

Студент V курса
моторостроительного
факультета ХИИ
Горохов В.

Нарост и его влияние на качество
обработанной поверхности.

В машиностроении, в частности в авиамоторостроении, подавляющее большинство поверхностей обрабатывается резанием. К этим поверхностям, естественно, предъявляется ряд требований, в частности, к их правильности и гладкости.

Но даже при чистовом резании поверхностей обработанного металла получается не гладкой, а шероховатой.

Эту шероховатость можно разделить на поперечную и продольную.

Поперечная шероховатость, или шероховатость в направлении подачи, обуславливается в основном геометрией и движением резца. Теоретический поперечный профиль (высота зубешков, расстояние между ними, форма профиля) может быть определен математически.

Продольная шероховатость или шероховатость в направлении резания зависит в основном от процесса резания, а так же от упругих деформаций инструмента, изделия и станка. Эта шероховатость математическому анализу

пока не поддается.

Но процесс резания влияет не только на продольную шероховатость. Вследствие его влияния действительный профиль в поперечном направлении отличается от теоретического, но т.к. эти отклонения незначительны, ими обычно пренебрегают.

Какой вид имеет обработанная резанием поверхность металла в продольном сечении?

В продольном сечении граничная линия материала лишь приблизительно соответствует теоретическому прямоугольному следу резца, и часто даже средняя прямая профиля лежит ниже или выше его.

При обработке хрупких материалов на обработанной поверхности получаются глубокие тупоугольные впадины — результат выкрашивания, вырывания отдельных зерен.

При обработке вязких материалов в случае низких скоростей резания на обработанной поверхности получают клиновидные ушцыряющиеся к выходу трещины. При более высоких скоростях они исчезают, но появляются чешуйки "нахлестку", расположенные остриями против движения инструмента. Эти чешуйки, похожие в продольном сечении

на зубья пилы или заусеницы, представляют из себя свешивающиеся частицы металла, структурные зерна которого деформированы и изогнуты в виде тончайших пластинчатых слоев.

При еще более высоких скоростях чешуйки исчезают, но появляются „белые пятна“ — небольшие возвышения весьма наклепанного металла.

И лишь при очень высоких скоростях получается чистая, ровная, почти без дефектов поверхность.

Кроме всех вышеперечисленных дефектов, следует упомянуть еще о вибрационном следе и наклепе поверхностного слоя.

На качество обработанной поверхности влияет много факторов, но одним из основных является образование на резце нароста.

Нарост состоит из слоистых структурных зерен или частичек их, сплюснутых деформированием вплоть до строения кристаллической решетки, затем спекшихся и прилипших на некоторое время к передней грани резца.

Материал нароста значительно упрочнен. Даже при обработке мягкой стали получается весьма твердый нарост.

Форма нароста зависит от угла резания. С уменьшением угла резания величина

нароста уменьшается. Неблагоприятный угол резания вызывает образование большого нароста, который образует новый угол резания, близкий к наиболее благоприятному. Получается, что нарост как бы берет на себя роль лезвия.

Но нарост не остается неизменным все время. Достигнув определенной величины, он разрушается и уносится ходом стружки, а на его месте сейчас же начинает образовываться новый. Выходит, что резание совершается инструментом с обезображенной все время меняющейся геометрией. Естественно, меняется все время и характер резания и, как следствие, характер обработанной поверхности.

Хорошо показал механизм роста и разрушения нароста Шверд.

Шверд показал, что нарост растет лишь до определенной величины, а затем сила давления стружки становится достаточной, чтобы его раздавить. Тогда часть нароста соскальзывает со стружкой по передней грани резца, а часть сходит с изделием по задней. Вот эти то сходящие с изделием частицы нароста и образуют чешуйчатые в плане, заостренные в продольном сечении образования, направленные вершинами против движения резания. Эти частицы и ухудшают ка-

чество обработанной поверхности.

Чем можно объяснить, что стружка в состоянии раздавить нарост лишь тогда, когда он достигнет определенной величины?

Когда нарост мал, скользящая стружка давит в основном на переднюю грань резца, нарост лишь помогает отодвигать срезаемый слой, отрывать его от основной массы металла. Сам нарост находится при этом в условиях почти одностороннего и при том не очень сильного сжатия и вершина нароста в этом случае, пожалуй, не самое нагруженное место.

Когда нарост велик, его роль в процессе резания становится более значительной. Давление стружки он воспринимает почти целиком на себя, а если стружка не касается передней грани резца, то и целиком. Нарост как бы сам и раздвигает и отгибает слой отделяемого металла.

Ясно, что нарост находится теперь в худших условиях, а именно:

1. Он воспринимает на себя большую часть давления стружки.
2. В местах схода стружки появляются малонагруженные области и „нагрузка“ нароста начинает все более и более отличаться от одностороннего сжатия.
3. Вследствие остроугольности нароста

и пониженной теплопроводности в месте контакта его с резцом, теплоотвод от вершины нароста затруднен, а т.к. тепла при больших давлениях выделяется больше, возможно повышение температуры и снижение его механических показателей.

Тогда нарост, понятно, достигнув определенной величины, раздавливается и выдавливается в направлении стога стружки и вдоль задней грани.

Существует много теорий, объясняющих процесс наростообразования.

Мейлор, первый изучавший нарост исследователь, считал, что нарост состоит из мельчайших частиц, соскобленных резцом с обработанной поверхности, спрессованных стекающей стружкой, и в виде комочка металла, приварившихся к передней грани резца.

Эта теория (как и некоторые другие) не объясняет, почему при больших скоростях нарост отсутствует, почему он уменьшается и исчезает с уменьшением угла резания.

Усачев считает, что нарост не скопление частиц, а застой металла во время его деформации, образующийся всегда, если форма резца не соответствует условиям резания. По Усачеву нарост - результат появления застойных областей при тече-

нии твердого тела в среде твердого тела.

Совершенно по иному объясняет процесс образования нароста Герберт.

Герберт говорит, что нарост образуется в результате задерживания части стружки при трении ее о переднюю грань резца. Эта притормозившая часть стружки спрессовывается в твердый слой и образуется нарост.

Применение смазки, уменьшая трение, вызывает уменьшение нароста — в этой части эксперимент полностью подтверждает теорию, но причина отсутствия нароста при больших скоростях резания остается невыясненной.

Розенгейн и Эрнст считают нарост деформированной зоной металла, прилипшей к передней грани резца. Они отмечают, что при некоторой геометрии резца нарост не образуется. Но это ровно как и схема образования нароста по Шверду, скорее простая констатация фактов, чем теория, объясняющая процесс наростообразования.

По мнению П. Шмальца нарост образуется в результате пластических деформаций и последующего наклепа структурных зерен в непосредственной близости от лезвия.

Шмальц считает, что аналогично

образованию "шапки" перед вдавливаемым в пластическое тело тупым пуансоном, перед лезвием, соответственно двум внедряющимся в металл его граням образуется листовидное тело сжатия с двумя выпуклостями, из которых одна (на передней грани) по величине и напряжениям значительно больше другой.

При постепенном внедрении лезвия, все новые частицы пластически деформируются и упрочняются, листовидное тело растет, растет до тех пор, пока силы сопротивления не увеличатся настолько, что оно расползется по своей центральной части. Тогда разрозненные части листовидного тела уносятся стружкой и обработанной поверхностью, а на его месте сразу же начинает образовываться новое тело сжатия.

Силы трения стремятся удержать листовидное тело на резце, поэтому смазка, уменьшая трение, уменьшает и эти возможности.

Так как процесс пластической деформации протекает во времени, листовидное тело сжатия может образоваться в случае, если скорость движения резца не выше скорости деформации отдельных структурных зерен. Поэтому нарост не получается при очень высоких скоростях

резания.

Другой точки зрения, приближающейся скорее к взглядам Мейлора, придерживается проф. Кривоухов. Он считает, что нарост состоит из материала, соскобленного резцом с обработанной поверхности срезаемого слоя. Скапливающийся на передней грани соскобленный металл, спрессовывается давлением оттекающей стружки и под действием тепла, сил трения о переднюю грань и постоянного давления прилипает к резцу.

В случае элементной стружки постоянное давление на нарост заменяется переменным, способствующим отскакиванию едва появившегося нароста.

Некоторые по иному объясняют процесс образования нароста проф. Беспрозванный. Он считает, что нарост образуется в силу двух причин:

- 1) деформации материала по обработанной поверхности и
- 2) изменения величины опережающей трещины.

Во время процесса резания частицы металла, расположенные впереди лезвия ниже линии среза, в силу расклинивающего действия резца стремятся вытянуться. Эти частицы срезаются резцом и при наличии опережающей трещины

скапливаются в ней, а затем спрессовываются скрученной стружкой в виде нароста.

При увеличении скорости резания опережающая трещина уменьшается, лишь часть деформированного металла остается на передней грани в виде небольшого нароста, другая же часть отжимается и сминается резцом, и, располагаясь за его режущей кромкой, образует на обработанной поверхности небольшие, сильно наклепанные возвышения — „белые пятна“.

При очень высоких скоростях резания частицы, лежащие ниже линии среза, почти не успевают деформироваться, линия среза рассекает отдельные зерна. Поверхность получается чистая, гладкая, с незначительной степенью наклепа. Нарост, естественно, отсутствует.

Гладкая почти не наклепанная поверхность получается и при очень низких скоростях резания. В этом случае деформируется в основном лишь срезаемый слой, частицы же, расположенные ниже линии среза, почти не деформируются — нарост отсутствует.

И, наконец, еще один взгляд на природу образования нароста — взгляд Каширина. По его мнению, часть металла в непосредственной близости от передней грани резца вследствие высоких давлений и темпера-

тур находится в пластическом состоянии. В результате охлаждения передней гранью резца, часть этой пластической зоны затвердевает и может привариться к резцу в виде нароста. С увеличением скорости резания пластическая зона сначала увеличивается затем уменьшается - соответственно изменяется и нарост.

Как видно из вышесказанного, процесс наростообразования до сих пор не изучен полностью; единой общепризнанной теории нет, вместо нее имеется ряд взглядов, часто противоречивых, но каждый из которых кажется логичным. А влияние, которое оказывает нарост на процесс резания и качество обработанной поверхности огромно.

И теперь, когда требования к качеству обработанной поверхности с каждым днем растут, становится ясно необходимость понять действительную природу нароста.

