

УДК 621.7; 658.12

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РОТАЦИОННОГО ХОНИНГОВАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДЕТАЛЕЙ СУДОВЫХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

¹Гафаров А.М., ¹Ханкишиев И.А., ²Гафаров В.А.

¹ ПЮЛ “Азербайджанская Государственная Морская Академия”

АЗ1000, г. Баку, ул. З. Алиевой, 18

² SOCAR, ПО «Азеригаз».

АЗ1025, г. Баку, ул. Ю. Сафарова, 35

E-mail: isaq_x@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы исследования технологических возможностей процесса ротационного хонингования при обработке высокоточных деталей судовых машин и механизмов. Обсуждаются полученные закономерности.

Xülasə. Məqalədə gəmi maşın və mexanizmlərinin yüksək dəqiqliyə malik detalların emalında xoninqləmə əməliyyatının texnoloji imkanlarının tədqiqi ilə bağlı məsələlərə baxılır. Alınan qanunauyğunluqlar müzakirə edilir.

Abstract. The article examines issues related to the study of the technological capabilities of the honing operation in the processing of high-precision parts of ship machinery and mechanisms. The obtained regularities are discussed.

Ключевые слова: судна, машины, механизмы, деталь, процесс, хонингования, обработка, технология, возможности, параметры, точность, качества

Açar sözlər: gəmilər, maşınlar, mexanizmlər, detal, proses, xoninqləmə, emal, texnologiya, imkanlar, parametrlər, dəqiqlik, keyfiyyət

Key words: ships, machines, mechanisms, detail, process, honing, processing, technology, capabilities, parameters, accuracy, quality

Введение. Одним из основных задач, стоящий перед машиностроением, является обеспечение высоких требований к точности и качеству поверхностей деталей, которые в основном и определяют эксплуатационные показатели машин и механизмов. Эффективное решение этих задач, в значительной степени определяется применением высокопроизводительных и прогрессивных методов обработки.

За последнее время в этой области достигнут значительный прогресс. Разработаны высокопроизводительные методы обработки, основанные на расширении производства металлообрабатывающего инструмента, особенно с применением синтетических алмазов [1], [2], [3], [4], [5].

Успешное решение комплекса научных и технических проблем по разработке промышленной технологии и освоению массового выпуска синтетических алмазов, позволило значительно повысить эксплуатационные качества и стойкость инструмента, точность обрабатываемых поверхностей и производительность труда на многих технологических операциях, в особенности при хонинговании.

Поэтому обработка отверстий методом алмазного хонингования в отечественной и зарубежной практике в последние годы получает все более широкое распространение в автомобильной, авиационной промышленности, тракторном, нефтяном, нефтехимическом и других отраслях машиностроения при обработке деталей из различных материалов.

Результаты проведенных исследования показывают, что процесс алмазного хонингования может быть успешно использованы при обработке высокоточных ответственных деталей судовых машин и механизмов.

Постановка задачи. Надежность и долговечность судовых машин и механизмов во многом определяется качеством изготовления их деталей. Особое внимание в технологии производства уделяется процессам обработки внутренних поверхностей деталей.

Как свидетельствует практика эти процессы оказывают существенные влияния на формирования износостойких характеристик поверхностных слоев деталей, следовательно, определяют эксплуатационных показателей судовых машин и механизмов в целом.

Повышение требования к точности и качества обработки детали судовых машин и механизмов требуют применения прогрессивных методов обработки и специального режущего инструмента, обеспечивающие высокое качество обработанных поверхностей, наряду с высокой стойкостью инструмента и производительностью процесса.

Одним из таких методов обработки является метод ротационного хонингования, обеспечивающий шероховатость обработанной поверхности в пределах $Ra=0,63-2.5$ мкм, точность 9-10-ой квалитетов и повышение производительности в 1,5-1,9 раза. Широкое применение этого процесса в настоящее время ограничивается рядом обстоятельств, в частности, сравнительно малой изученностью процесса. Имеющиеся в технической литературе рекомендации по выбору оптимальных параметров ротационного хонингования носят слишком общий характер и не могут быть распространены на все виды обработки. Совершенно не изучены возможности ротационного хонингования при обработке маложестких тонкостенных деталей типа втулок, объем изготовления которых огромен.

Ротационное хонингование по сравнению с другими методами обработки имеет ряд преимуществ. К ним относятся исправляющая способность процесса, высокая производительность, обеспечение высокого качества и точность обработанных поверхностей, стабильность эксплуатационных свойств деталей, стойкость инструмента и др.

В настоящей работе рассматриваются некоторые вопросы по определению технологических возможностей ротационного хонингования при обработке нежестких тонкостенных деталей типа втулок.

Как известно, надежность и долговечность эксплуатируемого оборудования в основном зависит от точности и качества изготовления отдельных его узлов и деталей. Поэтому, комплексное решение вопроса эксплуатационной надежности оборудования должно быть изучено в зависимости от технологической надежности процесса и его составляющих в отношении точности и качества обработанных деталей.

Во многих исследованиях параметры точности и качества поверхности характеризуются неидентичностью полученных закономерностей. При этом результаты экспериментальных исследований не позволяют получить достоверную информацию о природе полученных закономерностей. Это особенно показывает себя при определении физико-механических свойств обработанных поверхностей.

В связи с этим возникает вопрос о применении современных методов оптимизации с использованием различных методов с целью определения оптимальных параметров обработки.

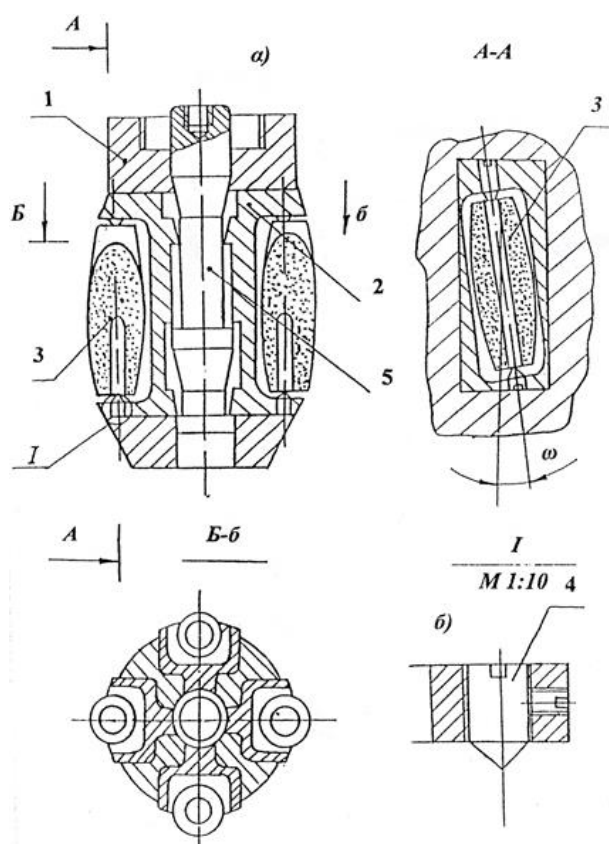
Как известно, долговечность деталей машин характеризуется не только материалом, из которого они изготовлены, и его исходным состоянием, но и физико-механическим состоянием тончайшего поверхностного слоя после механической обработки. Особенно актуален вопрос регулирования этих показателей, исходя из технологических возможностей процесса. Этот вопрос актуален и для процесса ротационного хонингования, применяющего как финишная операция.

Анализ полученных результатов. Для применения технологического процесса ротационного хонингования при обработке высокоточных деталей судовых машин и механизмов проведена экспериментальная исследования.

Известные в технической литературе положительные результаты, а также результаты наших исследований, опытно-промышленных испытаний и внедрения ротационных инструментов в производство послужили основой для разработки конструкций ротационных головок и технологической оснастки.

С учетом условий производства нами разработаны специальные ротационные хонинговальные головки, существенно отличающиеся от ранее известных конструкций.

Одна из конструкций головок показана на рис. Головка оснащена алмазными роликами АСВ 250/200-МІ-100%, со специально подготовленной бочкообразной формой роликов, с геометрическими размерами 100х8х5.



Специальная конструкция ротационной хонинговальной головки

Хонинговальная головка состоит из корпуса I, с равномерно расположенными по окружности сквозными окнами, в которых размещены колодки 2, в пазах которых установлены бочкообразные режущие абразивные бруски 3 и зафиксированы конусными винтами 4, разжимного конуса 5, размещенного в центральном отверстии корпуса 1 и взаимодействующего с колодками 2, упругого элемента, взаимодействующего с конусным штоком 5. Головка работает следующим образом:

- устанавливается угол наклона ролика о таким образом, чтобы контакт роликов осуществлялся по всей длине образующей с обрабатываемой поверхностью, что выполняется поперечным перемещением одного из фиксирующих винтов 4.

После ввода в обрабатываемое отверстие головки, последней сообщается вращательное и возвратно-поступательное движение соответственно вокруг и вдоль оси обрабатываемого

отверстия от шпинделя станка. При этом вращение роликов вокруг своих осей осуществляется за счет тангенциального усилия R_z резания. Затем включается система разжима станка, и конус 5, перемещаясь в отверстие в осевом направлении вниз, разжимает колодки 2 в радиальном направлении до упора с обрабатываемой поверхностью, создавая при этом на ней заданное удельное давления Руд.

После окончания обработки, станок выключается с одновременным выводом инструмента из отверстия.

Несмотря на отличительные особенности кинематики движения, разработанные конструкции ротационных хонинговальных головок для обработки отверстий, не требуют специальных станков. Они позволяют произвести обработку на обычных вертикально-хонинговальных станках мод. 3М82, 3М82С, СМ83 и др.

Опытно-промышленные испытания ротационный хонинговальной головки проводились в производственных условиях. Проверялись работоспособность бочкообразных роликов, рациональность выбранных режимов хонингования и конструктивно-геометрических параметров бочкообразного ролика.

Обрабатывались втулки с условными диаметрами: 56,68,93 мм из материалов СТ40, СТ38ХМЮА и СЧ, длиной 300 мм. Твердость обрабатываемых поверхностей втулок находилась в пределах до 285 НВ.

Хонингование втулок выполнялось на одношпиндельном вертикально-хонинговальном станке модели 3М-83С: - режущий инструмент-специальная ротационная хонинговальная головка с четырьмя бочкообразными алмазными роликами, оснащенная брусками марки АС6 250/200 М1-100% с геометрическими размерами 100х8х5.

Для получения специального бочкообразного ролика были использованы вышеуказанные алмазные бруски, которые напаяны на специальную стальную оправку и шлифованы по бочкообразной форме.

Расчет для определения геометрических параметров бочкообразного алмазного ролика производился с использованием экспериментальных данных настоящей работы.

При испытании процесса были установлены следующие режимы обработки, которые были ранее определены экспериментально:

- окружная скорость хон головки - $V_{ок} = 0,75 \div 1,0$ м/с;
- скорость возвратно-поступательного движения - $V_{б-п} = 0,15 \div 0,2$ м/с;
- окружная скорость ролика - $V_{окр} = 1,83 \div 2,5$ м/с;
- подача роликов осуществлялась при постоянном предельном давлении – $P_{уд} = 60 \div 80$ МПа;
- продолжительность обработки - 2 мин;
- в качестве смазывающие - охлаждающей жидкости (СОЖ) применялся смесь керосина (85%) с веретенным маслом (15%).

В период испытания были определены следующие показатели процесса:

- а) производительность - 30 отверстий в час;
- б) точность обработанного отверстия:
 - конусность - $0,01 \div 0,02$ мм,
 - кривизна оси отверстий, не более 0,035 мм,
 - овальность - $0,025 \dots 0,035$ мм,
 - шероховатость поверхности - $R_a = 0,001 \dots 0,002$ мкм;
- в) стойкость одного комплекта роликов 950 отверстий.

Ротационное хонингования взамен применявшегося обычного хонингование позволяет обеспечить:

а) шероховатость обработанной поверхности Ra пределах 0,001...0,002 мм (ГОСТ 2759-73);

б) повышение производительности за счет дополнительного движения роликов и подачи в 1,5...2,5 раза;

в) увеличение стойкости бочкообразного ролика 1,9...2,5 раза по сравнению с обычными хонинговальными брусками.

Результаты исследований по производительности, исправляющей способности и качеству обработанной поверхности позволяет наметить пути дальнейшего расширения области эффективного использования ротационного хонингования в различных областях машиностроения. Анализ действующих технологических процессов изготовления машины оборудования в судовом машиностроении показывает, что в этой отрасли имеется большая номенклатура деталей, при обработке которых целесообразно использовать ротационное хонингование с целью повышения качества и точности обработанной поверхности и увеличения производительности труда.

Отличительными особенностями этих деталей являются недостаточная их жесткость, необходимость обработки после закалки на твердость 38...42 HRC, высокие требования к шероховатости обработанной поверхности и стойкости режущего инструмента. Поэтому обеспечение возможности применения в этой области ротационного хонингования является одной из актуальных задач в повышении качества и точности при одновременном снижении трудоемкости процесса.

Выводы. Анализ экспериментальных данных показывает, что результаты исследований создали реальную возможность применения ротационного хонингования при обработке высокоточных деталей судовых машин и механизмов.

Внедрение ротационного хонингования при обработке первоочередной номенклатуры деталей судовых машин и механизмов обеспечит значительный экономический эффект в сфере производства и эксплуатации судов.

Данная работа выполнена при финансовой поддержке Фонда Науки Азербайджана – Грант № AEF-MGC-2024-2(50)-16/01/1-M-01

Литература

1. Гафаров, А.М. Технологические способы повышения износостойкости деталей машин / А.М. Гафаров – Баку: Наука, – 1998. – 318 с
2. Сулейманов, П.Г. Повышения надежности машин и оборудования, эксплуатируемых в экстремальных условиях / П.Г. Сулейманов, – Баку: Наука, – 2018. – 308 с.
3. Гафаров, А.М. Исследование динамических особенностей процесса наружного хонингования при обработке высокоточных деталей судовых машин и механизмов / А.М. Гафаров, И.А. Ханкишиев, С.Г. Пашазаде / “Технология машиностроения”, – Москва, – 2023, – N4, – с. 10–14.
4. Гафаров, А.М. Исследования кинематических особенностей процесса хонингования при обработке наружных поверхностей высокоточных цилиндрических деталей судовых машин и механизмов / А.М. Гафаров, И.А. Ханкишиев, С.Г. Пашазаде/ “Вестник Машиностроения”, – Москва, – 2023. – N6, – с. 486–489.
5. Гафаров, А.М. Ротационное хонингование/ А.М. Гафаров, Г.М. Бабаев. – Баку: Наука, – 1999. – 132 с.
6. Муратов, К.Р. Методы хонингования высокоточных отверстий / К.Р. Муратов, Е.А. Гашев // Современные проблемы науки и образования, – Москва, – 2014. – N5, – с. 44.

*Məqalə qəbul olunub: 21.04.25
Təvsiyə edib: prof. Məmmədov A.T.*