

УЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПРИПУСКА НА ОТДЕЛОЧНЫХ ОПЕРАЦИЯХ

Гордеева Э.С., Богуцкий В.Б.

Севастопольский государственный университет, Севастополь

Ключевые слова: шероховатость, волнистость, поверхностный слой, припуск, тонкое шлифование, суперфиниширование.

Аннотация. В настоящее время при отделочной обработке наружных поверхностей вращения наряду с другими способами наиболее часто применяется обработка абразивным инструментом в связанном состоянии. Показано, что при назначении припуска на отделочную обработку наружных поверхностей вращения необходимо учитывать высоту микронеровностей и волнистости после предшествующей операции, а также величину измененного поверхностного слоя, что приводит к значительному увеличению припуска и, следовательно, времени обработки.

CONSIDERATION OF TECHNOLOGICAL HEREDITY IN DETERMINING THE ALLOWANCE FOR FINISHING OPERATIONS

Gordeeva E.S., Bogutskiy V.B.

Sevastopol State University, Sevastopol

Keywords: roughness, waviness, surface layer, allowance, fine grinding, superfinishing.

Abstract. Currently, for finishing operations of external rotation surfaces, along with other methods, the most commonly used treatment is with an abrasive tool in a bonded state. It is shown that when assigning an allowance for finishing the outer surfaces of rotation, it is necessary to take into account the height of the micro-dimensions and undulations after the previous operation, as well as the size of the modified surface layer, which leads to a significant increase in the allowance and, consequently, the processing time.

Широкое распространение при отделке наружных поверхностей вращения наряду с другими способами нашла обработка абразивным инструментом в связанном состоянии (различные виды тонкого шлифования и суперфиниширование). Анализ работ по исследованию этих процессов [1-3 и др.] показывает, что рекомендуемые припуски, снимаемые при обработке этими методами, весьма незначительны и находятся в пределах 0,005... 0,015 мм.

Снятие больших по величине припусков приводит к значительному увеличению времени обработки (при тонком шлифовании) или даже становится невозможным вследствие прекращения процесса при достижении заданной шероховатости (при суперфинишировании). В справочных материалах по расчету припусков [4, 5 и др.] не имеется данных о величине припуска на отделочные операции при обработке наружных поверхностей тел вращения.

Опыт многих машиностроительных предприятий, показывает, что припуск на отделочную обработку оставляется в пределах 0,003...0,01 мм, причем, как правило, в пределах допуска на окончательный размер.

В работах [6, 7] и ряде других, сделана попытка аналитически определить величину припуска на суперфиниширование и предложено рассчитывать припуск по зависимости

$$h_c = 2(kRz_{i-1} + Rw_{i-1}), \quad (1)$$

На основании экспериментальных данных авторы [6, 7] установили, что $Rw \geq Rz$ и величина припуска

$$h_c = 4,5Rz_{i-1}. \quad (2)$$

где в зависимостях (1) и (2): Rz_{i-1} – высота микронеровностей после предшествующей обработки; Rw_{i-1} – высота волнистости после предшествующей обработки; k – коэффициент, учитывающий наличие отдельных глубоких рисок, (согласно [7], $k = 1,17 \dots 1,25$).

В формуле (1) спорными являются два момента. Во-первых, если дополнительно к величине микронеровностей будет снят припуск, равный высоте волнистости, то одновременно будут выведены даже самые глубокие риски и, следовательно, увеличение припуска на величину $2(k-1)Rz$ лишено основания. Во-вторых, в формуле не учтено структурное состояние поверхностного слоя металла перед отделочной операцией. Многочисленными исследованиями [6-8 и др.], установлено, что после шлифования закаленной поверхности, всегда предшествующего отделочной операции, в результате значительного выделения тепла в зоне резания в тонких поверхностных слоях происходят структурные превращения. В зависимости от режимов шлифования, а также химического состава в них могут образовываться структуры отпуска, а иногда и подповерхностного слоя вторичной закалки со слоем отпуска под ним.

Такой измененный поверхностный слой является слоем пониженной износостойкости, так как разрушение детали при трении начинается именно с этих отпущенных слоев металла [9, 10 и др.]. Наличие вторично закаленных объемов металла наряду с отпущенным приводит к росту внутренних растягивающих напряжений и снижает также и усталостную прочность детали.

Для получения максимальной износостойкости и прочности детали необходимо удалить слой металла с измененной структурой, следовательно, величина этого слоя должна быть учтена при назначении припуска на отделочную операцию. В связи с этим предлагается назначать припуск на отделочную обработку наружных поверхностей вращения с учетом следующих факторов: высоты микронеровностей после предшествующей операции; высоты волнистости после предшествующей операции; величины измененного поверхностного слоя после предшествующей операции.

Таким образом, формула величины припуска будет иметь вид:

$$h_c = 2(Rz_{i-1} + Rw_{i-1} + T_{i-1}). \quad (3)$$

Однако при расчетах по формуле (3) резко возрастает величина припуска. Анализ численной величины припуска при подсчете его по формуле (3), показывает, что в подавляющем большинстве случаев на получистовой операции шлифования получают поверхности с высотой неровностей по ГОСТ 2789-73 $Rz = 1,6 \dots 6,3$ мкм, т.е., максимальная величина Rz в формуле (3) будет равна 6,3 мкм, так как получение поверхностей с меньшей шероховатостью экономически

нецелесообразно. Высота волнистости шлифованной поверхности при условии достаточной жесткости станка $R_v = 0,008 \dots 0,010$ мм.

По результатам многочисленных исследований процесса тонкого шлифования величина измененного поверхностного слоя составляет $0,02 \dots 0,03$ мм. Следовательно, величина припуска на отделочную операцию при условии его расчета по формуле (3) будет равна $0,06 \dots 0,10$ мм.

Для удаления увеличенного припуска при отделке наружных поверхностей вращения предлагается применять электрохимическое суперфиниширование, заключающееся в совмещении анодного растворения поверхностного слоя под действием электролита и механической обработки абразивным бруском образующейся при этом пленки пассивации. Проведенные эксперименты подтвердили возможность использования этого процесса снятия увеличенных припусков при отделке.

Список литературы

1. Новоселов Ю.К. Динамика формообразования поверхностей при абразивной обработке. – Севастополь: Из-во СевНТУ, 2012. – 304 с.
2. Malkin S., Guo C. Grinding technology. Theory and applications of machining with abrasives. – Industrial press Publ., 2008. – 320 p.
3. Novoselov Y., Bogutsky V., Shron L., Kharchenko A. Forecasting the surface roughness of the workpiece in the round external grinding // MATEC Web of Conferences. 2017, vol. 129, p. 01080.
4. Харламов Г.А., Тарапанов А.С. Припуски на механическую обработку: Справочник. – М.: Машиностроение, 2006. – 256 с.
5. Robert I. King, Robert S. Hahn. Handbook of Modern Grinding Technology. – Springer Science & Business Media Publ, 2012. – 360 p.
6. Абразивная и алмазная обработка материалов. Справочник / Под ред. Резникова А.Н. – М.: Машиностроение. 1977. – 391 с.
7. Ioan D. Marinescu, Mike P. Hitchiner, Eckart Uhlmann, W. Brian Rowe, Ichiro Inasaki. Handbook of Machining with Grinding Wheels. – CRC Press, 2006. – 632 p.
8. Евсеев Д.Г. Формирование свойств поверхностных слоев при абразивной обработке. – Саратов: Изд-во Саратовск. Ун-та. 1975. – 127 с.
9. Терентьев В.Ф. Триботехническое материаловедение. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2000. – 290 с.
10. Стреляная Ю.О., Богуцкий В.Б. Взаимосвязь микрогеометрии поверхности вала и характеристик работоспособности узла «Вал – манжетное уплотнение» // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. – 2024. – № 24. – С. 37-42.

Сведения об авторах:

Гордеева Элеонора Сергеевна – старший преподаватель;

Богуцкий Владимир Борисович – к.т.н., доцент.