

## Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	PIHC (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 1.042	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

## International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2016 Issue: 11 Volume: 43

Published: 02.11.2016 <http://T-Science.org>

**Denis Chemezov**

Master of Engineering and Technology,  
Corresponding Member of International Academy of  
Theoretical and Applied Sciences, Lecturer of Vladimir  
Industrial College, Russian Federation  
[chemezov-da@yandex.ru](mailto:chemezov-da@yandex.ru)

### SECTION 7. Mechanics and machine construction.

## A CHOICE OF THE GEOMETRY OF THE CYLINDRICAL BROACH'S CUTTING PART DURING A PROCESSING OF STEELS AND CAST IRONS

**Abstract:** The article is presented the calculation of parameters of the geometry of a cylindrical broach's working part, depending on the processed material (grey cast iron, carbon and alloy steels), on the modes and on the cutting forces.

**Key words:** cylindrical broach, tooth, hole, cutting part.

**Language:** Russian

**Citation:** Chemezov D (2016) A CHOICE OF THE GEOMETRY OF THE CYLINDRICAL BROACH'S CUTTING PART DURING A PROCESSING OF STEELS AND CAST IRONS. ISJ Theoretical & Applied Science, 11 (43): 1-4.

**Soi:** <http://s-o-i.org/1.1/TAS-11-43-1> **Doi:**  <http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2016.11.43.1>

### ВЫБОР ГЕОМЕТРИИ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПРОТЯЖКИ ПРИ ОБРАБОТКЕ СТАЛЕЙ И ЧУГУНОВ

**Аннотация:** В статье представлен расчет параметров геометрии рабочей части цилиндрической протяжки в зависимости от обрабатываемого материала (серый чугун, углеродистая и легированная стали), режимов и силы резания.

**Ключевые слова:** цилиндрическая протяжка, зуб, отверстие, режущая часть.

#### Введение

Протяжка представляет собой режущий инструмент для обработки наружных и внутренних геометрических поверхностей различной формы в условиях массового производства [1]. Инструмент является многолезвийным. Последующий режущий зуб протяжки имеет увеличение по высоте по сравнению с предыдущим, равное толщине срезаемого слоя материала заготовки. Для калибрующих зубьев протяжки этот подъем практически отсутствует. Совокупность всех зубьев на протяжке составляют рабочую часть инструмента [2].

Расчет и последующее проектирование конструктивных элементов и геометрических параметров цилиндрических протяжек зависит от ряда факторов: диаметра и длины отверстия в заготовке, материала заготовки, твердости материала заготовки, модели протяжного станка и др. [3, 4] Проектирование усложняется расчетом всех видов деформаций, возникающих

при обработке протяжкой. Необходимо учитывать размеры хвостовика протяжки при обработке отверстий различных диаметров [5].

Расчет геометрии рабочей части протяжки позволит проектировать режущий инструмент для обработки цилиндрических отверстий в заготовках из различных металлических материалов с наибольшей производительностью и соблюдением технических требований на изготовление детали.

#### Материалы и методы исследования

Выбор геометрии режущей части протяжки осуществлялся для обработки цилиндрических отверстий в конструкционных металлических материалах – углеродистой стали с НВ 120 и 240 (твердостью по Бриннелю), легированной стали с НВ 120 и 240, сером чугуне с НВ 160 и 260.

Процесс протягивания выполнялся на горизонтально-протяжном станке модели 7552 [6, с. 108]. Данный станок предназначен для обработки внутренних поверхностей различной



## Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	РИИЦ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 1.042	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

формы. Техническими характеристиками станка являются: тяговая сила станка – 100000 кг, наибольший рабочий ход ползуна – 2000 мм, мощность главного электродвигателя – 55 кВт, длина станка – 10315 мм, ширина – 2037 мм, высота – 2415 мм.

Обрабатывались отверстия диаметрами от 25 мм до 100 мм с шагом 5 мм. Длина отверстий в заготовках была одинакова и составляла 200

мм. Размеры обработанных отверстий должны были соответствовать 7-му качеству точности [7].

Для протягивания на протяжном станке модели 7552 сквозного отверстия  $\text{Ø}35^{+0.025}$  мм в заготовке (легированная сталь с НВ 120) общей длиной 100 мм принимается цилиндрическая протяжка с геометрией, представленной на рис. 1.

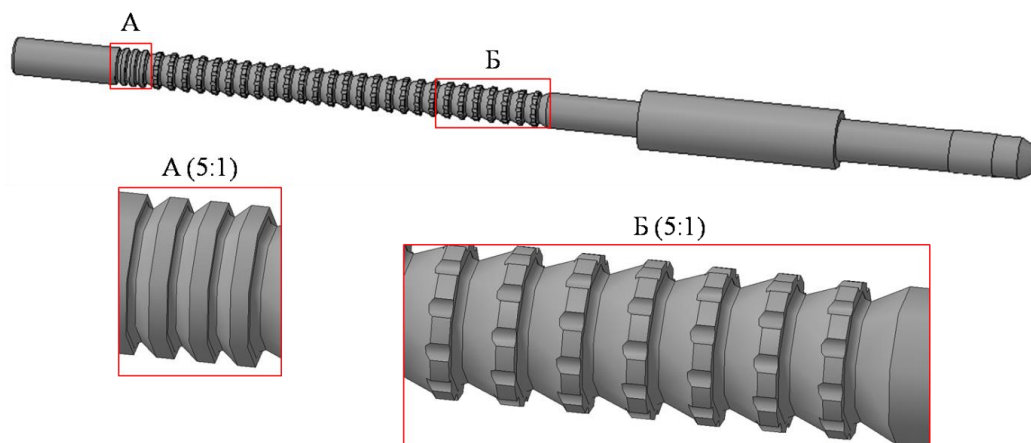


Рисунок 1 – 3D модель цилиндрической протяжки. А и Б – выносные элементы режущих и калибрующих зубьев протяжки соответственно.

Общая длина спроектированной протяжки составила 899 мм (в том числе: длина режущей части – 392 мм, длина калибрующей части – 27 мм). На рабочей части протяжки выполняются 29 режущих зубьев и 3 калибрующих зуба. Глубина канавки между режущими зубьями для размещения стружки принималась величиной 4 мм. Расчетная величина выкружки – 0.15 мм. Хвостовик цилиндрической протяжки для

крепления ее в патроне станка принят диаметром 40 мм.

### Результаты и их обсуждение

График зависимостей величины подачи, допустимой по силе резания, от диаметра протягиваемого отверстия в заготовках из серого чугуна, углеродистой и легированной сталей представлен на рис. 2.

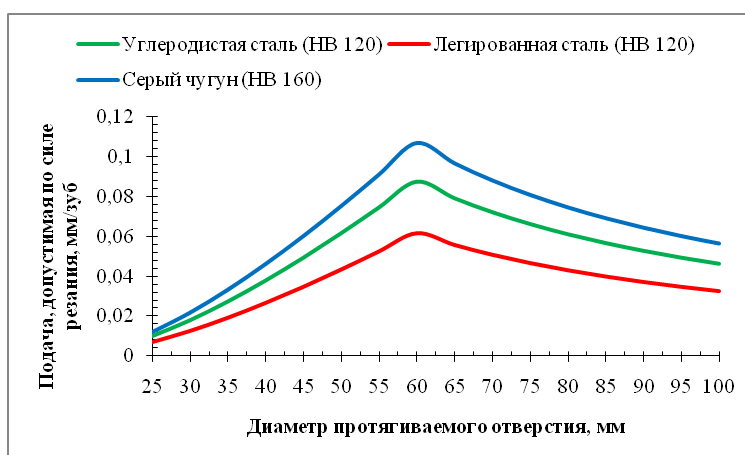


Рисунок 2 – Зависимости величины подачи, допустимой по силе резания от диаметра протягиваемого отверстия.

Подача, допустимая по силе резания больше, чем расчетная подача, допустимая по

размещению стружки. В этом случае принимается одинарная схема резания [8].

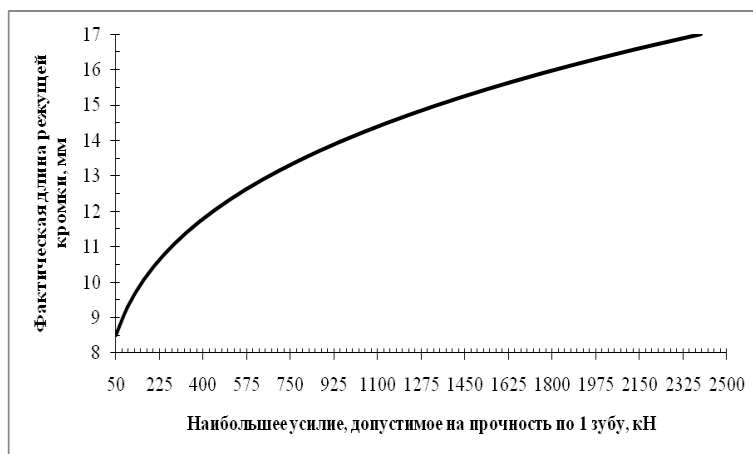
## Impact Factor:

<b>ISRA (India)</b> = 1.344	<b>SIS (USA)</b> = 0.912	<b>ICV (Poland)</b> = 6.630
<b>ISI (Dubai, UAE)</b> = 0.829	<b>ПИИЦ (Russia)</b> = 0.234	<b>PIF (India)</b> = 1.940
<b>GIF (Australia)</b> = 0.564	<b>ESJI (KZ)</b> = 1.042	<b>IBI (India)</b> = 4.260
<b>JIF</b> = 1.500	<b>SJIF (Morocco)</b> = 2.031	

Обработка отверстий диаметром от 25 мм до 60 мм (при глубине стружечной канавки между режущими зубьями протяжки равной 5 мм) характеризуется увеличением подачи, допустимой по силе резания. При обработке отверстий диаметром 60...100 мм предлагается уменьшение подачи на 30 – 40 %. Наибольшая расчетная подача, допустимая по силе резания (0.107118 мм/зуб) задается при обработке отверстия диаметром 60 мм в чугунной заготовке. Размах изменения расчетной подачи в

анализируемом диапазоне диаметров протягиваемых отверстий составляет для углеродистой стали – 0.077938 мм/зуб, для легированной стали – 0.054712 мм/зуб и для серого чугуна – 0.095139 мм/зуб.

На рис. 3 представлена зависимость величины фактической длины режущей кромки цилиндрической протяжки от наибольшего усилия, допустимого на прочность по 1 зубу в условиях обработки легированной стали с HB 120.



**Рисунок 3 – Зависимость величины фактической длины режущей кромки цилиндрической протяжки от наибольшего усилия, допустимого на прочность по 1 зубу.**

Величина фактической длины режущей кромки цилиндрической протяжки зависит от диаметра обрабатываемого отверстия заготовки. С увеличением диаметра режущего инструмента возрастает и усилие, допустимое на прочность по 1 режущему зубу протяжки. При увеличении фактической длины режущей кромки протяжки в два раза (с 8.5 мм до 17 мм), усилие, допускаемое

на прочность по 1 зубу изменяется в пределах 50...2397 кН.

В табл. 1 приведены результаты расчета параметров рабочей части цилиндрической протяжки при изменении обрабатываемого диаметра отверстия и (твердости) материала заготовки.

**Таблица 1**  
**Результаты расчета некоторых параметров рабочей части цилиндрической протяжки.**

Диаметр/длина отверстия, мм	Верхнее/нижнее отклонение размера отверстия, мм	Припуск на обработку, мм	Количество режущих зубьев	Длина режущей части протяжки, мм	Количество зубьев калибрующей части	Длина калибрующей части протяжки, мм	Общая длина протяжки, мм	Количество стружкоразделительных канавок	Вспомогательный угол, град.
<b>Обрабатываемый материал</b>									
<b>Легированная сталь (углеродистая сталь) HB 120/240 Серый чугун HB 160/260</b>									
30/200	+0.021/0	2.27	58/28	1026/486	3	36	1742/1202	10	0.995148755/0.99514875531269
35/200	+0.025/0	2.3	58/29	1026/504	3	36	1742/1220	11	0.996022897/0.994032880807074
40/200	+0.025/0	2.32	59/30	1044/522	3	36	1760/1238	12	0.996665275/0.993327759197324
45/200	+0.025/0	2.35	60/30	1062/522	3	36	1778/1238	12	0.997154558/0.994307116104869
50/200	+0.025/0	2.37	60/31	1062/540	3	36	1778/1256	13	0.99753775/0.995074074074074
55/200	+0.03/0	2.4	61/31	1080/540	3	36	1796/1256	14	0.997844618/0.995688234499527

## Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 1.042	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

60/200	+0.03/0	2.42	62/31	1098/540	3	36	1814/1276	14	0.998094897/0.996189111747851
65/200	+0.03/0	2.45	62/32	1098/558	8	96	1874/1334	15	0.998302167/0.99660389403128
70/200	+0.03/0	2.47	63/32	1116/558	7	84	1880/1322	15	0.998476063/0.996951871657754
75/200	+0.03/0	2.5	63/32	1116/558	7	84	1880/1322	16	0.9986236/0.997247089262613
80/200	+0.03/0	2.52	64/32	1134/558	6	72	1886/1310	17	0.99875/0.9975
85/200	+0.035/0	2.55	65/33	1152/576	6	72	1904/1328	17	0.998859223/0.997718533342863
90/200	+0.035/0	2.57	65/33	1152/576	5	60	1892/1316	18	0.998954325/0.997908805031447
95/200	+0.035/0	2.6	66/33	1170/576	5	60	1910/1316	18	0.999037697/0.99807560137457
100/200	+0.035/0	2.62	67/34	1188/594	4	48	1916/1322	18	0.99911235/0.998222717149221

С увеличением диаметра протягиваемого отверстия в заготовках из легированной стали и серого чугуна на 5 мм припуск на обработку увеличивается на 0.2 – 0.3 мм. Количество зубьев калибрующей части, длина калибрующей части и количество стружкоразделительных канавок цилиндрической протяжки при обработке стали и чугуна изменяются одинаково. Количество режущих зубьев и длину режущей части протяжки при обработке отверстий в чугунных заготовках рекомендуется уменьшать в два раза, по сравнению с одноименными параметрами протяжки для обработки отверстий в стальных заготовках. Для уменьшения трения на боковых сторонах режущих зубьев протяжки делают поднутрение, образуемое вспомогательным углом. Этот угол выполняется в пределах 0.993...0.999 град.

## Заключение

На основании проведенного расчета конструктивных элементов и геометрических параметров цилиндрической протяжки и последующего анализа результатов можно сделать следующие выводы:

1. С увеличением прочности материала заготовки, подачу, допустимую по силе резания уменьшают: на 20 % – для углеродистой стали, на 45 % – для легированной стали (сравнение с серым чугуном).

2. При увеличении подачи, допустимой по силе резания, количество калибрующих зубьев (3) и длина калибрующей части (36 мм) цилиндрической протяжки не изменяются. С уменьшением подачи, допустимой по силе резания, количество калибрующих зубьев и длина калибрующей части изменяются с 8 до 4 и с 96 мм до 48 мм соответственно.

## References:

- (2016) Broaching (metalworking). Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Broaching\\_\(metal\\_working\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Broaching_(metal_working)) (Accessed: 31.10.2016).
- (2016) Protyazhki dlya obrabotki otverstii. Available: <http://www.info.instrumentmr.ru/protiagki2.shtml> (Accessed: 31.10.2016).
- Kupriyanova OP, Kopeykin EA (2012) Optimization of design parameters of round broaching. Bulletin of Peoples' Friendship University of Russia. Series: Engineering researches, № 1. – pp. 41 – 45.
- (1990) GOST 28442-90. Broaches for cylindrical, slitting and polyhedral profile holes. Specifications.
- (1970) GOST 4044-70. Round shanks for broaches. Typs and main dimensions.
- Katsev PG (1968) Broaching works. A study guide for individual and team training of workers on production. Publishing a second, revised and enlarged. M.: «High school». – 247 p.
- (1989) GOST 25346-89. Basic norms of interchangeability. Unified system of tolerances and fits. General, series of tolerances and fundamental deviations.
- (2016) Shemy rezaniya i forma rezhushchih kromok protyazhek. Available: <http://instrez.ru/osnovy-proektirovaniya-rezhushchego-instrumenta/5-shemy-rezaniya-i-forma-rezhushchih-kromok.html> (Accessed: 31.10.2016).