

05.02.00
952

ЧЕЛЯБИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ИМЕНИ ЛЕНИНСКОГО КОМСОМОЛА

На правах рукописи

СЫРЕЙШИКОВА НАЭЛИ ВЛАДИМИРОВНА

УДК 621.922.024

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ
ГЛУБИКИМ АБРАЗИВНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ
НА ОПЕРАЦИЯХ ПЛОСКОГО ШЛИТОВАНИЯ

Специальность 05.02.08
"Технология машиностроения"

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
(кандидата технических наук)

Челябинск 1989

Работа выполнена в Челябинском политехническом институте
имени Ленинского комсомола

Научный руководитель - доктор технических наук, профессор
Корчак С.Н.

Официальные оппоненты- доктор технических наук, профессор
Щеголев В.А.,

кандидат технических наук, доцент
Сарайкин А.М.

Будущая организация - Челябинский завод измерительных
приборов

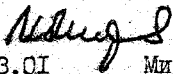
Защита состоится "23" ноября 1989 г. в 15 час
на заседании специализированного Совета К.053.13.01
при Политехническом институте имени Ленинского комсомола по
адресу: 454044, г. Челябинск, пр. Ленина, 76.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Челябинского
политехнического института.

Автореферат разослан "16" октября 1989 г.

Ученый секретарь

специализированного Совета К 053.13.01


Мирнов И.Я.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

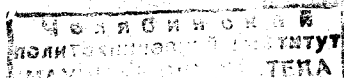
Актуальность. Наша страна вступила в сложный и ответственный период перестройки. В постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР "О мерах по коренному повышению качества продукции" в качестве одной из важнейших задач предусматривается повышение эффективности производства за счет внедрения новых и совершенствования действующих технологических процессов.

Операции шлифования гибким абразивным инструментом занимает значительное место в ведущих отраслях народного хозяйства на всех стадиях технологического процесса изготовления деталей. Наиболее распространенными являются операции плоского ленточного шлифования, составляющие 48% общего объема обработки гибким абразивным инструментом. Удельный вес применения гибкого абразивного инструмента составляет 42% от объема используемых шлифовальных инструментов, в т.ч. из шкурки - 37%. Наибольшее применение - до 79% имеют тканевые шлифовальные ленты.

Практика эксплуатации шлифовальных лент показывает, что 23% операций являются неэффективными из-за назначения нерациональных характеристик инструментов и режимов шлифования. Так, на заводах с близкой годовой программой на однотипных операциях расход лент колеблется при плоском шлифовании углеродистой стали 08КП от 5 тыс. руб. до 24,6 тыс. руб.; при обработке деталей подшипников из стали ШХ15 удельный расход лент на 1 деталь колеблется от 0,125 коп до 95 коп. Основной причиной низкой эффективности ленточно-шлифовальных операций является отсутствие технически обоснованных рекомендаций по их проектированию и в первую очередь по выбору характеристик инструмента и расчетно-обоснованных режимов резания. Экономическая значимость вопроса делает его исследование настоятельно необходимым.

Разработка рекомендаций по проектированию технологических ленточно-шлифовальных операций, а также создание нормативов режимов резания для них сдерживается отсутствием единой системы оценки качества гибкого абразивного инструмента, в т.ч. лент, включающей систему технологических показателей инструмента и систему эксплуатационных показателей, определяемых по единым методикам на испытательных стендах.

Цель работы состоит в повышении производительности обработки сталей и сплавов тканевыми шлифовальными лентами на основе разработки рекомендаций по проектированию операций плоского ленточного шлифования.



Основные задачи. Цель работы определяет решение следующих задач:

1. Разработка комплекса технологических показателей шкурки.
2. Разработка комплекса показателей эксплуатационных свойств лент с разработкой метода и средства их оценки.
3. Разработка рекомендаций по проектированию операций плоского ленточного шлифования сталей и сплавов.
4. Внедрение разработанных рекомендаций.

Научная новизна. Исходя из технологических требований на операции ленточного шлифования предложен полный комплекс технологических показателей шкурки и разработана система оценки качества лент: комплекс эксплуатационных показателей и метод для их количественного определения.

Установлены основные зависимости эксплуатационных показателей ленты от технологических показателей, от режима и условий шлифования.

Впервые разработаны аналитические модели для определения технологических показателей, отражающих физико-механические свойства шкурки, присущие ей: показатели твердости и структуры. Показатель твердости отражает способность связки удерживать зерно. В аналитической модели впервые учтены напряжения в связке в зависимости от величины затупления зерна для случаев различного значения этой величины относительно центра масс; введен коэффициент эластичности шкурки. Показатель структуры рабочего слоя шкурки отражает объем межзернового пространства.

Сформированы группы обративаемости сталей и сплавов лентами из тканевой шлифовальной шкурки.

Практическая ценность. Разработаны рекомендации по выбору характеристики лент из тканевой шлифовальной шкурки, режимов шлифования и расчету основного технологического времени, обеспечивающие возможность технически и научно-обоснованного проектирования операций плоского ленточного шлифования.

Разработанные рекомендации позволяют повысить период стойкости лент до 42%, сократить их расход до 40%, снизить трудоемкость операций до 4,5 раз.

Для осуществления разработанного метода изготовлен стенд, позволяющий получать количественную оценку созданного комплекса показателей.

Разработанные эксплуатационные показатели использованы для включения в ГОСТ 344-85 "Шкурка шлифовальная бумажная для контро-

ля истираемости резины. Технические условия", в проект ГОСТ 4.349-... "Инструмент абразивный. Номенклатура показателей" и в разработанные и изданные единые методики испытания двух видов глубокого абразивного инструмента из шлифовальной шкурки. Созданные методики для определения разработанных показателей включены в изданные методические рекомендации.

Реализация результатов. Практическим результатом работы явилось включение в качестве самостоятельного раздела "Ленточное шлифование плоское" в "Общемашиностроительные нормативы режимов резания для нормирования работ на шлифовальных и доводочных станках", издание рекомендаций по проектированию операций плоского ленточного шлифования; по выбору технологических и эксплуатационных показателей глубокого абразивного инструмента; по применению различных видов глубокого абразивного инструмента; по оснащению оборудования ленточно-шлифовальным устройством; издание единых методик испытания различных видов глубокого абразивного инструмента; внедрение рекомендаций на Волжском автомобильном заводе (ВАЗе, г.Тольятти), на Заводе измерительных приборов (ЗИИе г.Челябинск), на ПО "Завод "Большевик" (г.Ленинград) и внедрение на последнем ленточно-шлифовального устройства; введение разработанных показателей в ГОСТ 344-85 и внедрение метода и стенда в УралВНИИМШе (г.Челябинск). Внедрение метода и стенда ведется на основе договора на заводе абразивных материалов (КЗАМе, г.Кедриты). Ожидаемый суммарный экономический эффект от внедрения результатов работы 398 тыс.руб., фактический за 1989 год - 94,9 тыс.руб.

Апробация работы. Основные положения и результаты работы докладывались на семинаре "Прогрессивные методы шлифования" (г.Челябинск, 1974 г.), на первом Всесоюзном научно-техническом семинаре "Оптимизация условий эксплуатации и выбора характеристик абразивного инструмента в машиностроении (г.Челябинск, 1978г.), на межвузовской школе "Контроль качества сырьевых материалов и готовой продукции абразивного производства (г.Запорожье, 1981г.), на Зональной научно-технической конференции "Пути повышения производительности и качества механообработки на машиностроительных предприятиях Урала" (г.Свердловск, 1984 г.), на научно-технической конференции "Технологическое обеспечение профильной алмазно-абразивной обработки" (г.Пенза, 1984 г.), на школе передового опыта "Рациональное использование современных видов абразивного инструмента" (г.Челябинск, 1987 г.), на научно-техни-

ческих конференциях и ежегодных научно-методических сессиях Челябинского политехнического института в 1983-1989 г.г., на научно-техническом семинаре "Механизация и автоматизация отделочно-заточной обработки" (г. Пенза, 1989 г.) Диссертация в целом докладывалась и обсуждалась на заседаниях кафедры "Технология машиностроения" Челябинского политехнического института (ЧПИ); диссертация рассмотрена на совместном заседании кафедр "Технология машиностроения", "Станки и инструмент", "Технология металлов" ЧПИ; на подкомиссии и научно-техническом совете УралВНИИМАШ.

Публикации. По материалам диссертации составлено 7 отчетов по НИР, опубликовано 22 работы.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти разделов, выводов, списка литературы и приложений. Работа изложена на 179 страницах машинописного текста, содержит 39 рисунков, 18 таблиц, список литературы из 222 наименований и приложений на 114 страницах. Общий объем работы 324 страницы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Состояние вопроса. Процесс плоского ленточного шлифования металлов изучен недостаточно. Большинство исследований посвящено методам профильного ленточного шлифования, разработке и усовершенствованию оборудования и оснастки, шлифованию древесины.

Установлена значительная доля операций ленточного шлифования с низкой эффективностью процессов. Одной из причин является отсутствие научно-обоснованных рекомендаций по выбору характеристики и назначению режимов резания. В силу отсутствия трудов, непосредственно посвященных данной проблеме, рассмотрены работы, освещающие отдельные аспекты этих вопросов, а именно работы Р.Р. Агасаряна, Е.И. Алексанцева, Г.М. Ипполитова, Р.Р. Казаряна, А.Н. Резникова, А.В. Сахарова, В.А. Шеголева и др. В зарубежной литературе рассмотрены данные, которые можно отнести к рекомендациям, по которым носят тем не менее рекламный характер. Это работы *K. Meyer, C. Marshall, R.J. Schulte, M.A. Hovort, W. Seward, J. Hayes, F. Lester, A.F. Erickson* и др. Даже в фундаментальном труде немецких ученых по технологии резания материалов, переведенном в СССР в 1985 г. под редакцией Ю.М. Соломенцева, нет рекомендаций по операциям шлифования гибким абразивным инструментом, в т.ч. лентой, а даны лишь "ориентировочные значения скорости резания шлифовальным инструментом из абразивов на подкладке" для групп материалов.

Рекомендаций, обобщающих зависимости плоского шлифования металлов, нет. Нормативы по режимам резания гибкими абразивным инструментом, в т.ч. лентой отсутствуют. Поэтому в каждом конкретном случае на производстве технолог вынужден экспериментально определять пригодность ленты и режимы обработки ею.

Отсутствие рекомендаций обусловлено слабой проработкой механизма влияния основных параметров процесса ленточного шлифования и свойств ленты на эксплуатационные показатели.

Изучению отдельных физико-механических свойств ленты (и шкурки), конструкции шкурки посвящены работы Е.Е. Вискмана, М.М. Жука, М.А. Зайцевой, Ю.И. Иванова, Ф.Я. Корчмаря, Н.В. Костина, И.В. Лаврова, В.А. Морозова, Н.В. Носова, Л.А. Панькова, К.Н. Судына, М.Е. Улановой, Е.П. Феодилактовой, В.А. Щеголева и др.

Вопросы оценки эксплуатационных свойств абразивного инструмента и их влияния на качество обработки и производительность операций отражены в значительном количестве трудов таких авторов, как Н.И. Богомолов, Г.И. Буторин, Б.А. Глаговский, Л.И. Грабченко, Ю.И. Иванов, Е.П. Калинин, С.М. Кедров, С.Н. Корчак, В.А. Коновалов, Н.Я. Корж, З.И. Кремень, В.С. Лысанов, Е.Н. Маслов, Л.Л. Мишнаевский, Ю.А. Моргунов, Н.В. Носов, В.И. Островский, С.Г. Релько, А.Н. Резников, А.А. Сагерда, А.М. Сарайкин, Л.Н. Филимонов, В.А. Хрульков, Л.В. Худобин, В.А. Шальнов, В.А. Шаталин, В.А. Щеголев, В.Г. Юрьев и мн. др.

Рычагами управления процессом шлифования являются характеристика инструмента и режим шлифования. В круге часть этих основных "рычагов" отражена в характеристике: зернистость, абразивный материал, связка, твердость, связанная со структурой, и скорость шлифования. Для ленты в характеристике нет даже и этого; нет таких показателей, определяющих прочность закрепления зерна связкой, как твердость и структура, нет скорости шлифования и др. Но они присутствуют в шкурке (и в ленте) и важны для технологии ленточного шлифования, поэтому должны быть введены. Сегодня нет законченного комплекса направления ленты для конкретных операций обработки по ее эксплуатационным показателям, т.е., нет сформированного комплекса эксплуатационных показателей и нет объективного метода их количественного определения.

Теоретическая предпосылка и методика проведения работ.

Исходя из распространенности в ведущих отраслях операций плоского ленточного шлифования тканевой лентой при обработке сталей и сплавов, они взяты за объект исследования.

В настоящее время нет законченной системы изготовления шлифовальной шкурки для лент и др. изделий с заранее заданными свойствами по технологическим показателям, как например существующая для шлифовальных кругов система технологических параметров (объем зерна, связки и пор, определяющих структуру круга и его заданную твердость). С другой стороны, в настоящее время нет и единой обобщенной системы, в которой бы шлифовальная лента градуировалась по эксплуатационным показателям, оценивающим ее свойства. Есть контроль шкурки при изготовлении по эксплуатационным показателям, которые между собой несопоставимы из-за разных условий получения и оценки.

Теоретическая предпосылка исследования состоит в том, что ключевым параметром характеристики гибкого абразивного инструмента, в том числе ленты, является твердость, не учитываемая сегодня, но физически присутствующая в нем и определяющая эксплуатационные показатели инструмента и режим обработки им. Рациональное использование гибкого абразивного инструмента, в том числе ленты возможно лишь на основе научно-обоснованных рекомендаций с использованием сформированного комплекса технологических показателей, отражающих его физико-механические свойства (т.е. полной характеристики инструмента) и разработанного комплекса эксплуатационных показателей с возможностью их оценки.

Существующий комплекс технологических показателей, входящих в характеристику шкурки, является неполным, т.к. в нем недостаточно показателей, по которым выбирается лента в зависимости от технических требований операции обработки. Шкурке, как и кругу, присущи такие физические свойства, как твердость и структура, которые не введены в комплекс ее технологических показателей и не определяются.

Предложено ввести показатель шкурки, аналогичный показателю твердости круга, который есть в ней и определяет прочность закрепления зерна связкой, а также показатель структуры.

Введение данных показателей необходимо, т.к. от величины объема межзернового пространства зависит степень и быстрота забиваемости его шламом и, в конечном итоге, — стойкость ленты. От величины заглубления зерна в связку, от прочности адгезии связки к зерну также зависит работоспособность инструмента.

Предложено определять прочность закрепления зерна в ленте косвенно и оценивать фактически по эксплуатационным показателям, как конечной цели и потребителей и изготовителей.

Проведение экспериментальных исследований в соответствии с задачами разделено на две основные группы. Первая группа экспериментов проведена по разработке и исследованию метода и средств для количественного определения эксплуатационных показателей, моделирующих реальные процессы плоского ленточного шлифования. Вторая группа экспериментов состоит в проверке адекватности аналитических моделей и опытно-промышленной апробации выбранных показателей и режимов шлифования. Метод решения задач по выбору и разработке комплекса оценочных показателей – аналитический с экспериментальной проверкой; по разработке метода, стенда, и методик – экспериментальный с применением методов планирования эксперимента; по разработке рекомендаций – экспериментальный с применением установленных эмпирических и известных аналитических зависимостей с математической обработкой на ЭВМ по различным алгоритмам выбора характеристики и режима шлифования.

Показатели гибкого абразивного инструмента из шлифовальной шкурки. Сегодня характеристика шкурки включает: марку абразивного материала, зернистость, вид связки, основу. Этого недостаточно. Присущие шкурке такие физические свойства, как твердость и структура не нашли отражения в существующей характеристике. Твердость связки шкурки – результат взаимодействия сил между поверхностью связки и зерна, связки и основы – не измеряется сегодня. Выразив твердость связки – твердость шкурки качественно и количественно, можно будет установить связь и с одним из основных параметров режима шлифования – давлением.

Для создания показателя твердости принимаем модель зерна, наиболее полно отражающую форму неизометричных зерен и позволяющую упростить расчеты, в виде прямоугольного параллелепипеда с высотой X и основанием a .

При обработке существует предельная сила, при которой зерна вырываются из связки. При этом износ инструмента считается нормальной работой, а явление разрушения – фактором его отказа, оцениваемых показателями надежности.

Удержание зерна в равновесии при действии на него сил резания может быть выражено через условие:

$$[P] \leq P_{max},$$

где $[P]$ – допустимое усилие, действующее на зерно, закрепленное в связке;

P_{max} – критическое усилие, действующее на зерно и приводящее к разрушению связки и вырыву зерна из связки.

Величиной допустимой силы, приходящейся на единицу площади количественно оцениваем прочность удержания зерна связкой, по которой определяем показатель твердости [Н].

Для расчета предела прочности связки H_{max} принимаем ряд допущений: зерно совершает около положения равновесия плоскопараллельное возможное движение вместе с центром масс, заключающееся в двух поступательных прямолинейных движениях и повороте, которым соответствуют три малые изменения ΔX_c , ΔY_c , ΔZ_c ; жесткость зерна принимается бесконечно большой, а связка рассматривается как упругая среда, силы трения не учитываются; точкой приложения суммарных сил, действующих на зерно, принимается центр зерна: для горизонтальной силы — на высоте вылета зерна h_c , для вертикальной силы — по симметрии зерна.

Напряжения в связке рассчитываются для трех случаев заглупления зерна h_c по отношению к центру масс: зерно задреплено

- 1) выше, т.е. $K_c > 0,5$;
- 2) ниже, т.е. $K_c < 0,5$;
- 3) на уровне, т.е. $K_c = 0,5$,

где K_c — относительная степень заглупления зерна в связку;
 $K_c = h_c/x$.

Найдя перемещения ΔX_c , ΔY_c , ΔZ_c , определяем максимальные контактные напряжения в связке по основанию и вертикальным граням зерна. Предел прочности связки определяется по формуле:

$$H_{max} = \frac{a}{j' \cdot l \cdot b} \left\{ \frac{P_y}{a} + 2\sqrt{P_x^2 + P_z^2} \left[\frac{1}{\pi} + A \right] \right\}, \text{ Н/мм}^2,$$

где $a = 0,38a_n$; a_n — номинальный размер зерна основной фракции, мм

j' — коэффициент контакта, учитывающий эластичность шкурки и число работающих зерен;

l — длина контакта, мм;

b — ширина контакта, мм;

P_y, P_x, P_z — составляющие силы резания, Н.

Выражение A определяется следующим образом:

$$\begin{aligned} \text{при } K_c > 0,5 & \quad A = \frac{4x(x - h_c + 1,5a)}{0,25x^2 + h_c^2 + \frac{C_2}{C_1} a^2 + 1,25Th_c(x - h_c)}; \\ \text{при } K_c < 0,5 & \quad A = \frac{2(3x - h_c)}{a^2}; \\ \text{при } K_c = 0,5 & \quad A = \frac{3x + 4h_c}{a^2}. \end{aligned}$$

На эффективность процесса шлифования значительное влияние также оказывает структура рабочего слоя шкурки, т.е., расположение зерен, величина межзернового пространства, величина заглуп-

ления зерен в связку и т.д.

Показатель структуры $K_{стр}$, оцениваемый объемом межзернового пространства, выражается формулой

$$K_{стр} = 0,38 K_b \cdot K_{фл} \left(\frac{100}{0,52 \cdot \sigma_n^2 \cdot K_{мз}} - 1 \right) \left(a_n^3 + \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \Delta a_{ni}^3 \rho_i \right), \text{ мм}^3$$

где m - число фракций рассева;

ρ_i - процентное содержание каждой фракции зерна;

Δa_{ni} - разность между размером зерна i -й фракции и номинальным размером зерна основной фракции;

$K_{мз}$ - коэффициент величины межзернового расстояния;

$$K_{мз} = \ell_{мз} / a,$$

где $\ell_{мз}$ - расстояние между зернами;

K_b - относительное выступание зерна из связки;

$$K_b = h_b / x, \text{ где } h_b - \text{величина выступания зерна из связки};$$

$K_{фл}$ - коэффициент формы зерна;

$$K_{фл} = \ell / b, \text{ где } \ell \text{ и } b - \text{длина и ширина зерна.}$$

Разработанный комплекс технологических показателей, формирующих полную характеристику шкурки (и ленты) состоит из существующих показателей (применяемых в отдельных НТД): размеры, вид основы, марка абразивного материала, зернистость с индексом основной фракции, вид связки, класс по дефектам, вид рабочего слоя и вводимых впервые: показатель структуры рабочего слоя, показатель твердости; коэффициент эластичности.

Комплекс показателей для оценки эксплуатационных свойств гибкого абразивного инструмента, в т.ч. лент определяется требованиями технологической операции. При эксплуатации в силу множества разнообразных операций и требований к ним нужен большой количественный и качественный состав комплекса показателей, из которых в конкретном случае выбираются необходимые и достаточные показатели.

Определено, что комплекс эксплуатационных показателей гибкого абразивного инструмента должен удовлетворять следующим основным общим требованиям: 1) достаточно полно отражать основные параметры режима обработки; 2) обеспечивать возможность получения сопоставимых результатов и простоты в вычислениях; 3) обеспечивать возможность осуществить оценку экономической эффективности с их использованием; 4) отражать (обеспечивать) полный возможный перечень требований операции, на которой применяется инструмент. Первое требование к разрабатываемым показателям выполняется при

учете физических закономерностей процесса шлифования, установленных С.Н.Корчаком и отраженных в аналитической зависимости между параметрами процесса (ρ , v , ξ) и объемом снимаемого материала (рис.1).

Второе требование к показателям выполняется при учете в расчетных формулах доминирующих факторов и параметров условий эксплуатации инструмента, т.е. показатели приводятся к единице контакта и делаются удельными по силе и скорости. Кроме того, полно и точно воспроизводятся одинаковыми при испытаниях и все другие условия обработки: скорость заготовки, характеристика заготовки, исходная шероховатость заготовки и др. Физический смысл приведенных показателей режущей способности и скорости износа заключается в характеристике, соответственно, съема припуска с заготовки и износа инструмента на единицу затраченной работы (см.рис.1).

Для получения количественной оценки эксплуатационных показателей разработан метод, основанный на испытании шлифовальной ленты по схеме плоского шлифования периферией круга, вращающегося в горизонтальной плоскости, заготовки с вертикальной осью вращения, параллельной оси вращения инструмента и имеющей в исполнении 1 - продольную горизонтальную подачу; в исполнении 2 - вращение вокруг оси, перпендикулярной оси вращения инструмента.

Экспериментальная проверка теоретической предпосылки.

Проведено измерение геометрических параметров рельефа рабочей поверхности шлифовальной ленты. Рельеф рабочего слоя оценивался статистически, как случайное однородное поле по отношению к двумерной поверхности. За основу при оценке рельефа взят метод профилографирования твердосплавной иглой с прерывистым контактом. Получены статистические характеристики и полигоны распределения вероятностей параметров рельефа h_s и l_{ms} ; проведено исследование показателя структуры $K_{стр}$ для тканевых лент из шкурки характеристик, выпускаемых отечественной промышленностью. Получен диапазон действующих значений $K_{стр}$ для наиболее применяемых характеристик лент: для М40-50 $K_{стр} = 0,005-0,83$. Разработаны рекомендации по выбору $K_{стр}$. Установлен диапазон действующих значений показателя твердости лент из тканевой шкурки наиболее применяемых характеристик для М40-50 $H = 12-165$. Разработаны рекомендации по выбору лент с различным H .

Установлены экспериментальные зависимости показателей рабо-

Структурная схема формирования комплекса эксплуатационных показателей шлифов абразивного инструмента для оценки экономической эффективности обработки.

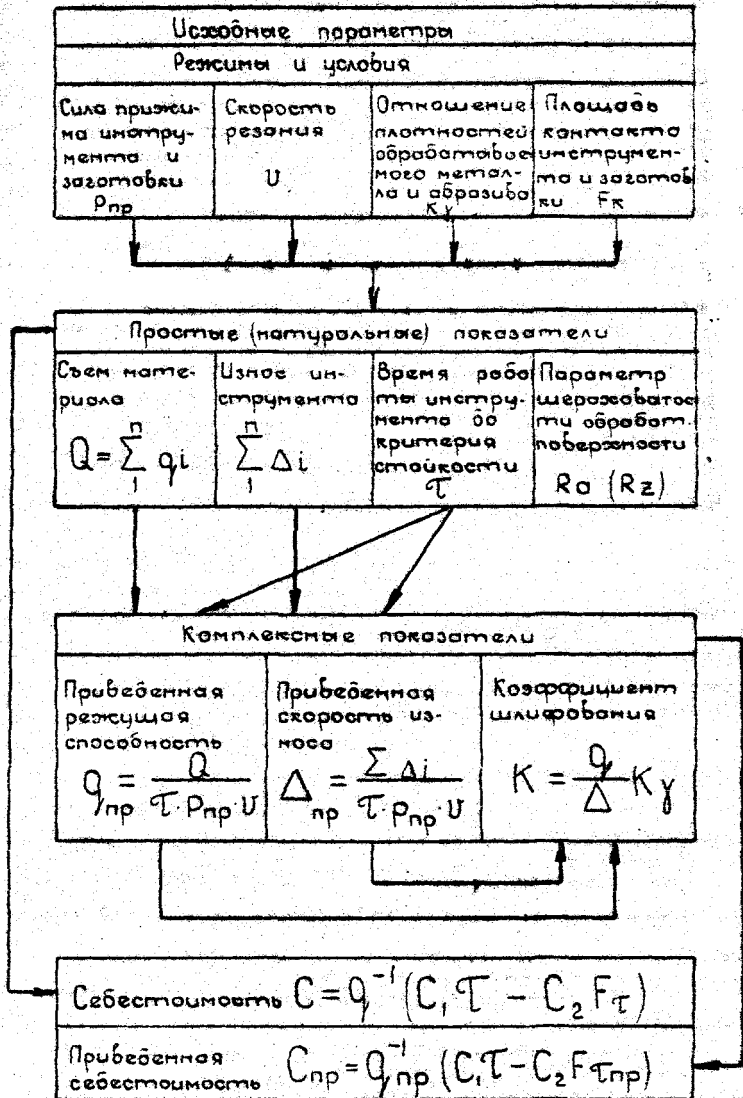


Рис. 1

тоспособности лент от параметров ее характеристики: твердости, структуры, шлифматериала, зернистости, вида связки. Найдено выражение коэффициента эластичности K_3 ленты, зависящей от толщины ленты, вида основы, связки, зернистости:

$$K_3 = \frac{1}{A + B\tau},$$

где τ — толщина ленты;

A и B — показатели, зависящие от вида основы и связки.

Определены численные значения K_3 для наиболее применяемых характеристик тканевых лент. K_3 находится в диапазоне 0,34–0,005.

Установлены экспериментальные зависимости показателей работоспособности ленты от параметров режима и условий шлифования для ряда сталей и сплавов. В зависимости от обрабатываемости при ленточном шлифовании стали и сплавы разбиты на пять групп по коэффициенту K_0 . За коэффициент обрабатываемости K_0 принято отношение эксплуатационных показателей (выбранных в зависимости от назначения инструмента из комплекса его оценочных показателей и расчетных: толщины среза Δy), полученных при обработке оцениваемого материала к показателям конструкционных углеродистых сталей типа сталь 45 и близких к ней, K_0 которых принят за 1,0.

Получена расчетная формула определения допустимой скорости шлифования лентой:

$$V_s = 0,1 \sigma_p^{K_v} \quad , \text{ м/с.}$$

где σ_p — прочность шкурки на разрыв, Н/мм;

K_v — показатель степени, учитывающий влияние на скорость при шлифовании обрабатываемого материала K_0 , вида операции K_{pi} и свойств шкурки (вида связки K_{cs} и теплопроводности, зависящей от основы и зернистости K_t):

$$K_v = K_0 + K_{cs} - K_{pi} - K_t.$$

Проведено исследование разработанного метода на изготовленном стенде ИС. Набрана статистика получаемых показателей и дана оценка метода. Установлено, что метод позволяет получить достаточно чувствительность и различимость оценок, что стабильность получаемых показателей находится на уровне стандартных методов и не превышает 5–6%. Показана объективность метода путем сопоставления лабораторной и производственной оценок эксплуатационных свойств ленты и их хорошего согласования между собой. Определены технико-экономические показатели стенда.

Экспериментальное определение зависимостей эксплуатационных показателей ленты от ее характеристики, режимов и условий шли-

фования позволило разработать рекомендации по выбору технологических показателей и режимов ленточного шлифования сталей и сплавов.

Практическое использование и внедрение результатов исследования. Разработаны и изданы методические рекомендации по проектированию операций ленточного шлифования [22]; по выбору технологических и эксплуатационных показателей гибкого абразивного инструмента [21], по применению различных видов гибкого абразивного инструмента [3; 5]; материалы по ленточно-шлифовальному устройству для приспособления имеющегося оборудования к применению лент [15; 16; 18]. Рекомендации внедрены на ПО "Завод "Большевик" (г. Ленинград), на заводе измерительных приборов (г. Челябинск), на Волжском автозаводе (г. Тольятти).

Разработанный комплекс показателей предложен в проект ГОСТ 4.349-...; показатель *Ф_{лр}* включен в ГОСТ 344-85 [6]. С использованием комплекса эксплуатационных показателей и созданных методик их определения изданы методические рекомендации [21], разработаны и изданы единые методики испытаний [11, 12].

Результаты работы включены в качестве самостоятельного раздела № 36 (карты 63-66) в "Общемашиностроительные нормативы режимов резания для нормирования работ на шлифовальных и доводочных станках", издаваемые Центральным бюро нормативов по труду Госкомтруда СССР.

Ленточно-шлифовальное устройство внедрено на ПО "Завод "Большевик" (г. Ленинград).

Разработанный метод на стенде ИС прошел апробацию в течение ряда лет и внедрен для исследовательских целей в УралВНИИАШ. Выявлена необходимость и ведется подготовка внедрения метода на стенде ИС на заводах-изготовителях гибкого абразивного инструмента ТАКе, КЗАМе и заводах-потребителях: ВАЗе, ЗИПе и др. Ожидается получить суммарный годовой экономический эффект в объеме 398 тыс. руб. Полученный фактический суммарный годовой экономический эффект составил 94,9 тыс. руб.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Обеспечена возможность научно-обоснованного выбора лент для операций плоского шлифования за счет разработки комплекса технологических показателей шкурки путем дополнения их присутствующими в ней показателями, отражающими ее физико-механические свойства: твердость и структуру. Впервые разработаны аналитичес-

кие модели для определения показателей M и $K_{ср}$. Показатель N отражает способность связки удерживать зерно; показатель $K_{ср}$ рабочего слоя шкурки отражает связь геометрических параметров режущего пространства и их взаимосвязь с количественным соотношением зерна, связки и пор.

2. Разработаны рекомендации по применению гибкого абразивного инструмента, в т.ч. лент, на операциях плоского шлифования на основе формирования из существующих и вновь разработанных комплекса эксплуатационных показателей, отвечающих технологическим требованиям операций ленточного шлифования и являющихся сопоставимыми для обработки на различных режимах за счет получения по единой методике и приведения к единице затраченной на процесс работы, и на основе создания метода и средства их количественной оценки по принципу моделирования наиболее распространенной схемы плоского ленточного шлифования.

3. Впервые сформированы группы обрабатываемости сталей и сплавов лентами, исследованы зависимости эксплуатационных показателей процесса ленточного шлифования от характеристики инструмента, режимов и условий обработки, на основе которых разработаны рекомендации по проектированию операций плоского ленточного шлифования, позволяющие повысить период стойкости инструмента при обработке конструкционных углеродистых сталей до 42%, сократить расход инструмента до 40%, снизить трудоемкость обработки литейных алюминиевых сплавов до 4,5 раз с достижением требований операций.

4. Разработанные рекомендации и созданная единая система оценки качества гибкого абразивного инструмента обеспечивают повышение эффективности обработки сталей и сплавов гибким абразивным инструментом в различных отраслях народного хозяйства и позволят получить при внедрении суммарный экономический эффект в объеме 398 тыс.руб. Внедрение результатов исследований дало фактический экономический эффект в объеме 94,9 тыс.руб.

Основные положения и результаты диссертации отражены в 7 отчетах по НИР (УралВНИИМШ, I7-77У этап 2; I7-77У - этап 3 и 4) ГОС.регистр.№ 8I.000644; № 0I.82.70I3806; № 0I.84.006238; № 0I.85.000I5559; № 0I.88.000369I) и опубликованы в следующих работах.

I. Снрейщикова Н.В., Корчмарь Э.Я., Ярков В.С. Работоспособность шлифовальных шкурок из покрытых шлифматериалов мелких зер-

листоостей // Абразивы. - 1983. - № 8. - С.16-18.

2. ГОСТ 5009-82 Шкурка шлифовальная тканевая. Технические условия. - Изд-во стан-ов, 1982.

3. Сырейщикова Н.В., Ярков В.С., Карлин В.В. Выбор абразивных материалов для шлифовальной шкурки, применяемой при шлифовании труднообрабатываемых сталей // Новые высокоэффективные абразивные инструменты на гибкой основе: Сб. науч. тр. ВНИМАШ. - М.: ВНИМАШ, 1984. - С.40-43.

4. Применение фибровых шлифовальных дисков: Методические рекомендации / Н.В.Сырейщикова, В.С.Ярков, Ф.Я.Корчмарь и др. - М.: ВНИИТЭМР, 1986. - 40с.

5. Сырейщикова Н.В., Ярков В.С., Корчмарь Ф.Я. Применение абразивного инструмента на гибкой основе из шлифовальных материалов мелкой зернистости / Информационный листок - Челябинск: Изд-во Челяб. ЦНТИ, 1985, № 480-85. - 2 с.

6. ГОСТ 344-85 Шкурка шлифовальная бумажная для контроля истираемости резины. Технические условия. - Изд-во стан-ов, 1985.

7. Сырейщикова Н.В., Ярков В.С., Корчмарь Ф.Я. Применение фибровых шлифовальных дисков / Информационный листок - Челябинск: Изд-во Челяб. ЦНТИ, 1985. - № 484-85. - 2с.

8. Применение шлифовальной шкурки на тканевой основе и изделий из нее: Методические рекомендации / Н.В.Сырейщикова, В.С.Ярков, Ф.Я.Корчмарь и др. - М.: ВНИИТЭМР, 1986-40с.

9. Сырейщикова Н.В. Метод оценки качества шлифовальной шкурки по эксплуатационным показателям // Прогрессивная технология чистовой и отделочной обработки: Темат. сб. науч. тр. - Челябинск: Челяб. политехн. ин-т, 1986. - С.96-99.

10. Применение абразивного инструмента на гибкой основе для обработки алюминиевых сплавов / Н.В.Сырейщикова, Ф.Я.Корчмарь, Н.М.Боронина, Е.В.Макарова / Информационный листок. - Челябинск: Изд-во Челяб. ЦНТИ, 1987. - № 489-87. - 4с.

11. Контроль качества лепестковых кругов по эксплуатационным показателям в производственных условиях: Единая методика / Н.В.Сырейщикова, В.К.Гвоздев, В.В.Храмов и др. - М.: ВНИИТЭМР, 1987. - 16с.

12. Контроль качества фибровых шлифовальных дисков по эксплуатационным показателям в производственных условиях: Единая методика / Н.В.Сырейщикова, Е.В.Макарова, Н.М.Боронина и

др. - М.: ВНИИТЭМР, 1987.- 19с.

13. Применение новой шлифовальной шкурки / В.Т.Ивашинников, Ф.Я.Корчмарь, В.С.Ярков, Н.В.Сырейщикова // Машиностроитель.- 1987. - № 2.- С.28-29.

14. Рекомендации по выбору оптимальных режимов обработки конструкционных углеродистых сталей фибровыми дисками / Н.В.Сырейщикова, В.С.Ярков, Н.И.Григорьева, Л.А.Коган.- Л., 1987. 9с. (рукопись представлена ВНИИабразивов и шлифования. Деп. в ВНИИТЭМР 27.08.87, № 398-МШ-87).

15. Сырейщикова Н.В., Храмов В.В., Ленточно-шлифовальное устройство // Машиностроитель. - 1988.- № 12.- С.16-17.

16. Сырейщикова Н.В., Корчмарь Ф.Я., Боронина Н.М. Устройство для натяжения бесконечной ленты на шлифовальных станках/ Информационный листок - Челябинск: Из-во.ЦНТИ,1988.- МП8-88.-3с.

17. Корчмарь Ф.Я., Сырейщикова Н.В. Повышение производительности обработки алюминиевых сплавов инструментами из шлифовальной шкурки: Сб. науч.тр. ВНИМАШ.-Л.: ВНИМАШ,1988.-С.42-47.

18. Сырейщикова Н.В., Корчмарь Ф.Я. Устройство для натяжения и шлифования бесконечной лентой // Информ.сб.: Передовой производственный опыт, рекомендуемый для внедрения в отрасли.- М.: ВНИИТЭМР, 1988.- Вып. II.- С.17-19.

19. Сырейщикова Н.В. Стенд для испытания шлифовальных шкурок // Передовой производственный опыт и научно-технические достижения, рекомендуемые для внедрения.- М.: ВНИИТЭМР, 1989.- №5.- С.22-23.

20. Сырейщикова Н.В., Корчмарь Ф.Я. Прогрессивная технология обработки абразивными инструментами на гибкой основе.- М., 1989.- 44с.14 ил. (Машиностроит.пр-вр. Сер.Прогрессивные технологические процессы в машиностроении. Обзор информ.ВНИИТЭМР, Вып. I)

21. Сырейщикова Н.В., Бутория Г.И., Соколов В.Ф. Технологические и эксплуатационные показатели гибких абразивных инструментов: Методические рекомендации / УралВНИМАШ.- М.: ВНИИТЭМР, 1989.- 41с.

22. Плоское ленточное шлифование металлов различной обрабатываемости: Методические рекомендации / Н.В.Сырейщикова, Г.И.Бутория, С.А.Фаддшин, Ф.Я.Корчмарь - М.: ВНИИТЭМР,- 28с.

Сидя