

При этом следует иметь в виду, что на погрешность формы оказывает влияние материал обрабатываемой детали. Так, при прочих равных условиях, погрешность формы отверстия в нижней головке в 4 раза меньше, чем погрешность формы отверстия во втулке из оловянистой бронзы (Бр ОЦ10 – 2 ГОСТ 18175–72), запрессованной с натягом $45^{+0.120}$ мм, в верхнюю головку шатуна. Объясняется это влиянием материала шатуна (ст. 40Х ГОСТ 4543 – 71) и втулки (Бр. ОЦ10 – 2ГОСТ 18175–72).

Выполненные исследования позволяют раскрыть механизм образования погрешностей обработки основных размеров поршней и шатунов с целью разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и стабилизации геометрических параметров точности.

Библиографический список:

1. Бочкарев В.Н. исследование и оптимизация допусков на изготовления деталей цилиндропоршневой группы судовых малоразмерных дизелей. – Диссертация к.т.н. – Л 1975 – 289с.
2. Булатов В.П. Исследование и оптимизация параметров точности и технологических методов формирования поверхностей трения деталей цилиндропоршневой группы судовых дизелей: Автореферат диссертации, д.т.н. – Л.,1981 – 36с.
3. Артомонова Е.С. Поноровская Е.В. Черный А.П., Точность формы поперечного сечения при тонком растачивании – Станки и инструмент., 1977с. 4 – 10.
4. Дамский А.М. Технология обеспечения надежности высокоточных деталей машин. – М. Машиностроение.1975. – 223с.
5. Капустин Н.М. Разработка технологических процессов обработки деталей на станках с помощью ЭВМ. – М., Машиностроение,1976 – 288с.

УДК 621.882.085/.086.004

Вагабов Н.М., Курбанов А.З.

ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОГО ИНСТРУМЕНТА ЗЕНКЕР-МЕТЧИК С НОВОЙ СХЕМОЙ РЕЗАНИЯ

Vagabov N.M., Kurbanov A.Z.

EXPLANATION AND DEVELOPMENT OF COMBINED TOOL CORE DRILL TAP WITH THE NEW CUTTING SCHEME

Приведены результаты исследования процесса изготовления резьбы в труднообрабатываемых материалах. Разработана новая технология с применением комбинированного зенкер-метчика, который позволяет стабилизировать припуск под дальнейшую обработку, исправить ось отверстия и обеспечить большую жесткость инструмента. Установлены факторы, влияющие на качество и производительность изготовления резьбы, надежность и работоспособность режущего инструмента метчика. Даны рекомендации по уменьшению трения и нагрева инструмента, что обеспечит большую жесткость и стойкость.

Ключевые слова: *резьба, припуск, зенкер-метчик, жесткость, стойкость, шероховатость.*

The results of the research on thread making in hard-to-machine materials are given. A new technology with use of combined core drill tap allowing the stabilization of the stock for

further processing, correction of the hole axis and provision of larger severity of the tool is developed. The factors influencing on the quality and performance of thread making reliability and working capacity of the tap cutting tool are identified. The recommendations on tool friction and heating reduce in order to provide the larger severity and durability are given.

Key words: *thread, stock, core drill tap, severity, durability, roughness.*

Одним из факторов, определяющих работоспособность энергетических установок, изготовленных из труднообрабатываемых материалов, является качество изготовления резьбы и надежность резьбовых соединений, определяющий ресурс изделия. Если получение резьбы невысоких квалитетов точности (ГОСТ 11708-82 СТ СЭВ 2631-80) не вызывает особых технологических трудностей, то высокопроизводительное нарезание резьбы 4...5 квалитетов точности с шероховатостью поверхности витков по высоте 6..7 мкм связано со значительными технологическими трудностями. Причиной получения резьбы низкого качества в труднообрабатываемых материалах является частая поломка метчиков и малая их стойкость. Проведенные исследования показали, что стойкость стандартных метчиков при обработке деталей из труднообрабатываемых материалов, выраженная количеством нарезанной резьбы, не превышает 280 мин. при средней трудоемкости нарезания одного отверстия 10 мин. Брак изделий из-за поломок метчиков малых диаметров 6...16 мм достигает 67%.

Следует также отметить трудности в получении резьбы требуемой точности размера и шероховатости поверхности при обработке труднообрабатываемых материалов стандартными метчиками из-за повышенной интенсивности изнашивания метчиков при трении боковыми кромками об обрабатываемую поверхность, вызванную несовершенной схемой резания, что является главным фактором получения резьбы низкого качества.

Поэтому, в данной работе поставлена цель разработки схемы резания, позволяющая получить профиль, обеспечивающий боковой зазор на зубьях метчика, что позволило обеспечить доступ СОЖ в зону резания.

Учитывая изложенное выше, для обеспечения высокого качества резьбовых отверстий и повышения стойкости метчиков применена специальная схема резания. В соответствии с этой схемой, длины режущих кромок сокращаются за счет формирования фасок размером 0,1-0,15 мм, перекрывающих толщину среза. Заборный конус с углом распространяется на всю резьбовую часть.

Для получения фасок на зубьях метчика применялось дополнительное шлифование кругом с профильным углом, меньшим профильного угла резьбы. Резьба дополнительного шлифования изготавливается с обратной конусностью под углом δ .

На рис. 1 показана схема резания, свойственная экспериментальному метчику.

На основании рисунка устанавливаем зависимость для определения угла δ , профильных углов шлифовального круга для дополнительного шлифования ε_1 и ε_2 .

По теореме синусов находим:

$$FC = \frac{P \cdot \sin \varphi}{\sin \gamma}, \text{ где } \gamma = 180^\circ - (\varphi + 90^\circ + \frac{\varepsilon}{2}) = 90^\circ - (\varphi + \frac{\varepsilon}{2})$$

Тогда

$$FS = \frac{P \cdot \sin \varphi}{\cos(\varphi + \frac{\varepsilon}{2})};$$

$$CE = FS \cdot \cos \frac{\varepsilon}{2} = \frac{P \cdot \sin \varphi \cdot \cos \frac{\varepsilon}{2}}{\cos(\varphi + \frac{\varepsilon}{2})} = \frac{P \cdot \sin \varphi \cdot \cos \frac{\varepsilon}{2}}{\cos \varphi \cdot \cos \frac{\varepsilon}{2} - \sin \varphi \cdot \sin \frac{\varepsilon}{2}} = \frac{P}{ctg \varphi - tg \frac{\varepsilon}{2}};$$

$$X = C'L = NC' \cdot ctq \frac{\varepsilon_1}{2};$$

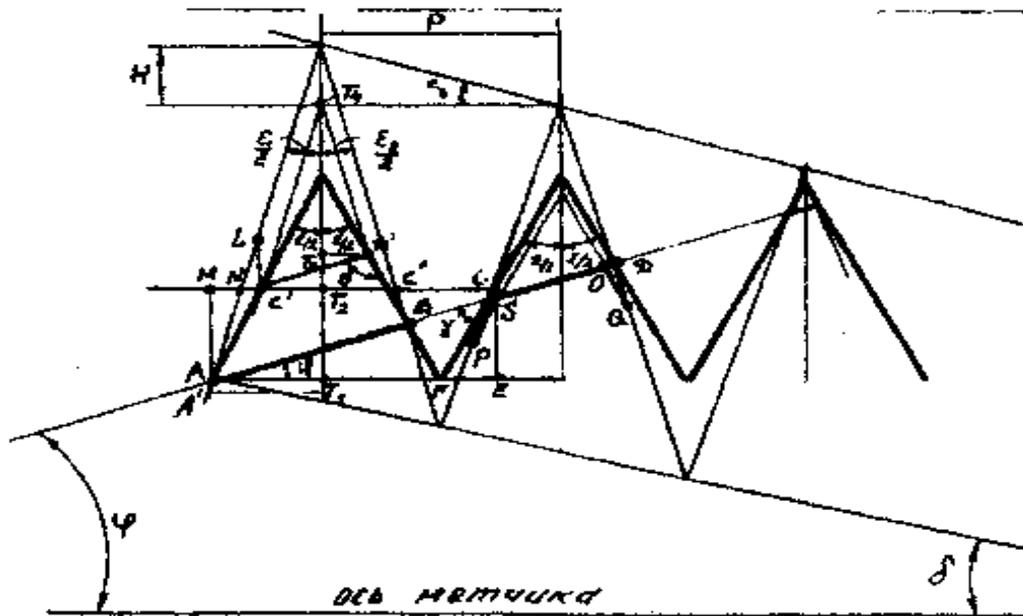


Рисунок 1 - Расчетная схема метчиковой части комбинированного инструмента

$$NC' = AM \left(tq \frac{\varepsilon}{2} - tq \varepsilon_1 \right) = CE \left(tq \frac{\varepsilon}{2} - tq \varepsilon_1 \right) = \frac{P \left(tq \frac{\varepsilon}{2} - tq \varepsilon_1 \right)}{ctq \varphi - tq \frac{\varepsilon}{2}};$$

$$X = \frac{P \left(tq \frac{\varepsilon}{2} - tq \varepsilon_1 \right) ctq \varepsilon_1}{ctq \varphi - tq \frac{\varepsilon}{2}} = \frac{P \left(tq \frac{\varepsilon}{2} \cdot ctq \varepsilon_1 - 1 \right)}{ctq \varphi - tq \frac{\varepsilon}{2}}$$

На основании рисунка получим:

$$tq \delta = \frac{x}{p} = \frac{a-b}{p}$$

Находим

$$a = \left(\frac{p}{2} + f \cdot \sin \frac{\varepsilon}{2} \right) ctq \varepsilon_1 - f \cdot \cos \frac{\varepsilon}{2}$$

где: f - фаска AA' ,

ε_1 - угол правой стороны впадины, выбирается на $2 \dots 3^\circ$ меньше угла ε

Находим

$$b = (T_2 C' + f \cdot \sin \frac{\varepsilon}{2}) \cdot ctq \varepsilon_1 + AM - f \cdot \cos \frac{\varepsilon}{2} = (0,5P - \frac{P \cdot tq \frac{\varepsilon}{2}}{ctq \varphi - tq \frac{\varepsilon}{2}} + f \cdot \sin \frac{\varepsilon}{2}) \cdot ctq \varepsilon_1 + \frac{P}{ctq \varphi - tq \frac{\varepsilon}{2}};$$

в итоге получим:

$$tq \delta = \frac{(0,5P + f \cdot \sin \frac{\varepsilon}{2}) ctq \varepsilon_1 - f \cdot \cos \frac{\varepsilon}{2} - (0,5P - \frac{P \cdot tq \frac{\varepsilon}{2}}{ctq \varphi - tq \frac{\varepsilon}{2}} + f \cdot \sin \frac{\varepsilon}{2}) ctq \varepsilon_1 + \frac{P}{ctq \varphi - tq \frac{\varepsilon}{2}} - f \cdot \cos \frac{\varepsilon}{2}}{P}$$

где; δ – угол обратного конуса

φ – угол заборного конуса

ε_1 и ε_2 – соответственно углы профиля нарезаемой резьбы метчика

Угол ε_1 задаем, угол ε_2 находим, используя рис.1

$$tq \varepsilon_2 = \frac{D'T_3}{T_3 T_4};$$

$$CC'' = AM - 2AMtq \frac{\varepsilon}{2} = P - \frac{2tq \frac{\varepsilon}{2}}{ctq \varphi - tq \frac{\varepsilon}{2}} = P(1 - \frac{2tq \frac{\varepsilon}{2}}{ctq \varphi - tq \frac{\varepsilon}{2}}) = P(\frac{ctq \varphi - 3tq \frac{\varepsilon}{2}}{ctq \varphi - tq \frac{\varepsilon}{2}});$$

$$C'D' = \frac{C'C'' \sin(90^\circ - \frac{\varepsilon}{2})}{\sin \theta} = \frac{C'C'' \cos \frac{\varepsilon}{2}}{\sin \theta};$$

$$\theta = 180^\circ - \varphi - (90^\circ - \frac{\varepsilon}{2}) = 90^\circ + \frac{\varepsilon}{2} - \varphi;$$

$$D'T_3 = (C'D' - \frac{C'T_2}{\cos \varphi}) \cos \varphi = (C'D' - \frac{C'C''}{2 \cos \varphi}) \cos \varphi = C'D' \cos \varphi - \frac{C'C''}{2};$$

$$T_3 T_4 = T_1 T_4 - T_1 T_2 - T_2 T_3 = \frac{P}{2} ctq \frac{\varepsilon}{2} - \frac{P}{ctq \varphi - tq \frac{\varepsilon}{2}} - C'D' \sin \varphi$$

$$tq \varepsilon_2 = \frac{\frac{C'C'' \cos \frac{\varepsilon}{2} \cos \varphi}{\sin \theta} - \frac{C'C''}{2} + f \cdot \sin \frac{\varepsilon}{2}}{\frac{P}{2} ctq \frac{\varepsilon}{2} - \frac{P}{ctq \varphi - tq \frac{\varepsilon}{2}} - C'D' \sin \varphi + f \cdot \cos \frac{\varepsilon}{2}}$$

После подстановки получим:

$$tq \varepsilon_2 = \frac{P \left(\frac{ctq \varphi - 3tq \frac{\varepsilon}{2}}{ctq \varphi - tq \frac{\varepsilon}{2}} \right) \cdot \left(\frac{\cos \frac{\varepsilon}{2} \cos \varphi}{\sin \theta} - \frac{1}{2} \right) + f_2 \cdot \sin \frac{\varepsilon}{2}}{a - \frac{P}{(ctq \varphi - tq \frac{\varepsilon}{2}) \sin \theta} \left[\sin \theta + (ctq \varphi - 3tq \frac{\varepsilon}{2}) \cos \frac{\varepsilon}{2} \cdot \sin \varphi \right]} \cdot f_2 \cos \frac{\varepsilon}{2}$$

f_2 – задняя фаска

$f = OQ + \Delta$ или $OQ + \Delta_n$

Исходный средний диаметр экспериментального метчика принимаем несколько большим, в результате чего фаски, показанные на втором зубе, будут на теоретическом профиле метчика.

Длину короткой фаски определяем как

$$OQ = \frac{t/z}{\cos \frac{\varepsilon}{2}} + \Delta \quad ; \quad Z = \frac{nl_3}{P} = \frac{P \cdot n}{tq \varphi \cdot P}$$

где z – общее число режущих зубьев

t – глубина резьбы

l_3 – длина заборного конуса

n – число перьев метчика

Δ – перекрытие, $\Delta = 0,02 \dots 0,05$ принимается в зависимости от шага P резьбы.

Тогда:

$$OQ = \frac{P \cdot tq \varphi}{n \cdot \cos \left(\frac{\varepsilon}{2} \right)} + \Delta$$

Последовательно находим:

$$QD = \frac{OQ \cdot \sin \alpha_1}{\sin \alpha_2}; \quad QQ' = \frac{QD \cdot \sin \beta_1}{\sin \beta_2}$$

где

$$\alpha_1 = 90^\circ - \left(\frac{\varepsilon}{2} - \varphi \right); \quad \alpha_2 = 180^\circ - \left(90^\circ - \frac{\varepsilon}{2} + \varphi \right) - \beta_1 = 90^\circ + \varepsilon_2 - \frac{\varepsilon}{2} - \varphi;$$

$$\beta_1 = \frac{\varepsilon}{2} - \frac{\varepsilon_2}{2}; \quad \beta_2 = 180^\circ - \frac{\varepsilon}{2}$$

Корректированный средний диаметр метчика

$$D'_{cp} = D_{cp} + 2QQ'$$

где:

D_{cp} – средний диаметр метчика

На рис. 2 приведена схема для расчета фасок C_p и S_p .

Длина фаски SP больше длины фаски OQ . Из условия $PP' = QQ'$

$$CP = \frac{PP' \cdot \sin \omega_2}{\sin \omega_1} ; SP = \frac{CP \cdot \sin \delta_2}{\sin \delta_1}$$

где:

$$\delta_1 = 90^\circ - \left(\frac{\varepsilon}{2} + \varphi \right) ; \omega_1 = \frac{\varepsilon}{2} - \frac{\varepsilon_1}{2}$$

$$\delta_2 = 180^\circ - \left(90^\circ - \frac{\varepsilon}{2} - \varphi \right) - \frac{\varepsilon}{2} + \frac{\varepsilon_1}{2} = 90^\circ + \frac{\varepsilon_1}{2} + \varphi$$

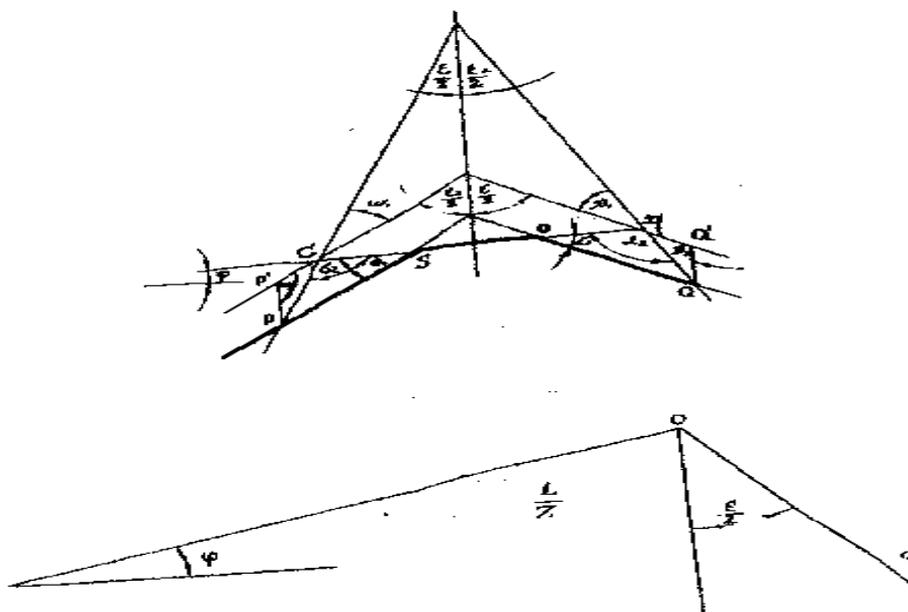


Рисунок 2 - Схема для расчетов фасок комбинированного метчика.

Проведенные исследования стандартного и экспериментального метчиков показали, что при нарезке резьбы в труднообрабатываемых материалах стандартными метчиками, вследствие полного контакта зубьев метчика с профилем нарезаемой резьбы, возникает большое трение, что приводит к нагреву, при котором происходит свариваемость зубьев метчика к обрабатываемой поверхности, прилипанию и, в конечном результате, к поломке метчика. А при обработке резьбовой поверхности экспериментальным метчиком с несимметричным профилем $\varepsilon_1 > \varepsilon_2$ ($\varepsilon_1 = 27^\circ 30'$ и $\varepsilon_2 = 27^\circ 22'$) позволило обеспечить доступ охлаждающей жидкости в зону обработки, что очень важно при обработке изделий из труднообрабатываемых материалов. Использование комбинированного инструмента зенкер-метчик повышает качество нарезаемой резьбы в отверстиях деталей из труднообрабатываемых материалов, а также приводит к сокращению затрат времени и себестоимости обработки по сравнению с обработкой деталей стандартными инструментами (табл.1, табл. 2).

Таблица 1 - Затраты времени на резание резьбы на изделиях из стали 20Х13

К-во резь бона реза ний	Затраты времени, мин								
	Стандартный инструмент						Комбинированный инструмент		
	Зенкер			Метчик					
	налад- ка	машин время	хол. ход	налад ка	машин время	хол. ход	наладка	машин время	холост ход
30	9,04	10,67	6,07	11,29	15,99	12,79	10,89	25,72	11,48
			65,85						48,09

Таблица 2 - Техничко-экономические показатели ОАО «Завод им.Гаджиева»

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Базовый вариант	Новый вариант
1.	Себестоимость изготовления единицы продукции	руб	20	15
2.	Удельные капитальные вложения на изготовление инструмента	руб	6,2494	0,8929
3.	Годовой расход инструмента	шт	5312	1012
4.	Годовая программа	шт	85000	85000
5.	Годовой экономический эффект	руб	-	479638

Выводы: Проведенные лабораторные и производственные испытания позволили создать оптимальную конструкцию комбинированного инструмента зенкер-метчик, что обеспечило стабилизацию припуска под дальнейшую обработку, исправить ось отверстия, обеспечить большую жесткость и стойкость инструмента.

Проведенные испытания комбинированного зенкер-метчика со специальной схемой резания показали его высокую надежность, работоспособность и целесообразность применения для обработки внутренней резьбы в труднообрабатываемых материалах.

Библиографический список:

1. Курбанов А.З.. Обоснование прогрессивной технологии нарушения резьб в деталях из труднообрабатываемых материалов. дис. Техн. Науки. Ленинград, 1987.-360 с.
2. Курбанов А.З., Абдуллаев А.В. Метчик для обработки труднообрабатываемых материалов а.с. № 1618535 от 8.09.90 г.
3. Матвеев В.В. Нарезание точных резьб. М.:Машиностроение,1968.- 114 с. УДК.621.9.06
4. Спиридонов Э.С., Ямников А.С. нарезания резьб на высокопрочных труднообрабатываемых заготовках резцами из твердых сплавов и керамики. Доклады междунар. конф. по инструменту. ВНР, Мишкольц, 1989г., часть 1, с.299-306.
5. Рыженков В.А., Ямников А.С. Рациональные конструкции резьбонарезных инструментов и технология их изготовления. Прогрессивные технологические процессы в инструментальном производстве. М., ВНИИ, 1979г., с.121-125.

УДК.620.193.16.004.624

Бегов Ж.Б.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ВИНТОВ ПОГРУЖНЫХ НАСОСОВ

Begov J.B.

STUDY AND DEVELOPMENT OF PROPOSALS FOR IMPROVING THE PROCESS OF MACHINING SCREW SUBMERSIBLE PUMPS

Проведен анализ существующего технологического процесса механической обработки винтов погружного насоса УНВС на ОАО «Завод им. Гаджиева» (г.Махачкала). Выявлены основные недостатки технологии механического точения заготовки винта, технологии шлифования и полирования винта приводящие к