

Подставляя $F = Nf$, получим:

$$2Nf \cos(\alpha/2) + \sum G_i^x \geq 2N \sin(\alpha/2),$$

где $\sum G_i^x$ — сумма проекций на ось x сил G и G_i .

При движении инструмента вверх силы N растут, контактные давления увеличиваются и происходит деформация частицы. Считая, что силы $\sum G_i^x$ незначительно влияют на контактные давления, ими можно пренебречь. При этом $2Nf \cos(\alpha/2) > 2N \sin(\alpha/2)$, откуда $\operatorname{tg}(\alpha/2) < f = \operatorname{tg} \rho$, где ρ — угол трения.

Окончательно

$$\alpha < 2\rho. \quad (1)$$

Зависимость (1) получена при наличии ряда допущений, при этом не учитывалось, что сила трения у поверхности инструмента (F_1) меньше силы трения у поверхности детали (F_2), вследствие чего создается дополнительно вращающий момент $M = (F_2 - F_1) a/2$ и частица при входе в очаг деформации совершает вращательное движение. Для ряда материалов, таких, как, например, порошковая бронза Бр.ОФ10-1, имеющая частицы сферической формы, высокую сыпучесть и размеры $a = 100-150$ мкм, зависимость (1) должна давать удовлетворительные результаты.

Так как коэффициент трения f и угол трения ρ зависят от материала детали и инструмента и состояния их поверхностей, были произведены исследования по изучению их влияния (рис. 2). Заготовка 1 изготовлялась из различных материалов (сталь, бронза, алюминий), различающихся шероховатостью, зависящей от способа обработки (шлифование, фрезерование и пескоструйная обработка). Нож 2, имитирующий инструмент, мог поворачиваться на любой угол α . Шероховатость его рабочей поверхности составляла $Rz \approx 0,63$ мкм, материал — сталь. В полость между заготовкой и инструментом засыпался порошок 3 (бронза Бр.ОФ10-1, $a = 100-150$ мкм) и заготовке сообщалось перемещение со скоростью $v = 25-30$ мм/с. Угол α , при котором происходило заклинивание детали под нагрузкой $P = 25-30$ Н, фиксировался.

Анализ экспериментальных данных показал, что максимальные углы заклинивания образуются при пескоструйной обработке заготовки (подложки). Наибольшее соответствие теоретическим расчетам угла заклинивания наблюдали при обработке поверхности с параметром шероховатости $Rz = 10$ мкм.

УДК 621.751

М.К.ДОБРОВОЛЬСКАЯ, канд. техн. наук,
Е.В.ЗАЯШ, Е.С.ПОПОВА (МСКТБ АТП НПО
"Ритм", Минск)

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАСКРОЯ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА В РЕЖИМЕ ДИАЛОГА

Система автоматизированного проектирования раскроя листового материала (САПР РАСКРОЙ) предназначена для проектирования с помощью ЭВМ схем раскроя полосы при штамповке, листа на прямоугольные заготовки и полосы, продольного и поперечного раскроя рулонной стали.

Автоматизация проектирования раскроя листового материала при технологической подготовке производства новых изделий позволяет значительно сократить сроки проектирования раскройных планов, снизить трудовые затраты, установить оптимальные нормы расхода материала на изделие. В действующем производстве автоматизированное проектирование раскроя позволяет оперативно вносить изменения в технологические процессы раскроя материала при аннулировании или введении новых деталей в процессе модернизации изделия, конструкторских изменениях деталей, замене сортамента раскраиваемого материала.

Автоматизированное проектирование раскроя осуществляется на базе ЕС ЭВМ в пакетном либо диалоговом режимах проектирования. При пакетном режиме проектирования исходные данные о каждой группе деталей одной маркотолщины кодируются технологами и передаются в вычислительный центр (ВЦ). На ВЦ эти данные перфорируются, вводятся в ЭВМ и просчитываются. Полученные результаты анализируются. При необходимости в исходные данные вносятся изменения и процедура повторяется. При диалоговом проектировании исключаются челночные операции между ВЦ и ОГТ и разрывы в процессе проектирования за счет установки дисплея непосредственно на рабочем месте технолога, имеющего дистанционную связь с ЭВМ.

В диалоговом режиме проектирования используется библиотека данных о деталях и заготовках, которая формируется на магнитных дисках ЭВМ, куда заносятся исходные данные о всей номенклатуре штампуемых деталей и применяемых материалах. Для каждой детали указываются: наименование, обозначение, масса, материал, кодированные сведения о ее конфигурации и др. Для всех применяемых на предприятии листовых материалов указываются обозначение, сортament, масса заготовки в состоянии поставки, механические свойства. В этой же библиотеке накапливаются и результаты автоматизированного проектирования — параметры раскроя полосы при штамповке (ширина полосы, рядность, шаг штамповки), нормативные показатели раскроя (число деталей, получаемых из полосы и листа или рулона, нормы расхода на деталь и изделие, коэффициенты раскроя и использования материала).

Исходные данные о всех деталях и материалах кодируются и заносятся в библиотеку с пульта дисплея. Для каждой детали на ЭВМ проектируется схема раскроя полосы при штамповке, и результаты накапливаются в библиотеке. Закончив проектирование схем раскроя материала при штамповке, технолог запрашивает из библиотеки данные о всех деталях одной маркотолщины и с пульта дисплея дает указания о виде сортамента исходного материала — лист или рулон. Данные из библиотеки автоматически передаются программам проектирования для разработки схем раскроя исходного материала. Технолог имеет возможность с помощью дисплея контролировать и направлять процесс проектирования, оперативно корректировать данные (организовать перебор всех применяемых на заводе сортamentов указанного материала либо указать один конкретный сортament; ограничить виды проектируемых схем раскроя исходного материала — комбинированный раскрой с использованием деловых отходов или индивидуальный для каждой детали; сравнить нормы расхода материала при изготовлении этой группы деталей из листа и из рулона). Закончив корректировку данных, технолог оперативно проектирует, если нужно, новые схемы раскроя материала для каждой группы деталей

Диалоговый режим проектирования раскроя на базе библиотеки данных является неременным условием для САПР гибких производственных систем заготовительных цехов и участков. Возможность оперативного изменения технологических процессов раскроя при замене ранее заданного сортамента материала, изменении программы выпуска деталей, номенклатуры или размеров деталей повышают эффективность ГПС.

Общий экономический эффект от внедрения подсистем САПР РАСКРОЙ составил 500 тыс. руб. в год, экономия металла — 1,5 тыс. т. в год. В результате внедрения автоматизированного проектирования раскроя на Таганрогском и Тульском комбайновых заводах на 1–2 % снизились нормы расхода материала даже на традиционные хорошо освоенные изделия серийного производства.

УДК 621.7.001:539.219.001.1

Т.В.КАЛИНОВСКАЯ, канд.техн.наук
(ФТИ АН БССР)

ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИ ВДАВЛИВАНИИ

В работе рассматривается процесс вдавливания плоского штампа в пластическое полупространство; нормальная нагрузка на контакте распределена равномерно (эпюра 1 на рис. 1), а деформируемый материал способен деформироваться в диапазоне сдвигающих напряжений $\tau_0 \dots k$, где τ_0 — предел жесткости (упругости), k — константа сдвига.

Теория упругости дает распределение сдвигающих напряжений при вдавливании в виде синусоид (эпюра 2 на рис. 1) вдоль гиперболических траекторий главных нормальных напряжений, имеющих максимум на полуокружности $AO'B$ радиуса b , где b — полуширина контактной площадки. Каждая из окружностей семейства, построенного на контактной площадке как на хорде, является геометрическим местом одинаковых сдвигающих напряжений τ_i , уменьшающихся по мере удаления от главной окружности (ГО) в сторону контактной поверхности и в глубину очага деформации:

$$\tau_i = k \sin(2\alpha_i) \quad (1)$$

(если на главной окружности τ_{\max} достигло значения k).

Решение пластической задачи вдавливания ограничивается определением параметров поля линий скольжения $AO'BCD$ при $k = \text{const}$. Из рассмотрения выпадают переходные области, в которых максимальное сдвигающее напряжение не достигло k , но превышает τ_0 . Они ограничиваются дугами окружностей AO_1B и AO_2B , на которых $\tau_i = \tau_0$. При этом, согласно выражению (1), коэффициент жесткости $\eta = \tau_0/k = \sin(2\alpha_{01}) = \sin(2\alpha_{02})$.

Гиперболическую траекторию аппроксимируем ломаной, участок которой ниже ГО ($O''G$) направлен под углом 2φ к оси штампа, а продолжение проходит через центр штампа O ; участок выше ГО заменим прямой ($O''F$), наклоненной под углом φ к оси штампа и проходящей через точку ее пересечения с продолжением главной окружности O'_1 . Положение точек на окружностях