

Конюхова Я. В., Ким В. А., Мокрицкий Б. Я.
Ya. V. Konyukhova, V. A. Kim, B. Ya. Mokritsky

РЕЗУЛЬТАТЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОЛЁС

RESULTS OF RAILWAYS TURNING SIMULATORY MODELING

Конюхова Яна Васильевна – студентка института компьютерного проектирования машиностроительных технологий и оборудования Комсомольского-на-Амуре государственного университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре); 681013, Россия, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27. E-mail: konyukhova.ya.v@mail.ru.

Mrs. Yana V. Konyukhova – Student, Institute of Computer Design of Engineering Technologies and Equipment, Komsomolsk-na-Amure State University (Russia, Komsomolsk-on-Amur); 681013, Russia, Khabarovsk Territory, Komsomolsk-on-Amur, Lenin Ave., 27. E-mail: konyukhova.ya.v@mail.ru.

Ким Владимир Алексеевич – доктор технических наук, профессор кафедры материаловедения и технологии новых материалов Комсомольского-на-Амуре государственного университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре); 681013, Россия, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27.

Mr. Vladimir A. Kim – Doctor of Technical Sciences, Professor, Materials Science and Technology of New Materials Department, Komsomolsk-na-Amure State University (Russia, Komsomolsk-on-Amur); 681013, Russia, Khabarovsk Territory, Komsomolsk-on-Amur, Lenin Ave., 27.

Мокрицкий Борис Яковлевич – доктор технических наук, профессор кафедры технологии машиностроения Комсомольского-на-Амуре государственного университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре); 681013, Россия, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27. E-mail: boris@knastu.ru.

Mr. Boris Ya. Mokritsky – Doctor of Technical Sciences, Professor, Engineering Technology Department, Komsomolsk-na-Amure State University (Russia, Komsomolsk-on-Amur); 681013, Russia, Khabarovsk Territory, Komsomolsk-on-Amur, Lenin Ave., 27. E-mail: boris@knastu.ru.

Аннотация. В статье представлены исследования процесса резания путём компьютерного моделирования. Приведены прогнозные результаты (на основе моделирования) формирования стружек на различных участках обработки профиля колеса спроектированной колёсотокарной пластиной. Даны результаты компьютерного моделирования тангенциальной режущей пластины с позиций обеспечения эффективного стружкодробления.

Summary. The article presents studies of the cutting process with computer simulation. The authors provide predictable results (based on modeling) of the formation of chips in various sections of the processing of the wheel profile when processing the designed wheel plate. Results of computer simulation of a tangential cutting insert are given from the standpoint of ensuring effective chip breaking.

Ключевые слова: стружка, топография, пластина, температура, программное обеспечение.

Key words: chips, topography, plate, temperature, software.

УДК 621.9

Каждая из ведущих мировых инструментальных фирм выпускает линейку тангенциальных пластин с различной геометрией и топологией передней поверхности. Это сделано для того, чтобы обеспечить выбор пластины, наиболее эффективной для конкретных условий её эксплуатации. Общим для них недостатком является образование стружки сливной формы при обработке отдельных участков профиля катания колеса вагона. Доля такой стружки различна. Но сам факт её наличия ставит задачу совершенствования пластин. На это направлена данная работа.

Топология пластин у разных производителей отличается несущественно. Принципиальным для всех основных решений является наличие выступов, впадин, уступов и т.д.

Целью работы является снижение доли сливной стружки за счёт совершенствования топографии передней поверхности пластины.

Методологическое обеспечение состояло из нескольких отдельных, но взаимосвязанных аспектов. Основными аспектами являлись следующие:

1. Выбор эффективного варианта конструкции колёсотокарной тангенциальной пластины из множества возможных вариантов снижения вероятности образования стружки сливного типа без ухудшения качества и производительности обработки (осуществлялся методом компьютерного моделирования [1]).

2. Выбор эффективного покрытия для основы (субстрата) режущей пластины на основе компьютерного моделирования [2].

3. Выбор типа программного обеспечения для компьютерного моделирования.

4. Выбор критериев, по которым можно адекватно оценивать результаты компьютерного моделирования.

Сравнивали два типа программного обеспечения: ANSYS и DEFORM. Предпочтение отдано DEFORM потому, что в этом программном обеспечении каждый сохранённый шаг может использоваться в качестве начального шага для дальнейшего расчёта, а также можно создать новую задачу и импортировать деформированный объект с последнего шага первого перехода.

Пример проведённого численного компьютерного эксперимента путём имитационного моделирования процесса точения пластиной представлен на рис. 1 в виде стоп-кадра положения поверхности обрабатываемого колеса и пластины.

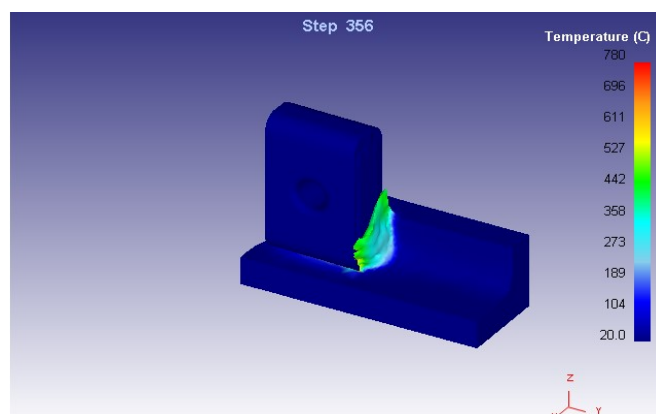


Рис. 1. Иллюстрация распределения температуры в процессе резания

Кинетика температуры в начальный период точения с разной глубиной резания показана на рис. 2.

Проведённые численные компьютерные эксперименты путём имитационного моделирования (робастного проектирования) процесса точения позволили спроектировать несколько конкурентных конструкций пластин. Результаты по одной из них изложены ниже.

Методом прототипирования на 3D-принтере изготовлено несколько пластиковых моделей режущей пластины (см. рис. 3), что позволило проверить её габаритные и прочие параметры при установке в кассету резца [3].

Численным компьютерным имитационным моделированием выявлены участки на обрабатываемой поверхности колеса, где возможно образование сливной стружки при использовании спроектированной пластины, и выявлены её доли (см. рис. 4). На левой части рис. 4 представлена 3D-модель спроектированной пластины. Криволинейной линией на правой части рис. 4 показано масштабное изображение профиля колеса железнодорожного грузового вагона. Жирной линией на ней выделены участки профиля колеса (фаска и галтель), на которых доля образования сливной стружки превышает 1 %, на остальных участках профиля сливная стружка не может образоваться либо её доля от 0,1 % до 0,5 %. Эти доли иллюстрированы жирными вертикальными линиями на графике «Доля сливной стружки – участок профиля катания колеса». Сопоставление полученных результатов с результатами эксплуатируемых пластин отечественного и импортного производства указывает на преимущества данной пластины за счёт более удачной топографии её передней поверхности.

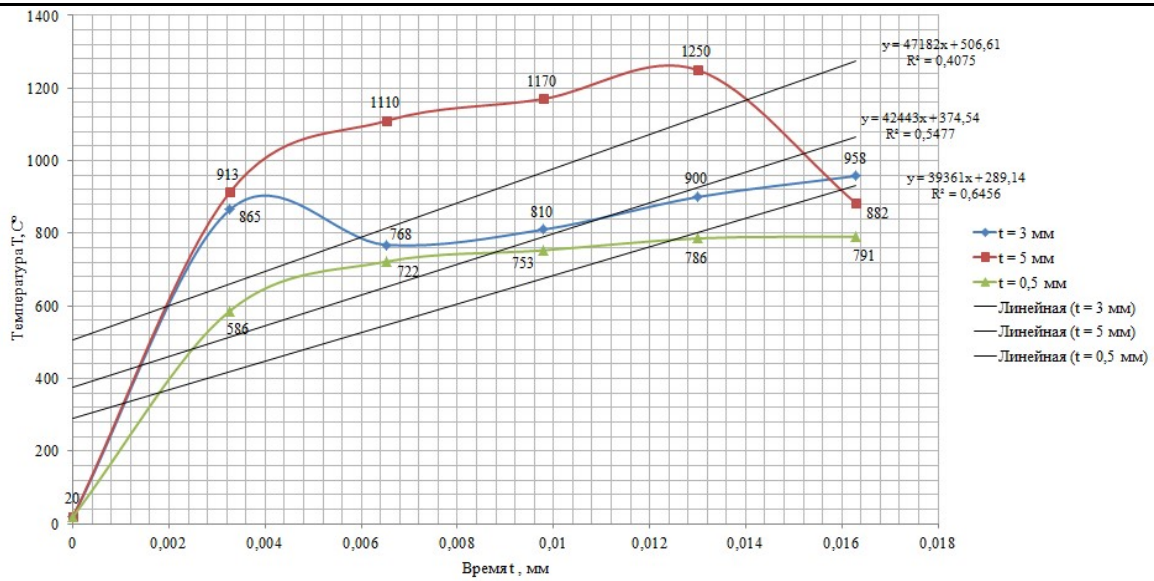


Рис. 2. График изменения температуры от времени в процессе врезания пластины в материал колеса (кривые линии – результат имитационного моделирования, прямые линии – их соответствующая упрощённая иллюстрация)



Рис. 3. Пластиковые модели разработанной пластины

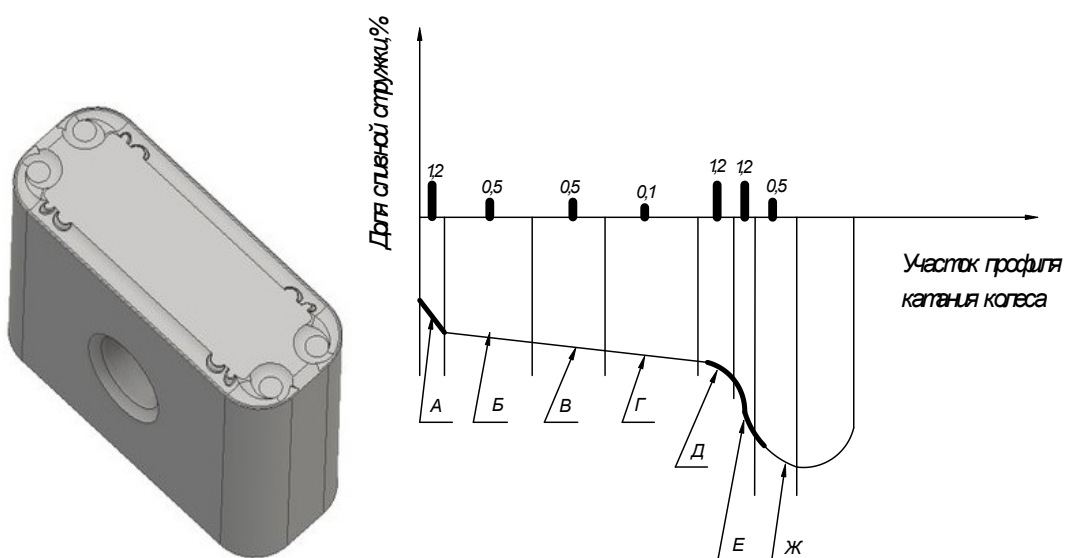


Рис. 4. 3D-модель пластины и прогнозные результаты её использования с позиций вероятности образования сливной стружки

Вывод

На основании вышеизложенного комплекса теоретико-экспериментальных исследований предложены научно обоснованные технологические и технические решения, направленные на повышение эксплуатационных свойств колесотокарной пластины, использование которой вносит значительный вклад в ускорение научно-технического прогресса. В частности, выполнено усовершенствование топографии передней поверхности пластины, позволяющей снизить долю образования стружки сливной формы, что может дать экономический эффект в размере 640 000 руб. применительно к одному вагонному депо [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Евсеев, Д. Г. Прогрессивный инструмент для обточки колесных пар / Д. Г. Евсеев, А. Ю. Попов // Автоматизация и современные технологии. – 1998. – № 9.
2. Новый сплав для обработки колесных пар / Б. В. Захаров [и др.] // Железнодорожный транспорт. – 1997. – № 4. – С. 59-60.
3. Пат. РФ 134466, МПК В23В 27/16 на полезную модель «Пластина колесотокарная чашечная / Алтухова В. В., Мокрицкий Б. Я., Тарануха Г. В.; заявитель и патентообладатель Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т. – № 2013107816/02; заявл. 21.02.2013; опубл. 20.11.2013. Бюл. № 32.
4. Мокрицкий, Б. Я. Управление эффективностью применения металлорежущего инструмента: моногр. / Б. Я. Мокрицкий, Т. И. Усова, Я. В. Конюхова. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГТУ», 2017.