

## **ВТОРИЧНОЕ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТОКОВ И СТОКОВ ТЕПЛОТЫ В ЗОНЕ ОБРАБОТКИ ПРИ ГЛУБОКОМ БЕЗВЫВОДНОМ СВЕРЛЕНИИ АЛЮМИНИЕВ**

*The secondary redistribution of currents and flows of heat in machining zone at deep one pass drilling with twist drills in cast aluminum alloys.*

Рост количества теплоты в зоне резания и зоне обработки напрямую влияет на увеличение либо уменьшение адгезионной составляющей силы трения, а косвенно на образование пакетов стружки в стружечных канавках режущего инструмента при глубоком сверлении алюминия, т.е. зачастую является причиной внезапного отказа стандартных сверл из-за пакетирования стружки.

Исходя из того, что в зоне резания при сверлении по данным работ [1, 2] первичным источником тепла служат два фактора:

- Теплота, полученная от механической работы, затраченной на пластическую деформацию и разрушение срезаемого слоя;
- Теплота, получаемая от работы силы трения по плоскостям сдвига, по поверхностям  $A_u$ ,  $A_\gamma$  и  $A_\alpha$ .

Следовательно, в зоне обработки в стружечных канавках сверл источником тепла в первую очередь служит теплота, полученная от работы силы трения на ленточках и в местах контакта стружки с поверхностью  $A_u$  и  $A_\gamma$ . Однако доля тепловыделения этих источников теплоты мала в системе теплового баланса при глубоком безвыводном сверлении, поэтому не может существенно увеличить нагрев зоны обработки, так как её величина зависит от обратной конусности рабочей части сверла и малой площади контакта стружки с поверхностями  $A_u$  и  $A_\gamma$ . Это подтверждают условия обработки неглубоких отверстий при глубоком безвыводном сверлении литейных алюминия (пакеты стружки отсутствуют). Поэтому предполагаем, что вторым существенным источником тепла в зоне обработки является теплота стружки, полученная ею в зоне резания и передаваемая

в деталь и режущий инструмент (вторичное перераспределение теплоты). В процессе обработки глубоких отверстий время контакта стружки с поверхностями  $A_u$  и  $A_\gamma$  постоянно увеличивается по мере увеличения глубины сверления, т.е. времени контакта достаточно, чтобы некоторое количество теплоты перешло из стружки в деталь и инструмент. В пользу этой гипотезы говорит то, что по мере увеличения температуры в зоне обработки происходит торможение пакетов стружки в результате действия адгезионного и механического взаимодействия инструментального и обрабатываемого материала и её уплотнение. Всё это ведет к ещё большему увеличению площади контакта и дальнейшему росту теплопередачи от стружки. По мере увеличения глубины сверления и роста температуры в зоне обработки до  $4,5-5d$  происходит образование пакетов стружки, однако, необходимо отметить, что дальнейший рост температуры свыше  $400^\circ\text{C}$  вызывает тепловое разупрочнение мостиков адгезионного схватывания, поэтому пакеты стружки в стружечных канавках стандартных сверл при достижении глубины сверления более  $5d$  почти не образуются. На основе этих предположений и результатов других авторов была выдвинута гипотеза о вторичном перераспределении потоков и стоков теплоты в зоне обработки.

Справедливость этой гипотезы о вторичном перераспределении потоков и стоков теплоты подтверждают результаты экспериментов проведенных автором. Поэтому, учитывая результаты опытов необходимо разделить первичное и вторичное распределение потоков теплоты (см. рис. 4.1), так как этот процесс разделен как в пространстве, так и во времени и присущ только глубокому безвыводному сверлению. Отсюда следует, что количество теплоты, полученное в процессе среза и деформации материала в зоне резания переходит в деталь ( $Q_d$ ), стружку ( $Q_c$ ) и инструмент ( $Q_i$ ) одинаков как для глубокого, так и неглубокого сверления. Поэтому, расчет количества теплоты в зоне резания, приведенный в работах А.П. Резникова и др. [1, 2], необходимо считать первичным (см. рис. 1, а), так как зависит только от работы направленной на срез и деформацию материала и силы трения на поверхностях  $A_u$ ,  $A_\alpha$  и  $A_\gamma$ .

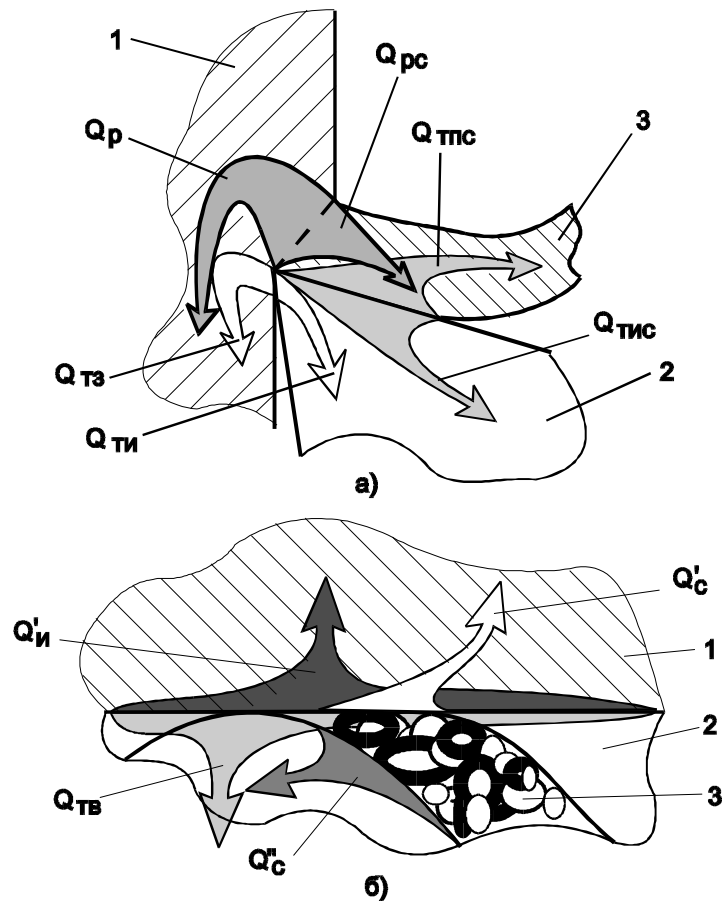


Рисунок 1–Схема распределения тепловых потоков при сверлении неглубоких отверстий (а), по данным работ [1, 2] и глубоких (б), по данным автора [3, 4]. 1) Обрабатываемая деталь; 2)режущий инструмент; 3) стружка.

$$Q_D = Q_P + Q_{TЗ} \quad (1)$$

где,  $Q_P$  – количество теплоты, получаемое от работы затраченной на срез и деформацию материала;

$Q_{TЗ}$  – количество теплоты, полученное от трения поверхности  $A\alpha$  о поверхность  $A\gamma$ .

$$Q_C = Q_{PC} + Q_{TPC} \quad (2)$$

где,  $Q_{PC}$  – количество теплоты, получаемое от работы затраченной на срез и деформацию материала;

$Q_{TPC}$  – количество теплоты, полученное от трения стружки о поверхность  $A\gamma$ .

$$Q_{И} = Q_{ТИ} + Q_{ТИС} \quad (3)$$

где,  $Q_{ТИ}$  – количество теплоты, полученное от трения поверхности  $A\alpha$  о поверхность  $A\gamma$ ;

$Q_{ТИС}$  – количество теплоты, полученное от трения стружки о поверхность  $A\gamma$ .

Следует отметить, что при достижении глубины сверления более  $3d$  распределение потоков и стоков теплоты уже не соответствует данной схеме по данным работы [3], т.е. происходит вторичное перераспределение теплоты из стружки в деталь и инструмент, из сверла в деталь (см. табл. 1). Кроме этого, в систему деталь–инструмент добавляется некоторое количество теплоты от трения ленточек и пакетов стружки о поверхность  $A\gamma$  (см. рис. 1, б).

Количество теплоты, перешедшее в деталь и инструмент из стружки, определяем по формулам 1, 2 и 3 с учетом выше перечисленных факторов:

$$Q_D = Q_P + Q_{ТЗ} + Q'_C + Q'_И \quad (4)$$

где,  $Q'_C$  – количество теплоты, вернувшееся в деталь из стружки;

$Q'_И$  – количество теплоты, вернувшееся в деталь из инструмента.

$$Q_И = Q_{ТИ} + Q_{ТИС} + Q''_C + Q_{ТВ} - Q'_И \quad (5)$$

где,  $Q''_C$  – количество теплоты, вернувшееся в инструмент от стружки;

$Q_{ТВ}$  – количество теплоты, полученное от трения ленточек о поверхность  $A\gamma$ .

Стружка наоборот теряет тепло и поэтому фактически количество теплоты в среднем оставшееся в ней до контакта с СОТС можно определить по формуле:

$$Q_C = Q_{РС} + Q_{ТПС} - Q'_C - Q''_C \quad (6)$$

Согласно приведенных данных существует разница в схеме распределения потоков и стоков теплоты между глубокими и неглубокими отверстиями. Кроме этого, столь значительное изменение в схеме распределения потоков теплоты возможно только за счет вторичного перераспределения, а ни каким, ни будь другим способом.

Таблица 1–Распределение количества теплоты в системе деталь–инструмент–стружка в зависимости от глубины сверления, в процентах.

	Глубина сверления, L/d				
	3d	5d	7d	9d	11d
Деталь	58	70	74	78	80
Режущий инструмент	6	8	10	12	14
Стружка	26	16	11	5	2
Рассеивается или уходит из системы	10	6	5	5	4

Однако этот вывод не решает вопроса о распределения температурных полей вдоль ГРК, на поверхностях  $A\gamma$  и  $A\alpha$ , в детали и стружке, следовательно, не дает возможности установить влияние теплоты на силу адгезионного взаимодействия, условия образования пакетов стружки в стружечных канавках. Поэтому необходимо уточнить фактическое распределение потоков и стоков теплоты в зависимости от глубины сверления, ГПРЧ спиральных сверл при ГБС отверстий в литейных алюминиях.

Список литературы: 1. Резников А.Н. Температура и охлаждение режущих инструментов.–Куйбышев: Книжное из-во, 1959.–250 с. 2. Резников А.Н. Теплофизика процессов механической обработки материалов. –М., Машиностроение, 1981.–279 с. 3. Маршуба В.П. Причины внезапного отказа (поломок) спиральных сверл при обработке глубоких отверстий в алюминиевых сплавах и методы их устранения. // Резание и инструмент в технологических системах.–Х.: ХГПУ, 1998.–Вып. 52–С. 154-157. 4. Дрожжин В.И. и Маршуба В.П. Повышение эффективности глубокого сверления отверстий в алюминиях на агрегатных станках и автоматических линиях спиральными сверлами малого диаметра за счет совершенствования условий отвода стружки. // Резание и инструмент в технологических системах.–Х.: ХГПУ, 1998.–Вып. 52–С. 81-87.

Поступила в редакцию 02.02.01

Представлена д-ром техн. наук Дрожжиным В.И.