**Процесс образование стружки и сопровождающие его явления**

Процесс резания (стружкообразования) является сложным физическим процессом, сопровождающимся большим тепловыделением, деформацией металла, износом режущего инструмента и наростообразованием на резце. Знание закономерностей процесса резания и сопровождающих его явлений позволяет рационально управлять этим процессом и изготовлять детали более качественно, производительно и экономично. При резании различных материалов образуются следующие основные типы стружек (смотри рисунок): сливные (непрерывные), скалывания (элементные) и надлома.



Сливная стружка - а) образуется при резании пластических металлов (например, мягкой стали, латуни) с высокими скоростями резания и малыми подачами при температуре 400- 500°С. Образованию сливной стружки способствуют уменьшение угла резания (при оптимальном значении переднего угла) и высокое качество смазочно-охлаждающей жидкости.

Стружка скалывания - б) состоит из отдельных элементов, связанных друг с другом и имеет пилообразную поверхность. Такая стружка образуется при обработке твердой стали и некоторых видов латуни с малыми скоростями резания и большими подачами. С изменением условий резания стружка скалывания может перейти в сливную и наоборот.

Стружка надлома - в) образуется при резании малопластичных материалов (чугуна, бронзы) и состоит из отдельных кусочков.

Режущий инструмент деформирует не только срезаемый слой, но и поверхностный слой обрабатываемой детали. Деформация поверхностного слоя металла зависит от различных факторов и ее глубина составляет от сотых долей миллиметра до нескольких миллиметров. Под действием деформации поверхностный слой металла упрочняется, увеличивается его твердость и уменьшается пластичность, т. е. происходит так называемый наклеп обрабатываемой поверхности. Чем мягче и пластичнее обрабатываемый металл, тем интенсивней процесс образования наклепа. Чугуны обладают значительно меньшей способностью к упрочнению, чем стали. Глубина и степень упрочнения при наклепе увеличиваются с увеличением подачи и глубины резания и уменьшаются с увеличением скорости резания. При работе плохо заточенным инструментом глубина наклепа примерно в 2-3 раза больше, чем при работе остро заточенным инструментом. Применение смазочно-охлаждающей жидкости значительно уменьшает глубину и степень упрочнения поверхностного слоя.

При обработке металлов, особенно пластичных, в непосредственной близости к режущей кромке резца на переднюю поверхность резца налипает обрабатываемый материал, образуя металлический нарост, имеющий клиновидную форму и по твердости в 2-3 раза превышающий твердость обрабатываемого материала. Являясь как бы продолжением резца, нарост (рисунок слева) изменяет геометрические параметры резца (d1<d), участвует в резании металла и оказывает влияние на результаты обработки, износ резца и силы, действующие на резец. При обработке нарост периодически скалывается и вновь образуется; отрыв частиц нароста по длине режущего лезвия происходит неравномерно, что приводит к мгновенному изменению глубины резания. Эти явления, повторяющиеся периодически, увеличивают шероховатость обработанной поверхности. С увеличением пластичности обрабатываемого металла размеры нароста возрастают. При обработке хрупких металлов, например чугуна, нарост, как правило, не образуется.

При скорости резания u<5м/мин нарост не образуется. Наибольшая величина нароста соответствует u=10-20 м/мин для инструмента из быстрорежущей стали и u>90м/мин для твердосплавного инструмента. Поэтому при этих скоростях не рекомендуется производить чистовую обработку. С увеличением подачи нарост увеличивается, поэтому при чистовой обработке рекомендуется подача 0,1-0,2 мм/об. Глубина резания существенного влияния на размеры нароста не оказывает. Для уменьшения нароста рекомендуется уменьшать шероховатость передней поверхности режущего инструмента, по возможности увеличивать передний угол g (например, при g=45° нарост почти не образуется) и применять смазочно-охлаждающие жидкости. При черновой обработке образование нароста, напротив, благоприятно сказывается на процессе резания.

**Process of chip forming and its following effects**

Process of chip forming is a complicated physical process with great heat emission, deformation of metal, wear of cutting tool and chip buildup on a cutter. Knowledge about mechanism of cutting and its attendant effects allow to control this process more rationally and to make components with great quality, productivity and economically factors. There are flow chip, segmental chip and discontinuous chip during cutting process.

If malleable metals are cutting with high cutting speed and low feed with temperature is about 400-500°C, flow chips will be formed. Decreasing of cutting angle (with optimal parameters of front clearance angle) and using high-quality liquid coolant assist to forming flow chip.

Discontinuous chips consist of separate elements, linked one with other, and have saw-toothed surface. Such type of chip are formed during process hard steel and some types of brass with low cutting speed and high feed. If cutting conditions change, discontinuous chip can transform into flow chip and vice-versa.

Segmental chip is formed during cutting low-plastic metals (e.g. cast iron, bronze) and it consists of separate pieces.

Cutting tool deforms cutting layer as well as surface layer of workpiece. Deformation of surface layer depends from several factors and it is from one hundredth of millimeter to a few millimeters. Surface layer of metal hardens under deformation, its hardness is increased and plasticity is decreased; this process is named “peening”. Than softer and more malleable metal, than more intensive peening exist. Cast iron has worse ability to peening, than steel. Depth and degree of hardening are increased with increasing of feed and cut depth and they are decreased with increasing cutting speed. During usage of badly edged cutting tool, depth of peening is about twice more than during usage sharp cutting tool. Usage of liquid coolant considerably reduces depth and degree of hardening of surface layer.

Machined metal adheres to cutting face and forms wedge-shaped metal outgrowth during working of metal especially malleable; this outgrowth has hardness twice more than machined metal. Being extension of cutter, outgrowth changes its parameters (d1<d), takes part in cutting and has an influence on quality of production, wearing of cutter and forces, which have an effect upon cutter. Outgrowth is chipped and formed again periodically during production; tearing of particles happens irregularly on length of cutting edge, so cut depth changes immediately. This phenomena, repeated periodically, increases roughness of finished surface. Size of outgrowth enlarges with increasing malleability of metal. During cutting of fragile metals (e.g. cast iron), outgrowth is not appeared, as a rule.

Outgrowth is not formed if cutting speed less than 5m/min. Maximum growth of outgrowth is matched with 10-20m/min for rapid steel cutters and 90m/min for carbide material cutters. Therefore it is not recommended doing finishing with this cutting speed. With increasing parameters of feed outgrowth increases too, so during finishing 0.1-0.2 mm/turn feed is recommended. Cut depth has no great influence to size of outgrowth. For reduction outgrowth size it is recommended decrease roughness of cutting face. increase front clearance angle g and use liquid coolant. Generation of outgrowth has beneficial effect during rough-working.