

ОБРАБАТЫВАЕМОСТЬ МАТЕРИАЛОВ ПРОТЯГИВАНИЕМ С ВЫСОКОЙ СКОРОСТЬЮ РЕЗАНИЯ

Переход на высокие скорости протягивания ($v = 70 \dots 80$ м/мин) различных материалов является актуальной задачей. С повышением скорости протягивания обеспечивается значительное увеличение производительности процесса обработки и улучшение качества обработанной поверхности. Расширяется также область применения протяжного твердосплавного инструмента.

Ниже приводятся результаты исследований относительной обрабатываемости протягиванием материалов, представляющих три основные группы: спеченного порошкового материала ЖГр1, 5Д, конструкционной стали 40 ($HV = 1800 \dots 1900$ МПа) и серого чугуна СЧ15 ($HV = 1900 \dots 2200$ МПа).

Опыты осуществлялись как быстрорежущими, так и твердосплавными одно- и многозубыми протяжками. Геометрические параметры зубьев протяжек изменялись в широких пределах: $\gamma = 0 \dots 25^\circ$; $\alpha = 3 \dots 10^\circ$. При выборе критерия затупления зубьев учитывались такие технологические факторы, как допустимое увеличение параметров шероховатости обработанных поверхностей, нарушение размерной точности обработки и т. д. В качестве критерия затупления зубьев протяжек в зависимости от лимитирующего затупления был принят линейный износ зубьев h_z до 0,5 мм по задней поверхности или округление режущих кромок зубьев до 25...30 мкм.

Опыты производились на модернизированных вертикально-протяжных стандах-станках, а также имитировался процесс протягивания на продольно- и поперечно-строгальных станках.

В зависимости от свойств обрабатываемого материала, материала режущей части протяжек и режимов резания наблюдались различные виды лимитирующего износа зубьев протяжек из быстрорежущей стали и твердого сплава.

При протягивании со сравнительно невысокой скоростью резания ($v = 20 \dots 30$ м/мин) имело место адгезионно-абразивное изнашивание по задней поверхности зубьев быстрорежущих протяжек. При обработке с более высокими скоростями ($v > 30 \dots 40$ м/мин) стали 40 наряду с линейным износом зубьев протяжек по задней поверхности на их передней поверхности образовывалась лунка.

Кривые зависимости линейной стойкости L протяжек, изготовленных из различных материалов, от скорости резания v (рис. 1) имеют немонотонный характер. При этом максимум на кривых $L = f(v)$ для твердосплавных протяжек смещен в зону более высоких скоростей резания по сравнению с быстрорежущими протяжками, что связано с повышенной износостойкостью твердого сплава в сравнении с быстрорежущей сталью. Анализируя графические зависимости, следует также отметить, что протяжки имеют более высокую стойкость при обработке серого чугуна СЧ15 по сравнению со сталью 40 и промежуточную стойкость при обработке железистографитового спеченного сплава ЖГр1,5Д.

Наибольшую линейную стойкость L , равную 1400 и 1000 м, имеют про-

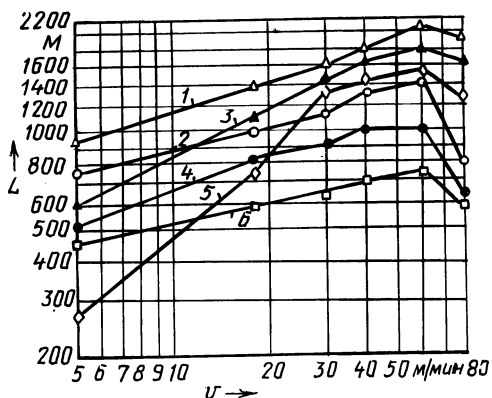


Рис. 1. Зависимость линейной стойкости L протяжек от скорости резания v (подъем на зуб $S_z = 0,1$ мм):
 1 — чугуна СЧ15 протяжкой из ВК6М;
 2 — СЧ15-Р6М5; 3 — ЖГр1,5Д-ВК6М
 4 — ЖГр1,5Д-Р6М5; 5 — стали 40 — Т14К8; 6 — стали 40 — Р6М5

тяжки соответственно из сплава ВК6М и из стали Р6М5 при скоростях резания 60 и 40 м/мин, при обработке чугуна СЧ15 L составляет 2100 и 1400 м. Несколько более низкую линейную стойкость (1500 и 720 м) имеют протяжки соответственно из сплава Т14К8 и стали Р6М5 при обработке стали 40 также со скоростями резания 60 и 40 м/мин.

При изучении качества поверхности, полученной протягиванием, учитывались ее шероховатость, глубина упрочненного слоя, а также наличие сколов на торцах деталей при выходе протяжки.

Большое влияние на шероховатость и другие параметры качества поверхности оказывает скорость резания (рис. 2). При обработке конструкционной стали 40 немонотонный характер зависимости параметра Ra поверхности от скорости резания v связан с образованием нароста. Малая высота микронеровностей обработанной поверхности наблюдается при низких ($v = 5$ м/мин) и высоких ($v > 40$ м/мин) скоростях резания, когда нарост наименьший. Наоборот, наибольшая высота микронеровностей соответствует скоростям резания $v = 10...30$ м/мин, при которых нарост имеет наибольшие размеры.

Повышение скоростей протягивания до 30...40 м/мин при обработке чугуна СЧ15 не оказывает существенного влияния на параметры шероховатости обработанной поверхности, и только при высоких скоростях резания ($v > 50...60$ м/мин) наблюдается некоторое уменьшение высоты микронеровностей.

При обработке порошкового материала ЖГр1,5Д при скоростях протягивания $v < 20$ и $v > 40$ м/мин неровности на поверхности имеют наименьшую высоту, а при $v = 15...30$ м/мин — наибольшую. Значительное уменьшение высоты микронеровностей наблюдается только при высоких скоростях резания ($v > 40$ м/мин).

Одним из дефектов, возникающих при протягивании деталей из чугуна, спеченных порошковых и других хрупких материалов, являются сколы кромок детали на выходе протяжки. Подобное явление практически не наблюдается при обработке сталей и других пластичных металлов. Сколы кромок на выходном торце детали связаны с образованием при обработке хрупких материалов стружки надлома в виде отдельных, не связанных между собой элементов. При обработке чугуна и порошковых спеченных материалов режущий

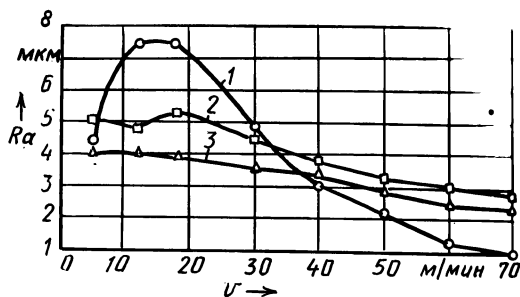


Рис. 2. Зависимость среднего арифметического отклонения профиля поверхности от скорости резания при протягивании с $S_z = 0,1$ мм:

1 – стали 40; 2 – сплава ЖГр1,5Д; 3 – чугуна СЧ15

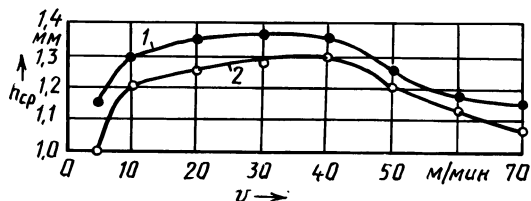


Рис. 3. Зависимость от скорости резания v средней величины сколов h_{cp} на выходном торце протягиваемой детали из:

1 – сплава ЖГр1,5Д; 2 – чугуна СЧ15

клин зубьев протяжки, углубляясь в материал, не срезает элемент стружки, а вырывает его в виде куса неправильной формы.

В зависимости от режимов резания изменяется соотношение между хрупкостью и пластичностью чугуна и порошковых спеченных материалов. При протягивании у опорного торца детали создаются благоприятные условия для образования стружки надлома, так как зона сжатия впереди режущего зуба распространяется ниже линии среза.

Опыты по определению зависимостей частоты появления и размеров сколов на торцевой поверхности при обработке деталей из чугуна СЧ15 и порошкового спеченного материала ЖГр1,5Д от геометрических параметров зубьев производились при наружном протягивании образцов призматической формы. Плоские протяжки из Р6М5 имели подъем на зуб $S_z = 0,05...0,5$ мм. Скорость резания изменялась в интервале 5...60 м/мин.

Изменение скорости резания оказывало влияние на частоту и средние размеры сколов на торце детали h_{cp} (рис. 3). При обработке чугуна и порошковых материалов протяжкой с $S_z = 0,1$ мм с повышенными скоростями ($v = 20...40$ м/мин) размеры сколов увеличивались до 1,35 мм, а при высоких скоростях ($v = 50...70$ м/мин) – уменьшались, т. е. оставались практически такими же, как и при низких скоростях протягивания (до 10 м/мин).

Для обеспечения более плавной работы протяжек и уменьшения при этом размера сколов зубья наружных протяжек необходимо изготавливать с углом наклона $\lambda = 20...45^\circ$. Наименьшие размеры сколов обеспечивают протяжки с наибольшим углом наклона.

Протяжки, применяемые при наружной обработке деталей из серого чугуна, железистографитовых порошковых и других хрупких материалов, должны иметь стружечную канавку, рассчитанную с учетом минимального коэффициента заполнения стружкой $K = 2...2,5$. При конструировании же протяжек для обработки сталей и других пластичных металлов объем стружечных канавок двухрадиусной формы определяется в зависимости от условий обработки, исходя из минимального коэффициента заполнения $K = 2,7...5$.

С целью уменьшения сколов на торце детали у выхода протяжки необходимо рекомендовать следующее:

- 1) протяжки должны иметь дополнительные переходные и чистовые зубья с постоянно уменьшающимся подъемом;
- 2) максимальные углы заточки: γ — до 15° , а α — до $6...10^\circ$;
- 3) угол наклона зубьев протяжек $\lambda = 40...45^\circ$;
- 4) при протягивании под выходной торец детали необходимо вставлять прокладку, соответствующую профилю отверстия протягиваемой детали.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жигалко Н.И. Скоростное протягивание. — Минск, 1982. — 140 с. 2. Ведмедовский В.А., Клычников Е.А. Исследование поверхностного слоя при протягивании пористых железистографитовых металлокерамических материалов//Качество поверхностного слоя при протягивании. — Рига, 1976. — С. 127–143. 3. Авдасев В.И., Лемешонок В.Д., Ковзель Н.И. Обработка пористых металлокерамических материалов методом протягивания//Порошковая металлургия. — Киев, 1964. — С. 67–74.

УДК 621.951:621.993.1

В.М.СЛЫШ, Е.Э.ФЕЛЬДШТЕЙН, канд.техн.наук,
В.И.ШАГУН, канд.техн.наук,
А.А.ЗОТКИН, Е.М.КАПУСТИН (БПИ)

УСЛОВИЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ В ДЕТАЛЯХ ИЗ ЖЕЛЕЗНОГО ПОРОШКА

Сверление и развертывание отверстий производилось на модернизированном вертикально-сверлильном станке 2Б125 с бесступенчатым регулированием частоты вращения и подачи. Обрабатывались образцы из порошковых материалов ЖГр1Д3; ЖГр1,2Д2,5К0,8; ЖГр2; ПЖ10-63; ШХ15Гр1,2. Установлено, что сверла изнашиваются по задним поверхностям и ленточкам. Износ поперечной режущей кромки не влияет на работу сверла, так как его размеры невелики. Наиболее значимыми являются износ режущих кромок у уголков h_y и износ по ленточке h_n , однако ввиду значительных износов и скруглений уголков измерение h_n и h_y с помощью микроскопа практически трудно осуществимо из-за потери базы отсчета и нечетких контуров измеряемых площадей износа. Поэтому за основной показатель лимитирующего износа был принят износ по задней поверхности у уголка h_z .

При работе со скоростью выше 30 м/мин сверло быстро теряет работоспособность, так как h_z становится равным ширине ленточки f . В этом случае