

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проскуряков Ю.Г. Дорнование отверстий. –М.-Свердловск: Машгиз. 1961. - 192 с.
2. Проскуряков Ю.Г., Романов В.Н., Исаев А.Н. Объемное дорнование отверстий. –М.: Машиностроение, 1984. -223 с.
3. Розенберг А.М., Розенберг О.А. Механика пластического деформирования в процессах резания и деформирующего протягивания. –Киев: Наукова думка, 1990. -320 с.
4. Розенберг О.А., Цеханов Ю.А., Шейкин С.Е. Технологическая механика деформирующего протягивания. –Воронеж: ВГТА, 2001. -203 с.
5. Скворцов В.Ф., Арляпов А.Ю. Дорнование глубоких отверстий малого диаметра. Томск: Изд-во ТПУ, 2005. -92 с.

658.512.011.56:621

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ НА
ОСНОВЕ КОНСТРУКТОРСКО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ
ДЕТАЛЕЙ**

Канд. тех. наук, доц. Ю.В. Горст., инж. В.Ю. Горст.

Рассматривается подход к проектированию технологического процесса изготовления деталей на базе их классификации и кодирования. Также проанализирована возможность унификации типовых технологических процессов, выбранных на основе конструкторско-технологических кодов деталей.

В связи с увеличением номенклатуры изделий и отдельных деталей машиностроительного производства увеличивается объем технологической документации и количество информации, необходимой для разработки операционной технологии, на что затрачивается большая часть рабочего времени технолога. Кроме того, для большинства производств технологический процесс механической обработки деталей разрабатывается индивидуально, чем предопределяется неоправданно большое количество

вариантов технологического процесса для решения однотипных задач. Одним из путей уменьшения затрат времени при разработке технологических процессов является их унификация.

Технологическая унификация, предполагающая соединение принципа типизации технологических процессов, при котором осуществляется объединение деталей в группу по признаку конструктивного сходства, и принципа групповой обработки, при котором в группу могут быть объединены детали, обладающие лишь технологическим сходством, т. е. по общности применяемого оборудования, режущего инструмента и последовательности технологических операций, возможна на основе конструкторско-технологической классификации и кодирования деталей.

Результатом классификации является создание конструкторско-технологического кода (КТК) детали, охватывающего 27 разрядов. В нём отражаются, как конструктивные, так и технологические особенности конкретных деталей; при этом конструктивные особенности описываются 1-13 разрядами, а технологические 14-27 разрядами.

При анализе конструкторско-технологического кода детали, полученного на основе классификации в соответствии с государственными классификаторами [1-3], с целью его применения во время технологического проектирования можно не учитывать первые четыре разряда кода, так как они отражают код организации разработчика. Также относительно могут учитываться разряды 11-13, так как они отражают конструктивное исполнение деталей при групповом способе выполнения конструкторских документов. Учет данных разрядов желателен при разработке операционной технологии в связи с тем, что они в определённой степени влияют на серийность производства и конкретизацию технологических операций через количество исполнений конструкции детали. Следовательно, технологическое проектирование необходимо начинать с конструкторской части КТК, характеризуемой разрядами 5-10, т.е. разрядами определяющими следующие основные особенности детали: наименование, геометрическую форму, служебное назначение, параметрический, функциональный, конструктивный признаки.

Дальнейшая классификация в соответствии с технологической частью хода (разряды 14-27 КТК) позволяет произвести унификацию технологических процессов механической обработки деталей. На основе выбранных типовых технологических процессов для конкретных типов деталей и их объединения пред-

ставляется возможным разработать унифицированный технологический процесс, охватывающий технологию изготовления группы деталей, в которую могут входить разнообразные типы деталей [4].

При этом на основе постоянной части технологического кода (разряды 14 - 19 КТК) производится выбор и проектирование конструктивной формы и размерных параметров комплексной заготовки для определенных подгрупп деталей [5], что позволяет применить более прогрессивный в технико-экономическом отношении метод изготовления заготовок в связи с увеличением серийности. Вид детали по технологическому методу ее изготовления, определяемый разрядом 19 КТК, группа материала, определяемая разрядами 17 и 18 КТК, предопределяет выбор вида исходной заготовки, описываемого разрядами 20 и 21 КТК и вместе взятые являются соединительными звеньями постоянной и переменной частей технологического кода.

При проектировании технологических процессов для деталей вращения на базе Абаканского экспериментально-механического завода была произведена их классификация и кодирование по конструктивно-технологическим признакам, результаты которого представлены в табл.1. При этом в целях сокращения объема первичной информации, необходимой для технологического проектирования, в конструкторско-технологическом коде (КТК) деталей не учитывается код организации-разработчика, так как он не оказывает влияние на конструктивные и технологические признаки деталей, т.е. КТК начинается с 5-го разряда.

В соответствии с 5 ÷ 10-м разрядами конструкторской части КТК рассматриваемых 52-х деталей вращения с точки зрения их конструктивных особенностей можно выделить следующие типы деталей: 712351, 712352, 712452, которые охватывают втулки, стаканы, шайбы лабиринтные, крышки различных разновидностей и 721335, 721344, 721515, 721565, 722522, охватывающие шестерни, звездочки, червячные колеса, каретки, муфты, фланцы, диски ведущие и ведомые.

Механическая обработка перечисленных деталей может быть осуществлена на основе типовых технологических процессов, описанных в технологической литературе. Следовательно, выбор типового технического процесса может быть осуществлен на основе конструкторской части кода.

После выбора типовых технологических процессов технологическое проектирование производится на основе технологической части КТК. При этом на основе постоянной части технологического кода (разряды 14 ÷ 19 КТК) производится выбор ком-

плексных заготовок путем разделения всей группы деталей на подгруппы, что позволяет повысить серийность и применить более прогрессивные методы изготовления заготовок. При формировании комплексных заготовок учитываются следующие признаки:

- общность и расположение элементов, составляющих конфигурацию деталей;
- однородность обрабатываемого материала;
- близость и соотношение размеров деталей;
- технологическая сложность деталей;
- серийность выпуска деталей.

В соответствии с алгоритмом выбора комплексных заготовок (рис.1) и разработанной на кафедре технология машиностроения программой [5, 6].

сформировано 7 комплексных заготовок, охватывающих 34 детали независимо от классов деталей в следующем составе:

I -712352.004, 712352.006, 712452.005, 712452.006, 712452.007, 711341.001;

II – 712351.003, 712352.001, 712352.007, 712452.001, 712452.003, 712452.004, 712452.008, 712452.009;

III – 712452.002, 722522.001, 722522.002;

IV – 721335.001, 721335.002, 721335.004, 721334.001;

V – 721515.002, 721562.003, 721344.001, 721624.001; 721354.001, 721355.001;

VI – 712351.001, 712351.002;

VII - 721335.003, 721512.001, 721515.004, 721562.001, 721562.002, 721562.004, 721344.002, 721344.004, 721353.001.

Метод изготовления каждой комплексной заготовки выбирается в зависимости от материала заготовки и по технико-экономическим соображениям в зависимости от серийности комплексной заготовки. Остальные 18 деталей данной группы необходимо изготавливать из индивидуальных заготовок.

Дальнейшее проектирование технологического процесса осуществляется на базе переменной части технологического кода [6, 7] (разряды 20÷27 КТК). В соответствии с разрядами 20 и 21, определяющими вид исходной заготовки и группой материала (разряды 17 и 18) в качестве исходной заготовки выбраны литье в земляные формы (код 11), штамповка (код 24) и прокат (код 32), т.е. точностные параметры заготовок для всей группы деталей примерно одинаковы.

При анализе точностных параметров данной группы деталей выявлено, что наиболее высокие требования предъявляются к внутренним поверхностям вращения (8

кавалитет точности), что характеризуется кодом 4 (разряд 23-й) у 32-х деталей из 52-х. Такие же требования предъявляются и к наружным поверхностям деталей код 4 (разряд 22-й) у 27 деталей, но учитывая суммарные требования по точностям параметрам наружных и внутренних поверхностей вращения деталей по разрядам 22-му и 23-му таких деталей в группе 41. Кроме того требования по параметру шероховатости обрабатываемых поверхностей большинства деталей находятся в пределах $R_a = 0,32 \div 2,5$ и даже $R_a = 0,02$ (коды 3 и 4 по разряду 24-му), т.е. при проектировании технологического процесса для всех деталей группы необходимо предусмотреть черновую и чистовую токарную операции, а с учетом того, что большая часть деталей подвергается термической обработки (разряд 26-й, код 4) требуется проведение шлифовальной операции для исключения возможных деформаций.

Перечисленные технологические операции являются групповыми, но кроме них следует выделить и типовые операции, связанные как с типовыми деталями, так и с типовыми элементами деталей.

К типовым операциям относятся зубофрезерная, зубодолбежная, зубошлифовальная и протяжная, необходимые для обработки элементов зубчатого зацепления, присущих конкретному типу деталей и определяемых разрядами 5 ÷ 8 КТК и разрядами 9 ÷ 10 КТК (шпоночные и шлицевые поверхности) т.е. конструкторской, а не технологической частью кода. Данные технологические операции в силу конструктивных особенностей обрабатываемых элементов деталей характеризуются общностью технологического оборудования и кинематики обработки, а также однотипным, но конструктивно отличающимся режущим инструментом. В связи с большим количеством поверхностей вращения на некоторых деталях (блоки зубчатых колес, червячные колеса, муфты и др.) применяется токарно-револьверная операция, для сверления отверстий в радиальном и осевом направлениях - радиально-сверлильная, а для обработки различных плоских поверхностей - фрезерная операция. Таким образом, на базе перечисленных групповых, типовых и индивидуальных операций для механической обработки всех деталей группы разработан унифицированный технологический процесс (табл. 2), состоящий из токарной (4114), токарно-револьверной (4111), токарной с ЧПУ (4233), зубофрезерной (4153), зубодолбежной (4152), зубошлифовальной (4151), вертикально-фрезерной (4261), радиально-сверлильной (4212), операций [8].

Алгоритм выбора комплексных заготовок

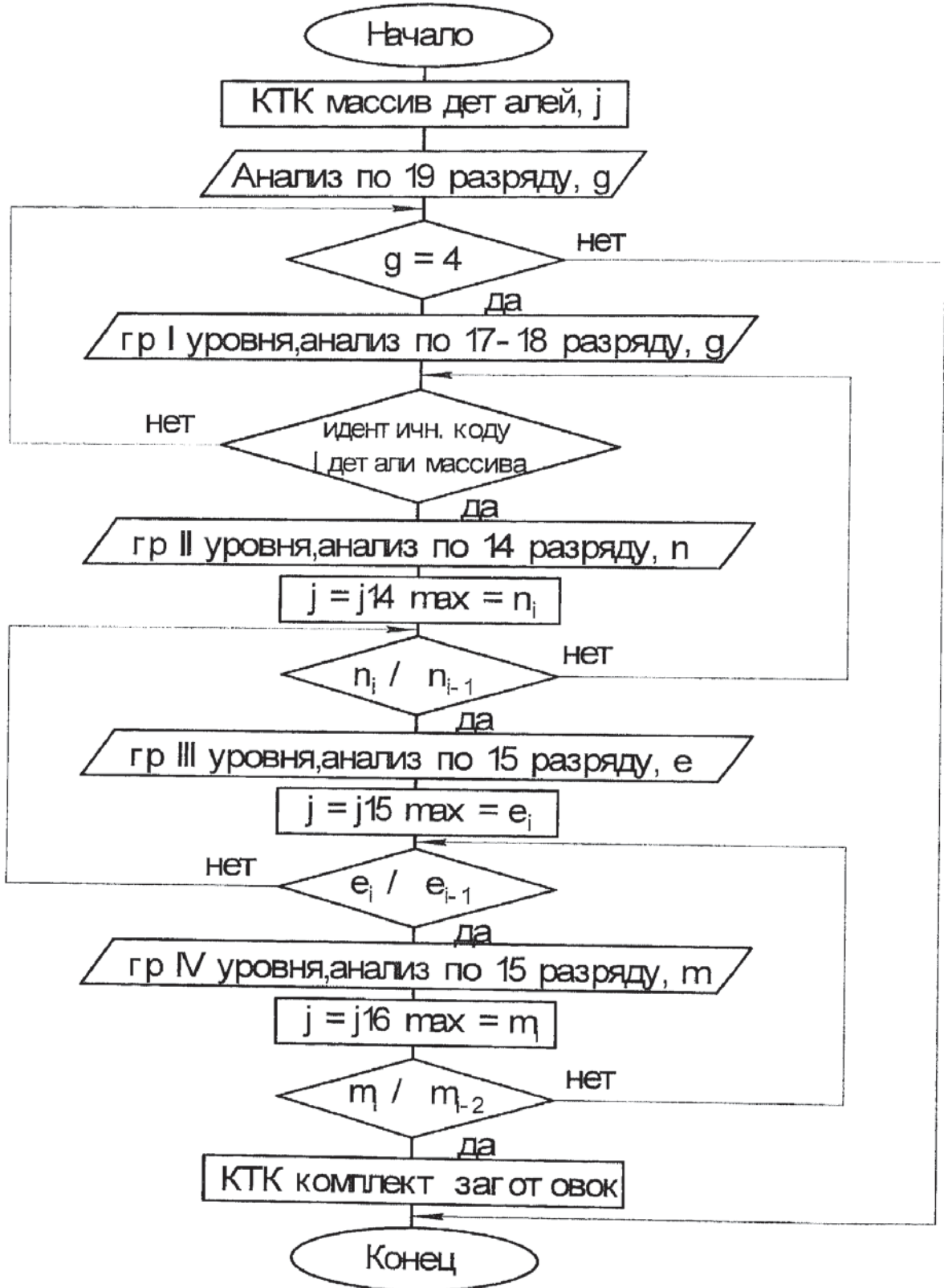


Рис. 1

Таблица 1

Классификация деталей по конструкторскому и технологическому коду

№	Обозначение чертежа	Раз- мерная харак- тери- стика D, I, d (мм)	Код	Груп- па ма- те- риала	Код	Вид ис- ходн. загот- ки	Квали- тет на- руж- ный, внутр- ий	Код	Пар- аметр Ra, мкм	Код	Степень точности	Код	Вид	Код	Масса, кг	Код	Конструктор- ско- технологиче- ский код дета- ли			
																		Методу изготовле- ния	Код	Код
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	9327.13600.02	70; 43;	998	БРАЖ	43	Обработка резанием	4	Литье	11	7; 8	44	2,0	4	9	3	Н	0	0,5	9	712351001.
2	9327.13500.01	65; 48;	9A8	БРАЖ	43		4	Литье	11	8; 9	43	2,0	4	9	3	Н	0	0,5	9	712351002.
3	9327.01140.02	110; 11;	Б89	СЧ 15	31		4	Литье	11	8; 11	43	2,0	4	9	3	Н	0	0,3	8	712351003.
4	2568.26000.06	125; 10;	В89	Ст. 3	01		4	Штам	24	9; 9	33	(20)	3	8	4	Н	0	0,6	9	712351004.
5	9327.13000.34	135; 28;	В9А	СЧ 15	31		4	Литье	11	13; 9	23	(70)	2	8	4	Н	0	15	А	712352001.
6	2568.13100.18	165; 28;	Г9Б	СЧ 15	31		4	Литье	11	13; 9	23	(20)	3	8	4	Н	0	0,5	9	712352002.
7	9327.15100.01	590; 40;	К9К	СЧ 15	31		4	Литье	11	9; 14	31	(20)	3	8	4	Н	0	17,	Е	712352003.
8	2568.23000.01	110; 35;	В9А	СЧ 15	31		4	Литье	11	9; 8	34	(10)	4	8	4	Н	0	2,4	Б	712352004.
9	2568.26000.0A	197; 23;	Д8Б	Ст.	01		4	Литье	11	12; 8	24	(20)	3	9	3	Н	0	1,8	Б	712352005.
10	9327.1200.11	155; 66;	ГБА	СЧ 15	31		4	Литье	11	8; 7	44	2,0	4	8	4	Н	0	2,7	В	712352006.
11	9327.23000.02	140; 17;	В89	СЧ 15	31		4	Литье	11	11; 11	33	(30)	3	10	3	Н	0	1,1	Б	712352007.
12	9327.14000.08	194; 20;	Д8Б	Ст. 3	01		4	Штам	24	14; 14	11	(15)	3	10	3	Н	0	2,0	Б	712352008.
13	9327.12000.12	115; 28;	Б99	СЧ 15	31		4	Литье	11	8; 9	43	(10)	4	8	4	Н	0	1,6	Б	712452001.
14	2202.12000.04	270; 36;	Ж99	СЧ 18	32		4	Литье	11	9; 7	34	(20)	3	8	4	Н	0	3,7	В	712452002.

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	2568.13100	120; 23;	Б89	СЧ 15	31		4	Литье	11	9; 9	33	(20)	3	8	4	Нет	0	0,8	9	712452003.
1	2202.12000	130; 20;	Б89	СЧ 15	31		4	Литье	11	8; 9	43	(20)	3	8	4	Нет	0	1,6	Б	712452004.
1	9327.16000	190; 38;	Д9	СЧ 15	31		4	Литье	11	8; 10	43	2,5	4	8	4	Нет	0	2,5	Б	712452005.
1	9327.13000	135; 42;	Б99	СЧ 15	31		4	Литье	11	9; 8	34	(10)	4	8	4	Нет	0	1,4	А	712452006.
1	9327.13000	215; 50;	ЕА	СЧ 15	31		4	Литье	11	8; 7	44	(70)	2	8	4	Нет	0	4,5	Г	712452007.
2	9327.14000	145; 23;	Б8А	СЧ 15	31		4	Литье	11	8; 8	44	(15)	3	8	4	Нет	0	1,2	А	712452008.
2	9327.11000	100; 25;	А89	СЧ 15	31		4	Литье	11	8; 8	44	2,0	4	8	4	Нет	0	0,4	8	712452009.
2	9327.14000	196; 75;	ДБ	СТ. 45	04		4	Штам	24	8; 8	44	(15)	3	1	3	Нет	0	11,	Д	721335001
2	2568.26000	156,8;	ГАА	СТ. 45	04		4	Штам	24	8; 7	44	(20)	3	9	3	ТВЧ	4	4,9	Г	721335002.ГАА044244
2	3573.28000	118; 75; 7	ББ9	СТ. 40Х	11		4	Штам	24	11; 8	34	(20)	3	1	3	ТВЧ	4	3,2	В	721335003 ББ9114
2	2568.26000	156; 74;	ГБА	СТ. 45	04		4	Штам	24	8; 7	44	(20)	3	9	3	ТВЧ	4	5,2	Г	721335004.ГБА044.244
2	2568.13100	105; 95;	БВ	СТ. 40Х	11		4	Штам	24	7; 9	43	(20)	3	8	4	ТВЧ	4	2,5	Б	721515001.
2	9327.15000	82; 76;	АВ	СТ. 45	04		4	Штам	24	8; 7	44	2,5	4	8	4	ТВЧ	4	1,3	А	721515002.АВ7044.244
2	9327.13600	295;	ЖБ	СТ. 35	03		4	Штам	24	12; 7	24	(32)	3	8	4	ТВЧ	4	12,	Д	721515003.ЖБА034.24
2	2568.14110	82; 93,26	АВ	СТ. 40Х	11		4	Штам	24	6; 8	44	1,25	4	8	4	ТВЧ	4	1,4	А	721515004.
3	9327.12000	109;	Б98	СТ. 5	01		4	Штам	24	14; 7	14	(10)	3	3	5	ТВЧ	4	0,7	9	721515005.
3	9327.13000	295; 86;	ЖВ	СТ. 45	04		4	Штам	24	8; 9	43	2	4	9	3	ТВЧ	4	11	Д	721515006.ЖВА044.24
3	2568.26000	390; 93;	ИБ	СЧ 18	32		4	Литье	11	12; 7	24	(20)	3	8	4	Нет	0	15,	Д	722522001.ИБ9324.112
3	9327.14000	390; 105;	ИГ9	СЧ 18	32		4	Литье	11	11; 5	34	2	4	9	3	Нет	0	44,	И	722522002.ИГ9324.113
3	2202.12000	225; 70;	ЖБ	БРАЖ9-43			4	Литье	11	11; 7	34	2,5	4	8	4	Нет	0	9,1	Г	722527001.
3	9327.15210	168; 67;	ГБА	СТ. 40Х	11		4	Штам	24	10;	33	0,5	4	9	3	Нет	0	3,6	В	721562001.ГБА114.24
3	2568.13100	148; 72;	БВ	СТ. 40Х	11		4	Штам	24	11; 9	33	0,63	4	9	3	Нет	0	1,6	А	721565002.

Обработка резанием

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
3	9327.12000	115; 60;	ББ9	Ст. 45	04	Обработка резанием	4	Штам	24	11; 8	34	(10)	4	9	3	3а-	4	1	9	721562003.ББ9044.243	
3	9327.15210	168; 78;	ГВ7	Ст. 40Х	11		4	Штам	24	11; 9	33	1	4	9	3	ТВЧ	4	2,4	Б	721562004.	
3	9327.13000	86; 52;	АА	Ст. 45	04		4	Штам	24	12;	22	2	4	9	3	3а-	4	0,7	9	721344001.АА7044.242	
4	9327.11000	117; 37;	Б99	Ст. 40Х	11		4	Штам	24	6; 7	44	2	4	8	4	3а-	6	1,7	Б	721344002.Б99114.244	
4	9327.14000	326; 105;	ИГ	Ст. 35П	20		4	Литье	11	8; 14	41	2	4	8	4	Нет	0	20,	Е	721344003	
4	2568.14111	86; 30;	А97	Ст. 40Х	11		4	Штам	24	6; 7	44	3,2	5	8	4	ТВЧ	4	0,4	8	721344004.А97114.244	
4	2568.13120	157; 65;	ГБА	Ст. 40Х	11		4	Штам	24	11; 6	34	(20)	3	8	4	ТВЧ	4	3,1	В	721353001.ГБА114.24	
4	9327.16000	110; 35;	897	Ст. 45	04		4	Штам	24	8; 8	44	(20)	3	8	4	Нет	0	1,1	А	721624001.В97044.244	
4	9327.14100	110;	Б99	Ст. 45	04		4	Штам	24	11; 7	34	2	4	8	4	Нет	0	1,3	А	721354001.Б99044.243	
4	2568.13130	80; 37;	997	Ст. 3	01		4	Про-	32	11; 6	34	(80)	2	7	4	Нет	0	0,3	8	712342001.997014.323	
4	2202.12100	42; 50;	8А7	Ст. 35	03		4	Про-	32	8; 7	44	120	1	3	9	3	Нет	0	0,2	8	721563001.8А7034.324
4	2203.00000	82; 40;	А97	Ст. 45	04		4	Штам	24	12;	22	(40)	3	3	5	3а-	4	0,5	9	721355001.А97044.242	
4	9327.13000	175; 55;	ГА7	Ст. 45	04		4	Штам	24	8; 7	44	2	4	8	4	3а-	4	7,2	Г	721334001.ГА7044.244	
5	2568.26000	120; 55;	БА7	СЧ 15	31		4	Литье	11	13; 8	24	2	4	9	3	Нет	0	2,0	Б	711341001.БА7314.11	
5	3573.28000	262; 100;	ЖГ	Ст. 40Х	11		4	Штам	24	7; 8	44	2,5	4	9	3	ТВЧ	4	12,	Д	721443001.ЖГ9114.24	
5	3573.28000	269; 44;	Ж9	Ст. 40Х	11		4	Штам	24	11; 9	33	2,5	4	9	3	ТВЧ	4	7,6	Г	721453001.Ж96114.24	

Таблица 2

Унифицированный технологический процесс

№	КТК	4114	4233	4111	4181	4152	4153	4212	4181	4131	4261	4131
1	712351001.998434.11444309	∧	∧									
2	712351002.9A8434.11444309	∧	∧									
3	712351003.Б89314.11434308	∧	∧									
4	712351004.Б89014.24333409	∧	∧									
5	712352001.Б9A314.1123240A	∧	∧					∧				
6	712352002.Г9Б314.11233409	∧	∧					∧				
7	712352003.К9К314.1131340E	∧	∧					∧				
8	712352004.Б9A314.1134440Б	∧	∧					∧				
9	712352005.Д9Е014.1124330Б	∧	∧					∧				
10	712352006.ГБA314.1144440B	∧	∧					∧				
11	712352007.Б89314.1133330Б	∧	∧					∧				
12	712352008.Д9Е014.2411330Б	∧	∧					∧				
13	712452001.Б99314.1143440Б	∧	∧					∧				
14	712452002.Х99324.1134340B	∧	∧					∧				
15	712452003.Б89314.11333409	∧	∧					∧				
16	712452004.Б89314.1143340Б	∧	∧					∧				
17	712452005.Д9Б314.1143440Б	∧	∧					∧				
18	712452006.Б89314.1134440A	∧	∧					∧				
19	712452007.ЕAБ314.1144240Г	∧	∧					∧				
20	712452008.Б8A314.114340A	∧	∧					∧				
21	712452009.А89314.1144440Б	∧	∧					∧				
22	721335001.ДБA044.2544330Д	∧	∧					∧				
23	721335002.ГAА044.2444334Г	∧	∧					∧				
24	721335003.Б89114.2434334B	∧	∧					∧				
25	721335004.ГБA044.2444334Г	∧	∧					∧				

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технологический классификатор деталей машиностроения и приборостроения 1 85 142. М.: Изд-во стандартов, 1987.- 256с.
2. Классификатор ЕСКД. Классы 71, 72, 73, 74, 75, 76. М.: Изд-во стандартов, 1986. – кн 1 – 6.
3. Общероссийский технологический классификатор деталей машиностроения ОКО21- 95. – М.: Изд-во стандартов, 1995.- 264 с.
4. Автоматизация проектирования технологических процессов в машиностроении / В.С. Корсаков, Н.М. Капустин, К.-Х. Темпельгоф, Х. Лихтенберг. – М.: Машиностроение. Берлин: Техник, 1985. – 304с.
5. Горст, Ю.В. Формирование комплексных заготовок: / Ю.В. Горст, В.Ю.Горст. – Материалы международной научно-технической конференции «Фундаментальные и прикладные проблемы технологии машиностроения» - Орел, 2003. 42-45 с.
6. Горст, Ю.В. К вопросу автоматизации проектирования технологических процессов: / Ю.В. Горст, В.Ю. Горст. – Вестник ХТИ – филиала КГТУ №18 – Абакан, 2004.
7. Горст, Ю.В. Кодирование деталей как основа технологического проектирования: /Ю.В. Горст, В.Ю. Горст. – Доклады и тезисы докладов 5-й региональной научно-практической конференции «Интеллектуальные ресурсы ХТИ – филиала КГТУ – Хакасии-2005» - Абакан, 2005. 140 143 с.
8. Классификатор технологических операций машиностроения и приборостроения 1 85 151. М.: Изд-во стандартов, 1987. -72с.