

ВЛИЯНИЕ СИЛ РЕЗАНИЯ НА ДЕФОРМАЦИИ И НАПРЯЖЕНИЯ В ШНЕКОВЫХ СВЕРЛАХ

Э. М. Дечко, А. В. Воронович

Белорусский национальный технический университет, Минск

Применение современных методов компьютерного моделирования режущих инструментов позволило исследовать деформации и напряженное состояние отдельных конструктивных параметров шнековых сверл при изменении нагрузок в процессе резания

Сверла для глубокого сверления работают с большими вылетами и под действием крутящего момента и осевой силы испытывают одностороннее кручение, сжатие и продольный изгиб. Известны исследования процесса резания при сверлении сталей и чугунов шнековыми сверлами. Теоретически и экспериментально доказано, что процесс резания сопровождается низкочастотными колебаниями [1, 2, 3].

Модель шнекового сверла разработана в пакете Solid Works. Твердотельная 3D-модель шнекового сверла допускает добавление, изменение различных параметров для исследования влияния нагрузок на инструмент и зону резания [5, 6].

Использование метода конечных элементов, реализованного в пакете ANSYS Workbench, позволило получить новые результаты по деформационным процессам и напряжениям в транспортирующей и режущей частях сверл, представить минимальное сечение транспортирующей части, показать увеличение износа сверла вдоль режущей кромки по задней поверхности по направлению к уголку и изменение положения режущей кромки при нагрузках.

Согласно исследованиям Вильнюсского завода сверл удлиненные, длинные и сверла глубокого сверления выходят из строя не в результате износа, а в связи с поломкой [4]. Они, как правило, ломаются на расстоянии $2/3$ длины от вершины сверла. Нами на 3D-модели было определено минимальное сечение, по которому ломаются сверла. В результате моделирования подтверждено, что сверло ломается по минимальному сечению, имеющему сложную винтовую поверхность (рис. 1).

В работе [4] приводятся данные, что минимальный разрез не совпадает с поперечным сечением винтового тела. Винтовая поверхность слома перпендикулярна винтовым линиям соответствующих точек винтового тела. По направлению к оси сверла угол винтовой линии ω уменьшается, и поверхность слома, перпендикулярная к углу ω , получается переменновинтовой. Посредством инструментов пакета Solid Works были определены минимальная площадь сечения сверла диаметром 10 мм, $\omega = 60^\circ$ и площадь его поперечного сечения (рис. 1).



Рис. 1. Поперечное (а) и минимальное (б) сечения шнекового сверла

Площадь сложно-винтовой поверхности на 10...12% меньше площади сечения по нормали к оси сверла.

Деформации отдельных конструктивных элементов шнековых сверл исследовались на 3D-моделях сверл $d = 10$ и $d = 12$ мм в пакете ANSYS Workbench посредством их нагружения крутящими моментами и силами резания, полученными ранее для данного процесса [5, 6].

При раскручивании спирали и удлинения сверла под действием крутящего момента установлено, что при раскручивании спирали диаметр сверла изменяется по длине, например, с 10 мм до 10,015 мм на длине 100 мм (рис. 2).

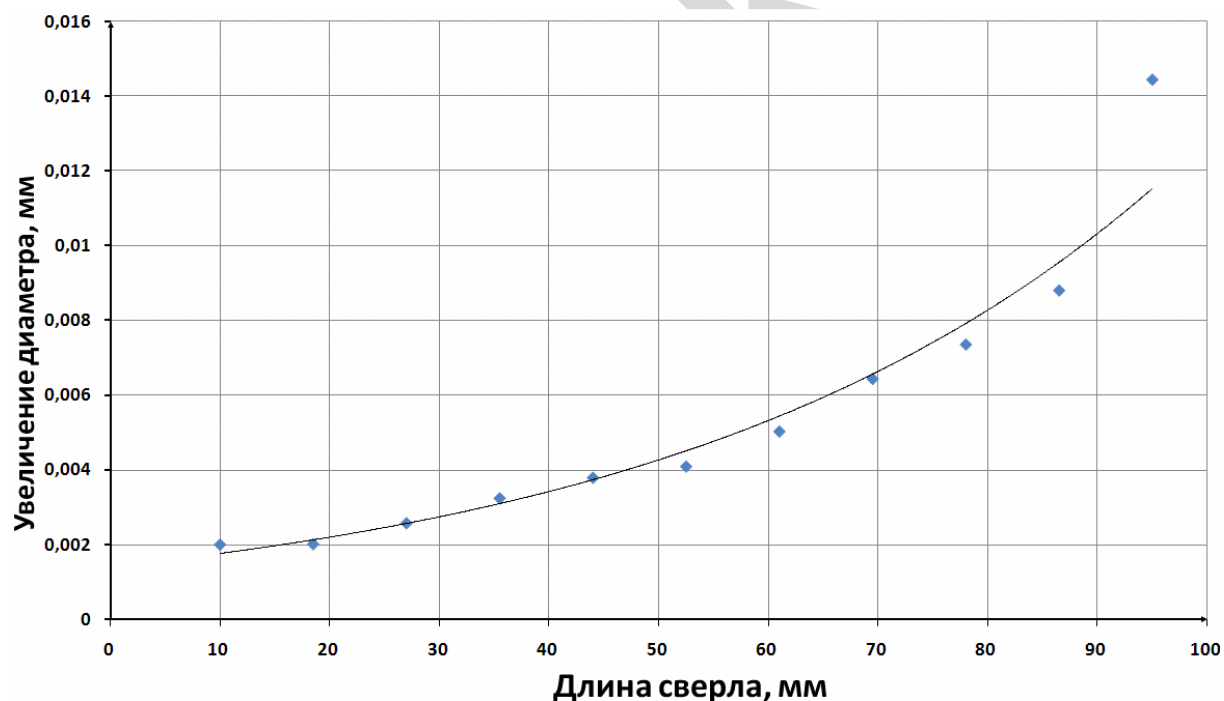


Рис. 2. Увеличение диаметра транспортирующей части сверла вдоль оси под действием крутящего момента

Исследованы также деформации режущего лезвия в направлении от оси сверла к уголку. При приложении крутящего момента режущая кромка сверла имеет вид подобно максимальным напряжениям на режущей кромке (рис. 3).

При приложении только осевой силы происходит вдавливание тела сверла в обработанную поверхность зоны резания, и режущая кромка сверла деформируется сложным образом (рис. 3).

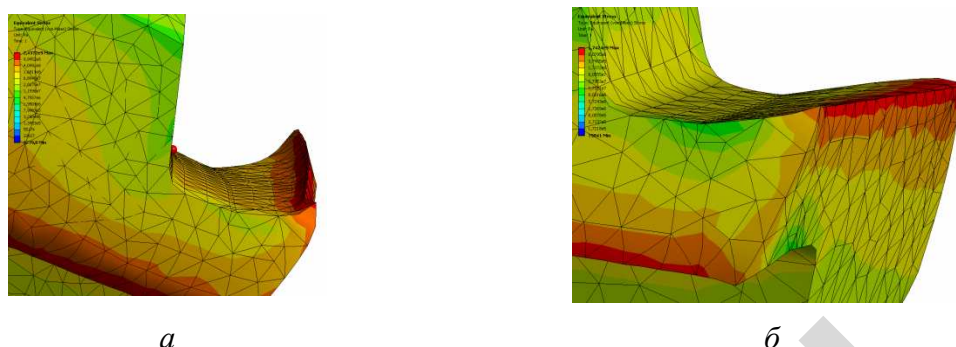


Рис. 3. Напряженно-деформированное состояние режущей кромки:
а) нагрузка P_o , коэффициент увеличения 100; б) нагрузка $M_{кр}$ и P_o

Установлено, что деформации режущей кромки носят нелинейный характер: кромка не только меняет свое положение вместе с частью передней поверхности сверла, но и изгибается примерно на половине длины режущей кромки. Это, возможно, связано с тем, что более жесткая сердцевина внедряется в заготовку, а менее жесткая часть режущей кромки опускается.

При анализе деформированного состояния режущей кромки отмечено, что картина деформаций на задней поверхности главных режущих лезвий (рис. 3, б, в) подобна рисунку износа (рис. 4), т. е. деформации режущей части оказывают влияние на вид износа.

Однако, если на рисунках 3, а и 3, б в качестве силового фактора действует только осевая сила P_o , сходство прослеживается в полной мере, то при сравнении рисунков 3, а и 3, в действуют осевая сила P_o и крутящий момент $M_{кр}$, область рядом с перемычкой выглядит более широкой, чем на изношенной поверхности.

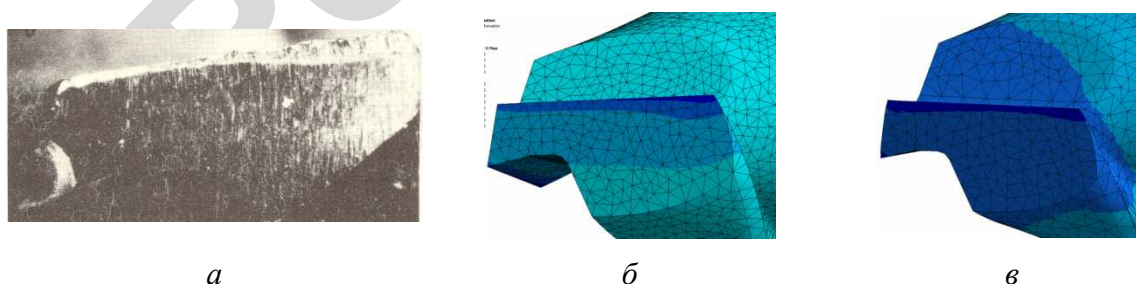


Рис. 4. Износ вдоль режущего лезвия:
а) деформации режущей части сверла при нагрузке P_o ; б) при нагружении P_o и $M_{кр}$

Таким образом, при исследовании процесса формирования вида износа в совокупности с другими факторами необходимо учитывать зону контакта, трение, температуру резания и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дечко, Э. М. Сверление глубоких отверстий в сталях / Э. М. Дечко. – Минск : Выш. шк., 1979. – 232 с.
2. Костюкович, С. С. Точность обработки глубоких отверстий / С. С. Костюкович, Э. М. Дечко, В. И. Долгов. – Минск : Выш. шк., 1978. – 144 с.
3. Дечко, Э. М. Деформация шнековых сверл / Э. М. Дечко, Л. А. Колесников, В. В. Брилевский // Машиностроение / Белорус. гос. нац. техн. ун-т. – Минск, 2009. – Вып. 24. – С. 108–111.
4. Жилис, В. И. Исследование и анализ спиральных сверл разных конструкций : дис. ... канд. техн. наук / В. И. Жилис. – Минск, 1968. – 303 с.
5. Огородникова, О. М. Конструкционный анализ в среде ANSYS : учеб. пособие / О. М. Огородникова. – Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2004. – 68 с.
6. Басов, К. А. ANSYS: Справочник пользователя / К. А. Басов. – М. : LVR Пресс, 2005. – 640 с.

УДК 658.512

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САПР ТП ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ В СТАНКОСТРОЕНИИ

Н. В. Беляков, В. И. Ольшанский, Ю. Е. Махаринский,
Витебский государственный технологический университет

Н. Н. Попок

Полоцкий государственный университет, Новополоцк

Предложены методы формирования конструктивно-технологических моделей корпусных деталей, комплексных технологических процессов и система классификации элементов конструкции. Методы и модели использованы для создания САПР ТП корпусных деталей на базе ОАО «Институт БЕЛОРГСТАНКИНПРОМ».

Для автоматизации создания комплекта технологической документации на изготовление корпусных деталей на станкостроительных предприятиях в рамках задания 01.26 Региональной научно-технической программы «Инновационное развитие Витебской области» разработана САПР технологических процессов (ТП) изготовления корпусных деталей средних габаритных размеров. Задание выполнялось совместно с ОАО «ВИСТАН» и ОАО «Станкозавод Красный Борец» на базе САПР ОАО «Институт БЕЛОРГСТАНКИНПРОМ» с использованием методик, моделей и алгоритмов, разработанных в УО «ВГТУ» и УО «ПГУ».

Целью исследований являлось создание теоретических основ, принципов и методов разработки конструктивно-технологической модели заготовки, классификации объекта производства и алгоритмизация процессов проектирования.