

УДК: 621.951.45.

РАЗРАБОТКА СТАТИСТИЧЕСКИХ ЗАВИСИМОСТЕЙ И НОРМАТИВНЫХ ТАБЛИЦ ИЗНОСА ЛЕНТОЧЕК СПИРАЛЬНЫХ СВЕРЛ

Рагрин Николай Алексеевич, д.т.н., проф., Самсонов Владимир Алексеевич, к.т.н. профессор, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира, 66, e-mail: n_ragrin@mail.ru

Цель статьи - разработка статистических зависимостей и нормативных таблиц, обеспечивающих полное удаление дефектов износа ленточек при заточке спиральных сверл. Автором проведен анализ состояния проблемы и определено, что при достижении нормативной величины износа главных задних поверхностей, износ ленточек значительно превысил нормативную величину стачивания не зависимо от скорости резания. Поэтому способы эксплуатации и восстановления спиральных сверл экономически целесообразны только при полном удалении дефектов износа ленточек сверл.

Ключевые слова: сверло, стойкость, скорость резания, износ, диаметр.

DEVELOPMENT OF STATISTICAL DEPENDENCES AND STANDARD TABLES OF WEAR OF RIBBONS OF SPIRAL DRILLS

Ragrin Nikolay Alekseevich, doct.tech.sci., the associate professor, Samsonov Vladimir Aleksandrovich, Cand.Tech.Sci., professor, KGTU of I. Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira Ave. 66, e-mail: n_ragrin@mail.ru

Article purpose development of the statistical dependences and standard tables providing full removal of defects of wear of ribbons when sharpening spiral drills. The author carried out the analysis of a condition of a problem and is defined that at achievement of standard size of wear of the main back surfaces, wear of ribbons considerably exceeded the standard size of grinding isn't dependent on cutting speed. Therefore ways of operation and restoration of spiral drills are economically expedient only during full removal of defects of wear of ribbons of drills.

Keywords: drill, firmness, cutting speed, wear, diameter.

Введение

Сверло - единственный инструмент, предназначенный для получения отверстий резанием в сплошном материале. В общем объеме металлорежущего инструмента быстрорежущие спиральные сверла составляют около 30%. Поломка сверла - отказ, приводящий к остановке оборудования и, как правило, к браку при обработке изделия. Это особенно характерно для автоматизированного массового производства, особенностью которого является большое количество одновременно работающих инструментов, когда невозможно проконтролировать текущее состояние каждого из них. Поэтому вопросы обеспечения стойкости спиральных сверл достаточно актуальны.

Анализ состояния проблемы

В работе [1] приведены результаты лабораторных исследований быстрорежущих спиральных сверл диаметром 10,2 мм, показавшие, что при достижении нормативной величины износа главных задних поверхностей износ ленточек значительно превысил нормативную величину стачивания независимо от скорости резания. В работе [2] представлены способы эксплуатации и восстановления спиральных сверл, экономическая целесообразность которых возможна только при полном удалении дефектов износа ленточек сверл.

Цель исследований

На основании изложенного выше целью исследований является разработка статистических зависимостей и нормативных таблиц, обеспечивающих допустимую величину дефектов ленточек и их полное удаление при заточке спиральных сверл.

Методы исследований

Проведены лабораторные и производственные испытания. Испытывались быстрорежущие спиральные сверла по ГОСТ 10903-77 из стали Р6М5, при обработке сквозных отверстий в заготовках из углеродистых конструкционных сталей марок 30, 35, 45. В лабораторных условиях испытывались сверла диаметрами 10,2 мм, в производственных условиях испытывались партии сверл различных диаметров в количестве 25 шт. в каждой партии. Сверла перед испытаниями контролировались по основным точностным и качественным параметрам в соответствии с требованиями ГОСТа 2034-80. Сверла эксплуатировались до полной потери режущих свойств в результате износа - функционального отказа. В процессе испытаний периодически контролировался износ всех рабочих элементов сверл.

Результаты исследований

В работе [3] представлена зависимость среднего износа ленточек при отказе сверл от их диаметров (рис. 1), полученная при проведении производственных испытаний сверл.

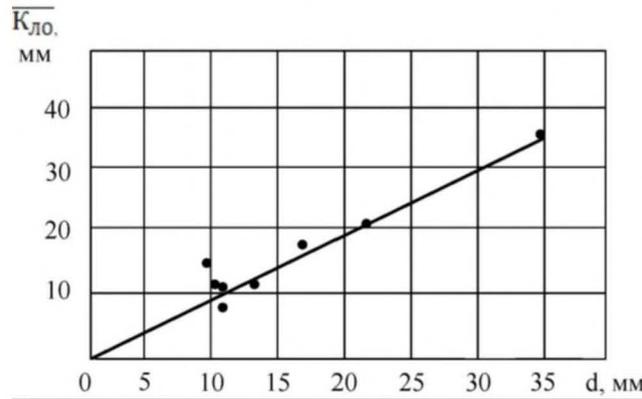


Рисунок 1 - Зависимость среднего износа ленточек от диаметров сверл

Методом наименьших квадратов [4] получены три уравнения регрессии

$$\overline{K_{ло}} = 0,971d, \tag{1}$$

$$\overline{K_{ло}} = 0,95d^{1,01}, \tag{2}$$

$$\overline{K_{ло}} = 6,2e^{0,052d}. \tag{3}$$

В работе [4] представлен метод оценки силы связи уравнений регрессии с экспериментальными данными выборочными коэффициентами корреляции с использованием найденных значений коэффициентов регрессии. В табл. 1 показаны коэффициенты корреляции, рассчитанные предложенным методом, и средняя погрешность расчетов по каждой из полученных зависимостей.

Таблица 1 - Коэффициенты корреляции и погрешность расчетов

Зависимость	Коэффициент корреляции	Средняя погрешность расчетов в %
Зависимость (1)	0,9	14,68
Зависимость (2)	0,9	14,79
Зависимость (3)	0,91	18,42

Очевидно, что все три уравнения имеют достаточно высокий коэффициент корреляции, но наименьшая погрешность расчетов получена при использовании формулы (1).

В работе [5] на основании анализа лабораторных исследований стойкости и износа сверл диаметром 10,2 мм приведены величины износа их задних поверхностей и ленточек при функциональном отказе. Зависимости величин износа при функциональном отказе сверл от скорости резания показаны на рис. 2.

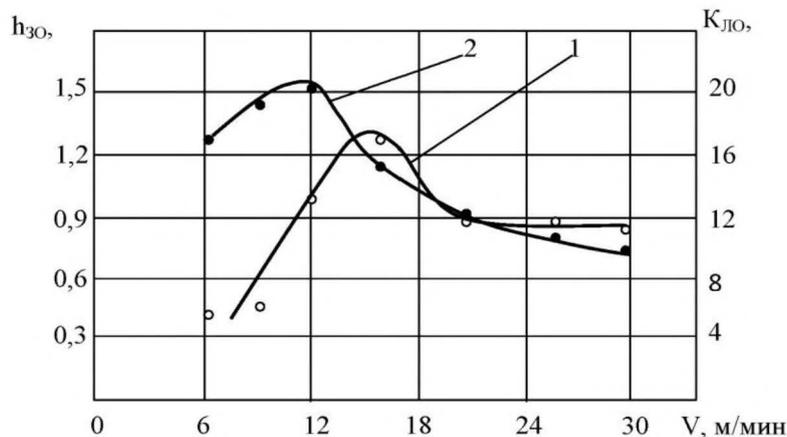


Рисунок 2 - Зависимости величин износа до функционального отказа сверл диаметром 10,2 мм от скорости резания, где 1- износ задних поверхностей, 2- износ ленточек

На рис. 2 видно, что обе зависимости имеют горбообразный характер с точкой максимума. При этом их точки максимума не совпадают, скорость максимума зависимости износа ленточек $K_{ЛЮ}$ от скорости резания более низкая и соответствует 12 м/мин, чем подтверждается превалирующее влияние износа ленточек при эксплуатации сверл в диапазоне низких скоростей резания (до 12 м/мин). В диапазоне высоких скоростей резания (21 м/мин и выше) износ задних поверхностей h_{30} до функционального отказа сверл не зависит от скорости резания, что не противоречит существующим нормативам [6], согласно которым критерий износа сверл зависит только от их диаметра, и не зависит от прочих условий обработки. Практический интерес представляет правая ниспадающая ветвь графика зависимости износа ленточек до функционального отказа сверл от скорости резания (кривая 2, рис. 2).

Посредством аппроксимации зависимости износа ленточек при функциональном отказе сверл от скорости резания получены уравнения

$$K_{ЛЮ} = 240,1 V^{-1}, \tag{4}$$

$$K_{ЛЮ} = 88,7V^{-0,642} \tag{5}$$

$$K_{ЛЮ} = 23,855e^{-0,029V} \tag{6}$$

Зависимость (4) описывает кривую графика 2, рис. 2 в диапазоне скоростей резания 12 – 16 м/мин, зависимости (5) и (6) получены для диапазона скоростей резания 16 – 30 м/мин. В табл. 2 представлены фактические и рассчитанные по формулам (4), (5) и (6) величины износа ленточек при функциональном отказе сверл и погрешности расчетов.

Таблица 2 - Фактические и расчетные по формулам (4), (5) и (6) величины износа ленточек при отказе сверл и погрешности расчетов

Скорость резания V, м/мин	12,0	16,0	21,0	26,0	30,0
Износ $K_{ЛЮ}$ факт., мм	20	15	13	11	10
Износ $K_{ЛЮ}$ расч., м, по формуле (4)	20,00	15,00			
Погрешность расчетов, %	0	0			
Износ $K_{ЛЮ}$ расч., мм, по формуле (5)		14,96	12,56	10,95	9,99
Погрешность расчетов, %		0,27	3,37	0,43	11,22
Износ $K_{ЛЮ}$ расч., м, по формуле (6)		14,99	12,97	11,55	9,99
Погрешность расчетов, %		0,005	0,2	4,76	0,1

Анализ данных табл. 2 показывает, что для описания правой ветви графика 2, рис. 2 следует выбрать зависимости (4) и (6). Средняя погрешность расчетов по формуле (4) составила 0%. Средняя погрешность расчетов по формуле (6) составила 0,56%, а по формуле (5) - 1,04%.

Используя зависимости (4) и (6) и ранее полученную зависимость (1), получим зависимости

$$\overline{K_{ЛЮ}} = 12,73dV^{-1}, \tag{7}$$

$$\overline{K_{ЛЮ}} = 1,17de^{-0,029V} \tag{8}$$

Зависимость (7) предназначена для расчета среднего износа ленточек до функционального отказа сверл в диапазоне скоростей резания 12 – 16 м/мин, а зависимость (8) – для диапазона скоростей резания 16 – 30 м/мин.

В табл. 3 приведены результаты расчета среднего износа ленточек до функционального отказа сверл по зависимости (7) и погрешности расчетов.

Таблица 3 – Фактические и расчетные по формуле (7) средние величины износа ленточек при отказе сверл и погрешности расчетов

Диаметр сверла d, мм	9,8	10,5	11,5	12,0	13,8	17,5	21,0	35,0
V, м/мин	13,8	12,6	12,6	12,0	12,6	13,8	13,2	11,4
Износ $\overline{K_{ЛЮ}}$ факт., мм	14,4	9,7	10,1	9,4	10,5	18,9	21,0	36,0
Износ $\overline{K_{ЛЮ}}$ расч., мм	20,28	11,64	11,07	9,4	9,58	14,9	13,2	11,78
Погр. расчетов, %	37,2	5,83	9,82	26,2	24	14,58	3,56	7,69

Средняя погрешность расчетов составила 16,11%.

Как видно в табл. 3, скорости резания в производственных условиях в основном не выходят за пределы диапазона скоростей резания 12 – 14 м/мин.

Износ ленточек с вероятностью безотказной работы $\gamma = 0,95$ можно рассчитать по формуле:

$$K_{ЛЮ,0,95} = \overline{K_{ЛЮ}}(1 - 2\vartheta),$$

где ϑ - коэффициент вариации распределения износа ленточек. Известно, что при нормальном распределении

коэффициент вариации не может превысить значение 0,33 [7], при котором

$$K_{Л\gamma,0,95} = 0,34 K_{Л0},$$

тогда зависимости (7) и (8) примут вид:

$$K_{Л\gamma,0,95} = 4,33dV^{-1}, \tag{9}$$

$$K_{Л\gamma,0,95} = 0,4de^{-0,029V}. \tag{10}$$

Зависимость (9) предназначена для расчета износа ленточек с вероятностью безотказной работы $\gamma = 0,95$ в диапазоне скоростей резания 12 – 16 м/мин, а зависимость (10) – для диапазона скоростей резания 16 – 30 м/мин.

Таблица 4 – Износ ленточек с вероятностью безотказной работы 95%

d, мм	V, м/мин								
	12	14	16	18	20	21	23	26	30
	Износ ленточек, мм								
10	3,6	3,1	2,7	2,4	2,2	2,17	2,05	1,88	1,68
12	4,33	2,7	3,25	2,83	2,67	2,61	2,46	2,26	2,01
14	5,05	4,32	3,8	3,3	3,12	3,05	2,87	2,63	2,35
16	5,77	4,95	4,33	3,77	3,56	3,48	3,28	3,01	2,68
18	6,5	5,56	4,87	4,24	4,0	3,92	3,7	3,39	3,02
20	7,2	6,18	5,4	4,72	4,45	4,35	4Д	3,76	3,35
22	7,9	6,8	5,95	5,18	4,9	4,79	4,51	4,14	3,69
24	8,65	7,42	6,5	5,66	5,34	5,22	4,93	4,52	4,02
26	9,38	8,04	7,03	6,13	7,78	5,66	5,34	4,89	4,36
28	10,1	8,65	7,57	6,6	6,23	6,09	5,75	5,27	4,69
30	10,82	9,27	8,1	7,1	6,7	6,53	6,16	5,65	5,03
32	11,54	9,9	8,65	7,54	7,12	6,96	6,57	6,02	5,36
34	12,26	10,5	9,2	8,02	7,56	7,4	6,98	6,4	5,7
36	12,99	11,13	9,74	8,48	8,0	7,83	7,39	6,78	6,03
38	13,7	11,75	10,28	8,96	8,45	8,27	7,8	7,15	6,37
40	14,43	12,37	10,82	9,43	8,9	8,7	8,2	7,53	6,7

Для обеспечения безотказной работы сверл превышение значений износа ленточек табл. 1 недопустимо. В случае необходимости уменьшения периода эксплуатации сверл между заточками предлагаются зависимости (11) - (13) для расчета средней интенсивности изнашивания быстрорежущих спиральных сверл

$$\overline{I_{Кло}} = 3,5 \cdot 10^7 V^{-11,38} e^{0,7158V} d^{0,85}, \tag{11}$$

$$\overline{I_{Кло}} = 0,016 e^{0,084V} d^{0,85}, \tag{12}$$

$$\overline{I_{Кло}} = 0,098 e^{-0,001V} d^{0,85}, \tag{13}$$

Используя их, можно рассчитать среднюю величину износа ленточек по формуле:

$$\overline{K_{Л0}} = L \cdot \overline{I_{Кло}},$$

где L – период эксплуатации между заточками.

Выводы

Разработаны статистические зависимости износа ленточек быстрорежущих спиральных сверл, позволяющие рассчитать величину износа ленточек с 95% вероятностью безотказной работы.

Разработаны нормативные таблицы величин износа ленточек спиральных сверл, обеспечивающие полное удаление дефектов износа при заточке.

Список литературы

1. Рагрин Н.А. Повышение работоспособности быстрорежущих спиральных сверл // Машиностроитель. – М., 2011. - № 7. - С. 37-39.

2. Рагрин Н.А. Способы эксплуатации и восстановления работоспособности быстрорежущих спиральных сверл // Машиностроитель. – М., 2011. - № 10. - С. 35-37.
3. Рагрин Н.А. Обеспечение безотказности быстрорежущих спиральных сверл в условиях автоматизированного производства // Машиностроитель. – М., 2012. - № 7. - С. 37-39.
4. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. - М.: Машиностроение, 1968. - 288 с
5. Рагрин Н.А. Влияние износа отдельных рабочих элементов на характер формирования отказа быстрорежущих спиральных сверл. // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – Бишкек. 19/2009. – С.19-24.
6. Общемашиностроительные нормативы по износу, стойкости и расходу спиральных сверл. - М. : НИИМАШ, 1980. - 40 с.
7. Закс, Л. Статистическое оценивание. - М. : Статистика, 1976. - 598 с.

References

1. Ragrin NA Increasing efficiency of high-speed twist drills // Mashinostroitel. - M., 2011. - № 7. - pp 37-39.
2. Ragrin NA The methods of operation and the recovery efficiency of high-speed twist drills // Mashinostroitel. - M., 2011. - № 10. - S. 35-37.
3. Ragrin NA Ensuring reliability of high-speed twist drills in a computer-aided manufacturing // Mashinostroitel. - M., 2012. - № 7. - pp 37-39.
4. Pustyl'nik EI Statistical methods for the analysis and processing of observations. - M. : Engineering, 1968. - 288
5. Ragrin NA Impact wear specific work item on the refusal of high-speed nature of the formation of spiral drills. // Proceedings of the KSTU. Razzakov. - Bishkek. 19 / 2009. - S.19-24.
6. Engineering industry standards for wear resistance and consumption of twist drills. - M.: NIIMash, 1980. - 40 s.
7. Sachs, L. Statistical estimation. - M.: Statistics, 1976. - 598 p.

УДК 377.5:378.4

ИНТЕРНАЦИОНАЛИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА В ОМСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

Овчаренко Сергей Михайлович, д.т.н., доцент; Тэттер Александр Юрьевич, к.т.н., доцент; Калина Юлия Валерьевна; Шупикова Анастасия Олеговна; Абрамчикова Лариса Владимировна
Омский государственный университет путей сообщения Российская Федерация, 644046, г. Омск, пр. Маркса, 35, e-mail: ums@omgups.ru

Цель статьи: Рассмотрены мероприятия, способствующие интернационализации подготовки кадров для железнодорожного транспорта, а также опыт взаимодействия ОмГУПС с университетами стран Европы и Центральной Азии.

Ключевые слова: железная дорога, людских ресурсов, интернационализации, обучение.

RAILWAY TRANSPORT PERSONNEL TRAINING INTERNATIONALIZATION AT OMSK STATE TRANSPORT UNIVERSITY

Ovcharenko Sergey M., Tetter Alexander U., Kalina Julia V., Shupikova Anastasia O., Abramchikova Larissa V., Omsk State Transport University, Omsk, Russian Federation, e-mail: ums@omgups.ru

The article reviews internationalisation of staff training for the railway service and experience of OSTU cooperation with the Universities of Europe and Asia.

Keywords: railway, human resource, internationalisation, training.

1. Введение

Освоение будущими работниками железнодорожного транспорта техники и технологий зарубежных стран в области своей профессиональной деятельности становится все более актуальным в условиях глобализации и создания международных транспортных коридоров.

2. Взаимодействие с партнерами Европы и Центральной Азии

Взаимодействуя с университетами и железнодорожными предприятиями стран Европы (Австрии, Германии, Италии, Польши, Португалии) и Центральной Азии (Казахстан, Кыргызстан, Монголия, Туркменистан), ОмГУПС реализует следующие виды интернационализации образования: