

УДК 621.793.71
МРНТИ 52.47.27
DOI 10.56525/WYGT9134

**ШЛИФОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ
ВОССТАНОВЛЕННЫХ
ПОРОШКОВЫМИ
ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫМИ
МАТЕРИАЛАМИ**

БАШИРОВ Р.Д.

Азербайджанский Технический
Институт, Баку, Азербайджан E-mail:
rasim_agma@aztu.edu.az

ЗАКЕНОВ С.Т.

Ш. Каспийский университет технологий и
инжиниринга имени Есенова,
Актау, Казахстан

E-mail: **senbek.z@mail.ru**

АББАСОВ В.А.

Азербайджанский Технический
Институт, Баку, Азербайджан E-mail:
abbasov49@aztu.edu.az

НУРШАХАНОВА Л.К.

Ш. Каспийский университет технологий и
инжиниринга имени Есенова,
Актау, Казахстан

E-mail: aitore2010@mail.ru

Автор-корреспондент: aitore2010@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается применение импрегнированных абразивных кругов для шлифования поверхности восстановленных порошковыми труднообрабатываемыми материалами. В работе исследованы формирование шероховатой поверхности при внутреннем шлифовании цилиндров судовых двигателей после восстановления до первоначальных размеров, порошковыми материалами марок ПГ-СР2, ПГ-10Н-0.2, содержащие никель, хром, железо и др. труднообрабатываемые металлы, которые в процессе восстановления, на поверхности цилиндров создают особый защитный металлический слой, обработку которого производить очень сложно. Поэтому обработка шлифованием внутренних поверхностей восстановленных цилиндров судовых двигателей представляет собой сложный технологический процесс, протекающий при строгом соблюдении всех технологических операций, поэтапно.

По результатам проводимого исследования было выявлено, влияние скорости вращения обрабатываемой детали на шероховатость внутренней поверхности втулки, сопровождающаяся шлифованием импрегнированными шлифовальными кругами. Экспериментально подтверждено, что при обработке импрегнированными абразивными кругами шероховатость шлифованной поверхности уменьшается примерно на 1,5-1,8 раза.

Ключевые слова: шлифование, импрегнирование, абразивные круги, пористость, импрегнираторы, пропитка.

Введение

Как известно, износостойкие порошковые материалы, например, такие как ПГ-СР2, ПГ-10Н-0,2 в составе которых содержатся хром, железо, никель и др. труднообрабатываемые металлы, в процессе восстановления внутренней поверхности цилиндров создают особый защитный металлический слой, трудно поддающейся обработке. Это происходит из-за того, что физико-механические характеристики восстановленных поверхностей отличаются от структуры подложки детали, то есть от материала, из которого изготовлена данная деталь – цилиндр.

Приведенные работы [1,2,3] показали, что, при шлифовании сплавов на основе никеля немаловажным является правильный выбор марки абразивного материала, так как различные абразивные материалы по-разному подвергаются износу. Степень изнашивания различных абразивных материалов при шлифовании никелевых сплавов оказывают значительное влияние на формирование шероховатости обработанной поверхности.

Повышенный интерес представляет технологии импрегнирования абразивных кругов при шлифовании цилиндров судовых двигателей восстановленные металлическими порошками на основе никеля и хрома.

В существующих научно-исследовательских работах импрегнирования абразивных кругов осуществляется окунанием их в растворенный химический состав, где происходит капиллярное заполнение пор между абразивными зёрнами.

Применение технологии жидких импрегнаторов для пропитки среднепористых абразивных инструментов характеризуется двумя свойствами: физическими когда применяется определенный состав импрегнаторов для пропитки абразивных кругов и химическими – когда видна эффективность работы инструментов при обработке поверхностей [8,9]. В такой ситуации импрегнатор обладает многофункциональными свойствами:

- повышает твердость, жесткость и прочность круга,
- способствует упрочнению абразивных зёрен после пропитки,
- в процессе обработки выполняет роль внутренней смазки,
- одновременно охлаждает поверхность инструмента,
- является самосмазывающимся, высокотеплопроводным и хорошо демпфирующий колебания рабочего инструмент, который в процессе шлифовки снижает образования тепловых – колебательных процессов при шлифовании и улучшает фрикционные свойства в момент трения [10,11,12].

Установлено, что при шлифовании цилиндров судовых двигателей восстановленные порошковыми материалами импрегнированными кругами пористость абразивного круга должен быть выше, чем при шлифовании материалов обычном способом. В этом смысле интересной работой является работа [14], в котором авторами были исследованы процесс шлифование кругами из пористого композита, и установлено, что при высокой пористости абразивный круг позволяет улучшить технологические возможности стружкообразования.

Материалы и методы исследования

Анализ технологического процесса внутреннего шлифования цилиндров судовых двигателей, восстановленные порошковыми материалами марки ПГ-СР2 показал, что при предварительной обработке отверстия абразивными кругами марки 25А20ПСМ18К8В3 в порах между абразивными зёрнами происходит налипание стружки и это приводит к засаливанию абразивного круга.

Засаливание абразивного круга приводит к потере режущей способности абразивных зёрен. При шлифовании напеченных поверхностей, из порошков марки ПГ-СР2 с применением смазочно-охлаждающей жидкостью, наблюдается засаливание пор между абразивными зёрнами.

Установлено, что при шлифовании восстановленных поверхностей из порошковых материалов марки ПГ-СР2, при наличии состава до $12 \div 18$ % хрома, 5% железа, около 70% никеля, приводит к налипанию стружки, образовавшиеся при резании отдельными абразивными зёрнами круга. Также определено, что абразивные круги из электрокорунда в процессе внутреннего шлифования напеченных поверхностей интенсивно изнашиваются, что значительное влияние оказывает на формирование точности размеров цилиндров судовых двигателей.

Одним из методов, повышения работоспособности абразивных кругов, является применение при шлифовании импрегнированных (пропитка) абразивных кругов различными составами химических элементов. При импрегнировании абразивных кругов раствор, состоящий из различных химически активных соединений, не только заполняет пространство пор между абразивными зёрнами, но и покрывает импрегнатором каждое абразивное зерно и трещины между зёрнами и связкой.

Абразивные зёрна, покрытые импрегнатором, осуществляют процесс резания, поэтому импрегнатор активно участвует при стружкообразовании в зоне контакта. То есть абразивные зёрна покрытые импрегнаторами при формировании стружки, зёрна контактируется с обрабатываемым металлом в присутствии твердой смазки импрегнаторами. Такое условие резания металлов и образование отдельными абразивными зёрнами стружки происходит с более облегчённым условием обработки. Благодаря чему значительно уменьшается контактное давление в зоне резания, что приводит к уменьшению сил резания, вследствие чего снижается износ абразивного круга и температура процесса резания.

При импрегнировании абразивных кругов работоспособность абразивных зёрен во многом зависит от равномерности распределения импрегнатора на их поверхности и в порах между абразивами в круге.

Проведенными исследованиями установлено, что равномерность распределения импрегнатора в абразивном круге определяется степенью пористости абразивных кругов, величиной пор между зёрнами и технологической особенностью процесса импрегнирования [5,6,7,8,13].

Проведенный анализ существующих методов импрегнирования абразивных кругов химическими компонентами показал, что существующие технологические процессы основаны по принципу свободного окунания абразивного круга в химический раствор, где процесс пропитки-импрегнирование круга происходит в условиях ламинарного течения жидкости, также свободного проникновения нагретого раствора химикатов в поры между абразивными зёрнами [3,15].

Импрегнированный абразивный круг насыщается химическими компонентами, и при остывании между зёрнами абразивного круга жидкий раствор затвердеет, полностью покрывает пористые поверхности абразивных зёрен. Поэтому объём зазора между абразивными зёрнами уменьшается и при шлифовании условия размещения стружек в порах абразивного круга ухудшается, что оказывает отрицательное влияние на качество обработанной поверхности, так как происходит интенсивное засаливание абразивного круга [7,9].

Для усовершенствования данного процесса авторами был разработан новый способ и устройства для импрегнирования абразивных кругов химическими компонентами.

Сущность нового технологического процесса импрегнирования заключается в том, что абразивный круг перед окунанием в ванну с импрегнаторами нагревается на $40-50$ °С немного больше, чем растворенный состав, далее осуществляется импрегнирование, после чего импрегнированный абразивный круг на специальном станке вращается со скоростью 1000 об/мин, химикаты заполненных пор круга не затвердевая удаляются и обеспечивают освобождение пространству между абразивными зёрнами [7,8]. Это позволяет при шлифовании легко удалять стружку шлифуемого материала из зоны обработки. Из-за наличия зазора между абразивными зёрнами создаются благоприятные условия

размещения стружки в этих пространствах. Кроме того, исследованиями установлено, что по предложенному нами способе импрегнирования абразивных кругов, происходит равномерно и каждое абразивное зерно покрывается составами импрегнатора. Импрегнатор при шлифовании контактирует, создавая смазочное условие между абразивными зернами и обрабатываемым материалом. Что снижает коэффициент трения при резании металлов. Размещение стружки при шлифовании между абразивными зернами имеет особое значение при обработке поверхности восстановленных порошковыми труднообрабатываемыми материалами.

У абразивного круга, обработанного предлагаемым способом, в 1,5-2,0 раза повышается теплопроводность и на 20-30% температура проводность (при содержании импрегнатора в порах инструмента до 10 масс. % в расчете на сухой остаток) по сравнению с необработанным инструментом, что способствует увеличению износостойкости шлифовальных кругов.

В результате импрегнирования снижается влагопроницаемость шлифовальных кругов, приобретаются гидрофобные свойства, что предохраняет инструмент от разрушающего действия водных смазочно-охлаждающих жидкостей. Использование импрегнатора, обладающего гидрофобными свойствами, при пропитке абразивного инструмента позволяет защитить поверхность зерна и пространства в порах от воздействия окружающей среды, особенно от влаги, и сохранить приобретенные инструментом новые качества длительное время, например, при хранении на складах [5,7,8].

Результаты исследования

Эксперименты проводились для трех различных способов обработки внутренних поверхностей восстановленных цилиндров судовых двигателей. Применены следующие технологические процессы:

1. Обработка велась методом шлифования внутренней поверхности с применением СОЖ (3% эмульсия).

2. Абразивными кругами импрегнированными существующими методами [4], то есть со свободным капиллярным заполнением пор абразивных кругов окунанием их в растворенный состав импрегнатора, высушенного до комнатной температуры.

3. Импрегнированными абразивными кругами предложенными нами новым способом, то есть абразивный круг установленный на шпинделе пропиточного станка окунается в ванну с пропиточным раствором из специального состава- импрегнатора, где происходит свободное заполнение пор между абразивными зернами, после чего импрегнированный круг поднимается из ванны и вращается со скоростью 1000 об/мин, в следствие этого из пор абразивных зерен освобождается излишки химикатов [5,7,9].

В качестве импрегнатора авторами был принят новый состав, [8] состоящий из следующих химических элементов:

- перманганат калия 9...11%;
- стеарин цинка 28...32%;
- стеарин аммония 14...16%;
- сульфид натрия 4...6%;
- и остальное стеариновая кислота.

Шероховатость обработанной внутренней поверхности также были исследованы в зависимости от режимов обработки. Установлено, что, на шероховатость обработанной поверхности при внутреннем шлифовании цилиндров судовых двигателей значительное влияние оказывает скорость вращения цилиндра. Влияние скорости вращения детали V_d на шероховатость поверхности при внутреннем шлифовании приведена на рис.1. Где кривая 1 показывает формирование шероховатости внутренней поверхности цилиндров обычными абразивным кругом с охлаждением. Кривая 2 получена при обработке внутренней поверхности абразивным кругом импрегнированный в составе обычным способом, т.е. круг

окунается в раствор и поры его насыщаются импрегнатором [8], всасывая нагретый до 80-90° раствор.

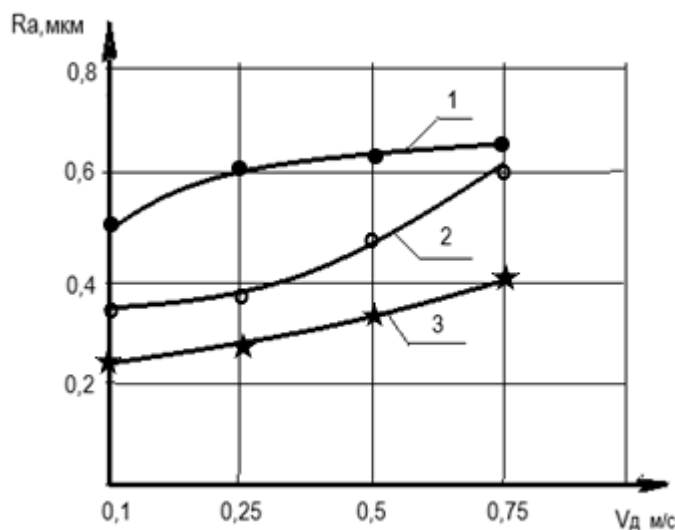


Рисунок 1 - Влияние скорости вращения детали V_d на шероховатость поверхности при внутреннем шлифовании.

1-обычный абразивный круг с СОЖ, 2-абразивный круг импрегнированный обычным способом, 3- абразивный круг импрегнированный предложенными нами способом. $V_{кр}=35$ м/с, $t=0,003$ мм, $S_{пр}=0,2$ м/с.

При этом поры между зернами трещины в круге полностью заполняются импрегнаторами и после сушки круга импрегнаторы участвуют при шлифовании поверхности и играют роль смазочного действия между абразивными зернами и обрабатываемым материалом. Поэтому при шлифовании импрегнированными кругами силы резания и пластическая деформация в контактной зоне значительно уменьшаются, что в свою очередь позволяет уменьшению шероховатости обработанной поверхности. Исследованиями установлено, что при шлифовании внутренней поверхности цилиндров обычным пропитанным кругом, в некоторое время обработки поры между абразивными зернами засаливаются элементами стружки. Несмотря на это, шероховатость обработанной поверхности намного снижается по сравнению с обработкой круга без импрегнирования (кривая 1).

Проведенные исследования показали, что при внутреннем шлифовании цилиндров импрегнированными кругами (здесь цилиндрические втулки восстановлены методом порошковых материалов) предложенные авторами способом позволяет значительно снизить шероховатость поверхности (рис.1, кривая 3).

Это связано тем, что, при импрегнировании абразивного круга предложенными нами способом химические элементы импрегнатора заполняют все поры между абразивными зернами, также трещины по всему полю круга, далее нагретый круг с высокой скоростью вращается, при этом удаляется импрегнатор между зернами пор. При данном технологическом процессе, когда происходит шлифование поверхности стружка свободно размещается в этих пространствах и удаляется из контактной зоны. Эксперименты показали, что импрегнированный предложенный нами способом абразивный круг менее всего подвергается засаливанию со стороны стружки [7,9].

Заключение

Приведены результаты экспериментов по определению влияния режимов обработки, в частности скорость вращения обрабатываемой детали V_d на формирование шероховатости обработки цилиндров судовых двигателей восстановленные порошковыми материалом марки ПГ-СР2.

Эксперименты проводились как при обычном абразивном шлифовании с применением СОЖ, так и при шлифовании кругами импрегнированные существующими методами и кругами импрегнированными предложенный нами способом.

Установлено, что увеличение скорости вращения обрабатываемой детали приводит к повышению шероховатости обработанной поверхности во всех способах шлифования.

Выявлена связь с кинематическими процессами шлифования, где с увеличением скорости вращения детали, увеличивается длина контакта отдельных абразивных зерен, а это увеличивает величину остаточных высот шероховатости на поверхности заготовки и т.д. Установлено, что с увеличением скорости вращения абразивного круга во всех способах обработки уменьшается высота шероховатости внутренней поверхности цилиндров.

Проведенные исследования показали, что при внутреннем шлифовании цилиндров восстановленные порошковыми материалами и импрегнированными кругами позволяет снизить шероховатость примерно на 1,5-1,8 раза.

При импрегнировании абразивного круга химические элементы импрегнатора заполняют все поры между абразивными зёрнами, а нагретый круг вращаясь с высокой скоростью удаляет «лишний» импрегнатор, заполнивший пространство между абразивными зёрнами, тем самым освобождает пространство, для стружки образующей при шлифовании, что позволяет стружке свободно размещаться в этом пространстве и без прилипания удаляться из контактной зоны. Данный абразивный круг при обработке менее подвержен засаливанию со стороны стружки.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. De Oliveira, D., De Paiva, R.L., da Silva, R.B. et al. Assessment of the grindability of Inconel 718 under different coolant delivery techniques. J Braz. Soc. Mech. Sci. Eng. 42, 20, 2020. DOI:10.1007/s40430-019-2093-0

[2]. Zhenzhen Chen, Jihua Xu, Wenfeng Ding и Changyu Ma. Grinding Characteristics of Porous Composite-bonded CBN Wheels. Advanced Materials Research. Vol. 797. 2013. P. 516–521. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.797.516>

[3]. Z. Z. Chen, W.F. Dinga, J.H. Xub, C.J. Song, Y.C. Fu, и C.Y. Yang. Porous Composite bonded CBN Grinding Wheel with Alumina Bubbles. Advanced Materials Research. Vol. 565. 2012.P. 46–51. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.565.46>

[4]. Аббасов В.А., Гамбарова Г.М. Состав для пропитки абразивных кругов. Патент Азербайджана № I20010031 от 22.01.2001 г.

[5]. Аббасов В.А., Гашимов Г.А., Гамбарова Г.М. Способ пропитки абразивных кругов. Патент Азербайджана № I20010032 от 22.01.2001 г.

[6]. Аббасов В.А., Рустамов М.И., Гафаров В.В. Устройство для пропитки абразивных кругов. Патент Азербайджана № I20010079 от 14.05.2001 г.

[7]. Аббасов В.А., Баширов Р.Дж. Особенности применения ультразвука при плазменно-механической обработки деталей из труднообрабатываемых материалов. Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). – 2022. – Т. 24, № 3. – С. 53–65. – DOI: 10.17212/1994-6309-2022-24.3-53-65

[8]. Баширов Р.Дж., Amirov F.G. Методика определения теплового состояния втулки цилиндра при центрабежном индукционном напеканий. Известия высших учебных заведений. Машиностроение. МГТУ им.Баумана Год 2022 Выпуск: №8 (749). с.33-41 DOI 10.18698/0536-1044-2022-8

[9]. Гусакова Л.В. Импрегнирование шлифовальных кругов // Вестник Брянского государственного технического университета. 2019. № 12. С. 13–20. DOI: 10.30987/1999-8775-2019-2019-12-13-20.

[10]. Бутенко В.И., Дуров Д.С., Гусакова Л.В., Сафоклов Б.Б., Долгов О.С. Перспективы применения импрегнированных абразивных материалов на металлообрабатывающем предприятии // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2020. Том 10. № 9А. С. 239-246. DOI: 0.34670/AR.2020.19.86.025

[11]. Худобин Л.В., Бердичевский Е.Е. «Техника применения смазочно-охлаждающих средств в металлообработке. М. Машиностроение, 1977 стр. 166-170.

[12]. Бржозовский Б.М., Славин А.В. Повышение эффективности шлифования путём управления физико-химическими процессами в контакте «инструмент - заготовка» // Научноёмкие технологии в машиностроении. 2016. № 5 (59). С. 24- 30. DOI: 10.12737/18711

[13]. Cowan R.W., Schertz D.J., Kurfess T.R. An adaptive statistically Based controller for through-feed center less grinding // Trans-actions of the ASME. 2001. Vol. 123. P. 380-386. <https://doi.org/10.1115/1.1381398>

[14]. Sathyanarayanan G, Lin I. J, Chen M. K. Neural network modeling and multiobjective optimization of creep feed grinding of superalloys. Int J Prod Res.30 (10), 1992. P. 2421–2438. <https://doi.org/10.1080/00207549208948164>

[15]. Schafrik R. Ward D. Groh J. Application of alloy 718 in GE aircraft engines: past, present and next five years. Loria E. A. Superalloys 718, 625, 706 and Various Derivatives. Warrendale: The Minerals, Metals & Materials Society. 2001. P. 1–11. DOI:10.7449/2001/Superalloys_2001_1_11

REFERENCES

[1]. De Oliveira, D., De Paiva, R.L., da Silva, R.B. et al. Assessment of the grindability of Inconel 718 under different coolant delivery techniques. J Braz. Soc. Mech. Sci. Eng. 42, 20, 2020. DOI:10.1007/s40430-019-2093-0. [in English]

[2]. Zhenzhen Chen, Jiu Hua Xu, Wenfeng Ding и Changyu Ma. Grinding Characteristics of Porous Composite-bonded CBN Wheels. Advanced Materials Research. Vol. 797. 2013. P. 516–521. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.797.516>. [in English]

[3]. Z. Z. Chen, W. F. Dinga, J. H. Xub, C. J. Song, Y. C. Fu, и C. Y. Yang. Porous Composite-bonded CBN Grinding Wheel with Alumina Bubbles. Advanced Materials Research. Vol. 565. 2012. P. 46–51. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.565.46>. [in English]

[4]. Abbasov V.A., Gambarova G.M. Composition for impregnation of abrasive wheels. Azerbaijan patent № I20010031 dated January 22, 2001 [in Russian]

[5]. Abbasov V.A., Gashimov G.A., Gambarova G.M. Method of impregnation of abrasive wheels. Azerbaijan patent № I20010032 dated January 22, 2001 [in Russian]

[6]. Abbasov V.A., Rustamov M.I., Gafarov V.V. Device for impregnation of abrasive wheels. Azerbaijan patent № I20010079 dated May 14, 2001 [in Russian]

[7]. Abbasov V.A., Bashirov R.J. Features of the use of ultrasound in plasma-mechanical processing of parts made of difficult-to-machine materials. Metal processing (technology, equipment, tools).– 2022. – Т. 24, № 3. – pp. 53–65.– DOI: 10.17212/1994-6309-2022-24.3-53-65. [in Russian]

[8]. Bashirov R.J., Amirov F.G. Methodology for determining the thermal state of a cylinder liner during centrifugal induction heating. News of higher educational institutions. Mechanical engineering. Bauman MSTU. 2022 Issue: №8 (749). p.33-41. DOI 10.18698/0536-1044-2022-8. [in Russian]

[9]. Gusakova L.V. Impregnation of grinding wheels // Bulletin of Bryansk State Technical University. 2019. № 12. pp. 13–20. DOI: 10.30987/1999-8775-2019-2019-12-13-20. [in Russian]

[10]. Butenko V.I., Durov D.S., Gusakova L.V., Safoklov B.B., Dolgov O.S. Prospects for the use of impregnated abrasive materials at a metalworking enterprise // Economics: yesterday, today, tomorrow. 2020. Volume 10. № 9A. pp. 239-246. DOI: 0.34670/AR.2020.19.86.025. [in Russian]

[11]. Khudobin L.V., Berdichevsky E.E. “Techniques for using lubricants and cooling agents in metalworking. M. Mechanical Engineering, 1977. pp. 166-170. [in Russian]

[12]. Brzhozovsky B.M., Slavin A.V. Increasing the efficiency of grinding by controlling physical and chemical processes in the contact “tool - workpiece” // Science-intensive technologies in mechanical engineering. 2016. № 5 (59). pp. 24-30. DOI: 10.12737/18711. [in Russian]

[13]. Cowan R.W., Schertz D.J., Kurfess T.R. An adaptive statistically Based controller for through-feed center less grinding // Trans-actions of the ASME. 2001. Vol. 123. P. 380-386. <https://doi.org/10.1115/1.1381398>. [in English]

[14]. Sathyanarayanan G, Lin I. J, Chen M. K. Neural network modeling and multiobjective optimization of creep feed grinding of superalloys. Int J Prod Res.30 (10), 1992. P. 2421–2438. <https://doi.org/10.1080/00207549208948164>. [in English]

[15]. Schafrik R. Ward D. Groh J. Application of alloy 718 in GE aircraft engines: past, present and next five years. Loria E. A. Superalloys 718, 625, 706 and Various Derivatives. Warrendale: The Minerals, Metals & Materials Society. 2001. P. 1–11. DOI:10.7449/2001/Superalloys_2001_1_11. [in English]

**¹Баширов Расим Джавадович, ²Экенов Сембіғали Төрешұлы,
¹Аббасов Вагиф Аббас оглы, ²Нұршаханова Ләззат Кульжановна**

¹ *Әзірбайжан техникалық университеті, Баку қ, Әзірбайжан*

² *Ш. Есенов атындағы Каспий технология және инжиниринг университеті,
Ақтау қ, Қазақстан*

ҰНТАҚТЫ ӨНДЕУ ҚИЫН МАТЕРИАЛДАРМЕН ҚАЛПЫНА КЕЛТІРІЛГЕН БЕТТІ ТЕГІСТЕУ

Андатпа. Мақалада ұнтақты өңдеу қиын материалдармен қалпына келтірілген бетті тегістеу үшін импрегнирленген абразивті дөңгелектерді қолдану қарастырылады. Жұмыста кеме қозғалтқыштарының цилиндрлерін бастапқы мөлшеріне дейін қалпына келтіргеннен кейін ішкі тегістеу кезінде, құрамында никель, хром, темір және т. б. бар ПГ-CP2, ПГ-10Н-0.2 маркалы ұнтақ материалдарымен өрескел беттің пайда болуы зерттелді. қалпына келтіру процесінде цилиндрлердің бетінде арнайы қорғаныс металл қабаты пайда болады, оны өңдеу өте жоғары қиын. Сондықтан кеме қозғалтқыштарының қалпына келтірілген цилиндрлерінің ішкі беттерін тегістеу арқылы өңдеу барлық технологиялық операцияларды қатаң сақтай отырып, кезең-кезеңімен жүретін Күрделі Технологиялық процесс болып табылады.

Жүргізілген зерттеу нәтижелері бойынша өңделетін бөліктің айналу жылдамдығының втулканың ішкі бетінің кедір-бұдырлығына әсері анықталды, ол тегістелген тегістеу дөңгелектерімен тегістеледі. Импрегнирленген абразивті дөңгелектермен өңдеу кезінде тегістелген беттің кедір-бұдырлығы шамамен 1,5-1,8 есе азаятыны эксперименталды түрде расталды.

Кілт сөздер: тегістеу, импрегнация, абразивті дөңгелектер, кеуектілік, импрегнаторлар, сіндіру.

¹ Bashirov Rasim, ²Zakenov Sembigali, ¹Abbasov Vagif, ²Lyazzat Nurshakhanova

¹ Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan

²Sh.Yessenov Caspian state university of technology and engineering, Aktau, Kazakhstan

GRINDING OF THE SURFACE OF RECONSTITUTED HARD-TO-PROCESS POWDER MATERIALS

Abstract. The article discusses the use of impregnated abrasive wheels for grinding the surface of recovered hard-to-process powder materials. The paper investigates the formation of a rough surface during internal grinding of cylinders of marine engines after restoration to their original dimensions, with powder materials of grades PG-CP2, PG-10H-0.2 containing nickel, chromium, iron and other hard-to-work metals, which during the restoration process create a special protective metal layer on the surface of the cylinders, the processing of which is very difficult. It's difficult. Therefore, the grinding of the internal surfaces of the restored cylinders of marine engines is a complex technological process that proceeds in strict compliance with all technological operations, in stages.

According to the results of the study, the influence of the rotation speed of the workpiece on the roughness of the inner surface of the sleeve, accompanied by grinding with impregnated grinding wheels, was revealed. It has been experimentally confirmed that when treated with impregnated abrasive wheels, the roughness of the polished surface decreases by about 1.5-1.8 times.

Keywords: grinding, impregnation, abrasive wheels, porosity, impregnators, impregnation.