

Для полученных градиентов нам необходимо ограничить скорость обучения, сначала усреднив абсолютные значения градиентов всех параметров, а затем разделив это среднее значение на скорость обучения, чтобы получить фактически используемую скорость обучения.

Эволюция искусственного интеллекта в искусстве

- В 2015 году компания Google выступила с инициативой Deep Dream, чтобы позволить роботам создавать картины.
- В 2016 году компания Google выпустила проект Magenta Project - попытку позволить роботам научиться сочинять музыку.
- В апреле 2016 года система машинного обучения, разработанная Microsoft в сотрудничестве с ING, успешно воспроизвела картины Рембрандта.
- В мае 2017 года роботы Microsoft AI автономно составили поэтический сборник "Солнечный свет затерялся в стеклянном окне".
- Август 2017. Первая песня в альбоме Taryn Southern 'I AM AI' была спродюсирована Amper AI.
- Октябрь 2017. ИИ "Люпин" создает 8 000 плакатов каждую секунду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://zhuanlan.zhihu.com/p/28058490>
2. <http://blog.csdn.net/dugudaibo>
3. Свёрточная нейронная сеть – Википедия (wikipedia.org)
4. 神经网络1 : 多层感知器-MLP - 知乎 (zhihu.com)

Даурембеков Асылбек (Казахстан),
Ци Мэнсюй (Китай),
Козлов Виктор Николаевич (Россия)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Козлов Виктор Николаевич,
канд. техн. наук, доцент ТПУ

ПРОБЛЕМЫ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

Обработка большинства марок титановых сплавов затруднена из-за их низкой теплопроводности, что приводит к увеличению температуры режущего инструмента и его интенсивному износу, а также больших нормальных контактных напряжений на фаске износа по задней поверхности [1, 2].

Фрезерование титановых сплавов концевыми фрезами ещё больше усложняет обработку из-за невысокой жёсткости таких фрез и малой величине модуля упругости Юнга E титана (по сравнению со сталью примерно в 2 раза меньше). Всё это увеличивает упругую деформацию как фрезы, так и обрабатываемого материала в зоне стружкообразования. Последнее увеличивает подмятие металла под режущую кромку, которая всегда имеет некоторое округление.

Износ зуба фрезы сопровождается округлением режущей кромки, что ещё больше увеличивает толщину слоя, вдавливаемого под округлённый участок главной режущей кромки. Чем меньше модуль упругости Юнга обрабатываемого материала, тем больше будет толщина этого слоя, тем больше будет радиальная составляющая, отжимающая фрезу от заготовки, что дополнительно увеличивает нагрузку на фрезу, имеющую невысокую жёсткость.

При износе происходит также интенсивное увеличение длины фаски износа на задней поверхности h_z , что ещё больше увеличивает радиальную составляющую, отжимающую фрезу. Увеличение длины фаски износа существенно увеличивает и температуру режущей части фрезы.

Уменьшить интенсивность износа на задней поверхности возможно применением отрицательного переднего угла $\gamma = -20 \dots -30^\circ$, однако это возможно при токарной обработке, где жёсткость резца высокая. При фрезеровании концевой фрезой использование отрицательного переднего угла большой величины приведёт к существенному увеличению силы резания, особенно её радиальной составляющей P_y , что практически недопустимо при малой жёсткости фрезы в этом направлении.

Вышеуказанные факторы вынуждают использовать схему фрезерования, при которой стремятся уменьшить отношение глубины резания t (мм) к диаметру концевой фрезы d (мм), т.е. $t/d \rightarrow \min$. Это позволяет увеличить скорость резания v . Сравнение скорости резания при $t/d = 1$ и при $t/d = 0,07$, показало, что скорость резания можно увеличить в 2 раза при неизменной стойкости фрезы. Это объясняется увеличением теплопередачи в заготовку, а также увеличением времени для охлаждения режущего клина зуба фрезы на воздухе перед повторным вхождением в контакт. Уменьшение температуры поверхности резания также уменьшает вероятность закалки титана перед врезанием следующего зуба.

Уменьшение вылета концевой фрезы также способствует повышению работоспособности инструмента.

Переменная ширина фрезерования B (высота уступа h) при переходе к обработке следующего слоя при большой толщине припуска или напуска позволяет избежать интенсивного локального износа (прото-

чины) в зоне контакта режущей кромки фрезы с обрабатываемой поверхностью. Этот вид износа связан с высокой температурой в зоне резания и высокой активностью кислорода воздуха с материалом фрезы.

Использование охлаждающей жидкости могло бы значительно уменьшить температуру резания, но часто это недопустимо из-за осаждения ингредиентов смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) на стружке, что делает невозможным её вторичную переработку.

Расчёт прочности зуба фрезы требует приложения внешней нагрузки не в виде сосредоточенных составляющих силы резания, а в виде распределённой нагрузки на длине контакта стружки с передней поверхностью и на фаске износа по задней поверхности. Это, в свою очередь, требует знания и длины контакта стружки с передней поверхностью, и величины физических составляющих, действующих на вышеуказанных поверхностях.

Рассчитать физические составляющие можно по величине переднего угла γ и технологическим составляющим $P_{zп}$, $P_{yп}$ и $P_{xп}$ на передней поверхности и P_{zh} , P_{yh} и P_{xh} на фаске износа по главной задней поверхности (на ленточке износа по главной режущей кромке).

В свою очередь измерить общие составляющие P_z и P_y тоже очень сложно, т.к. зуб фрезы поворачивается, что вызывает изменение не только их величины из-за увеличения толщины среза $a_i = s_z \times \sin \psi_i$, но и направления этих составляющих (рис. 1). Если бы удалось установить динамометр с закреплённым в нём фрезой на шпиндель станка, то это можно было сделать. Но, к сожалению, технически это невозможно при имеющемся уровне развития техники.

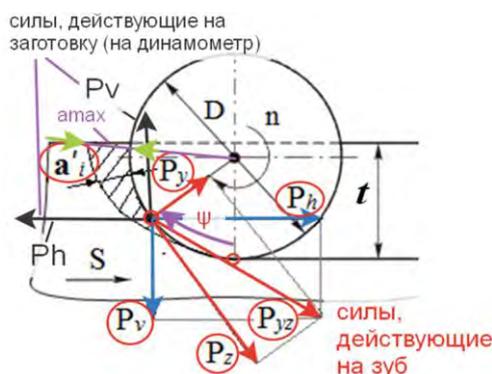


Рис. 1. Изменение направления составляющих P_z и P_y силы резания при повороте зуба фрезы на угол ψ при несимметричном встречном концевом фрезеровании

При обработке концевой фрезой сложно также выделить составляющую P_{xh} , действующую вдоль оси фрезы на фаске износа по главной

задней поверхности, т.к. составляющая $P_{x\text{всп}}$ на вспомогательной режущей кромке, расположенной на торцевой части фрезы, имеет большую величину. Измерение общих составляющих сил P_z , P_y и P_x при неизношенной фрезе с обычным расположением вспомогательной режущей кромки и с большим углом поднутрения показало, что сила P_x при этом существенно изменяется, т.е. сила $P_{x\text{п}}$ несущественна и её можно не принимать во внимание при расчёте напряжённо-деформированного состояния (НДС) зуба фрезы в главной секущей плоскости, т.е. перпендикулярно главной режущей кромке с углом наклона винтовой канавки ω .

Величина $P_{x\text{п}}$ при одновременном износе по уголкам значительно меньше сил, действующим на фаске износа уголкам $P_{x\text{п}уг}$ и на фаске износа по задней поверхности на вспомогательной режущей кромке $P_{x\text{п}всп}$, поэтому её можно не принимать в расчёт при оценки прочности зуба фрезы на удалении более 2 мм от уголка. Увеличение их составляющей P_x связано в основном с износом по уголкам.

Нами было принято, что составляющие P_z и P_y силы резания при фрезеровании можно заменить измерением соответствующих составляющих при токарной обработке периферии диска из титанового сплава резцом с радиальной подачей при прямоугольном свободном резании. Принималось, что контактные напряжения, действующие при фрезеровании при толщине среза $a_i = s_z \times \sin \psi_i$, приблизительно равны контактным напряжениям, действующим при обточке периферии диска с такой же толщиной среза a , т.е. $a = a_i = s_z \times \sin \psi_i$.

Экспериментальное измерение составляющих силы резания выполнялось с использованием токарного динамометра Kistler. Измерение составляющих силы резания выполнялось при точении неизношенным резцом для определения сил на передней поверхности, и резцом с искусственной фаской, моделирующей износ по задней поверхности с главным задним углом $\alpha_{\text{ф}} = 0^\circ$, для последующего выделения сил на искусственной фаске износа. Силы, действующие на фаске задней поверхности, рассчитывались как разница составляющих сил при обточке с фаской и без фаски. С учетом $\alpha_{\text{ф}} = 0^\circ$ нормальная сила на фаске $N_h = P_y - P_{y\text{п}}$, касательная сила на фаске $F_h = P_z - P_{z\text{п}}$.

Эксперименты показали, что касательные контактные напряжения на передней поверхности τ очень малы ($\tau = 57,6-71,8$ МПа) в зависимости от толщины среза a , что связано, на наш взгляд, с большой температурой на поверхностях режущего инструмента при обработке титанового сплава ВТЗ-1 при сравнительно большой скорости резания $v = 60$ м/мин, соответствующей скорости резания этого сплава в производстве ($v = 20-60$ м/мин). Высокая температура приконтактного слоя поверхности

стружки приводит к уменьшению его предела прочности на сдвиг, а значит и к уменьшению τ на участке пластического контакта стружки. Было установлено, что чем больше толщина среза, тем меньше величина τ , что подтверждает наше предположение, т.к. увеличение толщины среза приводит к увеличению температуры резания.

Нормальные контактные напряжения на передней поверхности σ не очень большие ($\sigma = 1390-1530$ МПа), и чем больше толщина среза, тем больше величина σ . Это также соответствует принятым представлениям о контактных процессах при обработке титановых сплавов.

Наибольший интерес представляют величина контактных напряжений на фаске износа, поскольку не очень большая величина контактных напряжений на передней поверхности не объясняет интенсивный износ по задней поверхности при обработке большинства марок титановых сплавов.

С использованием методов разрезного резца и переменной длины фаски износа [3] было определено распределение контактных напряжений на фаске износа, которое показало очень большую величину нормальных контактных напряжений у режущей кромки: $\sigma_{h \max} = 3400$ МПа при $a = 0,41$ мм (рис. 2).

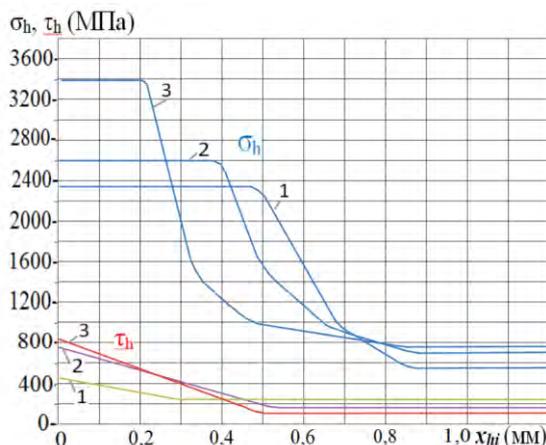


Рис. 2. Распределение нормальных σ_h и касательных τ_h контактных напряжений (МПа) на искусственной фаске износа по задней поверхности инструмента при обработке титанового сплава ВТЗ-1. 1 – $a = 0,11$ мм; 2 – $a = 0,21$ мм; 3 – $a = 0,41$ мм. Абсцисса – расстояние от режущей кромки вдоль длины фаски на задней поверхности x_{hi} (мм).

Такая большая величина нормальных контактных напряжений у режущей кромки объясняет интенсивный износ по задней поверхности при обработке большинства марок титановых сплавов [1, 2, 4]. Быстрое уменьшение нормальных контактных напряжений при отдалении от ре-

жущей кромки более 0,2-0,5 мм объясняется нами уменьшением прочности при повышении температуры и объясняет работоспособность сильно изношенных по задней поверхности режущих инструментов при обработке титановых сплавов [4].

Сравнительно небольшая величина касательных контактных напряжений $\tau_{h \max} = 420-820$ МПа объясняется уменьшением предела прочности на сдвиг на участке контакта заготовки с фаской износа из-за большой температуры резания.

Величина наибольших касательных контактных напряжений на фаске износа намного больше касательных контактных напряжений на передней поверхности, что объясняется нами бóльшей теплопередачей в массивную заготовку, чем в тонкую стружку, тем более, что стружка уже была нагрета в зоне первичных пластических деформаций.

Быстрое уменьшение касательных контактных напряжений на фаске износа объясняется нами уменьшением предела прочности на сдвиг на участке контакта заготовки с фаской износа из-за нагрева. Эксперименты по изменению предела прочности на сдвиг титановых сплавов в условиях нагрева до температуры 600-900°C и повышенной скорости деформаций показали, что предел прочности уменьшается с некоторым запозданием из-за «инертности» пластических деформаций [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Контактные нагрузки на режущих поверхностях инструмента/Полетика М.Ф. – Москва: Машиностроение, 1969. – 148 с.
2. Полетика М.Ф., Афонасов А.И. Контактные условия на задней грани инструмента при элементном стружкообразовании. Сб. статей "Прогрессивные технологические процессы в машиностроении". – Томск, 1997, с. 14-17.
3. Козлов В.Н., Цуй Ц., Чжан Ц., Хуан Ч. Методика измерения контактных напряжений на поверхностях режущего инструмента/ В.Н. Козлов, Ц. Цуй, Ц. Чжан, Ч. Хуан // Наука и образование: материалы VI Всероссийского фестиваля науки. XX Международная конференция студентов, аспирантов и молодых учёных / ФГБОУ ВО «Томский государственный педагогический университет». – Томск: Изд-во Том. гос. пед. ун-та, 2016, с. 97-105.
4. Справочное руководство ISCAR. Обработка титана. Электронный ресурс:
https://www.iscar.ru/Catalogs/publication2019/machining_titanium_rus_metric.pdf.

5. Инструментальные стали/ Геллер Ю.А.– Москва: Металлургия, 1983, 527 с.

Джамил Джалил Садун (Ирак)

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Научный руководитель: Федосов Валентин Петрович, д-р техн.наук, профессор

АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ АДАПТИВНЫХ АЛГОРИТМОВ ПЕРЕДАЧИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПО КАНАЛУ 3D WIMAX MIMO НА ОСНОВЕ MMSE

Введение: Первым предложением для проведения этого исследования является то, что адаптивный алгоритм MMSE разработан с низкой сложностью, который хорошо работает в условиях канала с замираниями как медленными, так и быстрыми. Реализация адаптивного алгоритма приемника MMSE в системах MIMO OFDM сочетает в себе адаптивный алгоритм со схемой многопользовательских приемников с минимальной среднеквадратичной ошибкой, с предварительной информацией о канале и подавлением пространственных помех, а также улучшает обнаружение сигнала и совместную оценку канала, что делает новый метод эффективно мобильным [1]. В этом исследовании математики и результатов моделирования была проведена оценка емкости мобильной информации с приемниками MMSE и OFDM. Пропускная способность стационарного канала с ISI обеспечивается MMSE с одной несущей и модуляцией с несколькими несущими по узким подканалам с приемниками OFDM [2, 3].

Минимальная Среднеквадратичная Ошибка: Эквалайзер используется в системах связи MIMO, представляющих собой сеть, которая пытается восстановить сигнал, пострадавший от межсимвольной интерференции (ISI), и демонстрирует функции MSE при сохранении хорошего SNR. Среднеквадратическая ошибка (MSE) является общей мерой качества оценщика, а оценщик минимальной среднеквадратической ошибки (MMSE) минимизирует MSE. Компенсатор минимальной среднеквадратичной ошибки уменьшает общую мощность шумовых и интермодуляционных составляющих на выходе. Первый метод выравнивания MMSE предполагает выборку канала с частотой элементарных посылок и использует адаптивный FIR-фильтр с N отводами в приемнике для минимизации MSE между исходной последовательностью цифровых данных и принятой последовательностью данных. В той же конфигурации,