

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Тюменский государственный нефтегазовый университет»

**Е. В. Артамонов, Т. Е. Помигалова, М. Х. Утешев**

# **РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СМЕННЫХ РЕЖУЩИХ ПЛАСТИН И СБОРНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ**

Тюмень  
ТюмГНГУ  
2011

УДК 621.91.02  
ББК 34.63-5  
А 86

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор В. А. Гречишников  
доктор технических наук, профессор С. И. Петрушин

**Артамонов, Е. В.**

А 86      Расчет и проектирование сменных режущих пластин и сборных инструментов / Е. В. Артамонов, Т. Е. Помигалова, М. Х. Утешев ; под общей ред. М. Х. Утешева. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2011. — 152 с.  
ISBN 978-5-9961-0453-6

В монографии изложен метод расчета напряженно-деформированного состояния (НДС) в сменных многогранных пластинах (СМП) сборных инструментов с применением конечных элементов. Показано влияние конструктивных параметров СМП, схем их базирования, крепления и нагружения на напряжения и деформации, возникающие в пластинах при резании. Наряду с прочностью СМП уделено внимание точности позиционирования их в корпусе инструмента. Приведены разработанные конструкции режущих пластин максимальной прочности и сборных инструментов повышенной работоспособности, защищенные авторскими свидетельствами и патентами.

Книга может быть полезна научным работникам, аспирантам, магистрам, инженерам, преподавателям и студентам.

УДК 621.91.02  
ББК 34.63-5

ISBN 978-5-9961-0453-6

© Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего  
профессионального образования  
«Тюменский государственный  
нефтегазовый университет», 2011

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	5
1. Сборные инструменты со сменными режущими пластинами .....	6
1.1. Достоинства сборных инструментов .....	6
1.2. Патентный анализ СМП .....	6
1.3. Конструктивные параметры СМП и факторы, определяющие их выбор .....	8
1.4. Прочность СМП из инструментальных твердых сплавов .....	13
1.4.1. Виды разрушения СМП .....	13
1.4.2. Напряжения и деформации режущей части инструмента ..	15
1.4.3. Напряжения и деформации в сменных режущих пластинах .....	22
1.4.4. Критерии прочности .....	29
1.5. Точность обработки на станках с ЧПУ сборным инструментом с СМП .....	31
2. Расчет напряженно-деформированного состояния СМП с применением метода конечных элементов .....	34
2.1. Применение метода конечных элементов на основе программных комплексов DAST и Cosmos .....	34
2.2. Тестовые задачи на клине .....	37
2.2.1. Задачи силового нагружения .....	37
2.2.2. Задачи температурного нагружения СМП .....	40
2.3. Расчетные модели СМП с учетом контурных условий нагружения .....	41
2.3.1. Трехмерная модель СМП .....	42
2.3.2. Двумерная модель СМП в плоскости пластины .....	44
2.3.3. Двумерная модель СМП в плоскости схода стружки .....	46
3. Деформации, напряжения и прочность сменных многогранных пластин .....	50
3.1. Деформации и напряжения в плоскости СМП .....	50
3.1.1. Установление опасных зон в СМП .....	50
3.1.2. Влияние схемы базирования и крепления СМП .....	51
3.1.3. Влияние условий нагружения СМП .....	55
3.1.4. Влияние формы и типа СМП .....	57
3.1.5. Влияние линейных размеров СМП .....	64
3.2. Новые формы СМП, снижающие опасные напряжения растяжения $\sigma_1$ .....	66

3.3. Напряжения и деформации режущего клина в плоскости схода стружки.....	70
3.3.1. Влияние условий нагружения и геометрии режущего клина.....	70
3.3.2. Влияние формы передней поверхности режущего клина.....	76
3.3.3. Влияние фаски износа по задней поверхности режущего клина.....	78
3.4. Определение температурных полей в плоскости пластины и плоскости схода стружки.....	81
3.5. Достоверность полученных результатов .....	83
3.6. Выводы.....	84
4. Точность позиционирования вершин сменных многогранных пластин.....	86
4.1. Влияние конструктивных параметров СМП и условий их нагружения на деформации пластин .....	88
4.2. Исследование статической погрешности базирования СМП .....	91
4.2.1. Размерные цепи СМП. Вывод формул для расчета погрешности базирования .....	92
4.2.2. Влияние конструктивных параметров СМП на статическую погрешность базирования СМП.....	96
4.3. Выводы.....	99
5. Практическая реализация.....	101
5.1. Метод выбора и расчета СМП .....	101
5.2. Новые конструкции СМП повышенной прочности .....	104
5.3. Разработанные конструкции сборных инструментов с пластинами повышенной прочности .....	106
5.3.1. Резцы сборные проходные.....	106
5.3.2. Резцы сборные отрезные .....	108
5.3.3. Фрезы торцовые.....	109
5.4. Разработанные конструкции сборных инструментов с пластинами правильной многогранной формы .....	111
5.4.1. Сборный резец .....	111
5.4.2. Фреза торцовая и зенкер .....	115
5.4.3. Сборные фрезы с винтовой линией СМП .....	118
5.4.4. Фреза торцовая со ступенчатым расположением СМП....	125
5.4.5. Протяжка для обработки наружных поверхностей .....	125
Список литературы .....	127
Приложения .....	131

## ВВЕДЕНИЕ

В условиях рыночной экономики невозможно обеспечить снижение издержек и повышение конкурентоспособности производства без использования современных технологий, оборудования, инструментов. Одним из путей подъема эффективности механической обработки резанием является переход с использования напайного режущего инструмента на сборный с механическим креплением сменных многогранных пластин (СМП). Целесообразность такого перехода для большинства случаев обработки резанием подтверждается мировой практикой и уже не вызывает сомнений у российских специалистов.

По статистике эксплуатации инструмента с СМП на машиностроительных предприятиях на долю отказов инструментов с СМП в результате разрушения пластин приходится 70-75%. Анализ видов отказов СМП в производственных условиях показал, что характерными видами разрушений являются выкрашивание, скалывание, поломка. Это обуславливает необходимость знания напряженно-деформированного состояния и прочности СМП инструментов. Деформации СМП изменяют положение режущей кромки в процессе резания, снижение которых наряду с уменьшением погрешности базирования пластин особенно актуально при использовании сборного инструмента в бесподналадочной обработке. Существует большое количество практических рекомендаций в инструментальных каталогах и справочниках по применению сборного инструмента, однако не разработаны инженерные методики выбора и расчета СМП.

Поэтому создание методологии расчета и проектирования сменных режущих пластин и сборных инструментов, на основе изучения напряженно-деформированного состояния СМП при механической обработке, и оптимальных условий их эксплуатации на сегодняшний день является актуальной.

Из практики эксплуатации сборного инструмента установлено, что его работоспособность определяется свойствами инструментальных материалов, конструктивными, геометрическими параметрами, условиями базирования, закрепления и нагружения СМП. На основании проведенных патентных исследований установлено, что конструкции режущих пластин сборных инструментов совершенствуются в двух направлениях: повышение надежности работы режущих пластин и расширение технологических возможностей. В основу методологии положены метод расчета напряженно-деформированного состояния (НДС) в сменных многогранных пластинах (СМП) сборных инструментов с применением конечных элементов, установленные зависимости влияния конструктивных параметров СМП, схем их базирования, крепления и нагружения, на напряжения и деформации, возникающие в пластинах при резании.