ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Физическая мезомеханика. Материалы с многоуровневой иерархически организованной структурой и интеллектуальные производственные технологии»

6–10 сентября 2021 г.
Томск, Россия

Томск – 2021
Издательство ТГУ

DOI: 10.17223/978-5-907442-03-0-2021-377

ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ СТАЛИ ПРИ ВЫГЛАЖИВАНИИ НАКЛОННЫМ ЦИЛИНДРИЧЕСКИМ ИНСТРУМЕНТОМ

[1]Смолин И.Ю., [2]Казакбаева А.А.
[1]Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск
[2]Томский государственный университет, Томск

Выглаживание является одним из методов отделочно-упрочняющей обработки деталей за счет поверхностного пластического деформирования. Его производят на современных металлообрабатывающих центрах, при этом обрабатывающий инструмент внедряется в обрабатываемую деталь, которая вращается. Традиционно индентор обрабатывающего инструмента изготавливается из алмаза и имеет полусферическую форму, но в последние годы предлагаются и другие сверхтвердые материалы, например кубический нитрид бора и разные формы индентора [1,2].

Цель настоящего исследования состояла в изучении влияния силы выглаживания и угла наклона цилиндрического индентора на напряженно-деформированное состояние поверхностного слоя стали ШХ15 при выглаживании.

Уровень напряжений и деформаций при моделировании существенно зависит от выбора определяющего соотношения и параметров выбранной модели. Обзор литературных данных свидетельствует о том, что наиболее часто при моделировании механической обработки металлических материалов используется модель Джонсона – Кука. Эта модель позволяет учесть не только деформационное упрочнение, но и зависимость от скорости деформации и тепловое разупрочнение при росте температуры. Значения параметров модели были выбраны исходя из данных в литературы для сталей, схожих с ШХ15.

В данной работе задача решалась как нестационарная в адиабатическом приближении методом конечных элементов в двумерной постановке плоского деформированного состояния [3].

В результате проведенного исследования установлено влияние угла наклона индентора и силы выглаживания на максимальные значения контактного давления, накопленной пластической деформации, скорости деформации и температуры в очаге деформации. Показано, что с увеличением угла наклона обрабатывающего инструмента контактное давление увеличивается незначительно, что обусловлено уменьшением длины пятна контакта. Контактное давление максимально при углах наклона индентора в диапазоне 2,1–2,3 градуса при варьировании силы выглаживания от 100 Н до 250 Н. Накопленная пластическая деформация, также как и температура, в очаге деформации минимальна при наклоне индентора в диапазоне углов 1,3–1,6 градуса в зависимости от значения силы выглаживания. Зависимость максимальной скорости деформации в очаге деформации от угла наклона цилиндрического индентора асимптотически уменьшаются с увеличением угла наклона индентора. При увеличении силы выглаживания значение скорости деформации повышается.

Увеличение силы выглаживания приводит к незначительному росту контактного давления, что объясняется тем, что длина пятна контакта при этом увеличивается более заметно. Показано, что давление линейно пропорционально увеличивается с ростом силы выглаживания. При увеличении угла наклона цилиндрического индентора давление в большинстве случаев повышается. Рост интенсивности пластических деформаций, а также температуры с увеличением силы выглаживания хорошо аппроксимируется линейной зависимостью для всех значений угла наклона индентора, кроме угла 0,5°, для которого зависимость является квадратичной. Скорости деформации в очаге деформации линейно увеличиваются с ростом силы выглаживания.

Установлена зависимость величины валика оттесненного металла от угла наклона цилиндрического индентора и силы выглаживания. Рост высоты валика с увеличением угла

наклона цилиндрического индентора и силы выглаживания, подчиняется слабо нелинейной нарастающей зависимости.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИФПМ СО РАН, тема номер FWRW-2019-0035.

1. Кузнецов В.П., Горгоц В.Г., Скоробогатов А.С. Финишная технология наноструктурирующего выглаживания поверхностных слоев при обработке деталей машиностроения на многоцелевых станках // Нанотехника. 2014. № 2(38). – С. 86–89.
2. Кузнецов В.П., Скоробогатов А.С., Червач Ю.Б., Горгоц В.Г. Исследование влияния контактного трения на микроструктуру и микротвердость стали ШХ15 при наноструктурирующем выглаживании клиновым скользящим инструментом // Современные проблемы машиностроения: сборник научных трудов XII Международной научно-технической конференции, г. Томск, 28 октября – 1 ноября 2019 г. Томск: Изд-во ТПУ, 2019. С. 154–156.
3. Dmitriev A.I., Kuznetsov V.P., Nikonov A.Yu., Smolin I.Yu., Psakhie S.G. Modeling of nanostructuring burnishing on different scales // Physical Mesomechanics. 2014. Vol. 17, Iss. 4. P. 243–249.