

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКИ ЛВМ-ОТЛИВОК С ПРИМЕНЕНИЕМ ВИБРАЦИОННО-РОТОРНЫХ МАШИН

Тищенко И.В., Рожков А.С., Богуцкий В.Б.

Севастопольский государственный университет, Севастополь

Ключевые слова: литьё по выплавляемым моделям, финишная обработка, вибрационно-роторные машины, оптимизация, технология, вибрационная обработка.

Аннотация. В статье рассматриваются критерии оптимизации технологии финишной обработки отливок, полученных методом литья по выплавляемым моделям. Выполнена оптимизация режимов финишной обработки. Целью оптимизации является снижение потерь цветных металлов при обработке. Разработан технологический цикл обработки деталей, полученных методом литья по выплавляемым моделям. Анализируется влияние абразивной среды на процесс обработки. Показано, что применение многостадийной обработки с использованием грубых и мелких абразивных сред обеспечивает высокую производительность и качество поверхности. Делается вывод, что разработанная технологическая схема позволяет снизить угар цветных металлов, а также повысить износостойкость изделий.

OPTIMISATION OF THE FINISHING TECHNOLOGICAL SCHEMES OF INVESTMENT CASTINGS WITH VIBRATORY-ROTARY MACHINE TOOLS

Tishchenko I.V., Rozhkov A.S., Bogutskiy V.B.

Sevastopol State University, Sevastopol

Keywords: investment casting, finishing, vibratory-rotary machine tools, optimisation, technology, vibration treatment.

Abstract. The article investigates optimisation criteria of investment castings finishing technology. Optimisation of finishing regimes was performed. The optimization is aimed on non-ferrous metal loss reduction during manufacturing. The manufacturing cycle for investment castings machining was developed. The abrasive medium's influence on machining process was analyzed. It was shown that usage of the multistage machining with both coarse and fine abrasives provides both high productivity and surface quality. It is concluded that developed technological scheme allows to reduce non-ferrous metal loss and to increase wear resistance of parts.

В процессе обработки в литье формируется низкий уровень остаточных напряжений и образуется гладкий поверхностный слой, обеспечивающий повышенную износостойкость и высокий уровень вязкости разрушения.

Минимальный съем цветных сплавов с поверхности изделий обеспечивается оптимизацией процессов и введением в технологический цикл предварительной виброупрочняющей обработки.

В качестве критериев оптимизации технологии финишной обработки отливок, полученных методом литья по выплавляемым моделям (ЛВМ),

можно выделить показатели шероховатости и твердости поверхности обработанных изделий, от которых напрямую также зависит качество готовой продукции. При оптимизации важно также обеспечить снижение производственных затрат и себестоимости продукции – показатели которые связаны с повышением производительности и уменьшение потерь дорогостоящих цветных сплавов при обработке.

Анализ работ [1-6 и др.] по исследованию финишной обработки ЛВМ-отливок с применением комбинированных способов вибрационного и ультразвукового воздействия, сил вращения и магнитных полей позволило определить наиболее эффективную схему (рис. 1) групповой финишной обработки.

Поверхностная структура во многом определяется одним из двух принципов взаимодействия рабочей среды с поверхностью обрабатываемых изделий:

- деформация и заглаживание поверхности при силовом контакте обрабатываемых изделий с более твердой рабочей средой;
- снятие слоя металла при обработке.

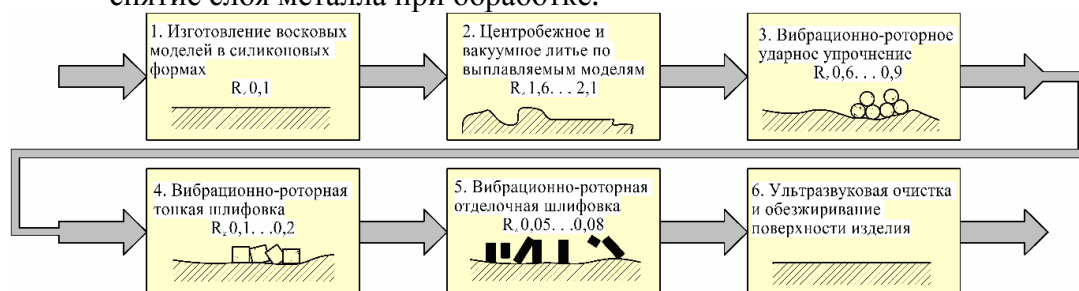


Рис. 1. Технологический цикл получения и финишной обработки ЛВМ-литых деталей и изделий

Перечисленные выше принципы легли в основу оптимизации режимов финишной обработки, которые проводили путем построения функций изменения во времени шероховатости поверхности обрабатываемого изделия.

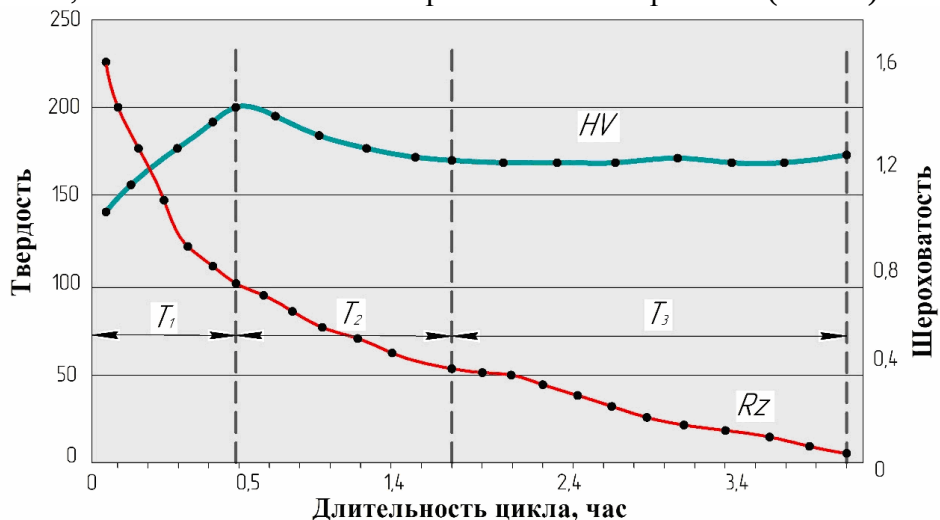
Для данной среды с ее определенным средним и специфическим размером зерна, существует минимальное значение значения шероховатости, которое может быть достигнуто в процессе шлифовки. Когда это значение достигнуто, продолжение процесса будет приводить только к дополнительному съему металла без заметного улучшения качества поверхности. Это означает, что нежелательно обрабатывать вместе изделия, отлитые из сплавов цветных сплавов разных марок и имеющих существенные различия в весе, форме и классе чистоты поверхности.

Имеется риск, что после заданного среднего времени обработки для сложных изделий нельзя будет достичь эффекта полной поверхностной обработки, в то время как более простые по форме детали, перейдут в стадию бесполезного съема металла.

Известно, что более грубая шлифовальная среда работает быстрее, но она обеспечивает более низкий класс чистоты поверхности по сравнению с

использованием абразивных сред, имеющих в своем составе абразивный наполнитель с мелким зерном (рис. 2).

Обработка изделий сверхмелкими абразивными средами позволяет достигать высокого качества поверхности, но при этом процесс носит длительный характер. Найти компромисс можно путем применения технологии многостадийной обработки, как с применением как грубых, так и мелких сред. Такой технологический прием обеспечивает не только быстрый процесс обработки, но и высокое качество обработанной поверхности (табл. 1).



T_1 – период вибрационно-роторного упрочнения в стальной среде из шариков и стальных игл (ШХ15); T_2 – период вибрационно-роторной мокрой тонкой шлифовки; T_3 – время вибрационно-роторной отделочной шлифовки

Рис. 2. Изменение шероховатости и твердости литой заготовки Ø 17 мм из БрО8Ц4 в процессе финишной обработки

Табл. 1. Сравнение технологических показателей

Оптимизированная технология			Традиционная технология		
Технологические операции	Угар %	Шероховатость поверхности, R_z	Технологические операции	Угар %	Шероховатость поверхности, R_z
Показатели литой поверхности до обработки	–	2,8 – 2,3	Показатели литой поверхности до обработки	–	2,8 – 2,3
Вибрационно-роторное упрочнение	0,02	1,8	Вибрационно-роторное упрочнение	2,4	1,2
Тонкая шлифовка в пластике	0,47	0,8	Тонкая шлифовка в пластике	0,34	0,8
Отделочная шлифовка в орехе	0,29	0,1	Отделочная шлифовка в орехе	0,20	0,1
Суммарный угар 0,78			Суммарный угар 2,94		
Твердость на поверхности изделий HV, ед. 185			Твердость на поверхности изделий HV, ед. 143		

При использовании оптимизированной технологии обеспечивается меньший угар цветных сплавов, а также достигается повышение износостойкости изделий за счет наличия на поверхности слоя с повышенной твердостью.

Список литературы

1. Dovzhenko N.N., Sidelnikov S.B. Innovative Technologies of Metal Forming Based on Combination Processes of Casting, Extruding and Rolling // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies. – 2015. – Vol. 8, No. 1. – P. 57-60.
2. Lebedev V.A., Ivanov V.V., Fedorov V.P. Morphological analysis of galvanized coating applied under vibrowave process system conditions // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2016. – DOI: 10.1088/1757-899X/124/1/012160.
3. Бабичев А.П., Бабичев И.А. Основы вибрационной технологии. – Ростов-на-Дону: Изд. центр ДГТУ, 2008. – 694 с.
4. Мицык В.Я. Развитие научных основ проектирования технологии и оборудования отделочно-зачистной и упрочняющей виброобработки // Вібрації в техніці та технологіях. – 2010 – Т.58, № 2. – С. 141-151.
5. Прокопец Г.А., Прокопец А.А., Ерина Т. Обоснование возможности нормирования технологических параметров виброабразивной обработки с целью повышения надежности процесса обработки // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса. – 2020. – С. 243-246.
6. Колганова Е.Н., Шишкина А.П., Крупеня Е.Ю. Технологические возможности вибрационной обработки деталей путем комбинирования обрабатывающих сред // Машиностроительные технологические системы: сборник трудов Международной научно-технической конференции. – 2021. – С. 74-80.

References

1. Dovzhenko N.N., Sidelnikov S.B. Innovative Technologies of Metal Forming Based on Combination Processes of Casting, Extruding and Rolling // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies. – 2015. – Vol. 8, No. 1. – P. 57-60.
2. Lebedev V.A., Ivanov V.V., Fedorov V.P. Morphological analysis of galvanized coating applied under vibrowave process system conditions // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2016. – DOI: 10.1088/1757-899X/124/1/012160.
3. Babychev A.P., Babychev I.A. Fundamentals of Vibration Technologies. – Rostov on Don: Publ. house DonSTU, 2008. – 694 p.
4. Mitsyk V.Yu. Development of scientific design fundamentals of technology and equipment of vibration finishing-grinding and strengthening treatment // Vibrations in technics and technologies. – 2010 – Vol. 58, No.2. – P. 141-151.
5. Prokopets G.A., Prokopets A.A., Erina T. Justification of the possibility of rationing technological parameters of vibroabrasive processing in order to increase the reliability of the processing process // State and Prospects of Development of Agriculture Sector. – 2020. – P.243-246.
6. Kolganova E.N., Shishkina A.P., Krupenya E.Y. Technological Opportunities of Vibration Treatment of Parts with Combination of Treatment Medium // Manufacturing Technological Systems: Proceedings of the Conference. – 2021. – P. 74-80.

Сведения об авторах:

Information about authors:

Тищенко Иван Владимирович – студент	Tishchenko Ivan Vladimirovich – student
Рожков Антон Сергеевич – студент	Rozhkov Anton Sergeevich – student
Богутский Владимир Борисович – к.т.н., доцент кафедры «Технология машиностроения»	Bogutskiy Vladimir Borisovich – candidate of technical sciences, associate professor of Department of Mechanical engineering technology
ivtishchenko@yandex.ru	

Получена 16.03.2022