

СИЛЫ РЕЗАНИЯ И ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ
ПРИ ПРОТЯГИВАНИИ ВИНИПЛАСТА

Механическая обработка деталей из пластмасс резанием как окончательная требуется во многих случаях. В связи с этим актуальной задачей является исследование закономерностей и особенностей процесса протягивания пластмасс.

Силы резания и качество обработанной поверхности являются основными характеристиками процесса резания. Если величина сил резания необходима для проектных расчетов станка и инструмента и оказывает влияние на устойчивость системы СПИД, то данные по шероховатости обработанных поверхностей важны для оценки эксплуатационных свойств деталей из пластмасс.

Важное значение имеют две составляющие силы резания — P_z и P_y . Первая, тангенциальная составляющая P_z , необходима для расчета тяговой силы станка. Вторая P_y , влияющая на качество обработанной поверхности, учитывается при расчете станка на жесткость.

Известно, что качество обработанной поверхности определяется физико-механическими свойствами и высотой микронеровностей. При этом важна форма неровностей и их шаг. Большое значение имеет также и направление рисок на обработанной поверхности.

На шероховатость поверхности, полученной снятием стружки, оказывают влияние такие известные факторы, как геометрия зубьев протяжки и состояние режущих лезвий протяжки, режимы резания, жесткость станка и т.д. Кроме того, при обработке пластмасс на образующиеся неровности в большей степени, чем при обработке металлов, влияет упругое восстановление обрабатываемого материала. Поэтому эту величину по возможности стремятся уменьшить.

Рассмотрим результаты опытов по определению силы резания и шероховатости обработанной поверхности при протягивании винипласта твердосплавными протяжками из ВК100М. Изучался характер изменения сил резания в зависимости от величины переднего угла γ и подъема на зуб s_z . Составляющая

силы резания P_Z измерялась динамометрической державкой, на которую были наклеены проволочные датчики омического сопротивления. Величина подъема на зуб протяжки после каждого раза контролировалась приспособлением, оснащенным микронным индикатором.

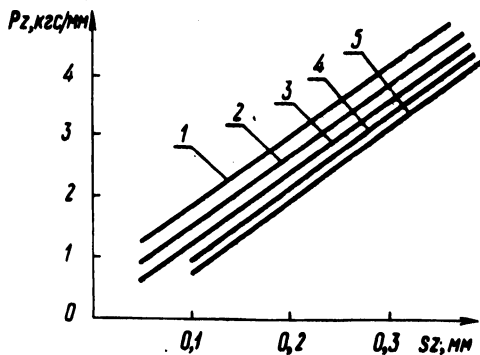


Рис. 1. Зависимости силы резания P_Z от подъема на зуб при 1, 2, 3 - $\gamma = 7; 12; 18^\circ$, $\alpha = 5^\circ$ и $v = 10$ м/мин; 4, 5 - $\alpha = 10; 15^\circ$, $\gamma = 18^\circ$ и $v = 10$ м/мин.

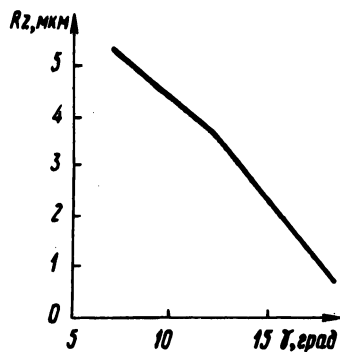


Рис. 2. Зависимость высоты микронеровностей протянутой поверхности R_Z от переднего угла γ при $s_z = 0,05$ мм, $\alpha = 5^\circ$ и $v = 6$ м/мин.

Резец-динамометр полностью имитировал впадину многозубой протяжки. Обрабатывались заготовки из листового винипласта длиной 350 мм и шириной 4 мм. Заготовки по толщине (ширина резания) для идентичности условий обработки выполнялись по всей длине с повышенной точностью. Протягивание осуществлялось на скорости 10 м/мин без применения СОЖ. Подъем на зуб изменялся от 0,04 до 0,4 мм, передний угол γ был равен 7; 12; 18°, а задний угол $\alpha = 5^\circ$.

На рис. 1 представлены результаты опытов по определению силы резания P_Z , приходящейся на единицу длины режущего лезвия зуба протяжки. Зависимость силы P_Z от величины подъема на зуб выражена в виде прямой линии, что аналогично данным, полученным для металлов, т.е. характерно увеличение силы резания с уменьшением угла γ . При обработке протяжками с различными передними углами $\gamma = 7; 12; 18^\circ$ получены следующие расчетные зависимости: $P_Z = 0,6 + 12 s_z$; $P_Z = 0,25 + 12 s_z$; $P_Z = -0,1 + 12 s_z$.

Сила резания P_Z с увеличением заднего угла α зубьев протяжки уменьшается, что можно видеть из приведенных на

рис. 1 зависимостей соответственно для углов α (10 и 15°):
 $P_Z = -0,23 + 12s_z$; $P_Z = -0,33 + 12s_z$.

С изменением подъема на зуб s_z с 0,04 до 0,4 мм пропорционально увеличивается сила P_Z . Отмечается, что в области подъемов на зуб до 0,1 мм сила P_Z возрастает быстрее, чем подъем на зуб. Однако погрешность при этом будет небольшая, если и для этих подъемов принять пропорциональную зависимость.

С увеличением подъема на зуб сила резания возрастает. По абсолютной величине сила P_Z при обработке винипласта по сравнению с металлами меньше в 15 раз, что связано с невысокими механическими свойствами винипласта.

Небольшие силы резания при обработке винипласта создают предпосылки для скоростного протягивания винипласта и с большими подачами. При этом, однако, теплостойкость винипласта весьма низкая (всего 80°C), а его способность сопротивляться деформациям в условиях высоких температур и больших механических нагрузок очень мала. Известно также, что увеличение скорости резания при обработке пластмасс сопровождается некоторым уменьшением силы резания и значительным повышением температуры поверхностного слоя.

Одновременное действие термических и динамических нагрузок ухудшает качество протянутой поверхности винипласта. В связи с этим были проведены опыты по изучению влияния скорости протягивания на шероховатость обработанной поверхности. Протягивание производилось на скоростном станке модели МП228 твердосплавной протяжкой с $\gamma = 12^\circ$, $\alpha = 5^\circ$ и $s_z = 0,08$ мм. Скорость резания составляла 6...30 м/мин. Шероховатость обработанной поверхности контролировалась на микроскопе МИС-11.

Результаты опытов показали, что увеличение скорости резания с 6 до 30 м/мин не влияет на высоту микронеровностей протянутой поверхности в пределах только одного класса. Кроме того, на поверхности не обнаружено надиров, вырывов, расслоений и других дефектов, характерных при нагреве пластмасс даже до сравнительно невысоких температур, когда пластмасса переходит в состояние эластичности. Изменение скорости резания в указанном диапазоне не привело также к значительному увеличению температуры в зоне резания. Она была практически ниже предела теплостойкости винипласта. Поэтому термодинамические нагрузки в зоне резания не выз-

вали особого изменения поверхностного слоя, и шероховатость обработанной поверхности не ухудшилась.

Кроме того, при обработке винипласта не обнаружено наростов на зубьях протяжки, возникающих при обработке металлов. Последнее отражается на шероховатости обработанной поверхности.

Опытами установлено, что шероховатость обработанной поверхности в большей степени зависит от геометрических параметров зубьев протяжки. Величины заднего угла α в первую очередь определяют длину контакта с пластмассой задней поверхности и, следовательно, износостойкость зубьев протяжки, а последнее, в свою очередь, оказывает влияние на шероховатость поверхности.

Нами исследовалось влияние величины переднего угла γ^* и угла заострения β режущего клина на высоту микронеровностей при протягивании с $v = 6$ м/мин, $s_z = 0,05$ мм и $\alpha = 5^\circ$. На рис. 2 приведена зависимость шероховатости поверхности от переднего угла γ^* . Для винипласта сохраняется закономерность, характерная для обработки металлов резанием. С увеличением переднего угла γ^* до определенных значений шероховатость поверхности уменьшается. Так, при изменении угла γ^* с 7 до 12° высота микронеровностей на обработанной поверхности уменьшается с $5,5$ до $3,8$ мкм. Далее изменение высоты происходит более интенсивно, и при $\gamma^* = 18^\circ$ она достигает величины $0,8$ мкм, что соответствует 9-му классу шероховатости. При увеличении угла γ^* также уменьшается сила резания P_z , изменяется характер и величина деформаций обработанной поверхности винипласта. Обрабатываемый материал в момент резания испытывает меньшую деформацию, меньшее упругое восстановление обработанной поверхности, и шероховатость уменьшается.

С увеличением переднего угла γ^* зубьев протяжки составляющая сила P_y для определенных углов γ^* может быть почти равна нулю. Деформации подрезцового слоя и упругое восстановление его при этом минимальные, а снимаемый слой перед зубом подвергается только сжатию и срезу. Для такого процесса резания характерно значительное уменьшение высоты неровностей, повышение точности обработки.

Однако чрезмерное увеличение угла γ^* нежелательно, так как при $\gamma^* > 20^\circ$ несколько иначе протекает процесс резания, ибо направление действия силы P_y меняется и она принимает отрицательное значение. Подрезцовый слой в этом случае под-

вергается уже не деформациям сжатия, как ранее, а деформациям растяжения. При этом наблюдается нежелательное явление подхвата и затягивания детали на протяжку. Кроме того, при малом угле β заострения зубьев протяжки уменьшается теплоотвод при резании и стойкость зубьев понижается. При протягивании сначала отмечается уменьшение шероховатости, а затем резкое увеличение. Поэтому вести обработку винипласта при углах $\gamma > 20^\circ$ не рекомендуется, особенно в условиях нежесткого крепления детали.

Таким образом, силы резания при обработке винипласта в 15 раз и более меньше сил резания, возникающих при обработке стали. Увеличение переднего угла γ значительно уменьшает шероховатость обработанной поверхности.

УДК 621.9

Г.И. Меламед, канд.техн.наук,
Э.З. Дубень

АЛГОРИТМ РАЗРАБОТКИ КОМПОНОВКИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ

Автоматические линии (АЛ) из агрегатных станков относятся к числу наиболее сложных и дорогих систем оборудования в современном машиностроении. Их проектирование и изготовление занимает много времени и требует привлечения высококвалифицированных исполнителей. В то же время оптимальность принятого варианта компоновки каждой конкретной АЛ во многом зависит от квалификации и опыта проектировщиков (оптимальной будем считать такую компоновку АЛ, которая удовлетворяет предприятие по производительности на протяжении всего срока использования АЛ, располагает показателями надежности, достаточно близкими к оптимальным, и позволяет получить максимальный экономический эффект).

Компоновка АЛ в основном определяется при разработке технического предложения. Количество исходных данных, которыми располагает проектировщик АЛ на этой стадии проектирования, сравнительно невелико. Однако разработка и анализ возможных вариантов компоновки сложны, длительны, во многих случаях носят нетворческий характер. Поэтому выбор варианта компоновки, как правило, ведется либо по аналогии, либо при отсутствии аналогов по интуиции. Субъективный подход проявляется также при анализе и оценке выполненного проекта.