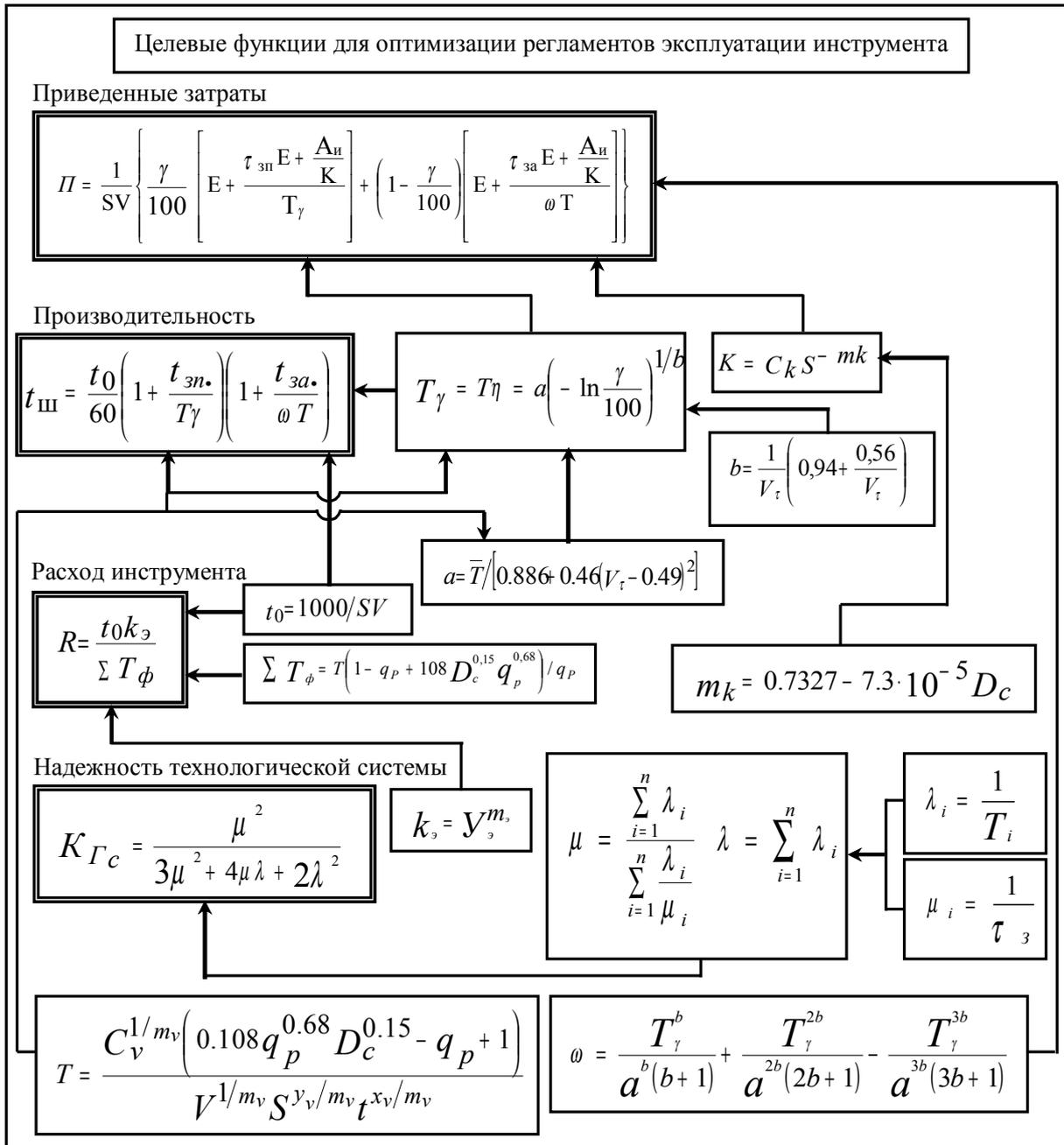


Рис. 2. Система математических моделей и целевых функций для оптимизации регламентов эксплуатации инструмента на тяжелых станках

Здесь E – приведенные затраты без учета стоимости инструмента, приходящиеся на одну минуту работы станка, коп/ст.-мин, определяемые по формуле:

$$E = \bar{E} + 3\varepsilon,$$

где \bar{E} – средняя себестоимость станкоминуты (без стоимости режущего инструмента), коп/ст.-мин;

ε – отраслевой нормативный коэффициент экономической эффективности, $\varepsilon = 0,12$;

3 – удельные дополнительные затраты, обусловленные капитальными вложениями.

τ_s – время простоя станка, связанное с заменой инструмента;

A_u – приведенные затраты, обусловленные эксплуатацией инструмента, грн.

Для расчета затрат на режущий инструмент было принято, что на станках используются сборные резцы.

$A_u = A + \varepsilon Z_u$, где A – стоимость инструмента с учетом использования отходов;

$T(V, S, t, q_p, \gamma)$ – средний период стойкости режущего инструмента с учетом его изнашивания, разрушения и рассеивания свойств, представленный в системе моделей, включает величины:

V, S, t – режимы резания (в общепринятых единицах измерения);

m_v, x_v, y_v – показатели степеней стойкостной зависимости; q_p – вероятность разрушения инструмента;

$K(q, S)$ – число периодов стойкости инструмента с учетом вероятности его разрушения.

Для перетачиваемых пластин – $K = 1/q$; для многогранных неперетачиваемых пластин с числом граней Z – $K = Z(1 - q)$; η – поправочный коэффициент на период стойкости, учитывающий ее рассеивание.

γ – уровень надежности в %;

a и b – параметры закона распределения периода стойкости Вейбулла-Гнеденко;

V_τ – коэффициент вариации стойкости;

R – расход инструмента в шт;

K_ε – поправочный коэффициент на расход инструмента, учитывающий уровень качества его эксплуатации;

D_C – наибольший диаметр обрабатываемого изделия над станиной станка (типоразмер) в мм;

K_{GC} – коэффициент готовности технологической системы;

λ – интенсивность отказов системы;

μ – интенсивность восстановления работоспособности системы;

q_p – вероятность разрушения инструмента;

t_0 – основное время, мин;

t_{zn}, t_{za} – время замены инструмента, соответственно, плановое и аварийное.

τ_s – время простоя;

m_k – показатель степени, учитывающий влияние подачи на число периодов стойкости инструмента;

ΣT_ϕ – полный фактический период стойкости инструмента в мин.

Оптимизация производилась с использованием пакетов программ, разработанных в ДГМА [2].

Рассматриваемые пакеты представляют собой выбор функциональных модулей, запрограммированных на языке СИ, рассчитанных на использование персональных компьютеров. Пакеты программ позволяют:

- одновременное использование большого числа критериев;
- использование в исходных математических моделях стохастических зависимостей, отражающих реальные процессы изнашивания и разрушения инструмента, обслуживания технологической системы и т.п.;
- обеспечить большой набор методов оптимизации для пользователя.

Многокритериальная оптимизация производилась отдельно по каждому критерию методом динамического программирования с последующим принятием решений, при необходимости учета нескольких критериев - в соответствии с множеством Парето. Разработанные модели были использованы при разработке общемашиностроительных нормативов резания для тяжелых станков [2-5].

Разработанные нормативы резания для тяжелых станков содержат новые операции по выбору регламентов эксплуатации инструмента, которые отсутствовали или имелись в недостаточном объеме в действующих нормативах. Здесь прежде всего необходимо назвать: выбор конструкции инструментов и её учет при назначении режимов резания; дифференцированные рекомендации по выбору элементов сечения среза; номограммы по определению частоты вращения детали и данные по её предельным значениям в зависимости от массы детали; номограммы для определения основного и штучного времени; рекомендации по стойкости, числам периодов стойкости и расходу инструмента; паспорт на инструмент с рекомендациями по контролю качества его изготовления и эксплуатации.

Большое рассеивание параметров обработки на тяжелых станках явилось причиной того, что в нормативах выделены два раздела: а) для наиболее распространенных условий обработки и б) для редко встречающихся условий. В разделе «а» даются подробные рекомендации в виде, почти не требующем введения поправочных коэффициентов, каких-либо математических операций; в разделе «б» – поправочные коэффициенты, учитывающие конкретные условия обработки.

Выделение области наиболее распространенных условий (с вероятностью 0,8) позволило значительно сузить (до 3-х раз) диапазон варьирования учитываемых параметров, что способствовало сокращению объема информации раздела «а» нормативов, повышению удобства их использования.

Обобщая результаты выполненных исследований, можно заключить следующее.

Процесс эксплуатации инструмента является многопараметрическим и многокритериальным. С помощью разработанной системы критериев, которые включают приведенные затраты, производительность, надежность, расход инструмента, а также уточненных ограничений, учитывающих массу обрабатываемых деталей, психофизическую нагрузку на рабочего, можно находить для любых производственных условий Парето - оптимальные оценки, обеспечивающих качество процесса эксплуатации инструмента на тяжелых станках.

Особенности обработки деталей на тяжелых станках стали основанием для учета новых факторов при оптимизации регламентов эксплуатации инструмента: вероятности разрушения, уровня надежности, уровня качества эксплуатации инструмента, нагрузки

на станочника и др.

Разработанные математические модели целевых функций и ограничений положены в основу создания новых нормативов резания для тяжелых станков, применение которых на заводах Украины позволило повысить производительность обработки и сэкономить до 20 % дефицитных дорогостоящих инструментальных материалов.

Список литературы: 1. Клименко Г.П. Анализ условий обработки деталей на тяжелых станках на основе информационного банка данных. // Резание и инструмент в технологических системах. Межд. научн.-техн. сборник. – Харьков: ХГПУ, 1997. – Вып.51. – С. 122-127. 2. Клименко Г.П. Создание общемашиностроительных нормативов режимов резания с учетом требования тяжелого машиностроения // Надійність різального інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник статей. – Краматорськ: ДДМА, 1999 – Вип. 8. – С. 12-24. 3. Клименко Г.П. Розроблення системи раціональної експлуатації збірних різців для важких верстатів // Машинознавство. – №5. – 1999. – С. 29-32. 4. Клименко Г.П. Определение периода стойкости инструмента для тяжелых токарных станков // Резание и инструмент в технологических системах. Межд. научн.-техн. сборник. – Харьков: ХГПУ, 1999. – Вып. 53. – С. 75-79. 5. Клименко Г.П. Обеспечение надежности технологической системы при определении режимов резания // Современные технологии машиностроения. Прогрессивные методики преподавания. – Сумы. – 1997. – Вып. 1. – С.57-59.

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕГЛАМЕНТІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ІНСТРУМЕНТА НА ВАЖКИХ ВЕРСТАТАХ

Клименко Г.П.

Розроблено критерії та цільові функції для оптимізації регламентів експлуатації інструмента на важких верстатах. Створені нормативи режимів різання для важких верстатів.

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕГЛАМЕНТОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИНСТРУМЕНТА НА ТЯЖЕЛЫХ СТАНКАХ

Клименко Г.П.

Разработаны критерии и целевые функции для оптимизации регламентов эксплуатации инструмента на тяжелых станках. Созданы нормативы режимов резания для тяжелых станков.

OPTIMIZATION REGULATIONS TO USAGES OF THE INSTRUMENT ON HEAVY TOOL

Klimenko G.P.

Criterion functions and restrictions for optimization of rules of operation of the tool on heavy machine tools are developed. The specifications of cutting for heavy machine tools are developed.