электронный научно-технический журнал
ИНЖЕНЕРНЫЙ ВЕСТНИК
Издатель: Общероссийская общественная организация "Академия инженерных наук им. А.М. Прохорова". Эл No. ФС77-51036. ISSN 2307-0595

Разработка классификации металлорежущих инструментов и её практическое применение для базы данных сборных резцов

 # 01, март 2018
Виноградов А. В.
УДК: 621.9.025

Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана
85.8.viny@gmail.com

Введение

В современном мире широко применяются информационные технологии, позволяющие оперировать большим объёмом данных. В основе таких технологий лежат базы данных (БД), системы управления БД (СУБД), а также особое построение БД, отвечающее соответствующим задачам.

Основной задачей при проведении тендерных конкурсов, организации складов, оперировании объектами инструментального хозяйства является быстрый поиск требуемого инструмента. Данный поиск возможно реализовать с помощью БД и современных ЭВМ, производящих операции поиска по таким БД. Вспомогательной задачей является сокращение времени на ввод информации об инструменте.

Ключевой характеристикой БД является её структура, содержащая данные об инструменте. В основе структуры БД содержится классификация инструмента, и построенная на этой классификации связь данных. Поэтому разработка классификации режущих инструментов, отвечающей современным требованиям к организации информации, является актуальной задачей. Подход к составлению такой классификации приводится далее и базируется на решении ряда задач по поиску характеристик инструмента.

В основе предлагаемой классификации лежит общепринятое разделение металлорежущего инструмента, но имеющее особый подход – выделение различных свойств и их представлений в виде графа.

1. Обзор литературы

Классификация металлорежущего инструмента представлена в ряде источников. Анализ литературы позволяет сделать следующие замечания.

В большом количестве источников (в частности, [1- 3]) режущие инструменты классифицируют по видам оборудования, для которого инструмент предназначен или по видам обработки, которую инструмент выполняет. Например, для токарных станков и токарных

работ предназначены резцы, для протягивания и протяжных станков - протяжки, для зуборезных работ и зуборезных станков - долбяки, модульные червячные фрезы и т.д. В литературе имеются прямые указания на то, что тип инструмента, помимо прочих факторов, доложен выбираться в соответствии с типом станка, т.е. в зависимости от имеющегося на производстве оборудования. Недостатком такой классификации является невозможность применить один инструмент на нескольких типах станков (например, сверло – работает на сверлильных, токарных, фрезерных и расточных станках).

В некоторых источниках [4-6] приводится классификация инструментов для отдельного вида работ (соответственно расточные инструменты, фрезы), в то время как общая классификация не представлена, вследствие чего общую БД на такой классификации построить нельзя.

Ряд авторов [7-9 и др.] предлагает классифицировать режущие инструменты и инструментальные приспособления по особенностям их конструкции. Разделив каждый инструмент на составляющие его конструктивные элементы и объединив подобные элементы, удается разграничить инструменты между собой. Эта система классификации хорошо подходит для конструирования режущих инструментов, но такой подход плохо применим при выборе заданного вида инструмента для конкретных задач, и вследствие - для создания БД.

В статьях [10, 11] приведены схемы БД, но они отражают не все характеристики соответствующих инструментов (и какой-либо классификации, приведённой до момента начала построения БД). Вследствие этого, некоторые характеристики токарных резцов разделены неоптимальным образом (например, резцы с быстрорежущей частью и с твердосплавной частью разделены по разным таблицам баз данных, вследствие этого выбор резца определённой длины необходимо делать дважды). Для фрез и свёрл ряд характеристик (например, покрытие, допуск на диаметр режущей части) тоже не указаны.

В нормативной документации представлены классификации некоторых видов режущих инструментов. Так в [12] приводится только один вид инструментов – фрезы. Классификация характеристик инструментов указана и нормирована, и каждому типу фрезы (концевая, насадная, двууугловая) соответствует определённая часть строки в составе обозначения инструмента. К недостаткам этой классификации можно отнести ее неполноту (в зависимости, например, от угла в плане, обозначение фрезы будет сильно различаться, следовательно, будут различаться подходы к обработке обозначений таких фрез внутри СУБД) и отсутствие некоторых характеристик, влияющих на обновление БД (серия инструмента, а также необходимость производителю придумывать свой уникальный идентификатор, записываемый в конец стандартного обозначения). Кроме того, данный стандарт относится только к фрезам.

В [13] можно найти классификацию и систему обозначений токарных пластин, которой в полной мере пользуются все современные производители. Для правильной работы с данными, к данной классификации необходимо добавить некоторые реквизиты (поля таблиц БД) которые будут устанавливать иерархические связи. После выявления связей, всю классификацию в соответствии с [13] можно включить в общую, объемлющую структуру БД.

Стоит особо выделить работу [14], в которой отражён принципиально новый подход к построению классификации металлорежущего инструмента. Весь инструмент представлен в виде графа, вершинами которого являются составные элементы сборного металлорежущего инструмента (узлы, кассеты, винты, кольца и т.п.), а рёбра графа не существуют до тех пор, пока пользователь описываемой в [14] системы не проведёт определённые действия и не будет выбран требуемый инструмент. Как только инструмент выбран, решается задача оптимизации по критериям предпочтения, далее формируется структура графа, дополненная созданными рёбрами. Инструмент собирается из множества различных элементов, определённых пользователем.

Такой подход частично совпадает с описываемым в настоящей работе подходом, однако в [14] не представлено классификации как таковой, а только лишь представлен поход к построению оптимальной структуры сборного металлорежущего инструмента (т.е. дан ответ на вопрос: какая конструкция, в зависимости от пользовательских критериев, является оптимальной?). В критерии пользователя при построении такой структуры входят экономические и эксплуатационные характеристики. Также не указано, какие это могут быть характеристики. В работе отмечено, что есть ограниченность данного подхода в пределах одного каталога (производителя) металлорежущего инструмента (РИ), поскольку у различных производителей нет взаимозаменяемости составляющих частей режущего инструмента. Вследствие этого, построение сетевого графа будет для каждого производителя своё, и трудоёмкость будет увеличена пропорционально количеству рассматриваемых производителей инструментов в поисках оптимального решения.

2. Основная часть

По мере накопления опыта решения прикладных задач, связанных с инструментальным обеспечением машиностроительных предприятий, можно выделить основные типы задач:

- раскрытие характеристик инструмента по обозначению (прямая задача);
- поиск инструмента по заданным характеристикам (обратная задача);
- подбор аналога инструмента (т.е. инструмента, обладающего такими же характеристиками, как заданный).

Для решения данных задач разработана классификация режущих инструментов, основанная на иерархической наследственности, которая показана на рис.1 в форме графа. Вершины графа представляют собой иерархию следования классификации, и в подавляющем большинстве случаев делятся только в одном направлении. Такой граф называется деревом [15].

Начало (корень) дерева – это вершина, содержащая в себе предельно обобщающий термин – модель металлорежущего инструмента. Следующие вершины графа раскрывают, какая это модель, какие у неё характеристики и на каком уровне они расположены. Все вершины построены таким образом, чтобы к ним можно было применить подходы и принципы объектно-ориентированного программирования (ООП) – инкапсуляцию и наследование [16]. Дерево, получившееся в результате классификации, является иерархией наследования. Например, цельное сверло с внутренним подводом СОЖ – это дочерний класс от цельных

свёрл, который, в свою очередь является дочерним классом от свёрл, который наследуется от предельно общего класса – модели металлорежущего инструмента.

Предлагаемый подход подразумевает, что классифицируются параметрические модели металлорежущего инструмента и его составляющие части, которые затем помещаются в БД. Соответственно, БД состоит из записей, каждая из которых является параметрической моделью металлорежущего инструмента

Рёбра, изображённые на рис. 1 линиями, являются линиями наследования. Другие рёбра, не изображённые на рисунке, могут достраиваться в зависимости от классифицируемого инструмента. Нижний уровень не ограничен (могут также быть и 5-й, и 6-й уровни, в зависимости от модели РИ). Это вызвано тем, что модели, находящиеся на 4-ом уровне могут состоять из деталей и узлов, которые в свою очередь, также состоят из деталей или узлов. (это будет показано на примере ниже).

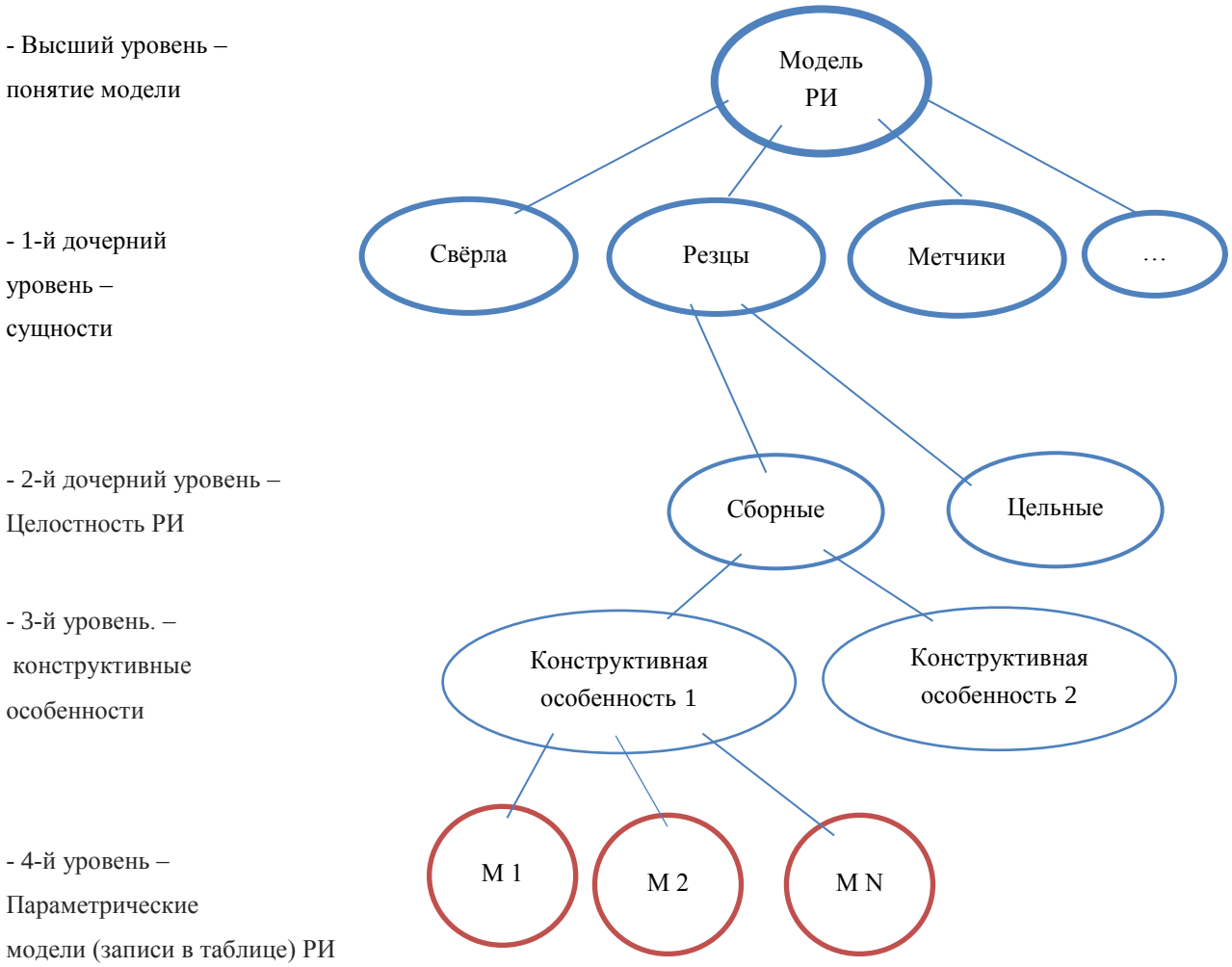


Рис. 1. Основная классификация металлорежущего инструмента, для его помещения в базу данных инструмента

Пример иерархической модели режущего инструмента, содержащая более 4-х уровней классифицируемых элементов, продемонстрируем на примере отрезных резцов с механическим креплением пластины (рис. 2).

Пластина 1 устанавливается в лезвие 2, которое с помощью прижима 3 крепится в теле державки 4. При этом прижим 3 является узлом, состоит из двух элементов (рис. 3) и комплектуется ключом 7. Соответственно приведённому выше принципу, классификация винта 6 для выбранного типа инструмента будет содержать следующую цепочку уровней (дерева) наследования:

Модель → Резцы → Резцы сборные → Резцы отрезные → Державки → Узел крепления → Винт

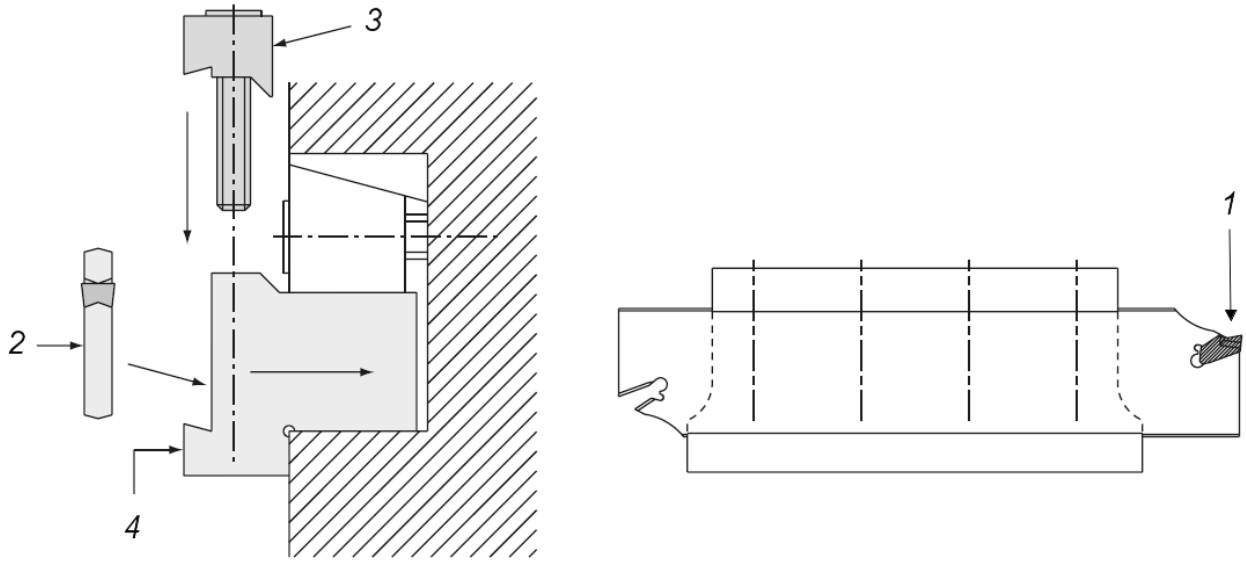


Рис. 2. Державка токарная отрезная с механическим креплением режущей пластины

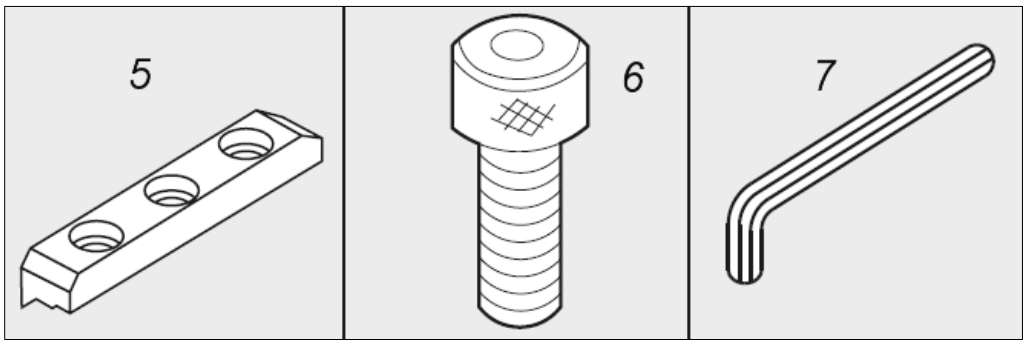


Рис. 3. Узел крепления отрезного лезвия

Заключение

В результате реализации иерархического принципа классификации была построена база данных токарных наружных резцов для мобильного приложения «ProjectTTE» (рис. 4). БД собрана автоматически и не содержит результатов ручного ввода. Источник БД – каталог производителя инструмента TaeguTec [17].

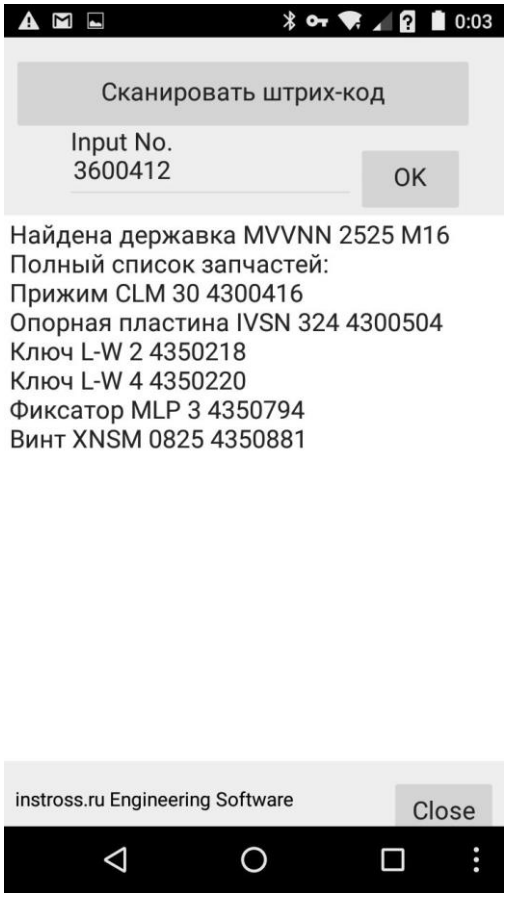
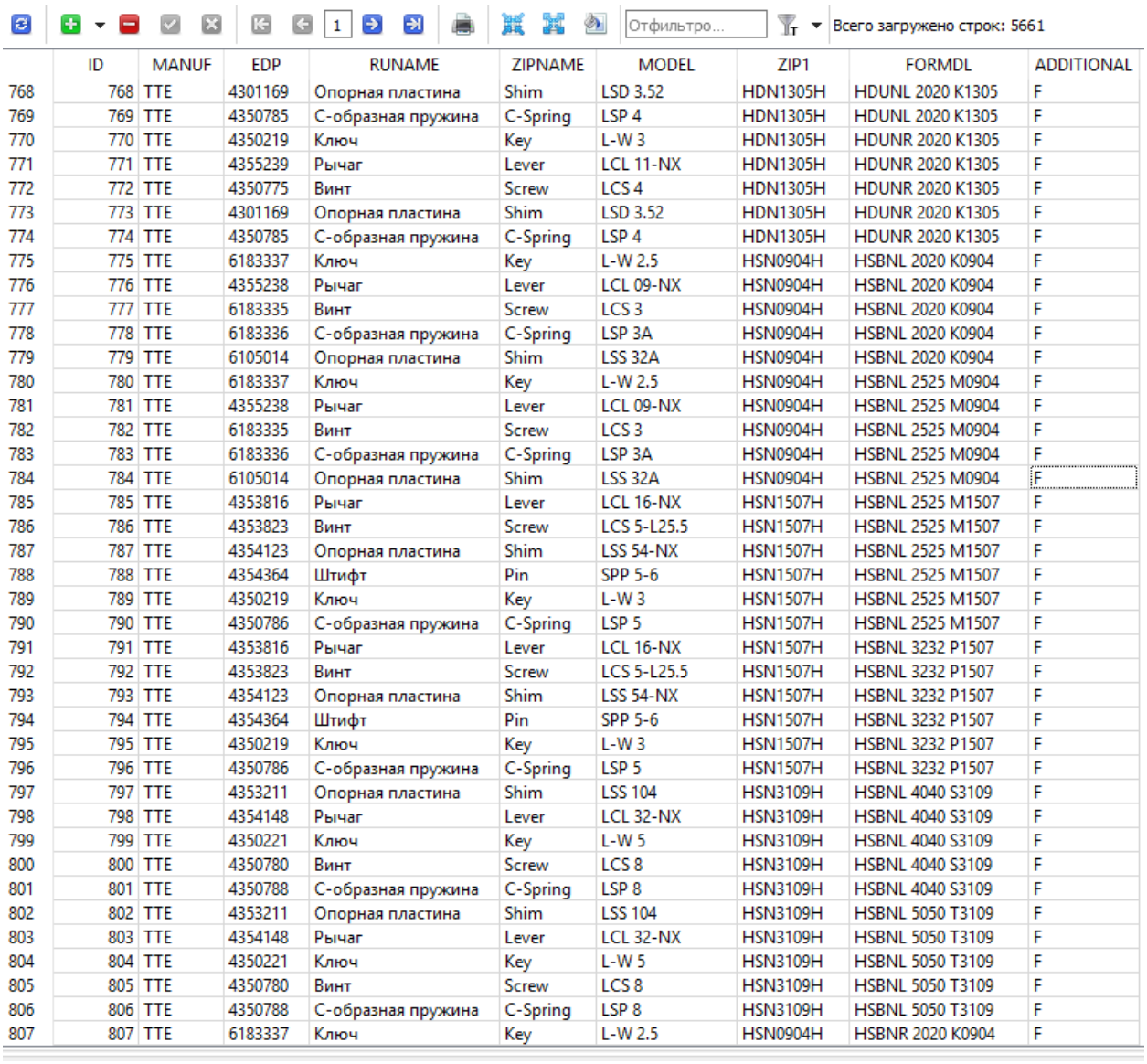


Рис. 4. Рабочий интерфейс мобильного приложения «ProjectTTE»

Приложение позволяет сканировать штрих-код инструмента и по нему возвращать список запчастей, являющихся дочерним уровнем для найденной державки. Если необходимо добавить данные других производителей, они поместятся в те же таблицы, что и указанные в примере ниже.

Пример таблиц БД SQLite для запчастей токарных державок (наружная обработка) и запчастей к ним представлен на рис. 5, где поля БД: ID – уникальный ключ; MANUF – производитель металлорежущего инструмента; EDP – номер заказа у производителя; RUNAME – наименование запасной части (русский язык); ZIPNAME - наименование запасной части (английский язык); MODEL – обозначение запчасти по каталогу; ZIP1 – имя комплекта запчастей; FORMDL – старшая модель в иерархии (т.е. модель родительского уровня) – для какой модели подходит запчасть; ADDITIONAL – метка запчасти, указывающая на дополнительность (поставляется ли отдельно) – булев тип.



Отфильтро... Всего загружено строк: 5661

	ID	MANUF	EDP	RUNAME	ZIPNAME	MODEL	ZIP1	FORMDL	ADDITIONAL
768	768	TTE	4301169	Опорная пластина	Shim	LSD 3.52	HDN1305H	HDUNL 2020 K1305	F
769	769	TTE	4350785	С-образная пружина	C-Spring	LSP 4	HDN1305H	HDUNL 2020 K1305	F
770	770	TTE	4350219	Ключ	Key	L-W 3	HDN1305H	HDUNR 2020 K1305	F
771	771	TTE	4355239	Рычаг	Lever	LCL 11-NX	HDN1305H	HDUNR 2020 K1305	F
772	772	TTE	4350775	Винт	Screw	LCS 4	HDN1305H	HDUNR 2020 K1305	F
773	773	TTE	4301169	Опорная пластина	Shim	LSD 3.52	HDN1305H	HDUNR 2020 K1305	F
774	774	TTE	4350785	С-образная пружина	C-Spring	LSP 4	HDN1305H	HDUNR 2020 K1305	F
775	775	TTE	6183337	Ключ	Key	L-W 2.5	HSN0904H	HSBNL 2020 K0904	F
776	776	TTE	4355238	Рычаг	Lever	LCL 09-NX	HSN0904H	HSBNL 2020 K0904	F
777	777	TTE	6183335	Винт	Screw	LCS 3	HSN0904H	HSBNL 2020 K0904	F
778	778	TTE	6183336	С-образная пружина	C-Spring	LSP 3A	HSN0904H	HSBNL 2020 K0904	F
779	779	TTE	6105014	Опорная пластина	Shim	LSS 32A	HSN0904H	HSBNL 2020 K0904	F
780	780	TTE	6183337	Ключ	Key	L-W 2.5	HSN0904H	HSBNL 2525 M0904	F
781	781	TTE	4355238	Рычаг	Lever	LCL 09-NX	HSN0904H	HSBNL 2525 M0904	F
782	782	TTE	6183335	Винт	Screw	LCS 3	HSN0904H	HSBNL 2525 M0904	F
783	783	TTE	6183336	С-образная пружина	C-Spring	LSP 3A	HSN0904H	HSBNL 2525 M0904	F
784	784	TTE	6105014	Опорная пластина	Shim	LSS 32A	HSN0904H	HSBNL 2525 M0904	F
785	785	TTE	4353816	Рычаг	Lever	LCL 16-NX	HSN1507H	HSBNL 2525 M1507	F
786	786	TTE	4353823	Винт	Screw	LCS 5-L25.5	HSN1507H	HSBNL 2525 M1507	F
787	787	TTE	4354123	Опорная пластина	Shim	LSS 54-NX	HSN1507H	HSBNL 2525 M1507	F
788	788	TTE	4354364	Штифт	Pin	SPP 5-6	HSN1507H	HSBNL 2525 M1507	F
789	789	TTE	4350219	Ключ	Key	L-W 3	HSN1507H	HSBNL 2525 M1507	F
790	790	TTE	4350786	С-образная пружина	C-Spring	LSP 5	HSN1507H	HSBNL 2525 M1507	F
791	791	TTE	4353816	Рычаг	Lever	LCL 16-NX	HSN1507H	HSBNL 3232 P1507	F
792	792	TTE	4353823	Винт	Screw	LCS 5-L25.5	HSN1507H	HSBNL 3232 P1507	F
793	793	TTE	4354123	Опорная пластина	Shim	LSS 54-NX	HSN1507H	HSBNL 3232 P1507	F
794	794	TTE	4354364	Штифт	Pin	SPP 5-6	HSN1507H	HSBNL 3232 P1507	F
795	795	TTE	4350219	Ключ	Key	L-W 3	HSN1507H	HSBNL 3232 P1507	F
796	796	TTE	4350786	С-образная пружина	C-Spring	LSP 5	HSN1507H	HSBNL 3232 P1507	F
797	797	TTE	4353211	Опорная пластина	Shim	LSS 104	HSN3109H	HSBNL 4040 S3109	F
798	798	TTE	4354148	Рычаг	Lever	LCL 32-NX	HSN3109H	HSBNL 4040 S3109	F
799	799	TTE	4350221	Ключ	Key	L-W 5	HSN3109H	HSBNL 4040 S3109	F
800	800	TTE	4350780	Винт	Screw	LCS 8	HSN3109H	HSBNL 4040 S3109	F
801	801	TTE	4350788	С-образная пружина	C-Spring	LSP 8	HSN3109H	HSBNL 4040 S3109	F
802	802	TTE	4353211	Опорная пластина	Shim	LSS 104	HSN3109H	HSBNL 5050 T3109	F
803	803	TTE	4354148	Рычаг	Lever	LCL 32-NX	HSN3109H	HSBNL 5050 T3109	F
804	804	TTE	4350221	Ключ	Key	L-W 5	HSN3109H	HSBNL 5050 T3109	F
805	805	TTE	4350780	Винт	Screw	LCS 8	HSN3109H	HSBNL 5050 T3109	F
806	806	TTE	4350788	С-образная пружина	C-Spring	LSP 8	HSN3109H	HSBNL 5050 T3109	F
807	807	TTE	6183337	Ключ	Key	L-W 2.5	HSN0904H	HSBNR 2020 K0904	F

Рис. 5. Пример построенной БД запасных частей для токарных инструментов

Если необходимо получить список всех запчастей, принадлежащих, например, державке PCLNR 2525 M12 и производителю TaeguTec, то его можно получить с помощью SQL запроса, указанного в листинге на рис.6.

```
SELECT RUNAME, MODEL, EDP
FROM TTZIP //имя таблицы
WHERE FORMDL = «PLCNR 2525 M12»
```

Рис. 6. Листинг SQL запроса для получения всех запчастей державки PCLNR 2525 M12

Таким образом, можно быстро получить список из 4…6 запчастей для выбранной в производственных условиях державки и сразу отправить его в заказ, не открывая каталогов и не тратя времени на данную работу.

Список литературы

[1]. Краткий справочник металлиста / Под общ. ред. А.Е. Древаля, Е.А. Скороходова. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2005, 960 с.

[2]. Trent E.M., Wright P.K. Metal cutting.– 4th ed. p. cm.– Boston, Oxford, Auckland, Johannesburg, Melbourne, New Delhi: Butterworth–Heinemann, 2000. 446 p.

[3]. Klocke F. Manufacturing Processes 1. Cutting. Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer, 2011. 504 p.

[4]. Разработка оригинального классификатора расточных оправок / Игнатов А.В., Намазова А.И., Тагильцев С.В. // Справочник. Инженерный журнал с приложением. 2017. № 7 (244). С. 23-27.

[5]. Потапова М.С., Виноградов Д.В. Обзор фрез с криволинейной режущей кромкой // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2014. № 11. С. 21-33. DOI: 10.7463/1114.0740472.

[6]. Мальков О.В., Степанова М.Ю. Анализ конструктивных параметров резьбовых фрез // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2015. № 07. С. 76–95. DOI: 10.7463/0715.0779372.

[7]. Лыкосова Е.С., Виноградов Д.В. Патроны спиральные. Основные типы и размеры // Инженерный вестник. Электронный журнал. 2013. № 5. С.19-28. Режим доступа http://engbul.bmstu.ru/doc/581818.html (дата обращения 05.02.18.)

[8]. Виноградов Д.В., Солодилов С.А., Шаталина И.И. Классификация методов крепления СМП // Справочник. Инженерный журнал. - М.: Машиностроение. - 2007. -№ 2. - С. 38-41.

[9]. Виноградов Д.В. Цилиндрические развертки: основные типы и размеры // Инженерный вестник. 2013. № 4. С.3. Режим доступа: http://engsi.ru/doc/567682.html (дата обращения 05.02.18.)

[10]. Алтунин К.А., Пестрецов С.И., Соколов М.В. Разработка схемы базы данных спиральных сверл и основных типов фрез. // Вестник ТГТУ. 2015. Том 21. №1. С. 166-173. DOI: 10.17277/vestnik.2015.01

[11]. Пестрецов С.И., Алтунин К.А., Соколов М.В. База данных режущих инструментов и обрабатываемых материалов для САПР процессов резания материалов // Вестник ТГТУ. 2012. Том 18. № 3. С. 688-695.

[12]. ГОСТ ISO 11529-2015 Фрезы концевые и насадные цельные или с режущими пластинами, или со сменными режущими пластинами. Обозначение. – М: Стандартинформ, 2016. – 15 с.

[13]. ГОСТ 19042-80 (ИСО 1832-85) Пластины сменные многогранные. Классификация. Система обозначений. Формы. – М.: Стандартинформ, 2006. – 18 с.

[14]. Лукина С.В. Автоматизация процедур формирования и выбора структурных компоновок сборных режущих инструментов на этапе технической подготовки производства // Вестник Саратовского государственного технического университета.– 2011. Том 3. №1 (57). С.241-247.

[15]. Новиков Ф.А. Дискретная математика: учебник для вузов. 3-е изд. Стандарт третьего поколения. - СПб.: Питер, 2017. – 496 с.: ил.

[16]. Белов В.В., Чистякова В.И. Программирование в Delphi: процедурное, объектно-ориентированное, визуальное. Учебное пособие для вузов. – 2-е изд., стереотип. – М.: Горячая линия–Телеком, 2014. – 240 с.: ил.

[17]. TaeguTec E-catalog. Turning: сайт. Режим доступа: http://www.imc-companies.com/taegutec/ttkCatalog/Applications.aspx?mapp=IS (дата обращения 05.02.18.)