

К ВОПРОСУ О ГРАНИЦЕ ПЛАСТИЧЕСКОГО КОНТАКТА И НАРОСТА НА ПЕРЕДНЕЙ ГРАНИ РЕЖУЩЕГО КЛИНА

Христафорян С.Ш., Симонян М. М., Христафорян Э.С., Вартазарян З.В. (ГИУА, "Harval engineering", Ереван, РА)

Considered questions of the nature of formation of transitive structures in the field of contact of cutting and processed materials are at cutting in which result there are occurrence of an outgrowth and a "white" layer, and also the conditions defining borders of plastic, elastic-plastic and elastic contacts at length of contact of materials at cutting. It is shown, that them, from positions of the self-organisations of structures, defines an equiprobability condition

Процесс резания, т.е. внедрение режущего клина в обрабатываемый материал в направлении скорости резания, сопровождается явлениями, обусловленными контактом их при наличии высоких удельных давлений и температур. Наиболее значимым из них является образование, так называемого, нароста, который с одной стороны оберегает режущий клин от изнашивания, но с другой, явно отрицательно влияет на формирование рельефа обработанной поверхности, что с позиций современных требований к качеству обработки просто недопустимо. Нужно отметить, что наростообразование явно или неявно выраженное, в той или иной мере, протекает при резании, практически, всех материалов и оно обусловлено свойством контактирующих материалов к схватыванию в условиях процесса резания, причем нарост может приобрести значительные размеры, что зависит от набора характеристик обрабатываемого материала. Нарост на передней грани режущего клина при определенных условиях срывается и уносится сходящей по ней стружкой, а затем процесс формирования нароста периодически повторяется. В той же области наблюдается формирование и переходного слоя упрочненного обрабатываемого материала имеющего светлую окраску - так называемый "белый" слой. Заметим, что интенсивность этих явлений зависит от скорости резания, т.е. от температуры контакта, набора физико-механических свойств контактирующих материалов, т.е. от давлений возникающих в контакте и необходимых для осуществления пластического деформирования материала в процессе резания. Не вызывает сомнений то, что отмеченные явления, так или иначе, обусловлены самоорганизационными явлениями, т.к. они происходят без нашего вмешательства, более того, при неправильном проектировании процесса резания они могут привести к весьма нежелательным результатам.

Обратимся к огромному множеству фотодокументального материала, относящегося к вопросу наростообразования и известным схемам контакта режущего клина и обрабатываемого материала, которые во множестве приведены в литературе, относящейся к вопросам науки о резании материалов. Общий контакт материала с режущим клином, начинающийся от режущего лезвия клина до точки отхода стружки от передней грани клина, характеризуется явными участками пластического и упругого контактов и переходным участком упругопластического контакта. Границы этих участков четко не определены и они могут быть отличными не только при резании различных материалов, но и в конкретном случае резания. Если допустить, что при резании материала отсутствуют любые флуктуационные явления и пространство параметров резания условно неизменно, то и в этом случае эти же границы непрерывно должны менять свое положение и форму в зависимости от динамического состояния области резания, которое, разумеется, будет непрерывно меняться уже ввиду

самообразования, развития и удаления самого нароста, т.е., так или иначе, эти границы будут сами флуктуировать в некоторой области контакта. Для отмеченного понятие граница области можно интерпретировать как условное разделение контакта на области в одной из которых, до границы, схватывание материалов предпочтительнее, чем в другой, в той, в которой разрушение очага схватывания неизбежно, т.е. с позиций наростообразования один участок имеет эволюционный характер, а другой характер деградации.

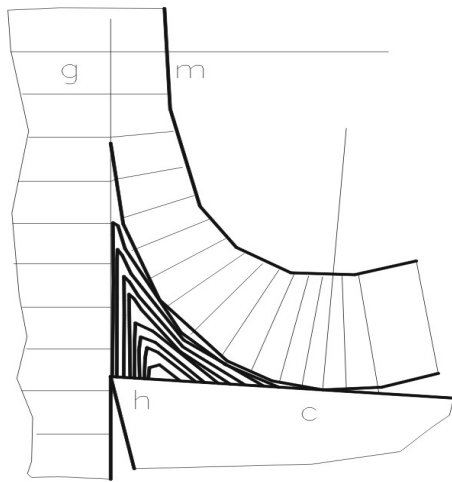


Рис.1. Условная схема этапов формирования нароста.

Рассмотрим условное изображение процесса наростообразования, представленное на рисунке 1, для случая ортогонального резания и отметим, что ширина режущего лезвия больше толщины призмы срезаемого материала. На участке hc начального контакта обрабатываемого материала с режущим клином при наличии выше отмеченных областей ввиду схватывания материалов начинает формироваться нарост и с его формированием длина участка hc_0 будет увеличиваться и достигнет некоторой величины hc , такой, при которой нарост будет удален из области стружкообразования сходящей стружкой, а затем процесс повторится [1].

Нет сомнений в том, что начало формирования нароста начнется с некоторой точки на передней грани режущего клина, для которой вероятность образования или возникновения очага схватывания, будет наивысшей. Разумеется, у очага схватывания в этой точке, после образования, будет наивысшая, в сравнении с соседними, устойчивость, скорее выживаемость. Образование первого очага вызовет нарушение условий идентичности с рядом расположенными точками, т.к. здесь уже присутствует частица обрабатываемого материала, с которой схватывание предпочтительнее и, безусловно, здесь начнется лавинообразное нарастание очага схватывания и последующее образование тела нароста. Причем, первый очаг схватывания, будучи препятствием для потока вещества, по передней грани клина на участке в сторону режущего лезвия, определит предпочтительное направление развития нароста. Одновременно, участок за первым очагом схватывания, в сторону схода стружки, из отмеченных соображений будет также нарастать, но более сглаженно, т.к. все-таки сходящаяся стружка будет динамически воздействовать на вновь образованные очаги схватывания и вероятность их удержания на клине будет несколько ниже, чем у образованных впереди очага схватывания.

Разумеется, после образования и нарастания первого слоя застоя, который, исходя из приведенных рассуждений и из условия, что в подобных ситуациях современная наука исключает всякую возможность одинаковых условий уже для двух точек, т.к. при этом возникнут условия выбора траектории развития структуры [2, 3], ни в коей мере не может быть плоским, а будет иметь сингулярную форму – он должен начинаться с нулевой толщины и тем же завершиться и в конкретной своей части иметь наибольшую толщину. Последующие слои будут нарастать на основном по тому же сценарию, и так будет продолжаться до тех пор, пока динамическое состояние образованного нароста будет способствовать созиданию, т.е. образованию устойчивого твердого тела нароста. Отмеченный сценарий наростообразования полностью позволяет графическим методом получить сечения многократно наблюдаемого нароста [4]. Учитывая, что в каждом из

сечений, нормальных режущему лезвию, по существу, должны быть одинаковые условия, то площадка застоя должна быть параллельна режущему лезвию, за исключением некоторой своей части на границах обрабатываемого материала, где ввиду известного явления уширения стружки [4] нормальное давление будет снижаться, и закономерности образования застоя изменятся и последующие слои застоя, образующие тело нароста, будут формировать наблюдаемую характерную или специфическую структуру нароста.

Введем для каждой точки контакта h_c обрабатываемого материала и режущего клина коэффициенты k_i и k'_i ($i=1, 2, \dots, n$), учитывающие вероятность возникновения очага схватывания и вероятность его исчезновения, т.е. созидания и деградации, тогда соотношение k_i/k'_i будет характеризовать вероятность наличия очага схватывания на передней грани режущего клина. Для n точек вероятность наличия можно расположить в некоторой возрастающей последовательности

$$k_1/k'_1 < k_2/k'_2 < \dots < k_i/k'_i < \dots < k_{n-1}/k'_{n-1} < k_n/k'_n, \quad (1)$$

которая однозначно может содержать члены со значениями от 0 до ∞ , причем заметим, что в ней будут и члены близкие к единице.

Члены k_1/k'_1 и $k_2/k'_2 \rightarrow 0$ свидетельствуют о том, что в этих точках, практически, возникновение схватывания исключается, а для точек $k_{n-1}/k'_{n-1} < k_n/k'_n \rightarrow \infty$ оно неизбежно, т.е. обязательно есть некоторая точка n в которой будет схватывание и с которой начнется зарождение и развитие застойной слои. Здесь необходимо обязательно отметить, что если последние члены последовательности (1) явно меньше единицы, то возникновение застойной слои исключается и при этом возможно появление очага схватывания, но он, не успев эволюционировать будет удален потоком вещества стружки, т.е. резание будет протекать без наростообразования при чистом контакте и с особенностями изнашивания режущего клина, без защитных застойных явлений и с образованием сингулярной лунки износа.

Разумеется, последовательность (1) будет иметь члены больше единицы, т.е. найдется множество точек, в пределах которых будет возникать застойный слой, причем в каких-то точках ярко выражено, а в других менее проявлено. Из последнего, безусловно, вытекает и условие неравномерности застойной слои по толщине, более того, зависимость, описывающая прилегающую к сходящей стружки поверхность застойной слои должна иметь максимум и быть убывающей в сторону к лезвию клина и в направлении схода стружки. Иначе быть не может в силу объективных закономерностей материального мира.

Отдельного рассмотрения требуют точки, для которых соотношения близки к единице, т.е. для которых вероятности возникновения и удаления очагов схватывания близки, т.е. $(1 - \Delta) < k_{(i-j)}/k'_{(i-j)} < (1 + \Delta)$, где $\Delta < 1$ и $\rightarrow 0$ величина, характеризующая пространство, в которой граница может флуктуировать. Здесь возникший очаг схватывания не устойчив и при самой незначительной флуктуации он может быть нарушен, т.е. очаг схватывания исчезнет, но может снова возникнуть. Нет сомнений в том, что такая ситуация однозначно будет характеризовать границу застойной слои, более того, безусловно и то, что эта граница не может иметь стационарный вид, она будет непрерывно флуктуировать в некоторой области, что будет зависеть от внешних и внутренних флуктуаций, т.е. о границе застойной области

можно говорить только без конкретизации, подразумевая при этом некоторую область, где она находится, т.к. флуктуации в материальном мире неизбежны.

Если допустить, что пластическим контакт считается в пределах застойных образований, то, следовательно, граница пластического контакта будет определена условием равенства единице отмеченного соотношения. Если же застойных явлений просто нет, тогда границу пластического контакта можно описать по приведенной выше методике, только в этом случае принятые коэффициенты должны характеризовать напряженное состояние в прирезцовом слое стружки, при котором вдали от температур фазовых превращений вещество стружки приобретает пластичность в пространстве высоких гидростатических напряжений и трения. По аналогии можно определиться и в вопросе границ упругой области контакта.

Рассмотрим ситуацию, когда все члены соотношения (1) меньше единицы, т.е. схватывания контактирующих материалов при резании не происходит, следовательно, не

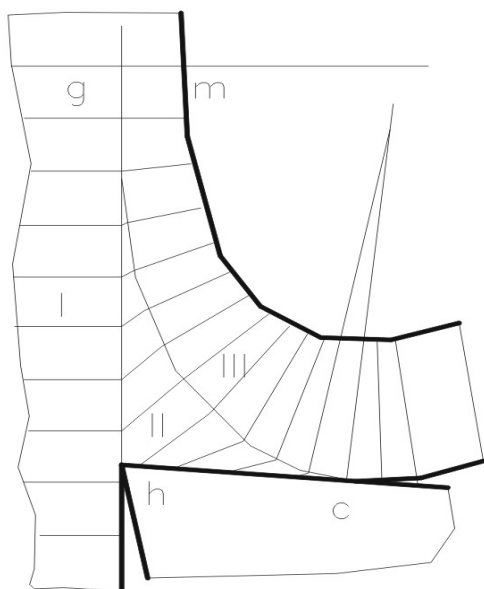


Рис.2. Сингулярная, с позиций рациональности потока вещества стружки -3 через область резания, область - 2. Основной поток вещества обрабатываемого материала -1.

возникают застойные слои и не формируется нарост. Как ранее отмечалось [1] все явления, происходящие в контакте режущего клина и обрабатываемого материала по природе своей самоорганизационные, следовательно, при отсутствии нароста структура резания, в поиске рациональных условий резания, должна соответственно самоприспособиться и если нет возможности заполнить сингулярное (рис.2.) пространство в области резания наростом, то возможен сценарий осуществления отмеченного за счет изнашивания передней грани режущего клина. На основе соотношений (1) можно уверенно констатировать, что если очаг схватывания возникает в некоторой точке n , то здесь же должно начинаться изнашивание клина, т.к. если эта точка наиболее удачная с позиций динамического состояния материалов в контакте для схватывания, то она же будет наиболее удачной с позиций изнашивания по тем же причинам. Следовательно, и как отмечает теория [4] и практика резания, изнашивание должно начинаться в некотором удалении от режущего лезвия, а лунка износа должна иметь явный минимум на участке контакта ch (рис.2.). Со временем лунка износа передней грани режущего клина развиваясь достигнет режущего лезвия и при этом меняется геометрия контакта стружки с режущим клином. Разумеется, при этом непрерывно меняется и картина динамического нагружения контакта, в результате чего точка, характерная для максимального изнашивания, будет смещаться и при этом будет формироваться реально наблюдаемая топография износа.

Отметим, что в процессе реального резания характерной гаммы материалов наблюдается и образование опережающей трещины, которая, в той или иной мере, компенсирует наличие отмеченной сингулярной области в структуре резания. При этом должна наблюдаться специфическая картина контактных явлений, однако, приведенный выше подход применителен и для этого случая.

Приведенные и основанные на положениях синергетики рассуждения адресованы были к наиболее простой схеме резания. Разумеется, для несвободного резания, когда

обрабатываемый материал поступает в контакт с режущим клином в виде двух потоков со стороны главной и вспомогательной режущих лезвий или когда резание производится криволинейной режущей кромкой объективность рассуждений однозначна, но пространственное представление застойных явлений, размеров и форм застоя и нароста явно усложняется. Сказанное еще более сложно, если резание прерывистое с переменным сечением срезаемого слоя при наличии ударных явлений, при этом возможен и принудительный срыв еще полностью не сформированного нароста при ударном врезании [5]. В таких случаях соотношение (1) для точек контакта будет непрерывно меняться, т.е. для каждого мгновения члены соотношения будут выстраиваться в новый ряд, а сценарий наростообразования будет непрерывно корректироваться согласно данному пространству параметров. Однако необходимо отметить, что такая гибкость в сценарии поведения системы возможна только в случае если система свободна от ограничений которые мы, исследователи, вводим для упрощения поиска решения задачи. Не усложняем ли мы задачу и при этом уводим её решение в схоластику, реально далёкую от объективных закономерностей материального мира, может быть реальнее не искать решение самой проблемы, которую можно и не найти для многообразия условий резания, а направленно проводить поиск условий резания, когда все члены соотношения (1) будут однозначно меньше единицы, т.е. исключить условия для наростообразования.

Список литературы: 1. Христафорян С.Ш. Теоретические и технологические основы повышения эффективности обработки материалов использованием УЗК. //Автореф.на соиск.уч.ст. д.т.н., -Ереван, -1996. 2. Христафорян С.Ш. О процессе резания материалов как самоорганизующейся структуре по переработке вещества. // Изв.НАН РА, Серия тех.наук, -1999, том 2, -с.145-152. 3. Пригожин И. От существующего к возникающему. -М.: Наука.1985.-327 с. 4. Развитие науки о резании материалов. // М: Машиностроение, 1967, с. 416. 5.Касьян М.В., Симонян М.М. О некоторых силовых явлениях при прерывистом резании. //Сб.науч.тр. “Оптимизация режимов резания”, вып.4., изд АН Арм.ССР, 1979, -с.14-20.

Сдано в редакцию 22.04.08

ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ШЕЕК КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПОСЛЕ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ

Чернета О.Г., Коробочка А.Н., Шурыгин Д.А., Поддубний И.Н., Загробский А.В.
(ДГТУ, г. Днепродзержинск, СП «Тайм», г. Запорожье, Украина)

The main result of the work is increasing, analysis and making technology of laser treatment the work surfaces crankshaft of combustion engine by laser treatment are expounded.

Введение. По данным информационного статистического анализа, распределения автомобильного парка Украины представлена на графике (рис.1).