электронный научно-технический журнал
ИНЖЕНЕРНЫЙ ВЕСТНИК
Издатель ФГБОУ ВПО "МГТУ им. Н.Э. Баумана". Эл No. ФС77-51036. ISSN 2307-0595

Выбор режима резания для комбинированного осевого инструмента из быстрорежущей стали

11, ноябрь 2015

Тивирев Е. Г.[1,*], Даниленко Б. Д.[1]

УДК: 621.9.014

[1]Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана
*e_tivirev.bmstu@mail.ru

Введение

Целью данной статьи является разработка научно-обоснованных рекомендаций технологу-машиностроителю для определения режимных параметров обработки деталей комбинированным осевым режущим инструментом.

Комбинированный инструмент для обработки отверстия обычно включает в себя различные комбинации следующих операций: сверление, зенкерование, развертывание, цекование и коническое зенкерование.

В основе анализа заложен принцип совмещения областей режимов подачи S_0 и скоростей резания V. Сравнение позволяет выявить те значения режимных параметров, которые удовлетворяют общим технологическим требованиям. Обоснована необходимость оценки динамических показателей при работе комбинированным инструментом для предотвращения отказа инструмента по прочности режущих кромок и инструмента в целом. Практическая значимость предложенной методики – применима для технолога-машиностроителя, а также подготовки материалов для оценки динамического состояния инструмента.

Если комбинированный инструмент работает по принципу одновременной работы всех ступеней, то режим работы рекомендуется назначать по лимитирующему элементу, т.е. скорость резания и подача назначается по тому виду обработки, у которого рекомендуемое значение режимного параметра имеет минимальную величину.

Если позволяет оборудование (станки с ЧПУ) при последовательной работе ступеней, режимы назначаются оптимальными, отдельно для каждой ступени.

Из-за разницы в диаметрах на каждой ступени комбинированного инструмента скорости резания будут иметь различную величину, однако, в первом приближении, следует выбирать ту частоту вращения шпинделя, которая соответствует рекомендуемой нормативами скорости резания для лимитирующего элемента. Что касается подачи

на оборот инструмента, то она будет одинаковой для всех ступеней, но выбранной по величине для лимитирующего элемента.

Для выбора лимитирующих элементов проведен анализ нормативных материалов [1,2,3,4,5,6], который позволил установить последовательность видов обработки, для которой рекомендуемые величины режимных параметров для одного и того же диаметра будут расположены в порядке увеличения значения скорости резания и подачи.

Рассматривается наиболее полный вид режущих элементов, содержащих элементы сверления, зенкерования, зенкования, цекования, развертывания. Комбинированный инструмент, исходя из вида заготовки, может включать в себя все инструменты, либо какая-то часть может отсутствовать, то есть реализуется следующие цепочки: сверление – рассверливание - зенкерование – развертывание; сверление – зенкерование – развертывание; сверление – зенкерование – развертывание – цекование [2].

Для подачи на оборот последовательность увеличения рекомендуемых значений подачи такова:

1. Зенкование коническое
2. Цекование
3. Сверление
4. Зенкерование
5. Развертывание

После установления лимитирующего элемента по подаче для данного инструмента производится выбор рекомендуемого значения подачи для этого элемента и, если нужно, это значение уточняется по паспорту оборудования.

Для скорости резания последовательность увеличения значения рекомендуемой скорости следующая:

1. Цекование
2. Развертывание
3. Зенкование коническое
4. Сверление
5. Зенкерование

После установления лимитирующей ступени по скорости резания выбирается или рассчитывается рекомендуемая скорость резания для этой ступени с учетом работы на уже выбранной подаче.

Частота вращения шпинделя для комбинированного инструмента определяется по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V_л}{\pi \cdot D_л};$$

где $D_л$ – диаметр инструмента для лимитирующей ступени по скорости резания, мм;

Если окажется, что фактическая скорость резания на каком-либо элементе значительно превышает рекомендуемую нормативами, то, возможно, следует рассмотреть ситуацию при смене лимитирующей ступени.

После того, как окончательно установлены рабочие значения S_0 и n, следует прове-

рить возможность выполнения операции при принятых режимах на данном оборудовании. Для этого определяется суммарное осевое усилие P_x и необходимая потребляемая мощность N при одновременной работе всех ступеней .

В таблице 1 приведены справочные данные, позволяющие определить P_x и N для каждой ступени инструмента [1].

Таблица 1. Справочные данные, позволяющие определить Px и N для каждой ступени инструмента

Вид обработки	Расчетная формула	Параметр	Обрабатываемый материал			
			сталь	чугун	Сплавы Al	Сплавы Cu
Сверление Сверление	$P_x = 10C_pDS_0^{y_p}$	C_p	68	42,7	9,8	8,6
		y_p	0,7	0,8	0,8	0,8
	$N = \frac{C_N D^2 S_0^{0,8}\left(\frac{HB}{186}\right)^{0.6} n}{9750}$	C_N	-	0,008	0,005	0,005
	$N = \frac{C_N D^2 S_0^{0,8}\left(\frac{\sigma_в}{750}\right)^{0.75} n}{9750}$	C_N	0,312	-	-	-
	$N = \frac{C_N t^{0.9} S_0^{0,8}\left(\frac{HB}{C_H}\right)^{0.6} Dn}{9750}$	C_N	-	0,379	0,08	0,379
		C_H	-	186	78	120
	$N = \frac{C_N t^{0.9} S_0^{0,8}\left(\frac{\sigma_В}{750}\right)^{0.75} Dn}{9750}$	C_N	0,935	-	-	-
Зенкерование	$P_x = 10C_p t^{x_p} S_0^{y_p}$	C_p	67	23,5	9,8	23,5
		x_p	1,2	1,2	1,0	1,2
		y_p	0,62	0,4	0,7	0,4
	$N = \frac{C_N t^{0.8} S_0^{0,95} HB^{0.9} V^2}{9750}$	C_N	0,79	0,32	0,48	0,32
Развертывание	$P_x = 10C_p t^{x_p} S_0^{y_p}$	C_p	67	23,5	9,8	23,5
		x_p	1,2	1,2	1,0	1,2
		y_p	0,62	0,4	0,4	0,4
	$N = \frac{C_N M_{кр} n}{9750}$	C_N	1,23	1,23	1,23	1,23
	$M_{кр} = 0,1C_M t^{x_M}\left(\frac{S_0}{z}\right)^{y_M} Dz$	C_M	67	23,5	9,8	23,5
		x_M	0,9	0,75	0,75	0,75
		y_M	0,8	0,8	0,8	0,8
Цекование	$P_x = 10C_p t^{x_p} S_0^{y_p}$	C_p	67	23,5	9,8	23,5
		x_p	1,2	1,2	1,2	1,2
		y_p	0,62	0,4	0,7	0,4
	$N = \frac{C_N t^{0.8} S_0^{0,95} HB^{0.9} V^2}{9750}$	C_N	5,7	5,16	2,38	5,16
Зенкование коническое	$P_x = 10C_p t^{x_p} S_0^{y_p}$	C_p	67	23,5	9,8	23,5
		x_p	1,2	1,2	1,0	1,2
		y_p	0,62	0,4	0,7	0,4
	$N = \frac{C_N t^{0.8} S_0^{0,95} HB^{0.9} V^2}{9750}$	C_N	3,18	0,79	0,4	0,79

В таблицах использованы следующие обозначения:

P_x – осевая сила, Н;

N – мощность резания, кВт;

V – скорость резания, м/мин;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

z – количество зубьев инструмента;

t – глубина резания, мм;

S_0 – подача, мм/об;

D – наружный диметр обработки, мм;

HB – твердость обрабатываемого материала, Мпа.

Суммарная осевая сила сравнивается с допустимой силой подачи станка: $P_{ст} > P_x$.

Потребляемая мощность двигателя станка определяется с учетом КПД оборудования, который можно принять 0,85: $N_{ст} > \sum N/0{,}85$

При работе интенсивность изнашивания каждой ступени комбинированного инструмента может быть различной, и поэтому необходимость переточки каждой ступени может возникать в разное время, хотя такая раздельная переточка нежелательна и ее рекомендуется использовать только в тех случаях, когда имеется большая разница в стойкости разных ступеней.

Ориентировочные значения периодов стойкости инструментов для обработки отверстий, изготовленных из быстрорежущей стали, можно определить по зависимостям, приведенным в таблице 2.

Таблица 2. Значения периодов стойкости инструментов для обработки отверстий, изготовленных из быстрорежущей стали

Зависимости для расчета стойкости T, мин								
Сверление и рассверливание			Зенкерование, цекование и зенкование коническое			Развертывание		
Сталь	Чугун, медные сплавы	Алюминиевые сплавы	Сталь	Чугун, медные сплавы	Алюминиевые сплавы	Сталь	Чугун, медные сплавы	Алюминиевые сплавы
$3{,}9D^{0.8}$	$5D^{0.85}$	$8{,}2D^{0.77}$	$2{,}35D^{0.85}$		$5{,}15D^{0.76}$	$3{,}75D^{0.84}$	$3{,}9D^{0.95}$	$12{,}8D^{0.68}$

Заключение

Выполненный анализ нормативных данных позволяет определить поле допустимых параметров обработки для каждого вида осевого инструмента. В пределах этого поля установлено то значение параметров режимов резания, которое удовлетворяет работе всех составляющих комбинированного инструмента, не нарушая технологические требования работы каждого участка, и эти параметры принимаются для всего инструмента в целом.

Список литературы

[1]. Локтев А.Д., Гущин И.Ф., Батуев В.А. и др. Общемашиностроительные нормативы режимов резания: Справочник. В 2-х т. Т.1. М.: Машиностроение. 1991. 640с.

[2]. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. 4-е изд. перераб. и доп. М.: Машиностроение. 1986. 656 с.

[3]. Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов. Учебник для вузов. М.: Высшая школа. 1985. 304 с.

[4]. Древаль А.Е., Скороходов Е.А., Агеев А.В. и др. Краткий справочник металлиста / Под общ. ред. А.Е. Древаля, Е.А. Скороходова. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение. 2005. 960 с.

[5]. Малевский Н.П., Орлов П.Н. Опыт создания и применения комбинированного металлорежущего инструмента. (Материалы заводского опыта) / Малевский Н.П., Орлов П.Н. М.: НИИ научной, и технической информации. 1964. 92 с.

[6]. Петров И.Л., Смирнов В.А. Оценка эффективности использования комбинированного осевого инструмента / Сборник материалов III Всероссийской научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и молодых ученых «Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса в XXI веке» с международным участием (Ижевск, 22-23 апреля 2015 года. ФГБОУ ИжГТУ имени М.Т. Калашникова.) [электронное издание] Ижевск: ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. 2015. С.75-81. Режим доступа: http://sconf.istu.ru/docs/sbornik_materialov_mu_2015.pdf (дата обращения: 1.11.2015)