

УДК 621.7

doi:10.18720/SPBPU/2/id-152

Ши Шуаньюань¹, Д.Н. Шабалин²,
Янь Чуаньчао³, Лян Юаньцзе⁴

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПОДАЧИ ПРИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКЕ ДЛЯ СТАЛИ 40Х ЗА СЧЕТ ОБЪЕДИНЕНИЯ ИЗНОСА РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ И СТРУЖКОДРОБЛЕНИЯ



¹Ши Шуаньюань

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра
Великого

Россия, Санкт-Петербург

Тел.: +79119952622, E-mail: bravoshi@yandex.ru.



²Дмитрий Николаевич Шабалин

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра
Великого

Россия, Санкт-Петербург

Тел.: +79110382374, E-mail: shadmit@yandex.ru.

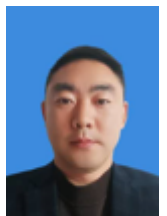


³Янь Чуаньчао

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра
Великого

Россия, Санкт-Петербург

Тел.: +79110053226, E-mail: ychuanchao@mail.ru.



⁴Лян Юаньцзе

Sichuan Tianhu Tools Manufacturing Co . , Ltd

Китай, Чэнду

Тел.: +8618982941527, E-mail: skytiger1@126.com

Аннотация

Режимы резания, это скорость резания, подача и глубина резания, влияют износ режущих инструментов. В то же время результат

стружкодробления тоже зависит от этих параметров, особенно подача. Поэтому, чтобы оптимизировать подачу при токарной обработке Стали 40Х можно использовать метод соединения износа режущих инструментов и результат стружкодробления.

Ключные слова: режим резания, износ, стружкодробление

Введение

Сталь 40Х - это конструкционная легированная сталь, отличающаяся высокой прочностью, износостойкостью и ударной вязкостью. За эти свойства эта сталь применяется в многочисленных отраслях промышленности, в том числе обработки деталей валов, шатунов, болтов, зубчатых колес и т.д.

Хотя и были проведены многочисленные исследования по обработке Стали 40Х, исследований по образованию стружки пока ещё слишком мало и недостаточно.

Во время точения образуется стружки. По правилам образуется 4 вида основного стружки, именно элементные, суставчатые, сливные, и стружка надлома. При любом случае, образование стружки не способствует от точности обработки, причем стружки царапаются поверхности деталей и станки.

Таким образом надежный способ стружкодробления и износы при таких условиях очень важны. В настоящее время предельная длина завитой спирали стружки не должна превышать 100 мм. [1-7]

Способ стружкодробления

Применение естественного способа стружкодробления состоит в том, что режущий инструмент обрабатывает поверхность заготовки с начала и до времени остановки. При получении стружки есть возможность наблюдать её форму от соответствующих режимов резания.

Литературная теория

По правилам рекомендательный диапазон режимов резания следующий: скорость резания 60-120м/мин подача 0.1-0.3мм/об, глубина резания 0.5-3мм. Фактический диапазон, применяемый в производстве, не такой. [8-15]

В 2015 году китайские ученые сделали эксперимент при резании материала 40Х и осмотр износа инструментов после резания. Размер заготовки был $\phi 100 \times 40$. Они определили, что не рекомендуется использовать подачу при диапазоне 0.1-0.15 мм/об, температура резания быстро повышается, и изменяется стружкодробление. А при использовании подачи больше чем 0.2 мм/об эффективность стружкодробления улучшается

(рис. 1 и 2).[2,7,8]

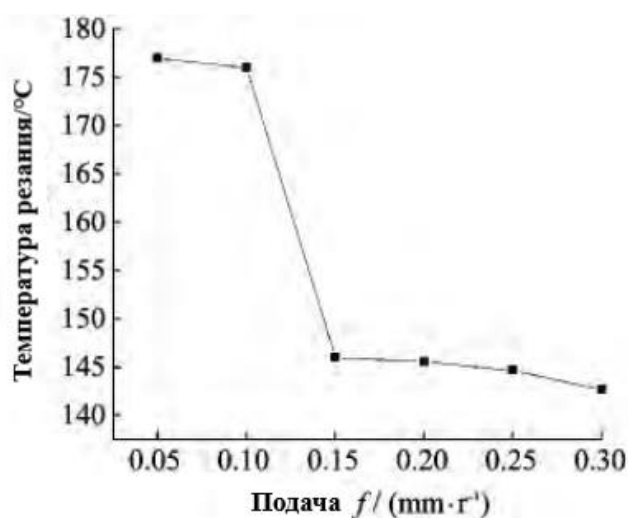


Рис. 1. Зависимость между подачей и температурой резания

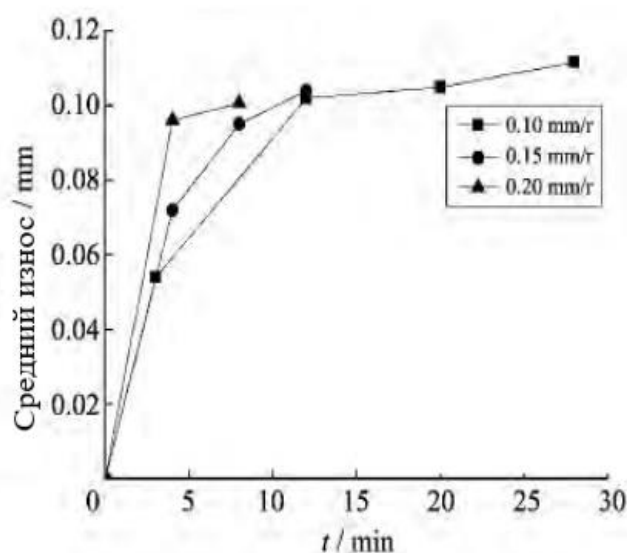


Рис. 2. Зависимость между подачей и износом инструмента

По рис. 1 и рис. 2 можем предположить, что подача 0.15 мм/об является определенной точкой, после этой точки уменьшается зависимость между подачей, температурой и износом инструмента. Несмотря на то, что срок службы инструмента снижается, но скорость его снижения невелика. Причем с точки зрения стружкодробления эти режимы благоприятные, в пределах определенного диапазона подачи.

Эксперименты по стружкодроблению

Выполнены эксперименты стружкодробления станком с ЧПУ, диаметр заготовки $\Phi 35$, длина резания 60 мм. Тип инструмента DNMG150408,

материал 40Х, скорость шпинделя 700 об/мин, глубина резания 1 мм. Объект исследования - изменение стружки при замедлении подачах.

Экспериментальные установки представлены на рис. 1 и 2.



Рис. 3. Заготовка и станок с ЧПУ



Рис. 4. Режущий инструмент

Первая группа экспериментов была проведена при подаче 0.2 мм/об, 0.25 мм/об, 0.3 мм/об, использовании при каждой подаче длины резания 20 мм. Эксперимент повторялся 3 раза.

Получены следующие стружки (рис. 5):

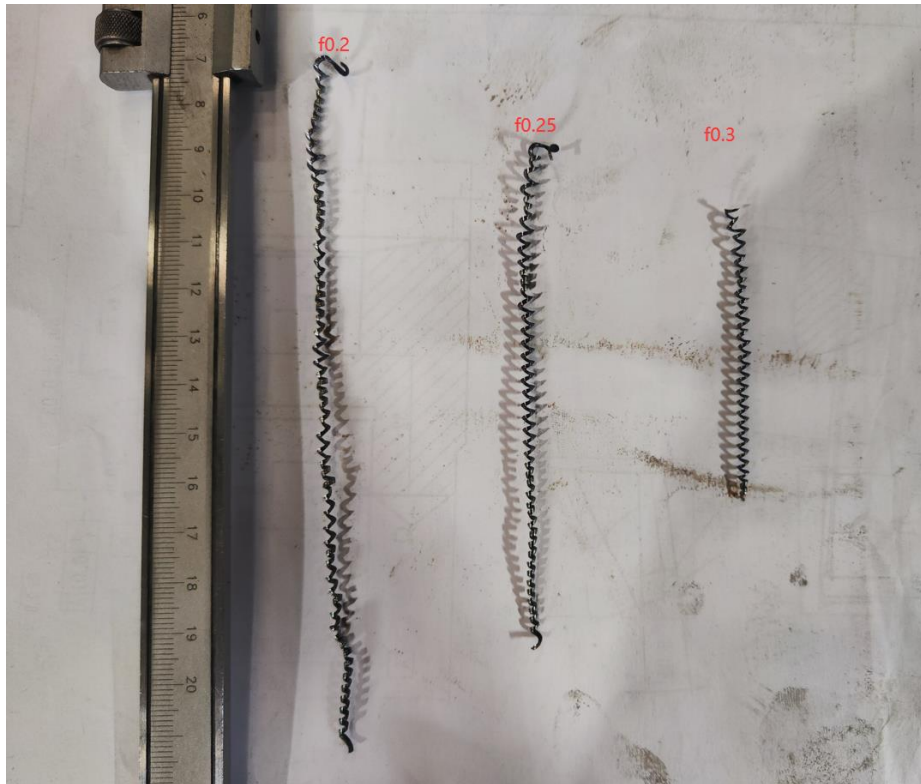


Рис. 5. Статус стружки

Вторая группа опытов была проведена при подачах 0.2 мм/об, 0.15 мм/об, 0.1 мм/об, 0.05 мм/об. Также было 3 раза повторения. Полученные стружки представлены на рис. 6.



Рис. 6. Статус стружки

Причем после точения шероховатость поверхности заготовки

отличается друг друга (рис.7).

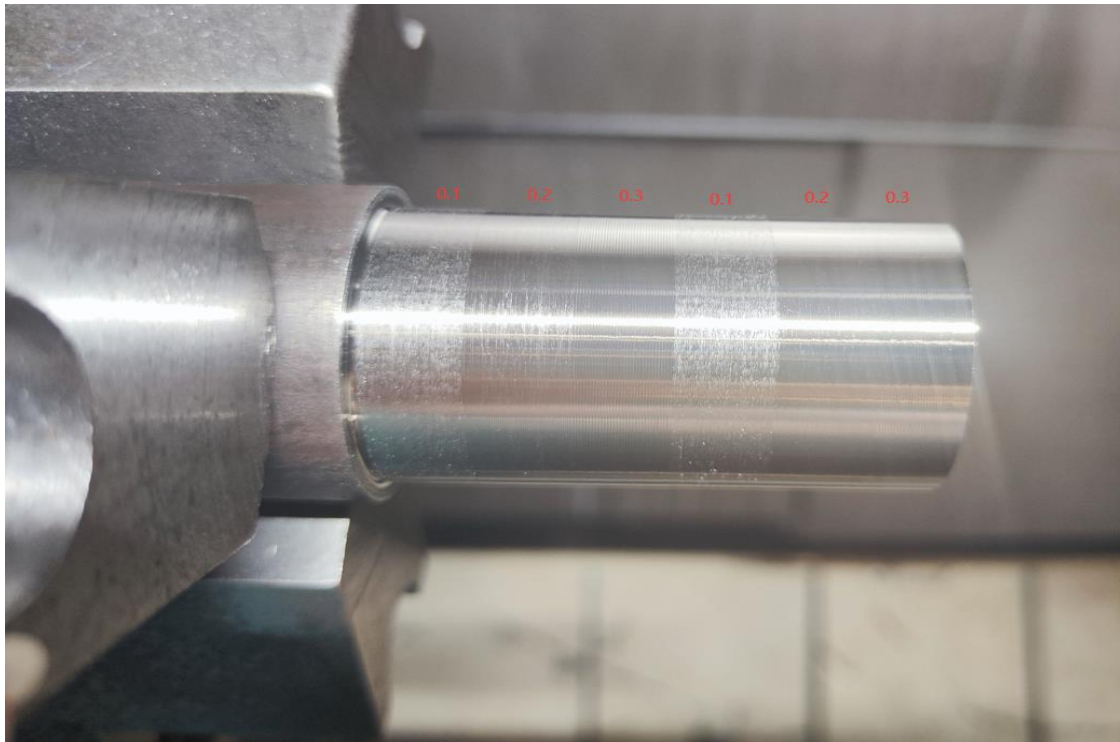


Рис. 7. Шероховатость после точения

Заключение

По заданной теории и экспериментальных результатах рациональная подача для Стали 40Х для получения производительности и качества поверхностного слоя должна превышать 0.3 мм/об. Длина стружки со спиралью должна быть меньше 100 мм.

Выводы

Выполнен эксперимент для анализа подачи при получении соответствующий стружки и объединение с износом инструментом, при следующих экспериментальных условиях:

1. Чтобы оптимизировать эффективность стружкодробления, подача должна быть целью оптимизация, и должна превышать 0.3мм/об.
2. За счёт увеличения подачи формообразование стружки стабильно.
3. С точки зрения шероховатости, если подача менее 0.2мм/об, качество поверхностного слоя лучше.
4. Метод стружкодробления необходимо рассматривать в сочетании с режимами резания и соответствующими геометриями режущих инструментов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Ши Шуанюань, Михайлов С. В. Методика расчета рациональной периодичности изменения режимов резания для управления принудительным стружкодроблением на станках с ЧПУ / Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых "Инновационные идеи в машиностроении" ИИМ-2022, – С-П 24–26 мая 2022 г./под ред. д. техн.наук, проф. А. А. Поповича, д. техн. наук, проф. Д. П. Гасюка. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2022. – С 209-213. <https://elibrary.ru/item.asp?id=49769302>
- [2] Gao-Shengli , SUN-Fujian, QU-Shengguan. Machining Performance of Cemented Carbide Tool with a Chip-Groove in Dry Cutting 40Cr steel. 2015. JOURNAL OF NORTH UNIVERSITY OF CHINA(NATURAL SCIENCE EDITION) VOL.36 №.2 pp.150-155 https://chn.oversea.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?dbcode=CJFD&dbname=CJFDLAST2015&filename=HBGG201502013&uniplatform=OVERSEA&v=DznskVP72cS1C_0NMNwemg0cZb_kmtNrmCTIe57OK1kihKssC6hca5P0UM4APs_r
- [3] Бурдин П. В., Михайлов С. В. Оптимизация токарной обработки материалов по критерию наименьшей себестоимости с учетом стружкодробления / Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых "Инновационные идеи в машиностроении" ИИМ-2022, – С-П 24–26 мая 2022 г./под ред. д. техн.наук, проф. А. А. Поповича, д. техн. наук, проф. Д. П. Гасюка. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2022. – С 19-24. <https://elibrary.ru/item.asp?id=49558556>
- [4] Гасюк Д.П., Косова В.А. Проблема выбора оптимального варианта технологического процесса изготовления продукции машиностроения в современных условиях // Современное машиностроение. Наука и образование. 2022. № 11. С. 341-354 <https://elibrary.ru/item.asp?id=48693494>
- [5] Глухов В.В., Гасюк Д.П. Аудит систем менеджмента качества.- Санкт-Петербург, 2019 – 358 с. <https://lib.dmc-centre.ru/lib/document/gpntb/ESVODT/8df2d39b2ae0d1de424e979d170aa4b/>
- [6] Хрусталева И.Н., Гасюк Д.П., Черных Л.Г., Степанов С.Н., Лаптев А.А. Повышение эффективности технологического процесса сборки на основе имитационного моделирования // Наука и бизнес : пути развития. 2022.№ 7 (133). С.147-152 <https://elibrary.ru/item.asp?id=49461903>
- [7] Han Wen-qiang, He Hui-bo, Li Hua-ying, Yang Jun, Nie Chao-yin. A Study of the Major Parameters Influencing the Cutting Force of 40Cr Stell. 2013 Journal of Southwest University(Natural Science Edition) VOL.35 №6

- pp.109-116
https://chn.oversea.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?dbcode=CJFD&dbname=CJFD2013&filename=XNND201306021&uniplatform=OVERSEA&v=Ooh9Rykm5tlL0ri4mkmKX3JBP5_zEy1QElkoetdSaO-m8lASG2kXorVZPGzxq9e5
- [8] Song Y C , Nezu K , Park C H , et al. Tool wear control in single -crystal diamond cutting of steel by using the ultra-intermittent cutting method. International Journal of Machine Tools & Manufacturing, 2009, 49(3-4) pp. 339-343 <https://www.peeref.com/works/10729670>
- [9] Ларионова Т.А., Ларионов Е.О. Влияние режимов резания и геометрии режущего инструмента на параметры шероховатости поверхности при точении титановых сплавов //Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых "Инновационные идеи в машиностроении" ИИМ-2022, – С-П 24–26 мая 2022 г./под ред. д. техн.наук, проф. А. А. Поповича, д. техн. наук, проф. Д. П. Гасюка. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2022. – С 13-18 <https://elibrary.ru/item.asp?id=49558547>
- [10] Михайлов С.В., Ковеленов Н.Ю., Болотских С.В. Технологические условия обеспечения шероховатости поверхности при токарной обработке материалов инструментов с СМП. Станкоинструмент. – 2016. -№ 1(2). – С. 76-79 <https://www.stankoinst.ru/journal/article/5157?ysclid=ma3sz5u47r702953343>
- [11] Косова В.А., Гасюк Д.П. К вопросу анализа условий разработки технологических процессов машиностроительных предприятий // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2021.№2. С.655-658 <https://elibrary.ru/item.asp?id=44895083>
- [12] Diniz E A, Gomes D M, Braghini A J. Turning of hardened steel with interrupted and semi-interrupted cutting. Journal of Materials Processing Technology, 2005 ,159 (2) pp:240-248 https://www.researchgate.net/publication/223520825_Turning_of_harden_d_steel_with_interrupted_and_semi-interrupted_cutting
- [13] Ильин И.В. Математические методы и инструментальные средства оценивания эффективности инвестиций в инновационные проекты / И.В. Ильин. – Санкт-петербург, 2018. - 289с <https://elibrary.ru/item.asp?id=34871102>
- [14] Анисимов Е.Г., Анисимов В.Г., Солохов И.В. Проблемы научно-методического обеспечения межведомственного информационного взаимодействия // Военная мысль. 2017. № 12. С 45-51 <https://elibrary.ru/item.asp?id=30752551>
- [15] Глухов В.В., Гасюк Д.П. Управление качеством.- Санкт-Петербург, 2013. С 399 https://aldebaran.one/author/gluhov_vladimir/kniga_upravlenie_kachestvo

Shi Shuangyuan¹, D.N. Shabalin¹, Yan Chuanchao¹, Liang Yuanjie²

THE CHOICE OF RATIONAL FEED RATES DURING TURNING FOR 40CR STEEL BY COMBINING THE WEAR OF CUTTING TOOLS AND CHIP CRUSHING

¹Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Russia;

²Sichuan Tianhu Tools Manufacturing Co., Ltd. China

Abstract

The cutting mode is affected by the wear of cutting tools, it is the cutting speed, feed and cutting depth that is affected. At one time, the result of chip crushing also depends on these parameters, especially the feed. Therefore, in order to optimize the feed during turning for 40Cr, use the method of combining the wear of cutting tools and the result of chip crushing.

Key words: cutting mode, wear, chip crushing

REFERENCES

- [1] Shi Shuangyuan, Mikhailov S. V. Methodology for calculating the rational periodicity of changing cutting modes to control forced chip breaking on CNC machines / Collection of scientific papers of the All-Russian scientific and practical conference of young scientists "Innovative ideas in mechanical engineering" IIM-2022, - St. Petersburg, May 24-26, 2022 / edited by D.Sc. (Eng.), prof. A. A. Popovich, D.Sc. (Eng.), prof. D.P. Gasyuk. - St. Petersburg: POLYTECH-PRESS, 2022. - P. 209-213. <https://elibrary.ru/item.asp?id=49769302>
- [2] Gao-Shengli , SUN-Fujian, QU-Shengguan. Machining Performance of Cemented Carbide Tool with a Chip-Groove in Dry Cutting 40Cr steel. 2015. Journal of north university of china (Natural science edition) VOL.36 №.2 pp.150-155
https://chn.oversea.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?dbcode=CJFD&dbname=CJFDLAST2015&filename=HBGG201502013&uniplatform=OVERSEA&v=DznskVP72cS1C_0NMNwemg0cZb_kmtNrmCTIe57OK1kihKssC6hca5P0UM4APs_r
- [3] Burdin P. V., Mikhailov S. V. Optimization of turning of materials based on the criterion of lowest cost taking into account chip breaking / Collection of scientific papers of the All-Russian scientific and practical conference of young scientists "Innovative ideas in mechanical engineering" IIM-2022, - St. Petersburg, May 24-26, 2022 / edited by D.Sc. (Eng.), prof. A. A.

- Popovich, D.Sc. (Eng.), prof. D.P. Gasyuk. - St. Petersburg: POLYTECH-PRESS, 2022. - P. 19-24. <https://elibrary.ru/item.asp?id=49558556>
- [4] Gasyuk D.P., Kosova V.A. The problem of choosing the optimal variant of the technological process for manufacturing mechanical engineering products in modern conditions // Modern mechanical engineering. Science and education. 2022. No. 11. P. 341-354. <https://elibrary.ru/item.asp?id=48693494>
- [5] Glukhov V.V., Gasyuk D.P. Audit of quality management systems. - St. Petersburg, 2019 - 358 p. <https://lib.dm-centre.ru/lib/document/gpntb/ESVODT/8df2d39b2ae0d1de424e979d170aa4b/>
- [6] Khrustaleva I.N., Gasyuk D.P., Chernykh L.G., Stepanov S.N., Laptev A.A. Improving the efficiency of the assembly process based on simulation modeling // Science and business: development paths. 2022. No. 7 (133). P.147-152. <https://elibrary.ru/item.asp?id=49461903>
- [7] Han Wen-qiang, He Hui-bo, Li Hua-ying, Yang Jun, Nie Chao-yin. A Study of the Major Parameters Influencing the Cutting Force of 40Cr Steel. 2013 Journal of Southwest University (Natural Science Edition) VOL.35 №6 pp.109-116. https://chn.oversea.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?dbcode=CJFD&dbname=CJFD2013&filename=XNND201306021&uniplatform=OVERSEA&v=Ooh9Rykm5tIL0ri4mkmKX3JBP5_zEy1QEIkoeTdSaOm8lASG2kXorVZPGzqx9e5
- [8] Song Y C, Nezu K , Park C H , et al. Tool wear control in single -crystal diamond cutting of steel by using the ultra-intermittent cutting method. International Journal of Machine Tools & Manufacturing, 2009, 49(3-4) pp. 339-3434. <https://www.peeref.com/works/10729670>
- [9] Larionova T.A., Larionov E.O., Influence of cutting modes and cutting tool geometry on surface roughness parameters during turning of titanium alloys // Collection of scientific papers of the All-Russian scientific and practical conference of young scientists "Innovative ideas in mechanical engineering" IIM-2022, - St. Petersburg May 24-26, 2022 / edited by D.Sc. (Eng.), prof. A.A. Popovich, D.Sc. (Eng.), prof. D.P. Gasyuk. - St. Petersburg: POLYTECH-PRESS, 2022. - P. 13-18. <https://elibrary.ru/item.asp?id=49558547>
- [10] Mikhailov S.V., Kovelonov N.Yu., Bolotskikh S.V. Technological conditions for ensuring surface roughness during turning of tool materials with SMP. Stankoinstrument. - 2016. - No. 1 (2). - P. 76-79. <https://www.stankoinst.ru/journal/article/5157?ysclid=ma3sz5u47r702953343>
- [11] Kosova V.A., Gasyuk D.P., On the issue of analyzing the conditions for the development of technological processes of machine-building enterprises //

- Bulletin of the Tula State University. Technical sciences. 2021. No. 2. P. 655-658. <https://elibrary.ru/item.asp?id=44895083>
- [12] Diniz E A, Gomes D M, Braghini A J. Turning of hardened steel with interrupted and semi-interrupted cutting. Journal of Materials Processing Technology, 2005, 159 (2) pp:240-2484. https://www.researchgate.net/publication/223520825_Turning_of_hardened_steel_with_interrupted_and_semi-interrupted_cutting
- [13] Ilyin I.V. Mathematical methods and tools for assessing the effectiveness of investments in innovative projects / I.V. Ilyin. - St. Petersburg, 2018. – 289 p.
- [14] <https://elibrary.ru/item.asp?id=34871102>
- [15] Anisimov E.G., Anisimov V.G., Solokhov I.V. Problems of scientific and methodological support of interdepartmental information interaction // Military Thought. 2017. No. 12. P. 45-51. <https://elibrary.ru/item.asp?id=30752551>
- [16] Glukhov V.V., Gasyuk D.P. Quality Management. - St. Petersburg, 2013. P. 399. https://aldebaran.one/author/gluhov_vladimir/kniga_upravlenie_kachestvo_m_uchebnik_dlya_vuzov/?ysclid=ma3t4a4s6r702053854