

УДК 621.9.02

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОНТАКТНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ СМЕННЫХ МНОГОГРАННЫХ ПЛАСТИН СБОРНОГО СВЕРЛА НА ИХ СТАТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

М. И. МИХАЙЛОВ, Е. В. ДЕМЧУК

*Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П. О. Сухого»,
Республика Беларусь*

Приведены результаты численных теоретических исследований напряженно-деформированного состояния сборных сверл. Получены распределения напряжений и перемещений в корпусе и элементах крепления пластин сборных сверл. Установлено влияние параметров контактных поверхностей сменных многогранных пластин и их покрытий на статические показатели сверл и пластин.

Ключевые слова: сборные сверла, статические показатели, параметры контактных поверхностей.

PARAMETER EFFECT OF THE CONTACT SURFACES OF PRECAST DRILL INTERCHANGEABLE INDEXABLE TOOLS ON THEIR STATIC PERFORMANCE

M. I. MIKHAILOV, E. V. DEMCHUK

*Educational Institution "Sukhoi State Technical University
of Gomel", the Republic of Belarus*

The results of numerical theoretical studies on the stress-strain state of precast drills are presented. The distribution of stresses and displacements in the case and fastening elements of the precast drill tools is obtained. The parameter effect of the contact surfaces of interchangeable indexable tools and their coatings on the drill and tool static performance is established.

Keywords: precast drills, static performance, contact surface parameters.

Введение

Сборные сверла находят все более широкое применение в машиностроении при получении отверстий как в сплошном материале, так и в листовых конструкциях.

Рамные конструкции состоят из сварных листовых соединений, к которым крепятся механически различные элементы. В результате требуется получение точных отверстий в листовых пакетах. Обработка листовых пакетов затруднена переходными процессами. Процесс врезания недостаточно изучен из-за сложности взаимодействия инструмента и заготовки, также как и процесс выхода инструмента.

Исследования напряженного состояния сборного инструмента, выполненные в 70-е гг., производились на оптически прозрачных моделях, которые позволили определить качественный характер распределения напряжений в режущей части инструмента [1]. Однако использование плоских моделей, большая трудоемкость их изготовления и обработка полученных результатов не позволяют более широко использовать этот метод.

Анализ литературы по исследованиям сборного инструмента в условиях статических нагрузок, в которые существенный вклад внесли ученые Российского университета дружбы народов [2]–[5], позволил установить, что жесткость сборного

инструмента изучалась на специально разработанных стендах, на которых определялась доля смещения режущей кромки инструмента в результате смещения отдельных элементов или в процессе резания, а также численным моделированием. По результатам измерений перемещений оценивалось влияние жесткости отдельных элементов на суммарную жесткость инструмента. Сила, с которой нагружался инструмент, соответствовала результирующей силе резания. Перед испытаниями на жесткость производился контроль прямолинейности и шероховатости опорной поверхности пластины и гнезда в державке под пластину. Это позволяло оценивать как конструктивный вариант исполнения инструмента, так и качество его изготовления.

В процессе врезания возникают переменные силы резания, которые вызывают вибрации элементов сборного инструмента. Для уменьшения вибраций режущие пластины располагают симметрично в корпусе инструмента.

Цель работы – повышение прочности сборных сверл.

Методика исследования

Наибольшее влияние на напряженно-деформированное состояние (НДС) инструмента оказывает расположение сменных многогранных пластин (СМП) в его корпусе и система их крепления, что создает сложные граничные условия [5]–[10]. В соответствии с этим исследование НДС сборного сверла производилось численным методом конечных элементов. При расчете зона обработки была разделена на конечные элементы (рис. 1).

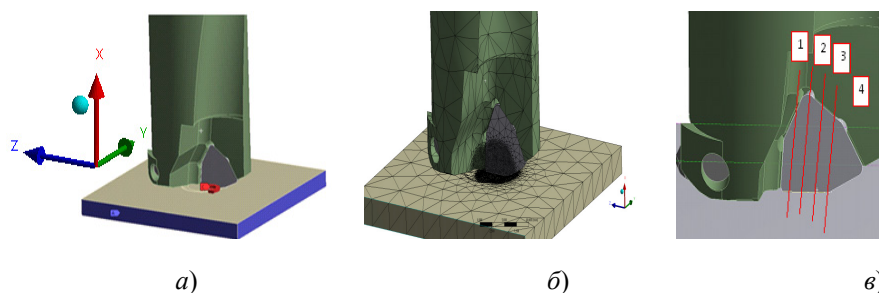


Рис. 1. Расчетные модели:

a – 3D модель; *б* – схема деления на конечные элементы; *в* – исследуемые сечения

Основными задачами при проведении исследований были: построение 3D модели инструмента в программном комплексе Ansys; определение статических деформаций в модели осевого инструмента; определение распределений напряжений и перемещений.

Для проведения расчетов была разработана 3D модель инструмента (рис. 1, *a*), а также произведено ее разделение на конечные элементы (рис. 1, *б*).

Исходными данными для расчетов являлись значения момента и силы резания, а также геометрические параметры инструмента, физико-механические и теплофизические свойства материала режущей части.

Параметры конечно-элементной сетки приведены в таблице.

Параметры конечно-элементной сетки

Параметр	Значение
Тип сетки	Сетка на твердом теле
Используемое разбиение	Стандартная сетка
Сглаживание поверхности	Вкл.
Проверка Якобиана	4 Points

Разработанная модель сборного сверла и заготовки закреплялась по боковым поверхностям заготовки (рис. 1, *a*), режущие пластины закреплялись винтами, перед-

ная поверхность контактировала с заготовкой (рис. 1, б, в). Расчеты производились поэтапно. На первом этапе выполнялись расчеты с полным контактом СМП и корпуса инструмента. На втором этапе базовые грани СМП имели статистический контакт. На третьем этапе базовые грани СМП покрывались композиционным материалом на основе эпоксидных смол с абразивным наполнителем.

Основная часть

Результаты расчетов приведены на рис. 2–5. Анализ прочности выполнялся по распределению напряжений в тонком слое передней и задней поверхностей СМП.

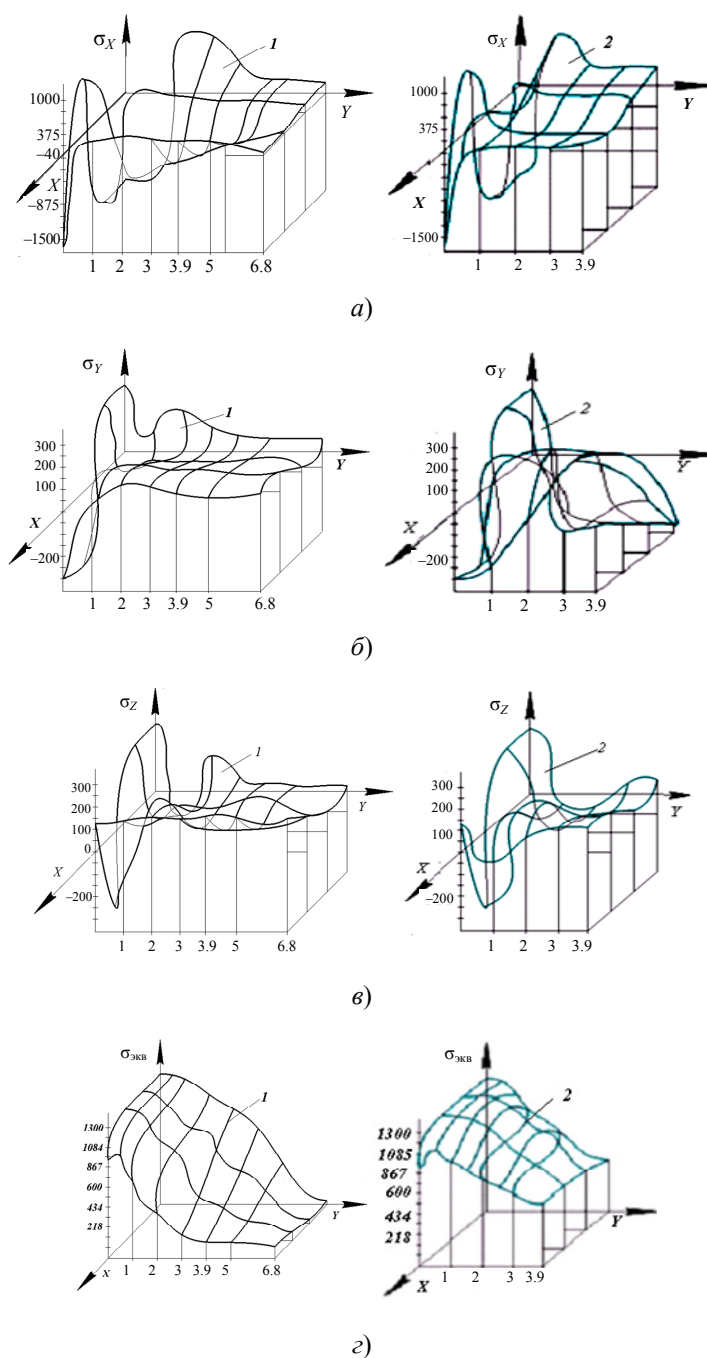


Рис. 2. Распределение напряжений в тонком слое по передней 1 и задней 2 поверхностям центральной сменной многогранной пластины при полном контакте с державкой: а – эквивалентных; б – напряжений по оси X; в – напряжений по оси Y; г – напряжений по оси Z

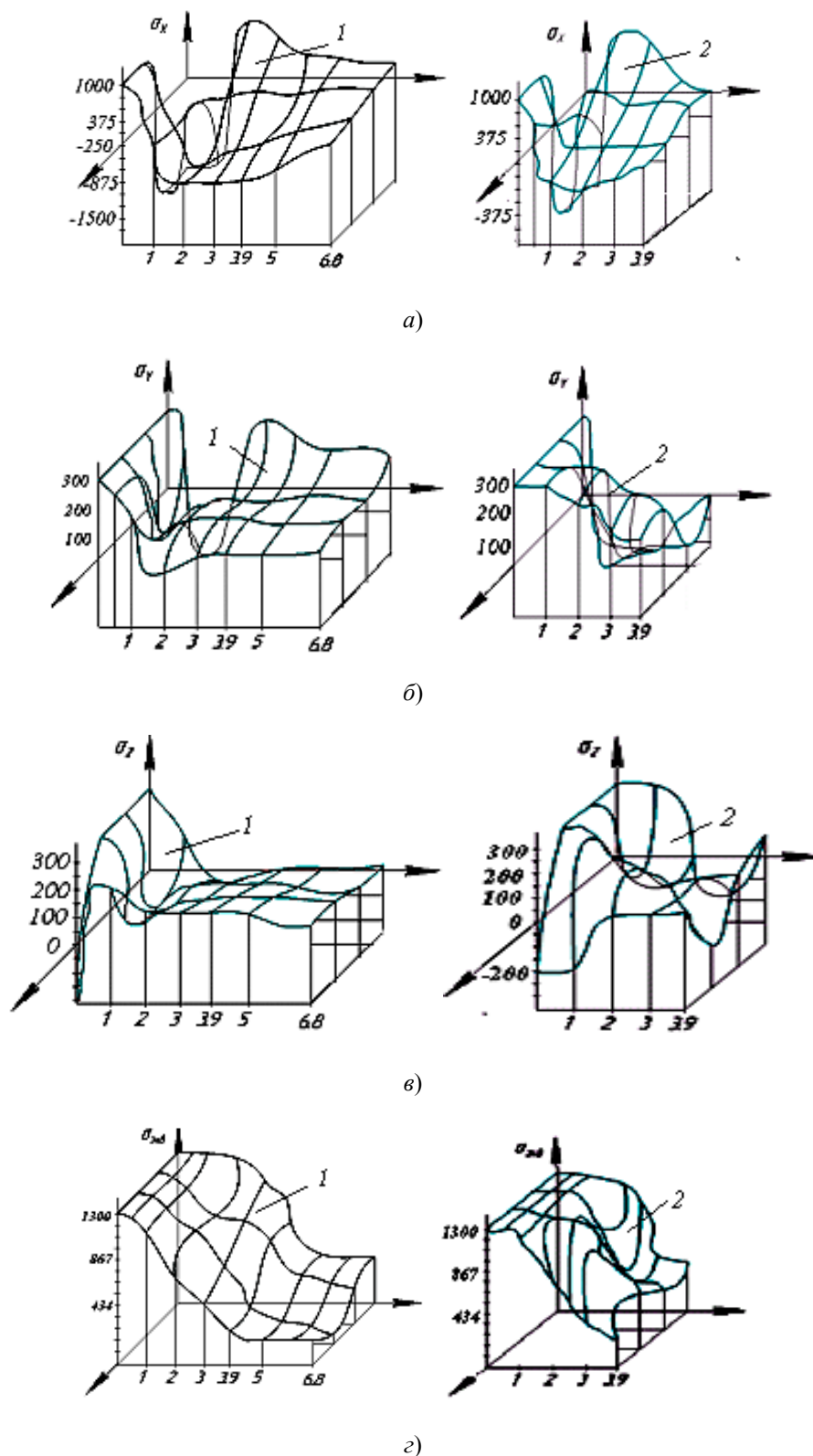


Рис. 3. Распределение напряжений в тонком слое по передней 1 и задней 2 поверхностям центральной сменной многогранной пластины с учетом шероховатости с державкой: а – эквивалентных; б – напряжений по оси X; в – напряжений по оси Y; г – напряжений по оси Z

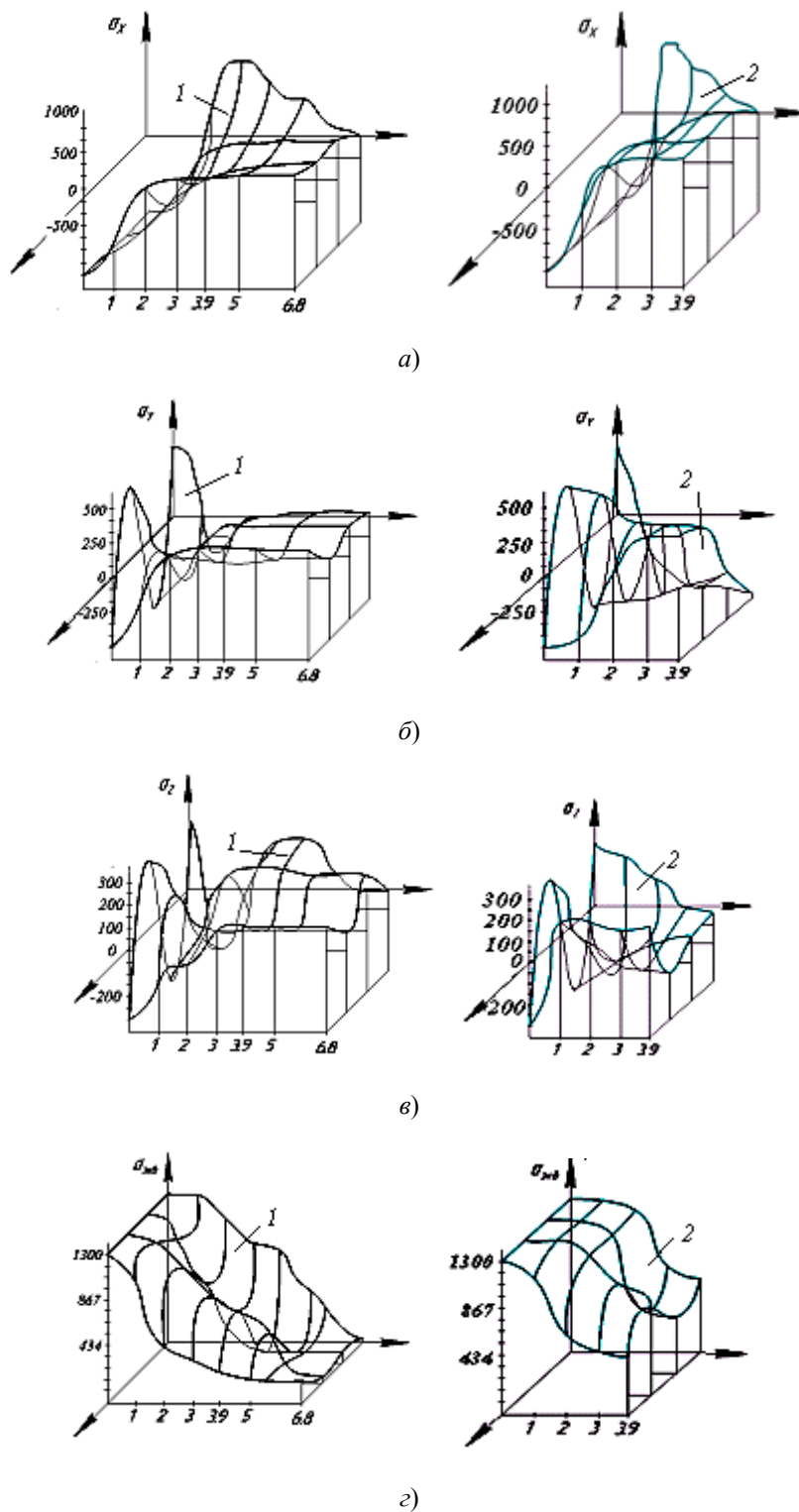


Рис. 4. Распределение напряжений в тонком слое по передней 1 и задней 2 поверхностям центральной сменной многогранной пластины с композиционным покрытием ее базовых граней: а – эквивалентных; б – напряжений по оси X; в – напряжений по оси Y; г – напряжений по оси Z

Напряжения сжатия σ_x на режущем лезвии по передней поверхности центральной пластины, с номинальным контактом с корпусом, у центра сверла переходят в напряжения растяжения в центре пластины, а затем в напряжения сжатия на ее периферии (рис. 2, а; 3, а; 4, а). Кроме этого напряжения в центре пластины имеют пе-

ременный характер по ее длине. При учете шероховатости базовых поверхностей пластины и паза корпуса сверла напряжения растяжения сохраняют свой знак от центра пластины до ее периферии. Применение композиционного покрытия на базовых гранях пластины приводит к тому, что напряжения сжатия на режущем лезвии центральной пластины сохраняются вдоль режущей кромки, а по длине пластины переходят в напряжения растяжения.

Напряжения растяжения σ_y на режущем лезвии по передней поверхности центральной пластины, с номинальным контактом с корпусом, у центра сверла переходят в напряжения сжатия в центре пластины и сохраняются вдоль режущей кромки (рис. 2, б; 3, б; 4, б). Кроме этого напряжения в центре пластины имеют переменный характер по длине пластины. При учете шероховатости базовых поверхностей пластины и паза корпуса сверла напряжения растяжения сохраняют свой знак по длине пластины. Применение композиционного покрытия на базовых гранях пластины приводит к тому, что напряжения растяжения на режущем лезвии центральной пластины дважды меняют свой знак вдоль режущей кромки и по длине пластины имеют переменный характер, переходя от напряжений растяжения к напряжениям сжатия и от них снова к напряжениям растяжения.

Напряжения растяжения σ_z на режущем лезвии по передней поверхности центральной пластины, с номинальным контактом с корпусом, у центра сверла переходят в напряжения сжатия в центре пластины, а затем в напряжения растяжения на ее периферии (рис. 2, в; 3, в; 4, в). Кроме этого напряжения в центре пластины имеют переменный характер по длине пластины. При учете шероховатости базовых поверхностей пластины и паза корпуса сверла напряжения растяжения сохраняют свой знак до середины пластины, а затем переходят в напряжения сжатия. Применение композиционного покрытия на базовых гранях пластины приводит к тому, что напряжения растяжения на режущем лезвии центральной пластины дважды меняют свой знак вдоль режущей кромки и по длине пластины имеют переменный характер, переходя от напряжений растяжения к напряжениям сжатия и от них снова к напряжениям растяжения.

На рис. 2, г; 3, г; 4, г приведено распределение эквивалентных напряжений в тонком слое по передней и задней поверхностям центральной СМП. Характер напряжений при полном контакте с державкой и с учетом шероховатости изменяется незначительно, а при применении композиционного покрытия базовых граней напряжения в середине пластины снижаются. На рис. 5 приведены картины распределения эквивалентных напряжений и перемещений в поперечном сечении сверла. На рисунке видно, что они неравномерно распределены в режущей пластине и в корпусе сверла.

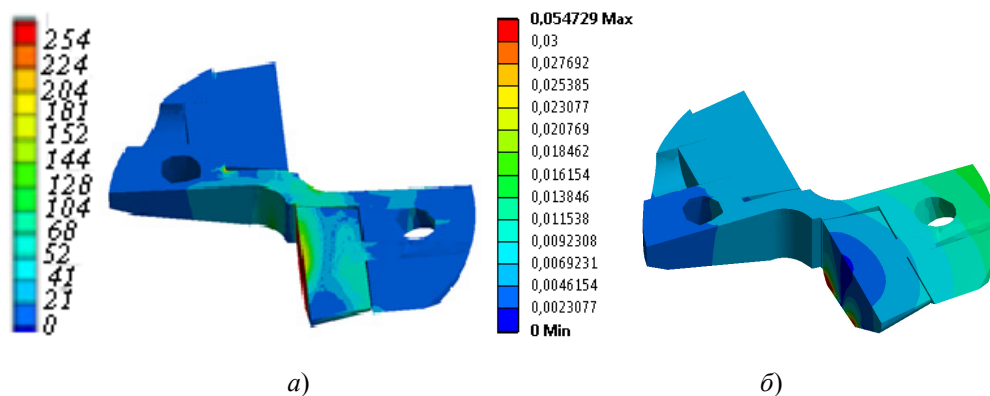


Рис. 5. Картины напряженно-деформированных состояний в поперечном сечении сверла:
а – эквивалентных напряжений; б – эквивалентных перемещений

Заключение

Используя нагрузки, соответствующие современным режимам резания, получены распределения напряжений и перемещений в корпусе и элементах крепления пластин сборных сверл, численные значения которых позволяют оптимизировать конструкцию инструмента и режимы обработки.

Литература

1. Остафьев, В. А. Расчет динамической прочности режущего инструмента / В. А. Остафьев. – М. : Машиностроение, 1979. – 168 с.
2. Хамуда, С. Н. Экспериментальное исследование жесткости сборных торцевых фрез по их статическим характеристикам / С. Н. Хамуда, К. Г. Громаков, А. Д. Шустиков // Исследование процессов обработки металлов и динамики технологического оборудования : сб. науч. тр. – М., 1982. – С. 44–49.
3. Способ контроля качества инструмента : а. с. 2895679 СССР: МКИ5 В23В / А. Д. Шустиков [и др.] ; опубл.: 07.12.81.
4. Вольвачев, Ю. Ф. Оценка качества сборных проходных резцов по статическим и динамическим характеристикам на полуавтоматических испытательных стендах : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.03.01 / Ю. Ф. Вольвачев ; Моск. станкоинструм. ин-т. – М., 1953. – 18 с.
5. Малыгин, В. И. Модель напряженно-деформированного состояния режущего элемента сборного инструмента / В. И. Малыгин, Н. В. Лобанов // Вестн. машиностроения. – 2000. – № 2. – С. 22–26.
6. Гречишников, В. А. Исследование деформированного состояния сборного режущего элемента методом конечных элементов / В. А. Гречишников, С. В. Лукина, А. И. Веселов // Конструкторско-технологическая информатика 2000 : материалы IV Междунар. конгр., Москва, 2000 г. / Моск. гос. технол. ун-т. – М., 2000. – Т. 1. – С. 158–160.
7. Когель, И. З. Исследование жесткости узлов крепления пластин твердого сплава в корпусе инструмента и ее влияние на стойкость лезвия при торцевом фрезеровании : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.03.01 / И. З. Когель ; Моск. станкоинструм. ин-т. – М., 1985. – 22 с.
8. Systeme d'outil equilibre multi-fonctions. TraMetal; Revue technique mensuelle du travail des metaux. – 2000. – No. 51. – P. 14–16.
9. Лукина, С. В. Система автоматизированного проектирования сборного режущего инструмента / С. В. Лукина // IV Международный конгресс «Конструкторско-технологическая информатика 2000» : тр. конгр., Москва, 2000. – М., 2000. – Т. 2. – С. 33–36.
10. Михайлов, М. И. Сборный металлорежущий механизированный инструмент: Ресурсосберегающие модели и конструкции / М. И. Михайлов ; под ред. Ю. М. Плещачевского. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2008. – 339 с.

Получено 28.05.2020 г.