



УДК 669.187

Поступили 31.01.2018

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ СКОРОСТНОМ БЕСЦЕНТРОВОМ ТОЧЕНИИ ЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ 42CrMo4 В УСЛОВИЯХ ОАО «БМЗ – УПРАВЛЯЮЩАЯ КОМПАНИЯ ХОЛДИНГА «БМК»

О. Н. ФИЛОНЧИК, ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», г. Жлобин, Гомельская обл., Беларусь, ул. Промышленная, 37. E-mail: on.filonchik@bmz.iron

*Сегодня для успешного продвижения товара производителю необходимо соответствовать всем жестким требованиям потребителя к качеству продукции. На ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» был введен в эксплуатацию агрегат бесцентрового точения, что позволило предприятию выпускать новый вид продукции с большей добавленной стоимостью. Это механически обработанный пруток диаметром 19–79 мм с допуском на размер диаметра IT9. В результате проделанной работы на примере круга диаметром 80 мм из легированной стали 42CrMo4 был определен оптимальный режим резания на агрегате бесцентрового точения.*

**Ключевые слова.** Режимы резания, бесцентровое точение, твердосплавные пластины.

## DETERMINATION OF OPTIMAL CUTTING CONDITIONS FOR HIGH-SPEED CENTERLESS TURNING OF ALLOY STEEL BRAND 42CRM04 AT OJSC «BSW – MANAGEMENT COMPANY OF HOLDING «BMC»

О. N. FILONCHIK, OJSC «BSW – Management Company of Holding «BMC», Zhlobin City, Gomel Region, Belarus, 37, Promyshlennaya Str. E-mail: on.filonchik@bmz.iron

*The successful promotion of the product nowadays the manufacturer must meet all the strict requirements of the consumer in the quality of the products. At OJSC «BSW – Management Company of Holding «BMC» the centerless turning unit was put into operation, which allowed the company to manufacture a new type of product with a higher added value. This is a mechanically processed rod with a diameter of 19–79 mm and with a tolerance of a diameter of IT9. As a result of the work done, the optimum cutting regime for the centerless turning unit was determined using a rod of diameter 80 of 42CrMo4 alloy steel.*

**Keywords.** Cutting conditions, centerless turning, hard alloy plates.

Автоматизация производства и повышение производительности оборудования без снижения качества выпускаемой продукции является одной из основных задач современного машиностроения. Комплексное решение данной задачи снижает себестоимость изготовления детали. Агрегат бесцентрового точения, который обрабатывает прутки в автоматическом режиме на высокой скорости подачи, позволяет решить эту задачу.

Для освоения новых рынков и удовлетворения требований потребителей в качестве выпускаемой продукции на ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» был запущен агрегат бесцентрового точения PUR 100 фирмы DANIELI (Италия) с диапазоном обработки прутков диаметром от 20 до 80 мм и длиной 6000–12000 мм. В Республике Беларусь аналог данного оборудования отсутствует.

Агрегат бесцентрового точения предназначен для удаления дефектного и обезуглероженного слоя с поверхности заготовки, а также для получения годной детали с низкой шероховатостью и ровной поверхностью. Достигаемая точность при точении составляет от 14–13-го до 9-го качества. Скорость резания – 90–130 м/мин, подача – 12–14 мм/об. Принцип работы основан на совмещении двух движений: вращение четырехрезцово́й головки и поступательного движения заготовки с подачей смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ).

Наличие высокопроизводительного оборудования, совершенного режущего инструмента не обеспечивают изготовление изделия с высокой эффективностью, если их работа осуществляется на режимах,



Рис 1. Пластина LNGF2010-BML фирмы BOEHLERIT

не являющихся оптимальными. Оптимальными считаются режимы, при которых в результате наилучшего сочетания параметров резания обеспечивается обработка детали с наибольшей производительностью и минимальной себестоимостью детали. Также режимы обработки оказывают влияние на технические и экономические показатели производства.

Особое значение при расчете режимов резания имеет зависимость между стойкостью режущего инструмента, скоростью резания ( $V$ ), подачей ( $s$ ) и глубиной резания ( $t$ ), а также геометрическими параметрами режущего инструмента. Согласно рекомендациям фирм, выпускающих твердосплавные пластины,

а также нормативно-техническим документам, стойкость режущей кромки твердосплавной пластины составляет 30–90 мин. От стойкости твердосплавной пластины зависит величина вспомогательного времени (потеря времени на установку пластины в державку, настройка оборудования и т. п.), а следовательно, и затраты на изготовление продукции.

Для определения оптимальных режимов резания на агрегате бесцентрового точения PUR 100 в качестве примера рассмотрим вариант обработки круга диаметром 80 мм, сталь 42CrMo4 с применением твердосплавных пластин фирмы BOEHLERIT (Австрия). Форма пластины показана на рис. 1.

*Исходные данные:* глубина резания  $t = 1$  мм; подача – 13 мм/об; заготовка – пруток диаметром 80 мм, марка стали – 42CrMo4, длина – 8000 мм.

Режущий инструмент выбираем по следующим критериям:

1. Определяем принадлежность обрабатываемого материала к одной из групп по квалификации машиностроительных материалов согласно международному стандарту ISO 513.
2. Выбираем сплав твердосплавной пластины, согласно рекомендации фирмы производителя, учитывая предел прочности и твердость (по Бринеллю) обрабатываемого материала (табл. 1).

Таблица 1. Область применения твердосплавной пластины в зависимости от предела прочности и твердости обрабатываемого материала

Empfohlene ANWENDUNGSGEBIETE unserer Hartmetallsorten (Recommended APPLICATION AREAS for our carbide grades)									
Zugfestigkeit der Materialien in [N/mm <sup>2</sup> ] (Tensile strength of materials)									
←	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	→
R635									
LCM35P									
BCM30P						NEW			
BCM25P							NEW		
LC228E									
LCP15P									
LC218E									
←	140	170	200	225	250	280	310	340	→
Materialhärte in Brinell [HB] (Material hardness in Brinell)									

Учитывая свойства (табл. 2) обрабатываемого материала для стали марки 42CrMo4 (см. табл. 1), можно использовать твердосплавные пластины из сплавов LCP15P или LC218.

Таблица 2. Свойства обрабатываемого материала

Диаметр прутка, мм	Марка стали, DIN	Содержание углерода, %	Твердость HB	Предел прочности, МПа	Пластина	Материал пластины
80	42CrMo4	0,36–0,44	240	850	LNGF2010-BML	LCP15P, LC218

Определение оптимальных режимов резания прутка производили на одинаковой подаче 13 мм/об и разных скоростях резания  $V_c$  в диапазоне 90–130 м/мин двумя комплектами твердосплавных пластин, различных по составу сплава. Основным критерием отбора пластин для дальнейшего использования на

производстве была производительность и стойкость режущей кромки твердосплавной пластины с получением диаметра проточенного прутка в допуске h9. Результаты испытания приведены в табл. 3.

Режимы резания определяем по формулам:

скорость резания:

$$V_c = \frac{d}{1000} n \pi,$$

где  $d$  – диаметр прутка, мм;  $n$  – число оборотов шпинделя, об/мин;  $V_c$  – скорость резания, м/мин; обороты шпинделя:

$$n = \frac{1000 V_c}{d \pi};$$

скорость подачи:

$$V_f = f n,$$

где  $f$  – подача на оборот.

Объем удаляемой стружки:

$$Q = t f V_c,$$

где  $t$  – глубина реза.

Стойкость одной грани пластины:

$$T_n = \frac{N l}{4 V_f},$$

где  $N$  – количество обработанных прутков в допуске h9;  $l$  – длина заготовки;  $V_f$  – скорость подачи.

Т а б л и ц а 3. Точение прутка диаметром 80, сталь 42CrMo4 на агрегате бесцентрового точения PUR 100 при разной скорости резания

Номер	Материал твердосплавной пластины LNGF2010-BML	Скорость резания $V_c$ , м/мин	Подача $f$ , мм/об	Обороты шпинделя $n$ , об/мин	Скорость подачи $V_f$ , м/мин	Пруток, проточенный в допуске h9, $N$ , ед.	Стойкость одной грани пластины $T_n$ , мин	Объем удаляемой стружки $Q$ , см <sup>3</sup> /мин	Примечание
1	LCP15P	90	13	358	4,7	112	47,6	1,17	Стружка сливная. Пластины изношены
2	LC218	90	13	358	4,7	98	41,7	1,17	Стружка сливная. Пластины изношены
3	LCP15P	100	13	398	5,2	123	47,3	1,3	Стружка сливная. Пластины изношены
4	LC218	100	13	398	5,2	119	45,7	1,3	Стружка сливная. Три пластины изношены
5	LCP15P	110	13	438	5,7	138	48,4	1,43	Стружка сливная и сегментная. Пластины изношены
6	LC218	110	13	438	5,7	140	49,1	1,43	Стружка сливная и сегментная. Пластины изношены
7	LCP15P	120	13	478	6,2	164	52,9	1,56	Стружка сегментная. Одна пластина изношена
8	LC218	120	13	478	6,2	145	46,7	1,56	Стружка сегментная. Пластины изношены
9	LCP15P	130	13	518	6,7	125	40,3	1,69	Стружка сегментная. Пластины изношены
10	LC218	130	13	518	6,7	118	40,6	1,69	Стружка сегментная. Пластины изношены

Из табл. 3 видно, что полученный результат № 7 является целесообразным для дальнейшего применения на производстве, так как при данном режиме проточили наибольшее количество заготовок в сочетании с хорошей стойкостью пластины. Для определения оптимального режима была изменена подача (табл. 4).

Таблица 4. Точение прутка диаметром 80 мм, сталь 42CrMo4 на агрегате бесцентрового точения PUR 100 при одинаковой скорости резания и разной подаче

Номер	Материал твердосплавной пластины LNGF2010-BML	Скорость резания $V_c$ , м/мин	Подача $f$ , мм/об	Обороты шпинделя $n$ , об/мин	Скорость подачи $V_f$ , м/мин	Пруток, проточенный в допуске h9, $N$ , ед.	Стойкость одной грани пластины, $T_c$ , мин	Объем удаляемой стружки $Q$ , см <sup>3</sup> /мин	Примечание
1	LCP15P	120	12	478	5,7	170	59,6	1,44	Стружка сегментная. Пластины изношены
2	LC218	120	12	478	5,7	154	54,0	1,44	Стружка сегментная. Три пластины изношены
3	LCP15P	120	14	478	6,7	123	36,7	1,96	Стружка сегментная. Пластины изношены
4	LC218	120	14	478	6,7	119	35,5	1,96	Стружка сегментная. Пластины изношены

Анализируя полученные результаты (табл. 3, 4), можно сделать вывод, что при обработке круга диаметром 80 мм, сталь 42CrMo4 наиболее оптимальным является режим № 7 (см. табл. 3) с использованием твердосплавных пластин LNGF2010-BML из сплава LCP15P. Стойкость кромки твердосплавной пластины на данном режиме удовлетворительная, при этом отсутствует налипание металла на пластину. Шероховатость поверхности обработанной заготовки находится в пределах 4–5-го класса.

### Выводы

При обработке прутка на агрегате бесцентрового точения необходимо учитывать множество факторов, влияющих на процесс резания, такие, как подача, скорость резания, марка обрабатываемого материала и т. п. Все эти факторы значительно сказываются на производительности процесса обработки, стойкости режущего инструмента, качестве обрабатываемой поверхности и т. д.

Проведенная работа показала, что для обработки прутка диаметром 80 мм, сталь 42CrMo4 оптимальный режим будет при скорости резания  $V_c = 120$  м/мин и подаче – 13 мм/об, что дает наибольшую производительность.

В дальнейшем будет проводиться работа по определению режимов резания для легированных сталей, таких, как 15X2ГМФ, 40ХН2МА.