

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ МЕХАНИКА

УДК 621.882.085/.086.004

Алиомаров Л.М., Вагабов Н.М., Курбанов А.З.

МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ СРЕДНЕГО ДИАМЕТРА РЕЗЬБЫ С НЕСИММЕТРИЧНЫМ ПРОФИЛЕМ

Aliomarov L.M., Vagabov N.M., Kurbanov A.Z.

METHODS OF CONTROLLING THE AVERAGE DIAMETER OF THE THREAD WITH ASYMMETRICAL PROFILE

Аннотация. Для обработки резьбовых отверстий в деталях, изготовленных из труднообрабатываемых материалов для судовых машин и механизмов, работающих при высоких температурах, больших нагрузках и в агрессивной среде, авторами разработан комбинированный инструмент зенкер-метчик со специальной схемой резания, который обладает несимметричным профилем резьбы на метчиковой части. Для контроля среднего диаметра резьбы метчиковой части комбинированного инструмента использовали метод трех проволочек, который позволяет произвести непрерывное измерение среднего диаметра резьбы по всему профилю. Отклонение среднего диаметра от эталонного регистрируется индуктивным датчиком и записывается самописцем. В работе разработаны и приведены схемы контроля среднего диаметра резьбы с симметричным и несимметричным профилем. На основе этих схем вывели расчетные формулы для определения теоретического параметра для установки проволочек в профиль резьбы в процессе измерения среднего диаметра. Проведенные комплексные исследования и внедрение комбинированного инструмента зенкер-метчик в производство изделий судового машиностроения, судостроения, судоремонта энергетических установок, изготовленных из труднообрабатываемых материалов, показали высокую эффективность предложенной технологии для обработки качественных резьбовых отверстий малых диаметров, отвечающих современным требованиям.

Ключевые слова: резьба, зенкер-метчик, технология, исследование, инструмент, контроль, производительность, качество, износ.

Abstract. For handling of carving openings in the details made of the hardly processed materials for the ship machines and mechanisms working in case of high temperatures, big loadings and in hostile environment, authors the vertical drill tap with the special scheme of cutting which possesses an asymmetrical profile of a carving on metchikovy part is developed the combined tool. For control of average diameter of a carving of metchikovy part of the combined tool used a method of three delays which allows to perform continuous measurement of average diameter of a carv-

ing on all profile. The deviation of average diameter from reference is registered the inductive sensor and registers the recorder. Schemes of control of average diameter of a carving with a symmetric and asymmetrical profile are developed and provided in work. On the basis of these schemes have removed settlement formulas for determination of theoretical parameter for installation of delays in a carving profile in the course of measurement of average diameter. The conducted complex researches and implementation of the combined tool a vertical drill tap in production of products of ship mechanical engineering, shipbuilding, ship repair of the power stations manufactured of the hardly processed materials have shown outstanding performance of the offered technology for handling of high-quality carving openings of the small diameters meeting the modern requirements.

Key words: *carving, vertical drill tap, technology, research, tool, control, performance, quality, depreciation.*

Введение. В современном судовом машиностроении, судостроении, судоремонте энергетических установок, работающих при высоких температурах, больших нагрузках и в агрессивной среде, все большее применение находят стали и сплавы с особыми физико-механическими свойствами: маломангнитных, коррозионностойких, кислотостойких и жаростойких. Это, как правило, стали аустенитного, аустенитно-ферритного и аустенитно-мартенситного классов типа Г13,12Х18Н10Т, 07Х16Н16, Х17С2, 40Х5В2ФС, 08Х18Н10Т, 2Х18 и др. Они относятся к числу труднообрабатываемых материалов.

Как показывает практика, обработка резанием этих материалов затруднена из-за значительной их склонности к наклепу при деформациях, высокой вязкости, плохого теплоотвода из зоны резания. Они обладают малым коэффициентом теплопроводности ($\lambda=0,03$) и низким коэффициентом обрабатываемости ($K_{об}$) по отношению к конструкционным углеродистым сталям ($K_{об} = 0,1-0,3$) [1,2]. Поэтому технология обработки и режимы резания, используемые для конструкционных углеродистых сталей, зачастую неприемлемы к труднообрабатываемым материалам.

Наиболее сложным является нарезание отверстий малых диаметров до 16 мм [3].

Для повышения производительности резьбонарезания в деталях из труднообрабатываемых материалов были разработаны технологии, которые в процессе эксплуатации в целом не обеспечили высокое качество нарезаемой резьбы и имели высокую склонность к поломке. Поэтому авторами разработан комбинированный инструмент зенкер-метчик со специальной схемой резания, имеющий несимметричный профиль резьбы.

Разработанная и предложенная авторами современная технология, основанная на применении комбинированного инструмента зенкер-метчик, позволила произвести качественную обработку резьбовых отверстий малых диаметров, отвечающих современным требованиям при производстве изделий судового машиностроения, судостроения, судоремонта и энергетических установок, изготовленных из труднообрабатываемых материалов [4].

Постановка задачи. В целях практической проверки результатов лабораторных исследований произведена обработка различных деталей, изготовленных из труднообрабатываемых материалов на действующем производстве. Проведенные производственные испытания новой технологии показали ее высокую эффективность, что позволило повысить производительность труда более чем в 2 раза по сравнению с известными технологиями, а также качество выпускаемой продукции.

Для изготовления комбинированного инструмента зенкер-метчик с несимметричным профилем необходимо разработать методику контроля среднего диаметра, для чего необходимо изучить и проанализировать существующие способы, методы измерения и контроля.

Существуют следующие методы, средства измерения и контроля цилиндрической резьбы:

1. Резьбовые шаблоны и калибры;
2. Резьбовой микрометр со вставками МВМ;
3. Измерение среднего диаметра резьбы методом трех измерительных проволок.

Для контроля параметров резьбы метчиковой части комбинированного инструмента использовали традиционные методы измерения и контроля.

Известно, что в настоящее время измерение среднего диаметра метрической и дюймовой резьбы осуществляется при помощи горизонтальных оптиметров ИКГ и ИКГ-3, универсальными микроскопами УИМ и УИМ-23 с применением шариковых наконечников, специальных ножей, а также с использованием трех проволок.

Методы исследования. Авторами для контроля среднего диаметра метчиковой части комбинированного инструмента был использован метод трех проволок.

Данный метод позволяет произвести непрерывное измерение среднего диаметра резьбы по всему профилю. Отклонение среднего диаметра от эталонного регистрируется индуктивным датчиком и записывается самописцем.

Для измерения среднего диаметра метрической резьбы с симметричным профилем методом трех проволок (рис.1) их устанавливают на размер M , который определяем из выражения:

$$M_{теор} = d_{cp} + d \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{\varepsilon}{2}} \right) - \frac{P}{2} \operatorname{ctg} \frac{\varepsilon}{2} \quad (1)$$

где d_{cp} - средний диаметр резьбы;

d - диаметр проволок, который выбирается по таб. (1) для резьбы с симметричным профилем;

$\varepsilon / 2$ - половина угла профиля резьбы.

Выражение (1) обычно применяется для определения параметров симметричной резьбы.

Для определения среднего диаметра резьбы с несимметричным профилем на основании схемы (рис.2.) предложены следующие зависимости:

$$\begin{aligned} \text{Из } \triangle N''FN \quad NN'' &= F \cdot N \cdot \operatorname{tg} \varepsilon_1 = \frac{P}{2} \cdot \operatorname{tg} \varepsilon_1 ; \\ \triangle N''Q'N' \quad N'Q' \operatorname{tg} \frac{\varepsilon}{2} &= \frac{P}{4} \cdot \operatorname{tg} \frac{\varepsilon}{2} ; \\ \triangle N''QN' \quad N''Q &= N''N' \frac{1}{\cos \varepsilon_1} = \frac{P}{4} \operatorname{tg} \frac{\varepsilon}{2} \frac{1}{\cos \varepsilon_1} \\ FN'' &= \frac{P}{2} \cdot \frac{1}{\sin \varepsilon_1} ; \quad FQ = FN'' - N''Q = \frac{P}{2} \left(\frac{1}{\sin \varepsilon_1} - \frac{\operatorname{tg} \frac{\varepsilon}{2}}{2 \cos \varepsilon_1} \right) = \frac{P(2 - \operatorname{tg} \varepsilon_1 \cdot \operatorname{tg} \frac{\varepsilon}{2})}{4 \sin \varepsilon_1} \end{aligned}$$

Определяем

$$r = OQ \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{2} \right) = \frac{P}{2} \left(\frac{1}{\sin \varepsilon_1} - \frac{\operatorname{tg} \frac{\varepsilon}{2}}{2 \cos \varepsilon_1} \right) \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{2} \right) = \frac{P \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{2} \right) (2 - \operatorname{tg} \varepsilon_1 \cdot \operatorname{tg} \frac{\varepsilon}{2})}{4 \sin \varepsilon_1}$$

где; P - шаг резьбы

ε_1 и ε_2 - половины угла профиля несимметричной резьбы

Для случая $\varepsilon_1 = 27^\circ 30'$ получим $\varepsilon_2 = 27^\circ 22'$

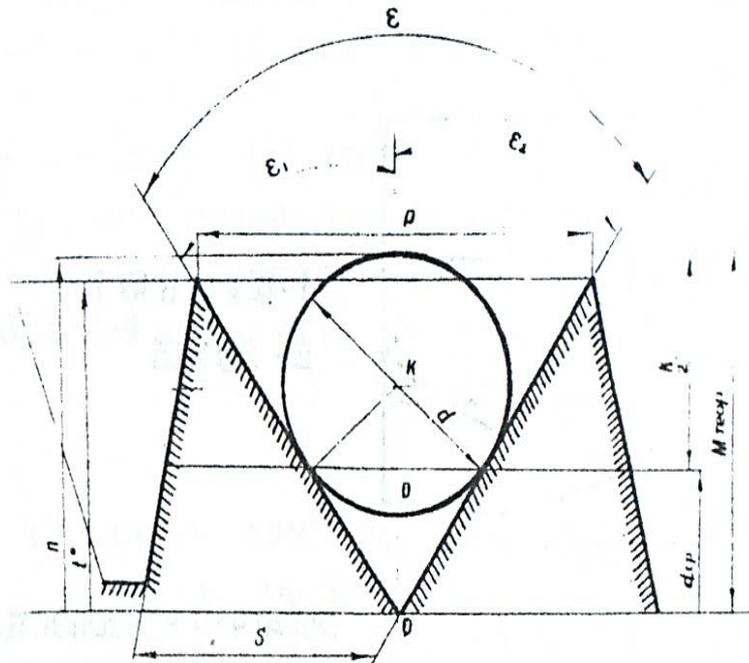


Рисунок 1 - Схема контроля среднего диаметра резьбы с симметричным профилем

Находим

$$r = \frac{P \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{27^{\circ}30' + 27^{\circ}22'}{2}\right)(2 - \operatorname{tg}27^{\circ}30' \cdot \operatorname{tg}30^{\circ})}{4 \sin 27^{\circ}30'} = 0.28P \quad (2)$$

Результаты эксперимента и их обсуждение. На основании выражения (2) по таблице 1 можно выбрать диаметр проволоки в зависимости от шага для резьбы с несимметричным профилем.

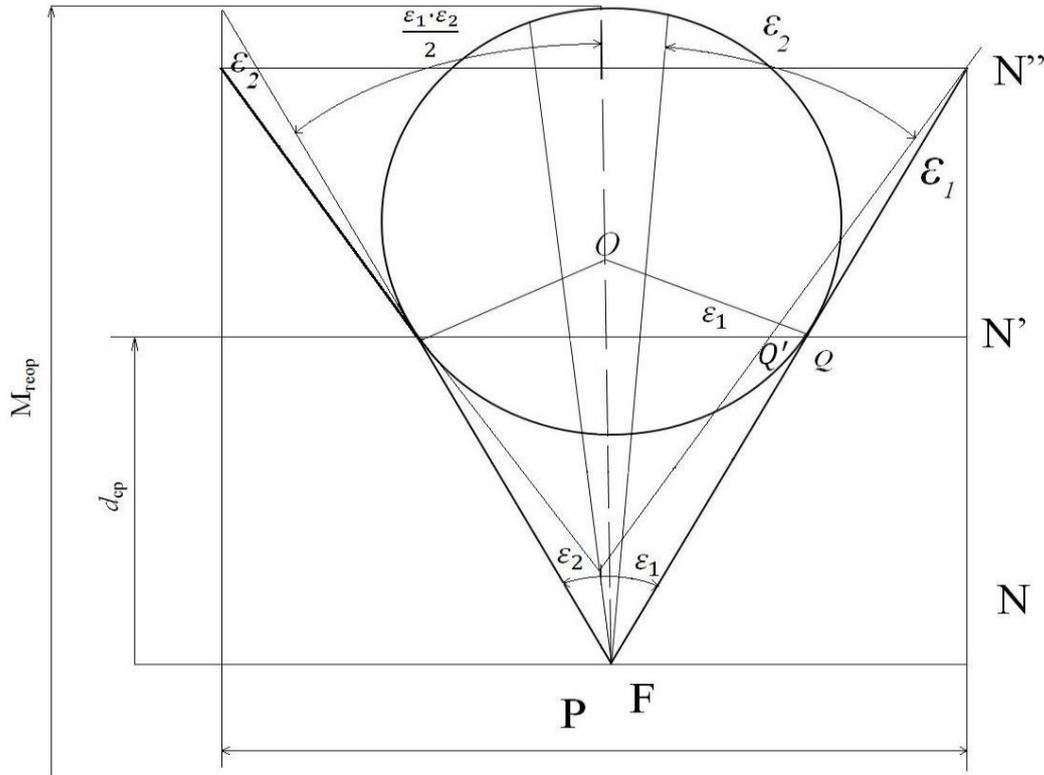


Рисунок 2 - Схема контроля среднего диаметра резьбы с несимметричным профилем

Таблица 1 - Оптимальные диаметры проволочек

P	0,5	1	1,25	1,5	2	2,5
$r=0,28P$ d_{np}	0,280	0,560	0,700	0,840	1,120	1,400
ГОСТ 2475-44 d_{np}	0,291	0,572	0,724	0,866	1,157	1,441

Средний диаметр резьбы определяем по формуле:

$$d_{cp} = M_{геор} - 2r(1 + \sin \epsilon_1) \quad (3)$$

из которой, для $d_{cp}=13,071$, $P=1,5\text{мм}$, $d_{np}=0,84\text{мм}$, $\epsilon_1=27^{\circ}30'$

$$M_{\text{теор}} = d_{\text{ср}} + 2r(1 + \sin \varepsilon_1) = 13,071 + 0,84(1 + 0,462) = 14,2999 \text{ мм}$$

Вывод. Предлагаемый способ дает возможность определить средний диаметр резьбы с несимметричным профилем метчиковой части комбинированного инструмента зенкер-метчик.

Библиографический список:

1. Подураев В.Н. Резание труднообрабатываемых материалов. М., Высшая школа, 1974 - 259с.
2. Афанасьев А.А. Взаимозаменяемость: учебник для студ.высш.учеб. заведений/А.А. Афанасьев, А.А. Погонин-М.: Издательский центр «Академия», 2010 - 352с.
3. Технология нарезания точных резьб в труднообрабатываемых материалах (комбинированный инструмент зенкер-метчик). Монография /Курбанов А.З.-Махачкала, 2015.-104с.
4. Высокопроизводительное нарезание внутренних резьб в труднообрабатываемых материалах. Монография/Курбанов А.З - Махачкала, из.ООО «Деловой мир», 2004.-108с.

References:

1. Poduraev V. N. Cutting hard materials. M., Higher school, 1974 – 259p.
2. Afanas'ev A. A. Interchangeability: a textbook for students.the high.proc. institutions.A. A. Afanasiev, A. A. Pogonin-M.: Publishing center "Academy", 2010, - 352 p.
3. Technology cutting accurate threads in demanding materials (combined countersink tool-a tap). Monograph .A. Z. Kurbanov-Makhachkala, 2015.-104p.
4. High-performance cutting internal threads in difficult to machine materials. Monograph.A. Kurbanov S - Makhachkala, from.OOO "Delovoy Mir", 2004.- 108p.