

УДК 621.919.2 (07)

Ю. Н. Селезнев, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск, Россия) (e-mail:seleznevun39@gmail.com)

В. С. Кочергин, гл. технолог, АО «Геомаш» (Щигры, Россия) (e-mail:koshergin@mail.ru)

Е. Ю. Евсеев, аспирант, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск, Россия) (e-mail: zhenja-evseev@mail.ru)

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ МОНИТОРИНГА ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОМПЛЕКТА ПРОТЯЖЕК ДЛЯ ОБРАБОТКИ ФАСОННОГО ОТВЕРСТИЯ В ВАЛАХ-ШЕСТЕРНЯХ

Важное место среди достоинств режущего инструмента для протягивания, помимо высокой производительности, занимает высокая стойкость, обусловленная конструкцией, в которой формирующие элементы дублируют друг друга, частично или полностью.

Серьёзным преимуществом протяжного инструмента является также способность к многократным переточкам, позволяющим возвращать параметры резания условно изношенного инструмента к характеристикам нового, не выходя при этом за пределы допусков. Благодаря этим качествам нередко случаются, когда приобретённая протяжка годами эксплуатируется на предприятиях, особенно в случае малосерийного типа производства. В данных обстоятельствах огромное значение имеет её грамотная эксплуатация, подразумевающая регулярный контроль за состоянием инструмента, правильное хранение, своевременные переточки.

Информационное обеспечение эксплуатации инструмента с длительным сроком службы невозможно без разработки и постоянной реализации специальных организационных методик, что является важнейшей задачей инструментальной и технологической служб предприятия.

В данной статье описывается опыт создания, развития, практического использования системы мониторинга, на примере парка гранных протяжек. Данная система позволила систематизировать всю информацию об обработанных деталях, спланировать мероприятия по переточкам, спрогнозировать остаточный ресурс протяжек, определить экономический эффект, полученный от эксплуатации каждого наименования инструмента.

Внедрение мониторинга стало движущим фактором разработки серии мероприятий по улучшению обследования, хранения и обслуживания парка протяжного инструмента. Дополнительно система мониторинга дала ценный статистический материал, использованный в целях управления качеством продукции, своевременного обеспечения производства протяжным инструментом. Всё вышеперечисленное в конечном итоге позволило получить значительный экономический эффект, а статистическая информация стала базой для научных исследований, ведущихся на предприятии.

Ключевые слова: *протягивание, мониторинг, анализ, гранное отверстие, разработка, промышленная эксплуатация.*

DOI: 10.21869/2223-1560-2018-22-1-62-70

Ссылка для цитирования: Селезнев Ю. Н., Кочергин В. С., Евсеев Е. Ю. Анализ результатов мониторинга промышленной эксплуатации комплекта протяжек для обработки фасонного отверстия в валах-шестернях // Известия Юго-Западного государственного университета. 2018. Т. 22, № 1(76). С. 62-70.

В механизмах привода инструмента (рис.1) буровых установок моделей ПБУ-2, ЛБУ-50, ЛБУ50-07, ЛБУ50-08, ЛБУ50-10, УБВ-318 для передачи крутящего момента на привод бурового устройства (рис.1, поз.2) используются

изделия ЛБУ16-16, УБР12-12.04.001, Ш-4 04.00.004, Ш4 04Б.00.001, УСГ000 01.02.014 с базовым унифицированным отверстием (рис. 2) и основными конструктивными параметрами [1, 2].

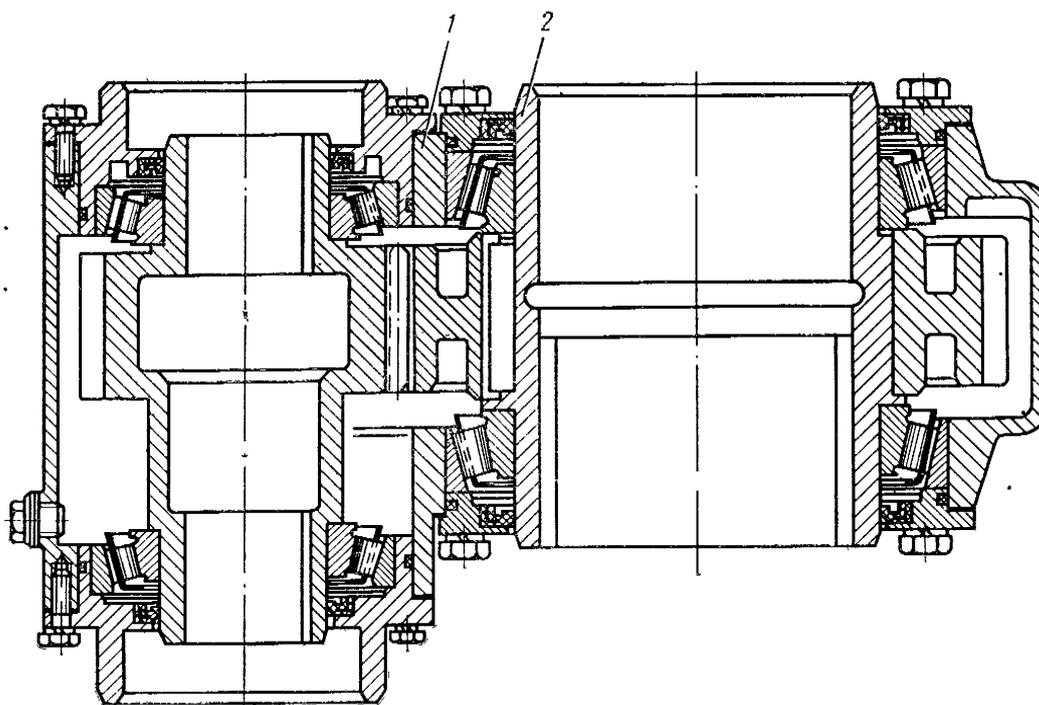


Рис.1. Поперечное сечение приводного механизма буровых установок моделей ПБУ, ЛБУ-50, ЛБУ-50-07, ЛБУ-50-08, ЛБУ-50-10, УБВ-318 (1- вал-шестерня для передачи крутящего момента на привод бурового устройства 2)

Из-за недостаточных мощностных параметров используемого на производстве для обработки базовых отверстий вышеперечисленных изделий горизонтально-протяжного станка мод. 7А520 с рабочим усилием равным 204 КН, и большого припуска под протягивание (диаметр отверстия в заготовке 83Н9 мм и окончательный размер фасонного отверстия 100Н11 мм, припуск на сторону составляет 8,5 мм при периметре режущей части зуба около 204 мм в начальной стадии протягивания). В заводской технологии была предусмотрена операция долбления, в результате выполнения которой удалялась часть припуска от диаметра 83 мм до диаметра 98 мм с шириной долбления 20 мм по каждой из трех граней с цилиндрической образующей.

Однако после этой операции, для полного съема припуска использовался комплект из четырех протяжек. Конструк-

тивные параметры комплекта из четырех протяжек представлены в таблице 1.

Анализ условий работы изделий ЛБУ16-16, УБР12-12.04.001, Ш-4 04.00.004, Ш4 04Б.00.001, УСГ000 01.02.014, используемых для передачи крутящего момента в конструкциях буровых установок, позволил сделать вывод о том, что цилиндрические поверхности отверстий носят статус свободных поверхностей и исходя из этого, не требуют обработки протягиванием. Этот вывод позволил переконструировать форму базового отверстия (рис. 2) в заготовках перед операцией протягивания.

Для получения такого профиля был использован долбежный станок, применяемый на операции предварительного долбления. После проведения эксперимента были установлены размеры припуска, оставляемого под протягивание.

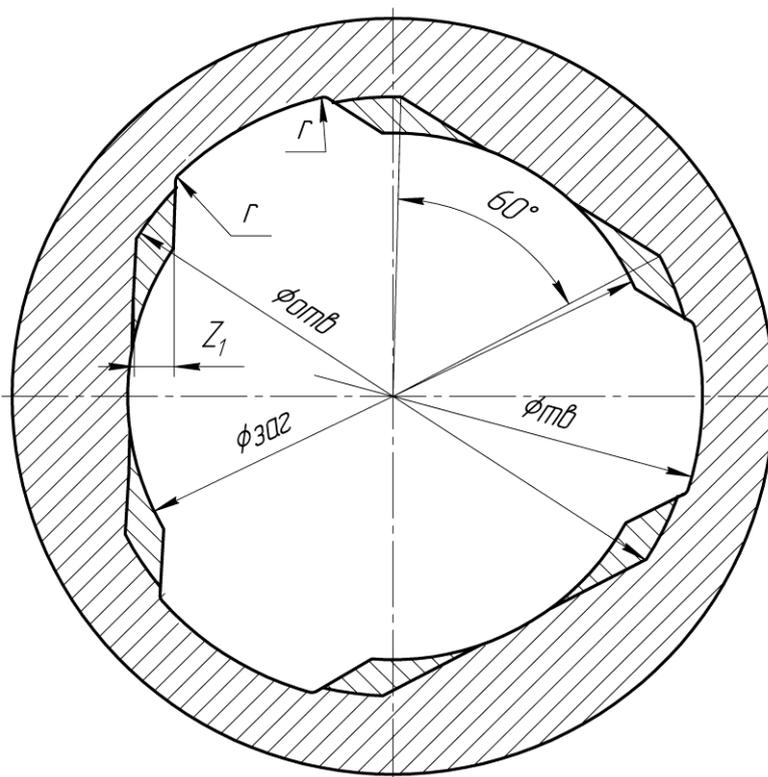


Рис. 2. Конструктивные параметры унифицированного отверстия для изделий ЛБУ16-16, УБР-12 12.04.001, Ш-4 04.00.004, Ш-4 04Б.00.001, УСГ000 01.02.014 ($\text{Ø заг} = 83\text{H}9 \text{ мм}$, $\text{Ø тв} = 101 \text{ мм}$, $Z_1 = 5 \dots 6 \text{ мм}$, $r = 1 \text{ мм}$)

Их величины составили $Z = 5 \dots 6 \text{ мм}$. Для удаления такого припуска в отверстиях деталей ЛБУ16-16, УБР12-12.04.001, Ш-4 04.00.004, Ш-4 04Б.00.001, УСГ000 01.02.014, как показали расчеты, необходим комплект всего из двух протяжек, конструктивные параметры которых представлены в таблице 1.

В основу конструирования рабочей части протяжки была заложена одинарная комбинированная схема съема припуска: плоские участки отверстия формировались по генераторной схеме боковыми кромками режущих зубьев, а цилиндрические участки отверстия формировались по профильной схеме цилиндрическим участком режущей кромки последнего режущего зуба.

Окончательная обработка профиля всего отверстия осуществлялась по про-

фильной схеме калибрующими зубьями. На способ формирования шероховатости получен патент [3]. Конструктивное исполнение запатентованной калибрующей части протяжки второго прохода представлено на рисунках 3 и 4.

Величина подъема режущих зубьев комплекта протяжек была рассчитана из условий загрузки протяжного станка по мощности и необходимости размещения стружки в стружечной канавке. Для решения задачи съема припуска при протягивании за два прохода, размер припуска, снимаемого на операции долбления по ширине на одной грани, был незначительно увеличен. Это позволило увеличить подъем на зубьях, работающих по одинарной схеме резания до $0,20 \text{ мм}$ на сторону.

Таблица 1

Анализ конструктивных параметров и эффективности комплекта двухпроходных протяжек для обработки фасонного отверстия в изделиях ЛБУ16-16, УБР12-12.04.001, Ш-4 04.00.004, Ш-4 04Б.00.001, УСГ000 01.02.014

N пп	Наименование сравниваемых конструктивных параметров про- тяжек	Заводской вариант четырех- проходной протяжки				Ито- го по завод- ско- му вари- анту	Новая двух- проходная протяжка		Итого по но- вому вари- анту	Эффективность по новому двух- проходному ва- рианту
		Проходы					Проходы			
		I	II	III	IV		I	II		
1	Число зубьев	46	46	28	27	147	29	28	57	Уменьшение, в 2,57 раза
2	Число калибру- ющих зубьев	2	2	4	5	13	4	7	11	Уменьшение, в 1,18 раза
3	Шаг режущих зубьев, мм.	20	20	30	30		30	30		
4	Спинка режущих зубьев, мм.	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	9	9	9	Увеличение, в 1,23 раза
5	Подъем на ре- жущий зуб, мм.	0,05 0,08	0,04 0,08	0,02 0,03	0,02 0,03	0,02 0,08	0,2 0,1	0,2 0,085	0,085 0,20	Увеличение, в 4...2,5 раза
6	Колебание удельных кон- тактных нагру- зок, МПа	2640 2438	2800 2438	3500 3030	3500 3030	3500 2438	2120 2020	2135 2020	2135 2020	Уменьшение, в 1,7...1,2 раза
7	Длина рабочей части, мм.	960	960	920	910	3750	830	770	1600	Уменьшение, в 2,34 раза
8	Длина протяжки, мм.	1500	1500	1460	1460	5880	1400	1400	2800	Уменьшение, в 2,1 раза
9	Масса заготовки, кг.	93	103	110	122	428	107	118	225	Уменьшение, в 1,9 раза

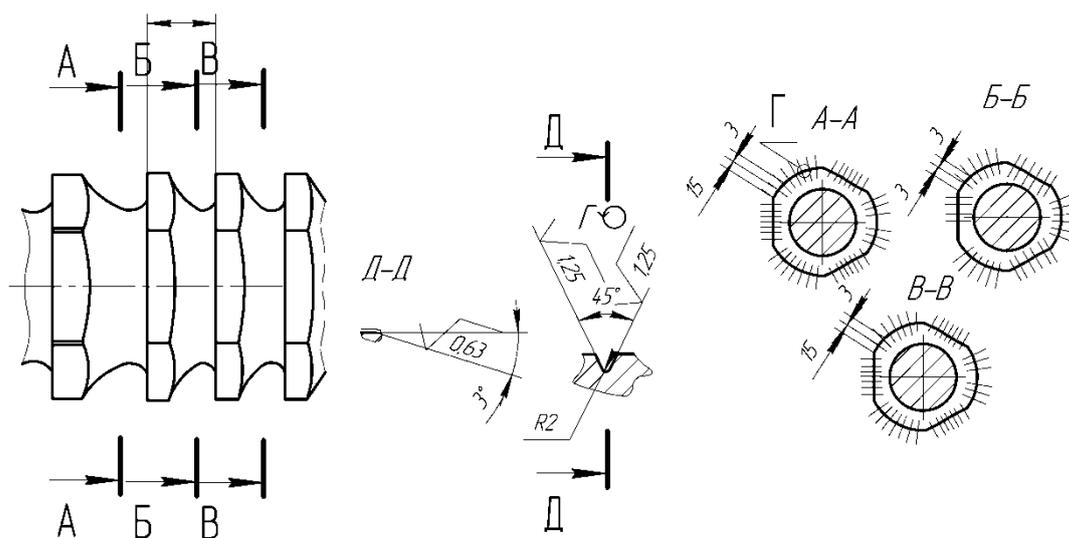


Рис. 3. Конструктивное исполнение трех первых калибрующих зубьев у протяжки второго прохода УБР12-12.04.001/Р102

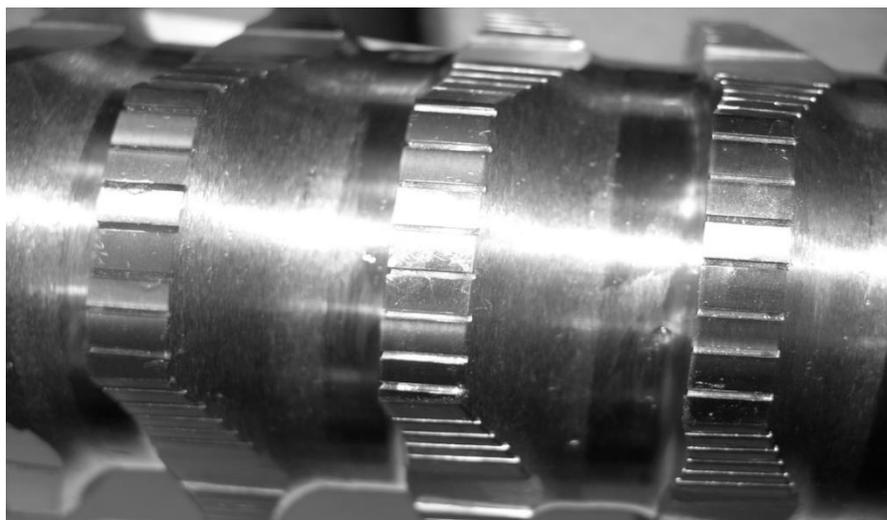


Рис. 4. Реализация изобретения в двухпроходной протяжке для обработки фасонного отверстия в изделиях ЛБУ16-16, УБР12-12.04.001, Ш-4 04.00.004, Ш-4 04Б.00.001, УСГ000 01.02.014

Комплект из двух протяжек УБР12-12.04.001/Р101 и УБР12-12.04.001/Р102 для обработки унифицированного отверстия в деталях ЛБУ16-16, УБР12-12.04.001, Ш-4 04.00.004, Ш-4 04Б.00.001, УСГ000 01.02.014 был введен в эксплуатацию в феврале 2002 г. На комплект протяжек был заведен паспорт, что позволило вести наблюдение за условиями их эксплуатации.

Результаты анализа промышленного мониторинга комплекта протяжек УБР12-12.04.001/Р101 и УБР12-12.04.001/Р102 за период с февраля 2002 г. по сентябрь 2007 г. опубликован в статьях [1, 2, 5].

Результаты анализа промышленного мониторинга комплекта протяжек УБР12-12.04.001/Р101 и УБР12-12.04.001/Р102 за период с октября 2007 г. по апрель 2014 г. представлены в таблице 2.

Анализ представленных в таблице 2 данных позволил сделать следующие выводы:

- за анализируемый период с 01.10.2002 г. по 01.04.2014 г. было протянуто 1703 изделий, что составило около 291,6 метра обработанной поверхности;

- протяжки за анализируемый период перетачивались: первый проход четыре раза; второй проход – три раза, в результате чего средняя наработка на отказ составила 100,3 метра;

- максимальная наработка на отказ составила 126,18 метра, минимальная – 76,16 метра;

- в результате переточек с передней поверхности режущих зубьев протяжек первого и второго проходов за анализируемый период было удалено 0,5 мм припуска, что составляет около 10 % ее ресурса.

Переточка протяжек проводилась после того, когда ленточка износа режущих зубьев по задней поверхности составляла около 0,3...0,35 мм. При переточках с передней поверхности удалялся припуск, равный половине ленточки износа зубьев по задней поверхности.

Как следует из данных сравнительного анализа внедрение в производство комплекта протяжек УБР12-12.04.001/Р101 и УБР12-12.04.001/Р102 с увеличенным в 2,5 ... 4 раза подъемом на режущих зубьях, обеспечило:

– за счет исключения из эксплуатации двух типоразмеров заводских протяжек, имевших очень низкую стойкость за счет использования зубьев с малыми подъемами, высвобождение оборотного капитала на приобретение двух протяжек;

– за счет исключения из эксплуатации двух типоразмеров протяжек достигнуто сокращение общего числа режущих зубьев протяжек с 147 до 57, что обеспечивает при равной стойкости старых и новых протяжек снижение трудоемкости заточной операции протяжек в 2,57 раза. (С учетом, как минимум, трехкратного увеличения наработки на отказ протяжек УБР12-12.04.001/P101 и УБР12-12.04.001/P102 снижение трудоемкости

заточных операций протяжек возрастает до 7,7 раза);

– снижение трудоемкости предварительного протягивания по штучному времени в 2 раза при повышении трудоемкости операции долбления по штучному времени в 1,5 ... 2 раза;

– суммарное снижение расходов электроэнергии [4] за счет более эффективного снижения продолжительности протяжных операций (установленная мощность горизонтально-протяжного станка мод. 7A520 равна 55,63 кВт) при незначительном росте расходов электроэнергии на операциях долбления (установленная мощность долбежного станка мод. ГД200 равна 4,1 кВт).

Таблица 2

Анализ результатов промышленного мониторинга комплекта протяжек
для обработки фасонных отверстий

УБР12 12.04.001/P101А инв. № 602. 2006г. 1 проход. УБР12 12.04.001/P102А инв. № 603. 2006г. 2 проход. Изготовитель: ОАО «МИЗ» Период эксплуатации с 01.10.2007 г. по 01.04.2014 г.																	
№	Номер детали	Наименование	Количество (шт.)										Материал	Твердость (НВ)	Длина протянутой поверхности (мм.)	Информация о переточках	
			2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Калибровка после твч	итого				Дата	Величина стачивания (мм)
1	Ш-4 04.00.004	Вал шестерня	31	200	154	56	130	143	162	37	+	913	40X	215... 302	L=180 (90+90)	29.04.09	0,15
2	Ш-4 04Б.00.001	Вал шестерня	-	-	5	5	10	5	5		++	30	12X НЗА	321... 420	L=180 (90+90)	06.04.12	0,2
3	УБР12 12.04.001	Вал шестерня	-	-	-	10	3	2	3	-	+	18	40X	215... 302	L=175 (85+90)	01.04.14	0,15
4	ЛБУ16.16	Вал шестерня	63	73	71	39	101	185	158	52	+	742	40X	229... 286	L=160 (80+80)		
5	УСГ000 01.02.014	Шестерня	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	40X	215... 302	L=65 (32+33)		
6	итого		94	273	230	110	244	335	328	89	1733	1703					
* Особые отметки рабочего паспорта на протяжку 1 прохода: 22.04.2009г. Сколы 4, 7, 8 режущие зубья. (Протянуто до 1-го отказа 617 деталей или 76,16 метров) 04.04.2012г. Сколы 5, 6 режущие зубья. (Протянуто до 2 – го отказа 516 деталей или 89,26 метров) 20.03.2014г. Сколы на чистовых зубьях по одной грани. (Протянуто до 3-го отказа 745 деталей или 126,18 метров) 01.04.2014г. Протяжка выведена из строя по причине неисправности станка.									* Особые отметки рабочего паспорта на протяжку 2 прохода: 29.04.2009г. (Протянуто до 1-го отказа 617 деталей или 76,16 метров) 04.04.2012г. Сколы 13, 16, 18, 21 режущих зубьев. (Протянуто до 2 – го отказа 516 деталей или 89,26 метров) 01.04.2014г. (Протянуто до 3-го отказа 745 деталей или 126,18 метров) Протяжка снята с эксплуатации по причине выхода из строя 1-го прохода.								
Всего протянуто 1703 детали или 291,6 метров																	

Снижение количества операций протягивания по модернизированному варианту с четырех до двух позволило в 2 раза сократить расход СОТС на масляной основе и улучшить экологические характеристики процесса протягивания [6]. Кроме того, появление по периметру отверстия в заготовках трех щелей (между рабочей частью протяжки и отверстием заготовки), обеспечивает более эффективную подачу СОТС в зону резания, что положительно влияет на качество процесса протягивания.

Список литературы

1. Селезнев Ю. Н. Повышение производительности и качества при протягивании фасонных отверстий // СТИН. 2007. N 12. С.26-28.
2. Russian Engineering Research, 2008, vol. 28, no. 3, pp. 273–274.
3. Пат. 2263009 Российская Федерация, МПК С2 D 23 В 43/02. Протяжка для обработки многогранных отверстий / Селезнев Ю. Н., Емельянов С. Г., Анисанов В. И., Рухлин А. С.
4. Селезнев Ю. Н., Губанов В. С. Исследование зависимости удельной энергоемкости процесса протягивания // Материалы и упрочняющие технологии-2008: сб. матер. XV Рос. научно-технической конференции с международным участием / редкол.: В. Н. Гадалов [и др.]; Курск. гос. тех. ун-т. Курск, 2008. С. 260-263.
5. Селезнев Ю. Н., Яцун Е. И., Фадеев А. А. Мониторинг промышленной эксплуатации комплекта из двух протяжек для обработки фасонного отверстия в деталях буровых установок // Инновации, качество и сервис в технике и технологиях: материалы I международной научно-практической конференции: в 2 ч. Ч 2. / редкол.: Е. И. Яцун [и др.]; Курск. гос. техн. ун-т. Курск, 2009. С.63-66.
6. Селезнев Ю. Н., Широконосов Ю. Г. Совершенствование экологичности процесса протягивания отверстий в деталях буровых установок // Медико-экологические информационные технологии – 2001: сб. матер. четвертой международной научно-технической конференции. Курск, 2001. С.289-291.
7. Селезнев Ю. Н., Евсеев Е. Ю., Кочергин В. С. Анализ обработки протягиванием фасонных отверстий валов-шестерен приводов буровых установок //Современные материалы, техника и технологии. Научно-практический журнал. 2015. №3(3). С.232-239.
8. Евсеев Е. Ю., Кочергин В. С. Анализ оценки стойкости протяжного инструмента // Перспективное развитие науки, техники и технологий: сборник научных статей. Курск, 2016. С.45-48.
9. Евсеев Е. Ю., Кочергин В. С. Анализ методов определения сил резания при внутреннем протягивании // Качество продукции: контроль, управление, повышение, планирование: сборник научных трудов 3-й Международной молодежной научно-практической конференции. Курск, 2016. С. 252-254.
10. Кочергин В.С. Анализ опасных и вредных факторов при протягивании гранных отверстий // Современные материалы, техника и технологии. Научно-практический журнал. 2017. N 1 (9). С.133-137.
11. Кочергин В. С., Евсеев Е. Ю. Анализ ограничений на основные конструктивные параметры при оптимизации протяжного инструмента // Современные материалы, техника и технологии. Научно-практический журнал. 2017. №2(10). С.35-39.
12. Селезнев Ю. Н., Кочергин В. С., Евсеев Е. Ю. Анализ и выбор технологи-

ческих критериев оценки конструкций протяжного инструмента // Молодежь и системная модернизация страны: сборник научных статей 2-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. Курск, 2017. С. 237-240.

13. Исследование влияния конструктивных и геометрических параметров

протяжного инструмента на выходные характеристики процесса протягивания: монография / С. Г. Емельянов, Ю. Н. Селезнев, В. С. Губанов, В. С. Кочергин, Е. Ю. Евсеев; Юго-Зап. гос. ун-т. Курск, 2017. 189 с.

Поступила в редакцию 15.12.17

UDC 621.919.2 (07)

Y. N. Seleznev, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Southwest State University (Kursk, Russia) (e-mail:seleznevun39@gmail.com)

V. S. Kochergin, Chief Technologist of JSC "Geomash" (Shchigry, Russia) (e-mail:koshergin@mail.ru)

E. Y. Evseev, Post-Graduate Student, Southwest State University (Kursk, Russia) (e-mail: zhenja-evseev@mail.ru)

ANALYSIS OF THE FINDINGS OF THE MONITORING OF AGRICULTURAL APPLICATION OF THE BROACH SET FOR MACHINING IRREGULARLY SHAPED HOLES IN GEAR SHAFTS

An important place among the advantages of cutting tools for broaching, in addition to high efficiency, is held by the high resistance due to the structure in which the forming elements duplicate partially or completely.

An important advantage of the broach tool is also its capacity for multiple re-sharpening, allowing recovering the parameters of cutting of a conventionally worn tool up to the characteristics of a new one, within the tolerances range. Due to these qualities, cases where the broach is used for years in plants especially in the case of a small-scale production, are quite common. In these circumstances, its intelligent maintenance, implying regular monitoring of tool condition, proper storage, timely re-sharpening is of great importance.

Information support for tool operation with a long service life is impossible without the development and continuous implementation of special organizational methods, which is the most important task of the tool part and engineering technological services of the enterprise.

This article describes the experience in the creation, development, practical use of the monitoring system, using the example of angular broaches. This system allowed systematization of all information on machined parts, planning measures for re-sharpening, predicting the remaining life of broaches, determine the economic effect obtained from the operation of each tool item.

The introduction of monitoring has become a driving factor in the development of a series of measures for improvement of examination, storage and maintenance of the broach tools. In addition, the monitoring system provided valuable statistical material used for quality management purposes, timely provision of plants with broach tools. All of the above mentioned ultimately allowed us to obtain a significant economic effect, and statistical information became the basis for scientific research conducted at the enterprise.

Key words: broaching, monitoring, analysis, angular hole, development, industrial use.

DOI: 10.21869/2223-1560-2018-22-1-62-70

For citation: Seleznev Y. N., Kochergin V. S. Evseev, E. Y. Analysis of the Findings of the Monitoring of Agricultural Application of the Broach Set for Machining Irregularly Shaped Holes in Gear Shafts. Proceedings of the Southwest State University, 2018, vol. 22, no. 1(76), pp. 62-70 (in Russ.).

Reference

1. Seleznev Ju. N. Povyshenie proizvoditel'nosti i kachestva pri protjagivanii fasonnyh otverstij. STIN, 2007, no.12, pp.26-28.
2. Russian Engineering Research, 2008, Vol. 28, No. 3, pp. 273–274.
3. Seleznev Ju. N., Emel'janov S. G., Anikanov V. I., Ruhlin A. S. Protjazhka dlja obrabotki mnogogrannyh otverstij. Patent RF, no. 2263009 C2 D 23 V 43/02
4. Seleznev Ju. N., Gubanov V. S. Issledovanie zavisimosti udel'noj jenergoemkosti processa protjagivaniya. Materialy i uprochnjajushhie tehnologii-2008. Sb. mater. XV Ros. nauchno-tehnicheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. Kursk, 2008, pp. 260-263.
5. Seleznev Ju. N., Jacun E. I., Fadeev A. A. Monitoring promyshlennoj jekspluatacii kompleksa iz dvuh protjazhek dlja obrabotki fasonnogo otverstija v detaljah burovyyh ustanovok. Innovacii, kachestvo i servis v tehnike i tehnologijah. Materialy I mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Ch 2. Kursk, 2009, pp.63-66.
6. Seleznev Ju. N., Shirokonosov Ju. G. Sovershenstvovanie jekologichnosti processa protjagivaniya otverstij v detaljah burovyyh ustanovok. Sbornik materialov chetvertoj mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii. Mediko-jekologichskie informacionnye tehnologii – 2001. Kursk, 2001, pp.289-291.
7. Seleznev Ju. N., Evseev E. Ju., Kochergin V. S. Analiz obrabotki protjagivaniem fasonnyh otverstij valovshesteren privodov burovyyh ustanovok. Sovremennye materialy, tehnika i tehnologii. Nauchno-prakticheskij zhurnal, 2015, no.3(3), pp.232-239.
8. Evseev E. Ju., Kochergin V. S. Analiz ocenki stojkosti protjazhnogo instrumenta. Perspektivnoe razvitie nauki, tehniki i tehnologij. Sbornik nauchnyh statej materialy 6-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Kursk, 2016, pp.45-48.
9. Evseev E. Ju., Kochergin V. S. Analiz metodov opredeleniya sil rezaniya pri vnutrennem protjagivanii. Kachestvo produkcii: kontrol', upravlenie, povyshenie, planirovanie. Sbornik nauchnyh trudov 3-j Mezhdunarodnoj molodezhnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Kursk, 2016, pp. 252-254.
10. Kochergin V.S. Analiz opasnyh i vrednyh faktorov pri protjagivanii grannyh otverstij. Sovremennye materialy, tehnika i tehnologii. Nauchno-prakticheskij zhurnal, 2017, no. 1 (9), pp.133-137.
11. Kochergin V. S., Evseev E. Ju. Analiz ogranichenij na osnovnye konstruktivnye parametry pri optimizacii protjazhnogo instrumenta. Sovremennye materialy, tehnika i tehnologii. Nauchno-prakticheskij zhurnal, 2017, no.2(10), pp.35-39.
12. Seleznev Ju. N., Kochergin V. S., Evseev E. Ju. Analiz i vybor tehnologicheskikh kriteriev ocenki konstrukcij protjazhnogo instrumenta. Molodezh' i sistemnaja modernizacija strany. Sbornik nauchnyh statej 2-j Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii studentov i molodyh uchenykh, Kursk, 2017, pp. 237-240.
13. Emel'janov S. G., Seleznev Ju. N., Gubanov V. S., Kochergin V. S., Evseev E. Ju. Issledovanie vlijaniya konstruktivnyh i geometricheskikh parametrov protjazhnogo instrumenta na vyhodnye harakteristiki processa protjagivaniya. Kursk, 2017, 189 p.