

пературы в зоне нагрева головки рельса ТВЧ была разработана совместно с университетом теоретической и прикладной механики ДУ СОРАН г. Новосибирска программа Thermo 2d St, предназначенная для расчета квазистационарного распределения температуры в поперечном сечении головки рельса, которая нагревается под воздействием движущегося с постоянной скоростью V_x источника ВЧ поля (индуктора).

Анализ полученных данных показывает (рис. 6) снижение твердости упрочненного слоя с 5300 до 4000 МПа при нагреве с различными режимами установки-генератора ТВЧ.

Предварительная нормализация наклепанного слоя позволяет восстановить структуру и механические свойства металла и повысить обрабаты-

ваемость рельсов при ремонте.

Для механической обработки разупрочненного слоя необходимо выявить рациональные режимы резания и параметры режущего инструмента.

Практическая ценность данной работы заключается в том, что в условиях дефицита новых рельсов и их стоимости разрабатываемый метод ремонта позволит в значительной мере уменьшить потребность в новых рельсах за счет мобилизации внутренних резервов и тем самым обеспечить бесперебойность и безопасность движения поездов.

Решение поставленных задач позволит повысить производительность механической обработки, качество ремонта старогодных рельсов и сократить расходы на дорогостоящий инструмент.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мелентьев Л.П., Порошин В.Л., Фадеев С.И. Содержание и ремонт рельсов / Под ред. Л.П. Мелентьева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1984. – 231 с.
2. Мелентьев Л.П. Ресурсосбережение в рельсовом хозяйстве // Ж.-д. трансп., 1996. № 5. – С. 44-48.
3. Гуляев А.П. Металловедение. – М.: Металлургия, 1986. – 544 с.
4. Головин Г.Ф., Замятин М.М. Высокочастотная термическая обработка. – Л: Машиностроение, 1990. – 300 с.
5. Поляк М.С. Технология упрочнения. – М: Машиностроение, 1995. – Т. 1, 2. – 1520 с.

□ Авторы статьи:

Виноградов
Алексей Борисович
- канд.техн.наук, доц. Си-
бирского государственного универ-
ситета путей сообщения

Пуччин
Роман Вячеславович
- аспирант Сибирского го-
сударственного университета путей
сообщения

Бугров
Александр Валерьевич
- аспирант Сибирского го-
сударственного университета путей
сообщения

УДК 621.96/97

Т. К. Тюнюкова

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ СЛОИСТЫХ ДЕТАЛЕЙ

В различных отраслях народного хозяйства применяются слоистые детали, представляющие собой оболочки, в том числе и незамкнутые, и пластины с плавными пологими или плоскими поверхностями, ограниченными контурами произвольных очертаний и содержащие уложенные в определенной последовательности листовые материалы с различными физико-механическими свойствами. Наибольшее распространение они получили в транспортном машиностроении, при создании технологических машин и оборудования, а также в строитель-

стве. Собранные из разнородных листовых элементов, слоистые детали используются в качестве несущих плоскостей конструкций и могут выполнять роль защиты от воздействия химически агрессивных сред, тепловых, электрических и других воздействий, являясь декоративными или сочетать в себе комбинацию этих свойств. Соединение определенным образом подобранных конструкционных материалов позволяет создавать композиты, механические характеристики которых не могут быть получены при использовании однородных ма-

териалов.

Изготовление слоистых деталей предусматривает необходимость выполнения ряда технологических операций, к которым относятся: получение заготовок из листовых элементов; обработка деталей в соответствии с чертежами; образование в них отверстий; укладка в пакеты; установка болтовых, заклепочных или других соединений. В процессах изготовления, эксплуатации и при выполнении ремонтных работ неизбежно возникает необходимость получения готового изделия в предварительно собранном пакете

листовых элементов. Но, выполнение ряда технологических операций во многих случаях оказывается невозможным, что обусловлено следующими обстоятельствами. Слоистые детали могут изготавливаться из разнородных материалов, в том числе и неметаллических. Поэтому режимы резания и инструменты, предназначенные для обработки одного из материалов, могут оказаться неприемлемыми для других. Кроме того, отдельные элементы могут изготавливаться из материалов, плохо поддающихся обработке, например высокогородистых и легированных сталей, титановых сплавов, хрупких неметаллических материалов и др.

При изготовлении слоистых деталей, как правило, используются тонколистовые материалы. Их получение в большинстве случаев ведет к разрывам материала в прилегающей к обработке зоне, а расположение их в многослойном пакете исключает применение специализированной оснастки.

Для решения рассматриваемой проблемы необходимо создание комбинированных технологических процессов. Так при формировании фасонных отверстий необходимо получение лидирующего отверстия с окончательной обработкой поверхности заданной конфигурации и разработкой средств технологического обеспечения.

В слоистых деталях, в большинстве своем обладающих малой жесткостью, целесообразно осуществлять выполнение лидирующего отверстия с учетом особенностей деформирования наиболее прочного слоя, что обеспечит возможность получения детали в соответствии с чертежами и использовать специализированную оснастку.

Анализируя технологическую операцию обработки фасонных поверхностей, можно представить ее в виде сочетания трех последовательных переходов, выполняемых с использо-

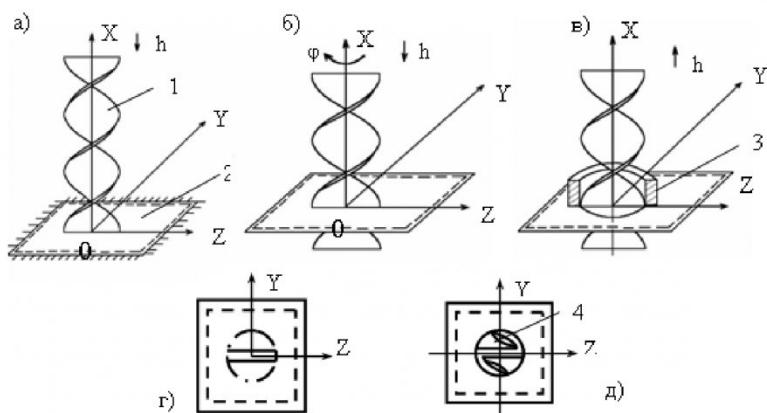


Рис. 1. Схема обработки отверстия в пластине:
 а) пробивка лидирующего отверстия; б) ввертывание инструмента в лидирующее отверстие; в) окончательная обработка отверстия;
 г) форма лидирующего отверстия; д) вид сливной стружки при окончательной обработке отверстия; 1 — специальный инструмент; 2 — слоистая деталь (пластинка); 3 — цилиндрический кондуктор; 4 — сливная стружка

ванием специализированного инструмента. На рис. 1 приведена схема проектируемой технологической операции на примере обработки отверстия.

На первом переходе, показанном на рис. 1, а, осуществляется обработка специальным инструментом 1 лидирующего отверстия, форма которого приведена на рис. 1, г. Рабочий ход инструмента осуществляется устройством, обеспечивающим движение инструмента с некоторой начальной скоростью.

На втором переходе, показанном на рис. 1, б, происходит движение инструмента в лидирующем отверстии. При этом он совершает поступательное перемещение вдоль оси X на величину одного шага спирали h и поворот вокруг оси X на угол $\varphi \geq 360^\circ$.

Третий переход, показан-

ный на рис. 1, в, соответствует окончательной обработке отверстия, при которой инструмент 1 совершает возвратное движение, перемещаясь относительно пластины и прижатого к ней кондуктора 3. Резание материала осуществляется боковой гранью инструмента с образованием сливной стружки, показанной на рис. 1, д.

В общем случае слоистые детали могут содержать произвольное количество слоев n , отличающихся между собой физико-механическими свойствами и, в первую очередь, пределом прочности σ_B или, точнее, сопротивлением срезу σ_{cp} , существенным образом влияющим на усилие резания. В связи с этим возникает необходимость разработки методов расчета динамических режимов, которые могут быть использованы

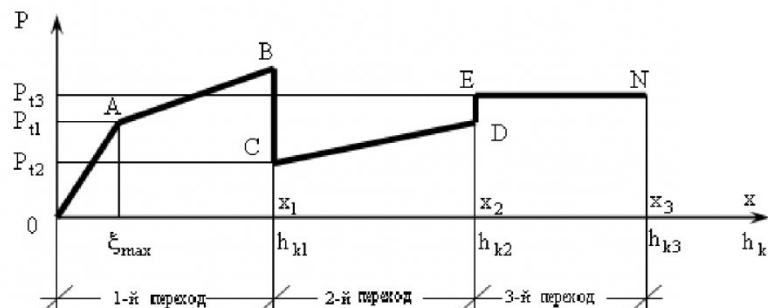


Рис. 2. Нагрузочная характеристика комбинированной технологической операции

для решения широкого круга технологических задач. Построение и анализ моделей, отображающих физико-механические свойства деформируемых твердых тел, наиболее существенно влияющие на характер рассматриваемых процессов, открывают возможности для определения энергоемкости рассматриваемой технологической операции.

Расчеты деформаций, выходящих за пределы упругости, основываются на статических σ - ϵ диаграммах растяжения-сжатия, что позволяет дать качественную оценку процесса формоизменения материала и определить относительную величину деформации. Но при решении задач, связанных с деформированием составных тел сложной структуры не представляется возможным построение действительных σ - ϵ диаграмм. В этом случае в расчетах могут быть использованы силовые нагрузочные характеристики $x = f(P)$, устанавливающие связь между приложенной нагрузкой P и величиной деформации детали x , отображаемые механическими моделями деформируемых твердых тел [1].

После проведения расчетов получаем, что максимальное смещение и максимальное уси-

лие при ударе зависят только от кинетической энергии в момент удара $mv_0^2/2$, что позволяет определить максимальную силу, необходимую для начала пластической деформации

$$P_{t,max} = \sqrt{mv_0^2 c_1}. \quad (1)$$

В качестве примера рассмотрим моделирование операции обработки отверстия резанием в двухслойной детали. Ее наружный слой является упругопластическим упрочняющимся телом (стальной лист), а внутренний – жесткопластическим (пенополиэтилен). Нагрузочная характеристика комбинированной технологической операции приведена на рис. 2.

На первом переходе происходит нагружение детали в пределах упругости слоя до максимального динамического смещения ξ_{max} по линии ОА. При достижении силы сопротивления величины P_{T1} , определяемой по формуле (1), начинается резание лидирующего отверстия, а деталь ведет себя как пластическое упрочняющееся тело (линия ОВ).

В точке В резание лидирующего отверстия заканчивается. При этом величина динамической деформации h_{k1} соответствует статической x_1 .

На втором переходе (точка

С) начинается перемещение инструмента в лидирующем отверстии. Начальная сила сопротивления перемещению P_{T2} представляет собой силу трения на боковой грани инструмента, а ее увеличение обусловлено сопротивлением разрушения второго слоя детали.

При достижении точки Д, то есть при величине деформации $x_2=h_{k1}$ индентор останавливается и при его обратном ходе осуществляется окончательная обработка отверстия с постоянной силой резания – линия ЕН, при этом деталь ведет себя как жесткопластическое тело без упрочнения.

Таким образом, последовательное соединение моделей позволяет получать практически любой вид нагрузочной характеристики при произвольном чередовании слоев, отличающихся между собой по физико-механическим свойствам и рассчитывать энергию, необходимую для выполнения операции, осуществляемой как при прямом, так и при обратном ходе инструмента, т. е. за один цикл нагрузления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каргин В. А., Абрамов А. Д., Морозова Н. А., Тюнукова Т. К. Теория и практика проектирования виброударных машин и технологий для строительства, ремонта и эксплуатации транспорта и транспортных систем // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. Вып. 5. – Новосибирск, 2003. – С. 27-41.

□Автор статьи:

Тюнукова Т. К.

- мл.научн.сотр. Сибирского государственного университета путей сообщения