

Московское ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени
высшее техническое училище имени Н.Э. Баумана

ЮРЕНКОВА Любовь Романовна

На правах рукописи

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТОЧЕНИЯ
ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ РЕЗЦАМИ ИЗ
ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО НИТРИДА БОРА

(Специальность 05.03.01 – Процессы и машины
обработки материалов резанием;
автоматические линии)

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Московское ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени
высшее техническое училище имени Н.Э. Баумана

ЮРЕНКОВА Любовь Романовна

На правах рукописи

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТОЧЕНИЯ
ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ РЕЗЦАМИ ИЗ
ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО НИТРИДА БОРА

(Специальность 05.03.01 – Процессы и машины
обработки материалов резанием;
автоматические линии)

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

НТБ МГТУ им. Н.Э. Баумана



1336621

Юренкова Л. Р. Исследование

Работа выполнена в Московском ордена Ленина и ордена
Трудового Красного Знамени высшем техническом училище
имени Н.Э. Баумана

Научный руководитель - кандидат технических наук,
доцент К.П. Панченко

Официальные оппоненты - доктор технических наук,
профессор Ф.В. Гурин

- кандидат технических наук
Каменкович А.С.

Ведущее предприятие - ВНИИАЛМАЗ

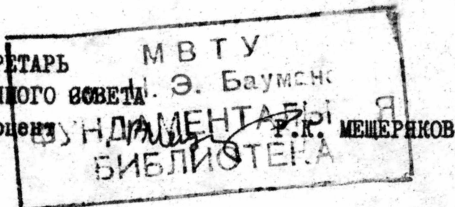
Защита диссертации состоится "____" _____ 1978г.
на заседании специализированного Совета К 053.15.15 по
технологии машиностроения Московского высшего техничес-
кого училища имени Н.Э. Баумана

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке училища.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные
печатью, просьба направлять по адресу: Москва 107005,
2-я Бауманская ул., 5, МВТУ им. Н.Э. Баумана

Автореферат разослан "____" _____ 1978 г.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО СОВЕТА
К.Т.Н., доцент



Актуальность проблемы. Необходимым условием повышения производительности труда в машиностроении и улучшения качества выпускаемых изделий является совершенствование методов механической обработки. Большие достижения отечественной науки и техники в области синтеза сверхтвердых материалов позволили резко повысить эффективность финишных операций, доля которых в общем объеме металлообработки непрерывно увеличивается.

Наряду с возрастанием производительности процессов резания труднообрабатываемых материалов инструментами из эльбора-Р и гексаниита-Р по сравнению с твердосплавными инструментами и шлифовальными кругами обеспечивается более существенное улучшение характеристик качества и точности обработанных поверхностей, что до сих пор было исследовано недостаточно.

Способность инструментов из сверхтвердых материалов (СТМ) длительное время при резании сохранять остроту режущего лезвия и, как следствие этого, малые силы резания открывают перспективу эффективного использования резцов из эльбора-Р и гексаниита-Р при обработке тонкостенных деталей. Эта проблема весьма актуальна особенно в приборостроении и требует скорейшего решения.

Имеется ряд работ по исследованию качества поверхностного слоя закаленных сталей, обточенных резцами из эльбора-Р, однако сведения о влиянии эльборового точения (по сравнению с другими методами окончательной обработки) на усталостную прочность отсутствуют.

Цель исследования. Целью настоящего исследования является получение исходных данных для разработки рекомендаций по оптимальной геометрии резцов из эльбора-Р и режимам резания ими сплава 36НХТЮ и стали 30ХГСА, а также получение данных для оценки качества поверхности, обточенной резцами из эльбора-Р и гексаниита-Р, в сравнении с качеством поверхностей, обработанных твердосплавными резцами и шлифованием.

В данной работе поставлены следующие задачи:

1. Определение характера износа резцов из эльбора-Р и гексаниита-Р при точении сплава 36НХТЮ и стали 30ХГСА.
2. Установление закономерностей процесса образования тонких стружек при точении сплава 36НХТЮ.

3. Экспериментальное определение оптимальной геометрии режущей части резцов из эльбора-Р при точении сплава 36НХТЮ.

4. Изучение зависимостей стойкости от различных параметров резания при точении сплава 36НХТЮ и стали 30ХГСА.

5. Установление силовых зависимостей при точении сплава 36НХТЮ.

6. Определение шероховатости поверхности и качества поверхностного слоя обрабатываемых материалов.

7. Сравнение усталостной прочности образцов из стали 30ХГСА после точения резцами из эльбора-Р и шлифования.

8. Техничко-экономическое обоснование применения резцов из эльбора-Р взамен точения твердым сплавом и шлифования.

Методы исследования. Исследование режущих свойств резцов из эльбора-Р выполнено на основании стойкостных экспериментов. Изучение процесса образования тонких стружек проведено по микрошлифам корней стружек, полученных при помощи приспособления "падающий резец". Измерения радиуса округления режущего лезвия произведены методом светового сечения и ощупыванием алмазной иглой. Силовые зависимости получены методом тензометрии. Шероховатость обработанной поверхности определена на приборе "Кадибр - 201", глубина и степень наклепа - по косым срезам на микротвердомере ПМТ-3. Характеристики усталостной прочности установлены в результате статистической обработки малого числа усталостных испытаний.

Научная новизна. Впервые разработаны следующие основные положения:

1. Научно-обоснованные рекомендации по расчету режимов резания сплава 36НХТЮ резцами из эльбора-Р и гексанида-Р, установленные в результате экспериментальных исследований.

2. Формулы расчета составляющих силы резания при точении сплава 36НХТЮ резцами из эльбора-Р и, для сравнения, резцами из твердого сплава и вытекающие из них преимущества резцов из эльбора-Р, что является одним из важнейших обстоятельств при обработке тонкостенных упругих элементов.

3. Обоснование замены точения твердосплавными резцами тонкостенных упругих элементов из сплава 36НХТЮ на точение резцами из эльбора-Р и гексанида-Р, установленное в результате изучения явлений в зоне резания и подтвержденное экспериментально.

4. Опытнo-теоретическое доказательство преимуществ тонкого точения резцами из эльбора-Р закаленных сталей перед шлифованием с точки зрения повышения производительности обработки и улучшения качества поверхностного слоя обрабатываемого материала.

5. Экспериментальное подтверждение гипотезы о связи явлений в зоне резания, в частности процесса срезания стружки и наростообразования, с характером зависимости стойкости резцов от скорости резания.

Применение результатов работы. Комплексные исследования процесса тонкого точения сплава 36НХТЮ резцами из эльбора-Р и гексанита-Р, проведенные при сравнении с резцами из твердого сплава ВК8, выявили существенные преимущества первых, что позволило внести коррективы в действующую технологию изготовления тонкостенных упругих элементов с целью повышения производительности обработки и улучшения качества готовых изделий.

На основании экспериментальных исследований разработаны рекомендации по установлению режимов резания при тонком точении сплава 36НХТЮ резцами из эльбора-Р и гексанита-Р. Получены формулы для расчета составляющих силы резания при работе как эльборозымы, так и твердосплавными резцами. Результаты усталостных испытаний позволяют рекомендовать обточку тяжело нагруженных деталей машин резцами из эльбора-Р вместо шлифования.

Производственные испытания, проведенные на ряде промышленных предприятий, подтвердили результаты экспериментальных исследований. Годовой экономический эффект от внедрения резцов из эльбора-Р и гексанита-Р при обточке тонкостенных упругих элементов из сплава 36НХТЮ составляет на предприятиях отрасли около 100 тыс. рублей. Замена предварительного шлифования нежестких деталей из закаленных сталей точением резцами из эльбора-Р дает годовой экономический эффект на одном рабочем месте в размере 400 рублей.

Апробация работы. Результаты данной работы были доложены и обсуждены на научных семинарах кафедры "Теория механической обработки и инструмента" МВТУ им. Н.Э. Баумана в 1975 г., 1976 г., 1977 г., на Республиканской научно-технической конфе-

ренции "Прогрессивные методы обработки металлов лезвийным инструментом" в г. Удданове в 1976 г.

Объем работы. Диссертационная работа изложена на 147 страницах машинописного текста, включающих в себя введение, 8 глав, выводы по главам и общие выводы. В работе имеются 106 рисунков, 29 таблиц, список литературы из 112 наименований и 4 приложения.

В первой главе приведен обзор литературных источников и рассмотрено состояние вопроса по исследованиям точения труднообрабатываемых материалов резцами из быстрорежущей стали, твердого сплава, минералокерамики и сверхтвердых материалов эльбор-Р и гексанит-Р. Дано обоснование выбранного направления работы и сформулированы цели и задачи исследования.

Во второй главе приведена характеристика исследуемого режущего инструмента и обрабатываемых материалов. Экспериментальные исследования были выполнены резцами из эльбора-Р Ленинградского завода "Инструмент" и резцами из гексанита-Р Полтавского завода искусственных алмазов и алмазного инструмента имени 50-летия СССР.

Обрабатываемый материал — прецизионный сплав 36НХТЮ имеет после закалки и дисперсионного твердения твердость HRC 36–38. Микроструктура представляет собой твердый раствор с ГЦК-решеткой (решетка гранецентрированного куба), претерпевший непрерывный распад с образованием высокодисперсной фазы $\gamma\text{-Ni}_3(\text{Ti;Al})$, а также выделение той же фазы по прерывистому распаду.

Сталь 30ХГСА после закалки и отпуска приобретает высокую прочность ($\sigma_b = 110 \text{ кгс/мм}^2$) и твердость (HRC 45–48) при значительной вязкости ($\alpha_k = 5 \text{ кгс}\cdot\text{м/см}^2$). Микроструктура имеет вид игольчатого мартенсита.

В этой же главе представлены результаты испытаний резцов из эльбора-Р на идентичность режущих свойств. В приложении I приведена статистическая обработка результатов экспериментов.

В третьей главе изложены исследования процесса образования тонких стружек при точении сплава 36НХТЮ. На основании изучения явлений в зоне стружкообразования было сделано пред-

положение о монотонности кривой стойкость – скорость резания, что значительно облегчило проведение экспериментов.

Изменение формы режущих лезвий в процессе износа резцов исследовалось по фотографиям передней поверхности. Зона образования стружки исследовалась по микрошлифам корней стружек, которые были получены с использованием специального приспособления "падакгий резец", изготовленного в лаборатории АМ-2 МВТУ им. Н.Э. Баумана. Эксперименты были проведены как резцами из эльбора-Р, так и, для сравнения, резцами из твердого сплава ВК8.

В процессе резания резцы из эльбора-Р изнашиваются как по задней, так и по передней поверхностям. Вследствие этого, а также по причине непрерывного микровыкрашивания частиц режущего лезвия эльборовые резцы имеют радиус округления лезвия в 2 раза меньше толщины срезаемого слоя при износе задней поверхности порядка 0,6 мм. У твердосплавных резцов при износе $R_z = 0,6$ мм радиус округления почти в 2 раза больше, чем у эльборовых. Таким образом, радиус округления режущего лезвия при резании с малыми подачами должен учитываться как один из факторов, определяющих критерий затупления. Резцами из эльбора-Р рекомендуется работать до износа задней поверхности не более 0,6 мм, а резцами из твердого сплава – не более 0,4 мм. Изменение радиуса при вершине, главного и вспомогательного углов в плане у эльборовых резцов должно сказываться в меньшей степени на характере протекания процесса резания, чем у твердосплавных.

Изучение стружкообразования по корням стружки показало, что при точении сплава 36НХТЮ с различными скоростями резания и подачами нарост отсутствует, а, следовательно, будет отсутствовать такой интервал скоростей резания, в котором могло бы проявиться его защитное действие, вследствие чего зависимость стойкость – скорость резания должна иметь монотонный характер, что и подтвердилось стойкостными исследованиями.

Кривые зависимости углов скалывания, действия и коэффициента усадки стружки от скорости резания экстремальны в пределах деформированной зоны, плоскости сдвига параллельны друг другу. Угол сдвига почти не зависит от скорости резания и подачи и составляет 10° . Это в 2 раза больше, чем при точении стали 45 резцами из твердого сплава при тех же условиях, и

свидетельствует о большей напряженности процесса резания сплава 36НХТЮ.

В четвертой главе представлены результаты экспериментов по определению оптимальной геометрии режущей части резцов из альбора-Р при точении сплава 36НХТЮ. Оптимальные значения геометрических параметров определены при условии получения максимальной стойкости резцов и шероховатости обработанной поверхности не ниже 8 класса.

Наибольшее влияние на стойкость резца из альбора-Р оказывает задний угол α . Кривая зависимости $T = f(\alpha)$ имеет максимум при $\alpha = 18^\circ - 20^\circ$. При дальнейшем увеличении заднего угла имеет место микроскопный режущей кромки, которые повышают интенсивность износа и снижают стойкость резца.

В результате экспериментов получены следующие значения геометрических параметров режущей части: передний угол - $\gamma = 0^\circ - 5^\circ$; задний угол - $\alpha = 18^\circ - 20^\circ$; главный угол в плане - $\varphi = 30^\circ - 50^\circ$; вспомогательный угол в плане - $\varphi_1 = 7^\circ - 10^\circ$; угол наклона главного режущего лезвия - $\lambda = 0^\circ - 8^\circ$; длина переходного лезвия и радиус при вершине - $l = r = 0,2 - 0,5$ мм.

В пятой главе приведены исследования по установлению стойкостных зависимостей при точении сплава 36НХТЮ и стали 30ХГСА резцами из альбора-Р, гексанита-Р и для получения сопоставимых результатов резцами из твердого сплава ВК8. Опыты проводились на токарно-винторезном станке мод. 1К62 и мод. 1Б61 ИТ.

Критерий затупления резцов из альбора-Р при точении сплава 36НХТЮ установлен на основании изучения характера износа, по кривым износа и шероховатости обработанной поверхности, а также с учетом изменения радиуса округления режущего лезвия в процессе изнашивания резца. Для резцов из альбора-Р принят критерий затупления - $h_2 = 0,6$ мм, из гексанита-Р - $h_2 = 0,5$ мм, из твердого сплава ВК8 - $h_2 = 0,4$ мм. В случае точения стали 30ХГСА резцами из альбора-Р следует работать до износа задней поверхности, равном 0,5 мм, при условии получения шероховатости обработанной поверхности не ниже 8 класса.

Зависимости стойкости от скорости резания, подачи и глубины резания носят монотонный характер в исследованных интервалах изменения V , S , t и были аппроксимированы методом наименьших квадратов на ЭКВМ "Электроника - С50" уравнением экспоненты вида:

$$Y = a \cdot x^b \cdot e^{c \cdot x} \quad (1)$$

Значения коэффициента a и показателей степени b и c в уравнениях зависимости стойкости резцов из альбора-Р, гексанита-Р и твердого сплава ВК8 при точении сплава 36НХТЮ и стали 30ХГСА представлены в таблице I.

Таблица I.

Значения коэффициента a и показателей степени b и c в уравнениях зависимости стойкости от скорости резания

Обрабатываемый материал	Режущий инструмент	Постоянный коэффициент	Показатели степени	
		a	b	c
Сплав 36НХТЮ	альбор-Р	1258,57	-0,71	-0,015
Сплав 36НХТЮ	гексанит-Р	365,20	-0,17	-0,040
Сплав 36НХТЮ	ВК8	54,61	0,46	-0,045
Сталь 30ХГСА	альбор-Р	317,66	-0,42	-0,0069

Формула, выражающая зависимость стойкости резцов из альбора-Р от подачи при точении сплава 36НХТЮ, имеет вид:

$$T = \frac{2216,42 \cdot S^{0,39}}{e^{44,09 \cdot S}} \quad (2)$$

Зависимость стойкости от глубины резания при точении сплава 36НХТЮ резцами из альбора-Р выражается формулой:

$$T = \frac{251,83 \cdot t^{0,17}}{e^{2,44 \cdot t}} \quad (3)$$

Получена общая формула зависимости стойкости резцов из альбора-Р от скорости резания, подачи и глубины резания при точении сплава 36НХТЮ, имеющая вид:

$$T = 45196,41 \cdot V^{-0,71} \cdot S^{0,39} \cdot t^{0,17} \cdot e^{(-0,015 \cdot V - 44,09 \cdot S - 2,44 \cdot t)} \quad (4)$$

Скорость резания в зависимости от T , S и t может быть вычислена по формуле (5) :

$$V = \frac{36618,31 \cdot S^{0,55} \cdot t^{0,24}}{T^{1,41} \cdot e^{(0,021 \cdot V + 62,10 \cdot S + 3,44 \cdot t)}} \quad (5)$$

Шероховатость поверхности сплава 36НХТЮ после точения резцами из альбора-Р находится в пределах 8 класса при увеличении скорости резания от 10 до 50 м/мин. Дальнейшее увеличение скорости резания ведет к ухудшению качества поверхности из-за появления наливов на ней, и при скорости около 120 м/мин шероховатость переходит в 7 класс. При обработке гексанимом-Р шероховатость обточенной поверхности переходит из 8 класса в 7, начиная со скорости резания 60 м/мин. Нужно отметить, что рельеф поверхности сплава 36НХТЮ после точения твердосплавными резцами в отличие от альборовых и гексанитовых резцов характеризуется сочетанием малых микронеровностей с большими, что затрудняет измерения шероховатости и, как показали исследования процесса стружкообразования, является результатом более значительных, чем при точении альбором-Р, пластических деформаций в зоне резания.

Шероховатость поверхности стали 30ХГСА после обработки резцами из альбора-Р соответствует 8 классу в исследованном диапазоне изменения скорости резания от 12,4 до 277,5 м/мин.

Лабораторные и производственные испытания резцов из альбора-Р и гексанима-Р при точении сплава 36НХТЮ с применением смазывающе-охлаждающей жидкости "Укринол-1" показали, что существенно повышается стойкость резцов и улучшается качество обработанной поверхности. Наибольший эффект достигается при малых скоростях резания: при $V = 15,7-17,0$ м/мин стойкость повысилась за счет применения СОЖ на 100%, а при $V = 46,1-48,8$ м/мин - на 44%.

Формулы (4) и (5) справедливы при значениях скорости резания - $V = 15,7 - 127,6$ м/мин; подачи - $S = 0,01 - 0,11$ мм/об; глубины резания - $t = 0,05 - 0,6$ мм.

Анализ силовых характеристик процесса резания в случае обработки тонкостенных упругих элементов из сплава 36НХТЮ имеет первостепенное значение, поэтому в шестой главе представлены результаты экспериментального определения силовых зависимостей при тонком точении сплава 36НХТЮ резцами из эльбора-Р и, для сравнения, резцами из твердого сплава ВК8.

Зависимости составляющих силы резания P_x , P_y и P_z от скорости резания имеют вид экстремальных кривых, что объясняется, как было установлено специально поставленными опытами, изменением твердости поверхностного слоя обрабатываемого материала от температуры нагрева.

Различие в характере износа резцов из эльбора-Р и твердого сплава ВК8 при тонком точении, когда на первый план выдвигаются изменения геометрии режущей части: радиуса округления лезвия, угла заострения и др., приводит к тому, что составляющие силы резания при работе твердосплавными резцами существенно выше. Так, при износе резцов из ВК8 до 0,4 мм радиальная составляющая P_y примерно в 2 раза больше, чем у резцов из эльбора-Р при $R_3 = 0,6$ мм. Тангенциальная составляющая P_z у острых эльборовых резцов превосходит остальные. С увеличением износа задней поверхности P_y становится наибольшей составляющей. При точении твердосплавными резцами наибольшей составляющей как для острых, так и затупленных резцов является P_y . Все это позволяет рекомендовать резцы из эльбора-Р для обработки тонкостенных деталей.

Кривые изменения составляющих силы резания от величины переднего угла идентичны кривым изменения радиуса округления режущего лезвия от переднего угла. Таким образом, окончательно можно рекомендовать затачивать γ в пределах от -5° до $+5^\circ$.

Для расчета составляющих силы резания от подачи, глубины резания и переднего угла после аппроксимации результатов исследования методом наименьших квадратов на ЭКВМ "Электроника-С50" получены формулы вида:

$$P_{x,y,z} = C \cdot t^{a_p} \cdot S^{b_p} \cdot (90 - \gamma)^{c_p} \quad (4)$$

Значения коэффициентов C и показателей степени a_p, b_p, c_p приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Значения коэффициентов C и показателей степени a_p, b_p, c_p в формулах определения зависимости составляющих силы резания от t, S, γ, h_z .

Материал реза	Состав- ляющие силы резания	Значения коэффициента C и показателей степени a_p, b_p и c_p						
		$h_z = 0$			$h_z = 0,4 \text{ мм}$			
		C	a_p	b_p	C	a_p	b_p	c_p
Эльсор-Р	P_x	74,60	0,73	0,68	$1,06 \cdot 10^{-3}$	0,68	0,20	2,34
	P_y	84,48	0,65	0,65	$5,01 \cdot 10^{-8}$	0,55	0,40	4,77
	P_z	128,58	0,77	0,68	$1,22 \cdot 10^{-4}$	0,62	0,27	2,90
ВК8	P_x	71,91	0,84	0,54	24,30	0,92	0,0015	-
	P_y	62,70	0,56	0,51	29,94	0,096	0,098	-
	P_z	102,67	0,72	0,63	36,61	0,39	0,17	-

В седьмой главе приведены исследования качества поверхностного слоя при тонком точении.

Измерения микротвердости обработанной поверхности проводились на косых срезах с углом наклона 2° с помощью микротвердомера ПМТ-3 при нагрузке $P = 200$ гс. Шероховатость поверхности образцов из стали 30ХГСА после точения резцами из эльбора-Р и шлифования кругами из электрокорунда оценивалась по шести параметрам в соответствии с ГОСТ 2789-73. Оценка расхождения средних значений была получена с помощью распределения Стюдента. Для выяснения влияния метода финишной обработки на усталостную прочность было испытано две партии образцов из стали 30ХГСА. Перед испытаниями на чистый изгиб с частотой 160 Гц на четырехшпиндельной машине были проведены сравнительные исследования поверхности рабочей части образцов обеих партий по параметру R_a .

Исследования микротвердости поверхностного слоя сплава

36НХТЮ показало, что зависимость степени наклепа N от скорости резания аналогична зависимости коэффициента усадки стружки от скорости резания. Это обстоятельство указывает на взаимосвязь величины деформации обработанной поверхности и срезаемого слоя. Результаты исследования подтвердили правильность выбранного критерия затупления, равного 0,6 мм.

Значения глубины и степени наклепа поверхностного слоя сплава 36НХТЮ, обточенного резцами из альбора-Р с износом 0,6 мм, соответствуют значениям глубины и степени наклепа после точения острыми резцами из твердого сплава. Таким образом, трудоемкость доводки тонкостенных элементов будет существенно уменьшена за счет применения резцов из альбора-Р. После точения сплава 36НХТЮ острыми резцами из альбора-Р, гексанита-Р и твердого сплава ВК8 глубина наклепа примерно одинакова и равна 10–30 мкм, для резцов, затупленных до $h_3 = 0,4$ мм, глубина наклепа равна: 35 – 70 мкм – альбор-Р; 70 – 100 мкм – гексанит-Р; 100 – 150 мкм – ВК8. Степень наклепа после точения острыми резцами из альбора-Р и гексанита-Р с различными скоростями резания на 7 – 9% меньше, чем после точения острыми резцами из твердого сплава. В случае работы затупленными резцами ($h_3 = 0,4$ мм) из альбора-Р и гексанита-Р степень наклепа на 6 – 15% меньше, чем затупленными твердосплавными резцами.

Обточенная альбором-Р поверхность стали 30ХГСА характеризуется более регулярным микрорельефом, чем шлифованная, что является гарантией повышения надежности и долговечности деталей машин. Увеличение степени наклепа поверхности стали 30ХГСА после точения резцами из альбора-Р от 13% до 41% в зависимости от величины износа задней поверхности приводит к повышению циклической прочности деталей по сравнению со шлифованными (степень наклепа шлифованной поверхности составляет 8%).

Длительный предел выносливости образцов, обточенных резцами из альбора-Р, на 15%, а ограниченные пределы выносливости на 11% выше, чем пределы выносливости шлифованных. Применение обточки резцами из альбора-Р в качестве финишной операции приведет к повышению долговечности и надежности машин, работающих при переменных нагрузках за счет увеличения циклической прочности отдельных деталей.

В восьмой главе проведено технико-экономическое обоснование эффективности применения резцов из альбора-Р и гексанита-Р

при обточке тонкостенных мембран из сплава 36НХТЮ и нежестких деталей из закаленной стали 30ХГСА.

В качестве критерия оценки экономической эффективности принят минимум приведенных затрат, которые представляют собой сумму текущих затрат и капитальных вложений, приведенных к одинаковой размерности в соответствии с нормативом эффективности.

Годовой экономический эффект от внедрения резцов из эльбора-Р и гексанита-Р при тонком точении мембран из сплава 36НХТЮ за счет снижения трудоемкости операции доводки составляет на предприятиях отрасли около 100 тыс. рублей.

Годовой экономический эффект от внедрения резцов из эльбора-Р и гексанита-Р при обточке корпусных деталей со сварным швом из сплава 36НХТЮ составляет 2000 рублей.

Внедрение резцов из эльбора-Р на операции обточки нежестких деталей из закаленной стали 30ХГСА после термообработки перед чистовым шлифованием не только снижает трудоемкость обработки, но и значительно уменьшает брак, возникающий из-за поводок при термообработке вследствие большого отношения длины детали к диаметру. Экономический эффект от внедрения резцов из эльбора-Р составил на одном рабочем месте 400 рублей в год. К работе прилагается 3 акта внедрения резцов из эльбора-Р и гексанита-Р на промышленных предприятиях.

Выводы по работе

1. В результате исследования стойкости резцов из эльбора-Р и гексанита-Р разработаны научно-обоснованные рекомендации по режимам резания сплава 36НХТЮ и стали 30ХГСА. Получены формулы для расчета стойкости и скорости резания.

2. Установлена оптимальная геометрия режущей части резцов из эльбора-Р при тонком точении сплава 36НХТЮ.

3. На основании исследований сил резания при точении сплава 36НХТЮ резцами из эльбора-Р и, для сравнения, резцами из твердого сплава ВК8 получены формулы расчета составляющих сил резания P_x , P_y и P_z в зависимости от подачи, глубины резания, величины переднего угла и износа резца по задней поверхности. Силы, возникающие при работе эльборовыми резцами, существенно меньше, что является важнейшим обстоятельством при обра-

ботке тонкостенных упругих элементов из сплава 36НХТЮ.

4. По шлифам корней стружек сплава 36НХТЮ, полученным при различных скоростях резания и подачах, определены величины таких параметров процесса образования стружки, как углы скалывания, действия и сдвига, коэффициент усадки стружки. Отсутствие нароста при резании сплава 36НХТЮ в широком диапазоне скоростей резания и подач позволило высказать гипотезу о монотонности зависимости стойкость — скорость резания, которая затем была полностью подтверждена.

5. Проведенные исследования шероховатости, глубины и степени наклепа поверхностного слоя сплава 36НХТЮ после точения твердосплавными и эльборовыми резцами показали бесспорное преимущество последних. Так, в зависимости от величины износа резцов из эльбора-Р степень наклепа на 6 — 15% меньше, а глубина наклепа при работе затупленными резцами меньше в 2—3 раза, чем у резцов из твердого сплава ВК8.

6. Применение смазывающе-охлаждающей жидкости "Укринол-1" при точении сплава 36НХТЮ дает значительное увеличение стойкости резцов из эльбора-Р и улучшение качества обработанной поверхности. Наибольший эффект достигается на малых скоростях резания. Так, при $V = 1,7 - 17,0$ м/мин стойкость повысилась за счет применения СОЖ на 100%, а при $V = 46,1 - 48,8$ м/мин — на 44%.

7. Микрорельеф поверхности стали 30ХГСА, обработанной резцами из эльбора-Р, с точки зрения износостойкости и усталостной прочности является более благоприятным, чем у шлифованной. Степень наклепа обточенной поверхности в 1,5—5 раз больше (в зависимости от степени затупления резца), чем шлифованной.

8. Испытания на циклическую прочность 2-х партий образцов из закаленной стали 30ХГСА показали, что длительный предел выносливости обточенных эльбором-Р образцов на 15%, а ограниченные пределы на 11% выше, чем шлифованных.

9. Экономический эффект от внедрения резцов из эльбора-Р и гексанида-Р при точении тонкостенных упругих элементов из сплава 36НХТЮ вместо резцов из твердого сплава ВК8 на годовую программу составляет около 100 тыс. рублей при значительном улучшении качества обработанной поверхности.

Годовой экономический эффект от внедрения резцов из эльбора-Р и гексанида-Р при обточке корпусных деталей со сварным швом из сплава 36НХТЮ взамен резцов из твердого сплава составляет 2000 рублей.

Замена предварительного шлифования нежестких деталей из стали 30ХГСА точением резцами из эльбора-Р позволяет не только снизить трудоемкость обработки, но и уменьшить брак из-за поводок после термообработки. Экономический эффект на одном рабочем месте составил в год 400 рублей.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. Юренкова Л.Р. Об обрабатываемости сплава 36НХТЮ резцами из эльбора-Р. Тезисы доклада на Республиканской научно-технической конференции "Прогрессивные методы обработки металлов лезвийным инструментом" в г. Жданове, май 1976г. Изд. Общества "Знание" УССР, Киев, 1976г., 16-17 с.

2. Юренкова Л.Р. Исследование геометрии резцов при тонком точении. "Известия ВУЗов. Машиностроение", 1977 г., № 3, 169-171 с.

3. Юренкова Л.Р. Стойкостные исследования эльборовых резцов. "Известия ВУЗов. Машиностроение", 1977г., № 4, 175 - 178 с.

4. Юренкова Л.Р. Влияние методов финишной обработки закаленной стали 30ХГСА на некоторые характеристики поверхностного слоя. "Известия ВУЗов. Машиностроение", 1977г., №8, 114 - 117 с.

5. Юренкова Л.Р., Артамонов А.Н., Клыпин А.В., Панченко К.П. Влияние финишной обработки на характеристики циклической прочности образцов. "Известия ВУЗов. Машиностроение", 1977г., №9, 163 - 166 с.

Юренкова

Л26543. Подп. к печ. 14.07.78г. Зак. 986. Объем 1п.л. Тираж 100 экз.

Ротапринт МВТУ

107005 Москва Б-5, 2-я Бауманская, д.5