

УДК 677.054.842

**Б. А. Бакулин<sup>1</sup>, Ю. К. Калугин<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Министерство образования Республики Беларусь, ул. Войкова, 21, 225404 Барановичи, Республика Беларусь, 8 (0163) 58 37 13, bakulinb@mail.ru

<sup>2</sup> Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», Министерство образования Республики Беларусь, ул. Ожешко, 22, 230023 Гродно, Республика Беларусь, +375 (152) 73 19, kgk-oap@bk.ru

## АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ БАТАННОГО МЕХАНИЗМА ТКАЦКОГО СТАНКА

Рассматриваются методы и результаты исследования поверхностного слоя деталей батанного механизма ткацкого станка СТБ, подвергающихся интенсивному износу. Известно, что физико-механические свойства материалов, из которых изготавливаются ответственные детали ткацких станков, определяют их износостойкость и надёжность. На основе результатов исследования выявлен процентный состав легирующих добавок и твёрдость материалов, из которых изготовлены детали механизма различных производителей, а также предложены основные направления повышения износостойкости контактирующих деталей, работающих в условиях трения скольжения.

**Ключевые слова:** ткацкий станок; нитепрокладчик; зуб батана; сила трения; износ; спектральный анализ; твёрдость материала.

Табл. 1. Рис. 9. Библиогр.: 1 назв.

**B. A. Bakulin<sup>1</sup>, Ju. K. Kalugin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Baranovichi State University, Ministry of Education of the Republic of Belarus, 21, Voykova str., 225404 Baranovichi, the Republic of Belarus, 8 (0163) 58 37 13, bakulinb@mail.ru

<sup>2</sup> Yanka Kupala State University of Grodno, Ministry of Education of the Republic of Belarus, 22, Ozheshko str., 230023 Grodno, the Republic of Belarus, +375 (152) 73 19, kgk-oap@bk.ru

## ANALYSIS OF CHEMICAL COMPOSITION AND PHYSICAL-MECHANICAL PROPERTIES OF MATERIALS FOR LOOM BATA MECHANISM PARTS PRODUCTION

The article deals with the methods and results of the study of the surface layer of Bata mechanism parts for STB looms, which are exposed to intensive wear. As is known, physical and mechanical properties of materials for the important parts of looms determine their durability and reliability. The research results reveal the percentage of codopants and hardness of the materials used in the Bata mechanism manufactured by different producers. Some ideas of improving the wear resistance of parts, working in conditions of friction are suggested.

**Key words:** loom; plotter yarn; batan tooth; friction force; wear pattern; spectral analysis; hardness of the material.

Table 1. Fig. 9. Ref.: 1 titles.

**Введение.** На предприятиях Республики Беларусь и ближнего зарубежья используются преимущественно ткацкие станки бесчелночного типа марки СТБ, на которых прокладывание уточных нитей осуществляется малогабаритным нитепрокладчиком утка. Эти станки являются более универсальными по сравнению с машинами, использующими другие способы прокладывания утка. Однако данный способ прокладывания утка имеет некоторые недостатки: прерывность введения уточной нити в зев, большая интенсивность износа элементов механизмов движения нитепрокладчика, сложность конструкции отдельных механизмов.

По своей кинематике текстильные машины являются одними из самых сложных машин и состоят из множества сборочных единиц и деталей, имеющих самую различную долговечность. Основную роль в фор-

мировании процесса движения нитепрокладчика выполняют механизмы, детали и узлы, которые подвергаются достаточно большим силовым и динамическим нагрузкам, приводящим к значительным энергетическим потерям и повышенному износу. К таким деталям относятся зуб батана и нитепрокладчик.

Для устранения вышеперечисленных недостатков были проведены исследования воздействия факторов, влияющих на износ в паре «зуб батана—нитепрокладчик», определены физико-механические свойства деталей батанного механизма, позволяющие выбрать наиболее эффективные методы упрочняющей обработки для быстроизнашиваемых деталей.

**Основная часть.** Материал пар трения контактирующих деталей батанного механизма должен иметь повышенное сопротивление износу и коррозии, обеспечивать малый шум и вибрацию при движении, а также стабильность свойств при повышении температуры, возникающей из-за трения в зоне контакта.

Износ контактирующих поверхностей зависит от их шероховатости, нагрузочно-скоростных факторов, физико-механических свойств материалов, условий смазывания, температуры на поверхности трения, наличия загрязнений в смазке и т. д. Неточности механической обработки и некачественная сборка трущейся пары вызывают остаточные напряжения усталостного износа и колебания упругих элементов контактов, что ускоряет разрушение соответствующих деталей.

Для исследования прочностных свойств материалов и выявления их устойчивости к воздействию абразивного износа, определения влияния физико-механических свойств и легирующих элементов в образцах деталей на их изнашиваемость в процессе эксплуатации проведены лабораторные исследования соответствующих деталей, изготовленных различными производителями (таблица 1).

Показана схема взаимодействующих элементов батанного механизма (рисунок 1). Направляющая гребёнка включает набор зубьев батана 1 и нитепрокладчик, состоящий из корпуса нитепрокладчика 2, захвата 3 и заклёпок 4.

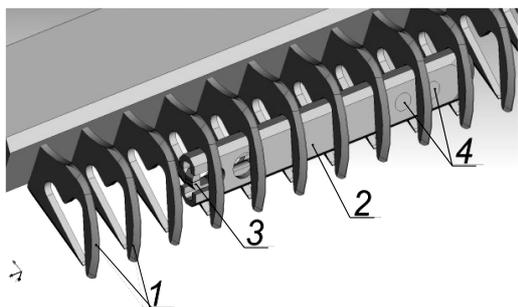
Одним из самых скоростных звеньев в ткацком станке является нитепрокладчик утка.

Движение нитепрокладчиков ограничено узким пространством направляющих гребёнки, поэтому предъявляются высокие требования к точности изготовления соответствующих деталей и их базирования [1]. В результате столкновения с отдельными зубьями по касательной плоскости контактирующие поверхности деталей испытывают повышенный износ. Фрагменты поверхностей некоторых деталей подвергаются наибольшему механическому воздействию (рисунок 2).

Корпус нитепрокладчика 1 (см. рисунок 2) представляет собой сварную пластину из двух половинок или цельнотянутую сплюснутую трубку с приваренным мыском, имеющую в сечении форму неравносторонней восьмигранной призмы. Разница в толщине стенок по всем направлениям не должна превышать 0,1 мм. Шероховатость поверхности корпуса — 0,32 мкм. Зубья батана 2 образуют направляющий канал для нитепрокладчиков утка, их устанавливают в обоймы по шесть зубьев в каждой. От качества изготовления зубьев батана и всей обоймы будет зависеть работа батанного механизма.

Т а б л и ц а 1. — Образцы деталей различных производителей

Номер образца	Название детали	Производитель
1	Корпус нитепрокладчика	Чебоксары, РФ
2	Корпус нитепрокладчика	Новосибирск, РФ
3	Корпус нитепрокладчика	Фирма «Зульцер», Германия
4	Зуб батана	Чебоксары, РФ
5	Зуб батана	Новосибирск, РФ
6	Зуб батана	Фирма «Зульцер», Германия
7	Захват нитепрокладчика утка	Чебоксары, РФ
8	Захват нитепрокладчика утка	Новосибирск, РФ
9	Захват нитепрокладчика утка	Фирма «Зульцер», Германия



**Рисунок 1. — Схема батанного механизма ткацкого станка СТБ**

Внутри корпуса нитепрокладчика на двух заклёпках 4 закреплён захват (пружина) 3, который оканчивается двумя губками (см. рисунок 2). Глухие заклёпки создают надёжное крепление захвата с корпусом прокладчика утка и позволяют избежать загрязнения ткани в процессе работы.

На первом этапе исследования был произведён спектральный анализ испытуемых образцов на спектрометре СПАС-02А. По цвету спектра, видимому в оптический прибор, можно судить об имеющихся в проверяемом образце стали тех или иных легирующих элементах.



1 — корпус нитепрокладчика; 2 — зуб батана; 3 — захват; А — зона интенсивного механического износа

**Рисунок 2. — Детали батанного механизма с обозначением зон, наиболее подверженных абразивному трению**

На основании лабораторных исследований построены графики спектрального анализа образцов 1—6 и 7—9 (рисунки 3 и 4).

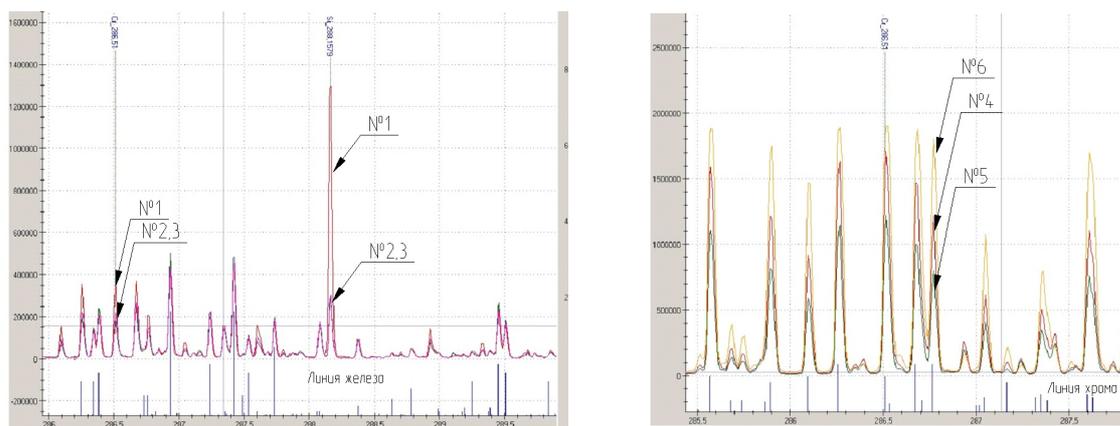
По данным интенсивности различных спектров для разных легирующих добавок выявлен химический состав элементов, а по их содержанию определён материал деталей. Представлены данные о процентном содержании химических элементов деталей различных производителей (рисунки 5 и 6).

Из полученных данных определено: образец 1 выполнен из хромокремнистой конструкционной стали 40ХС, ГОСТ 4543-71, образец 2 — из хромоникельмолибденовой конструкционной стали 40ХН2МА ГОСТ 4543-71, образец 3 (производства фирмы «Зульцер», Германия) — из хромистой конструкционной стали типа 40Х. Образцы 4, 5 и 6 выполнены из стали 35 ГОСТ 1050-88, а материалом образцов 7, 8 и 9 является хромованадиевая сталь 15ХФ, 40ХФА (ГОСТ 4543-71).

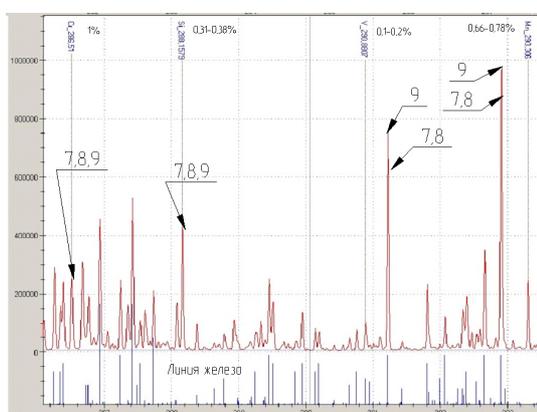
Затем производилось определение твёрдости материала образцов методом Роквелла (ГОСТ 9013-59), шкала С. Представлены результаты исследований (рисунки 7 и 8).

На основании вышеприведённых данных получено соотношение твёрдостей материалов пар «зуб батана—нитепрокладчик» (Кт) (рисунок 9). Данное соотношение позволяет сделать вывод, что твёрдости материалов пар разных производителей близки по значению и не оказывают решающего влияния на их износостойкость.

Эксплуатационные испытания пар «зуб батана—нитепрокладчик», проведённые на ОАО «БПХО» (г. Барановичи), показали следующие результаты по периоду их стойкости: пара «зуб батана—ните-



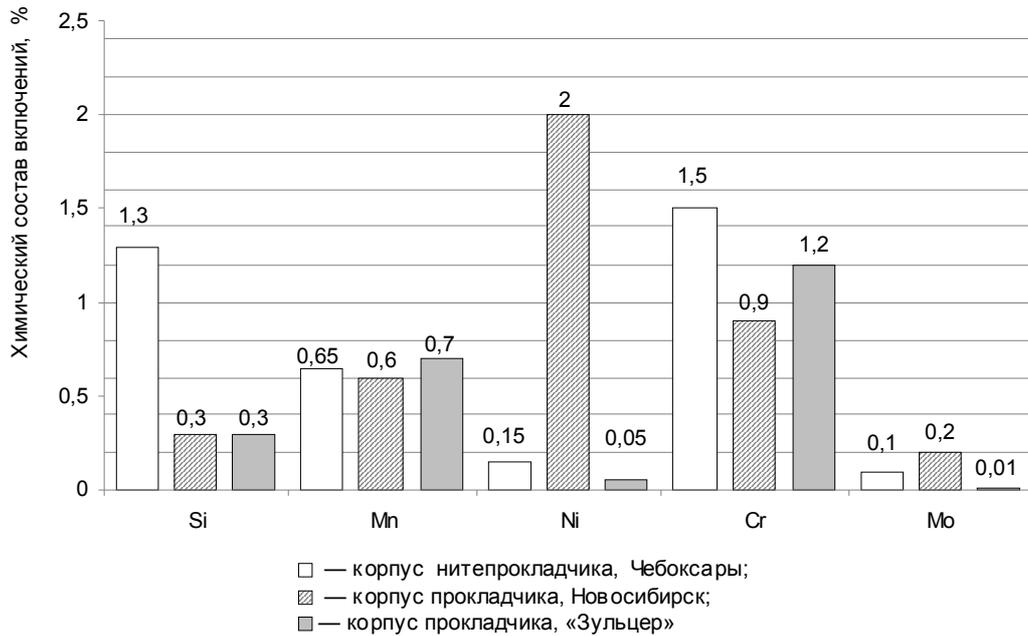
**Рисунок 3. — Спектральный анализ пары «зуб батана—нитепрокладчик» образцов 1—6**



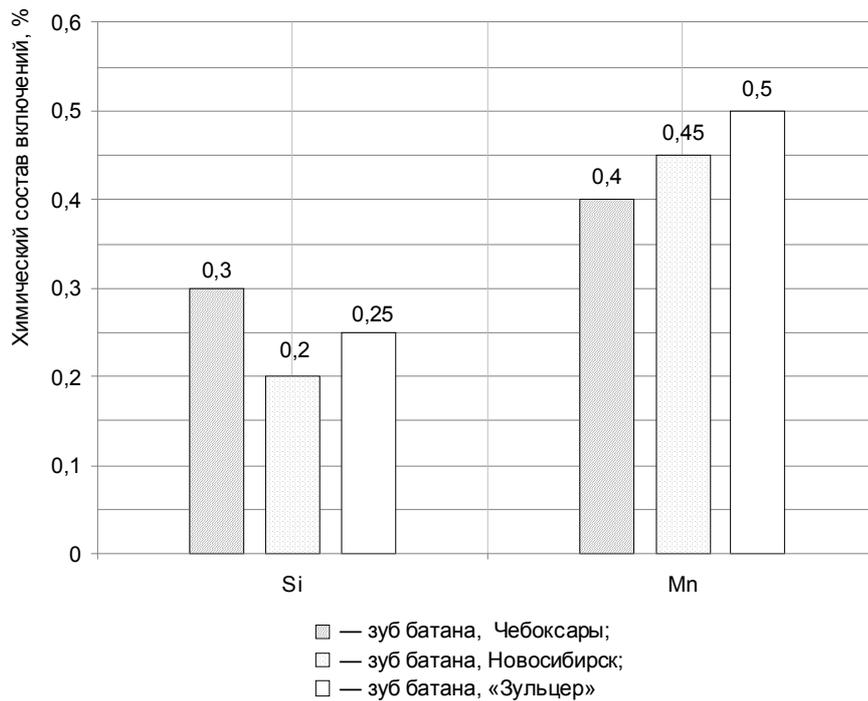
**Рисунок 4. — Спектральный анализ пары «зуб батана—нитепрокладчик» образцов 7—9**

прокладчик», произведённая в Новосибирске, превосходит по износостойкости пару производства г. Чебоксары в 2 раза; наивысший результат износостойкости (в 3,5 раза превосходит пару производства г. Новосибирск) принадлежит фирме «Зульцер» (Германия).

**Заключение.** Выполнен спектральный анализ химического состава, и определена твёрдость образцов деталей ткацкого станка модели СТБ, проведены их эксплуатационные испытания. Установлено, что детали произведённые в России, выполнены из сложнлегированных сталей 40ХС, 40ХН2МА, 15ХФ, 40ХФА, а подобные детали производства «Зульцер» (Германия) — из сталей типа 40Х и 35. Однако производственные испытания деталей, изготовленных из вышеуказанных материалов, свидетельствуют, что детали, изготовленные германской фирмой, в 3,5...7,0 раз превосходят по стойкости российские детали. Такой результат показывает, что немецкая фирма при изготовлении деталей ткацкого станка использует более эффективные режимы термо- или термомеханической обработки. Следовательно, для изготовления быстроизнашиваемых деталей ткацкого станка можно использовать относительно недорогие малолегированные стали при условии подбора эффективных режимов термообработки или других методов упрочнения (вакуумным нанесением покрытий, химико-термической обработкой, магнитно-импульсным воздействием и др.). Этим вопросам будет посвящена следующая статья после проведения соответствующих научно-исследовательских работ.



а)



б)

Рисунок 5. — Химический состав материала корпуса нитепрокладчика (а) и зуба батана (б) различных производителей

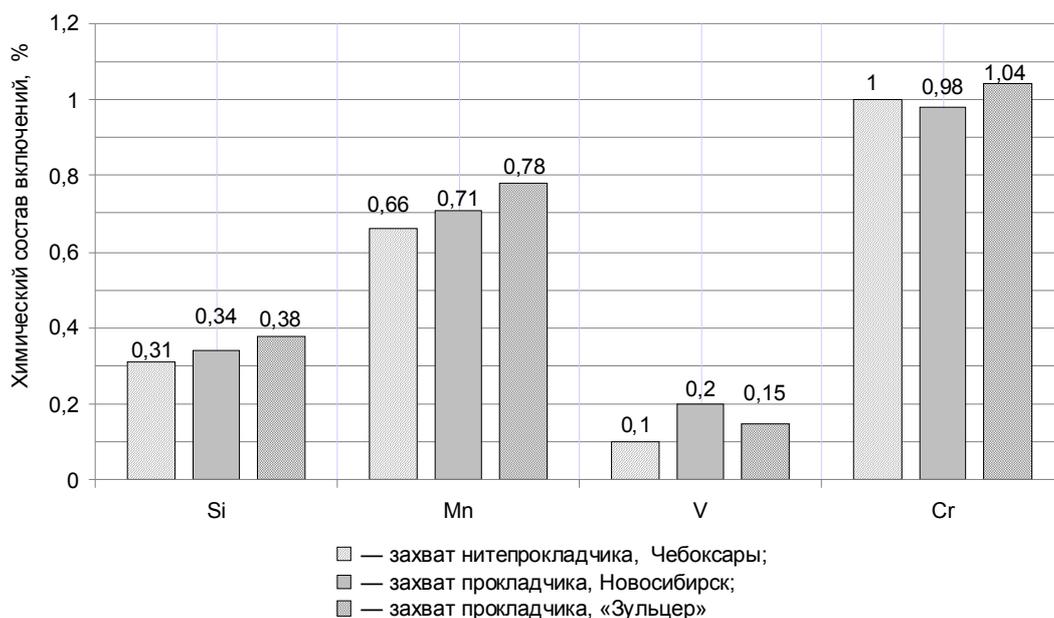


Рисунок 6. — Химический состав материала захвата нитепрокладчика различных производителей

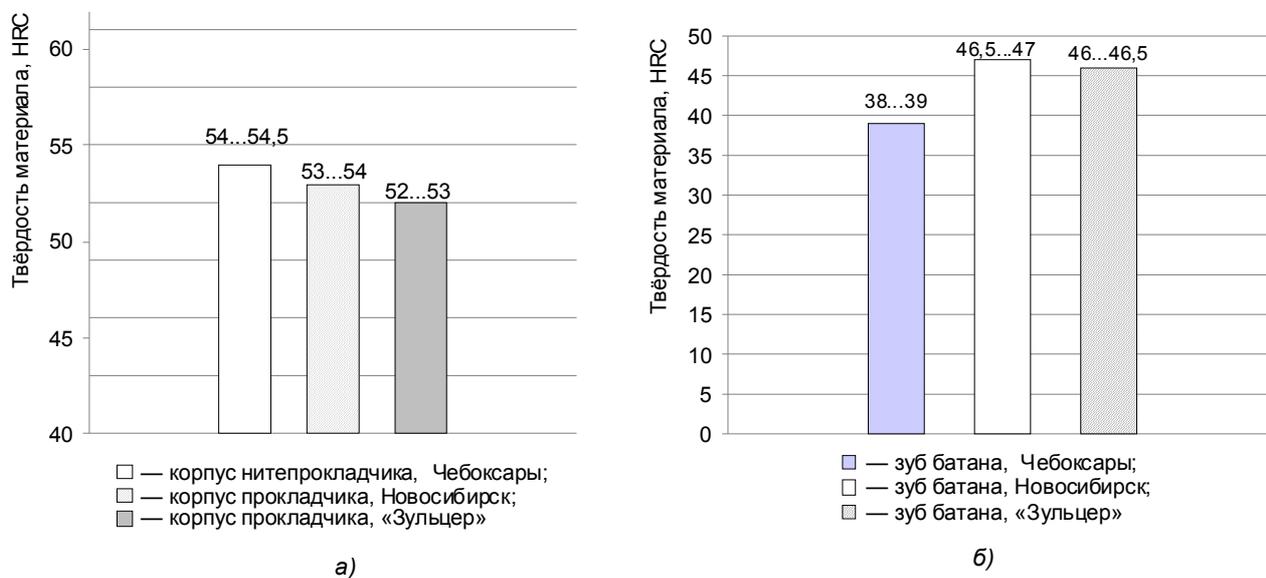
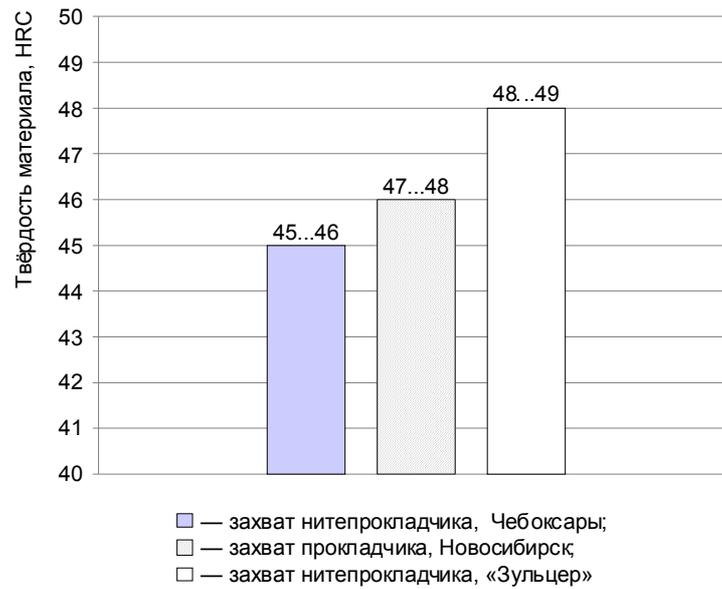
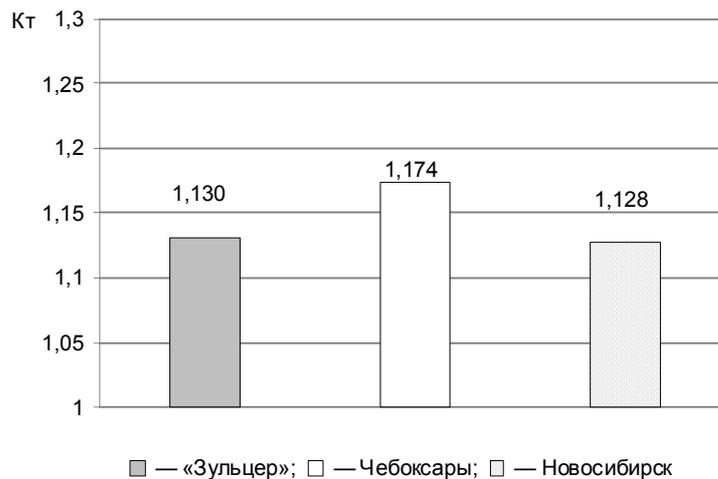


Рисунок 7. — Твёрдость материала корпуса нитепрокладчика (а) и зуба батана (б), HRC



**Рисунок 8. — Твёрдость материала захвата нитепрокладчика, HRC**



**Рисунок 9. — Соотношение твёрдостей поверхностного слоя контактирующих деталей пары «зуб батана—нитепрокладчик»**

#### Список цитируемых источников

1. Гуляев Е.С. Оценка параметров точности нитепрокладчика // Математическое моделирование и информатика : Труды XV научной конференции / под ред. Д.Ю. Рязанова. М. : СТАНКИН, 2013. С. 121—124.

Поступила в редакцию 06.05.2016.