

Министерство образования Республики Беларусь

**Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»**

Кафедра «Информационные технологии»

Т. А. Трохова

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ
по одноименному курсу
для студентов специальности
1-40 01 02 «Информационные системы
и технологии (по направлениям)»
дневной формы обучения**

Гомель 2011

УДК 681.3.06(075.8)
ББК 30.2-5-05я73
Т76

*Рекомендовано научно-методическим советом
факультета автоматизированных и информационных систем
ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 7 от 28.02.2011 г.)*

Рецензент: канд. техн. наук, доц. каф. «Детали машин» ГГТУ им. П. О. Сухого
В. В. Комраков

Трохова, Т. А.
Т76 Автоматизация технологического проектирования : лаборатор. практикум по одноим. курсу для студентов специальности 1-40 01 02 «Информационные системы и технологии (по направлениям)» днев. формы обучения / Т. А. Трохова. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011. – 36 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.

Содержит задания по конкретным разделам автоматизации технологической подготовки производства.

Для студентов специальности 1-40 01 02 «Информационные системы и технологии (по направлениям)» дневной формы обучения.

**УДК 681.3.06(075.8)
ББК 30.2-5-05я73**

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2011

Лабораторная работа №1

Тема: Разработка программного обеспечения редактора нормативно-справочной информации (НСИ) АСТПП

Цель работы: получение навыков разработки программ для реализации типовых алгоритмов ведения справочников прикладных задач на примере задач АСТПП.

Порядок выполнения работы

Часть 1

1. Разработать графический пользовательский интерфейс для ведения НСИ, который обеспечит:
 - выбор справочника из меню;
 - выбор одной функций ведения справочника;
 - выполнение функции;
 - вывод результатов работы функции.

Инструментарий программирования выбрать самостоятельно.

1. Отладить программу на примере одного простого справочника (например, справочника единиц измерения).
2. Дополнить программу функциями ведения сложных справочников с подстановкой (например, справочника технологических материалов).
3. Отладить программу на примере одного сложного справочника с подстановкой разработанного простого справочника.

Часть 2

1. Разработать программную реализацию структуры для всех справочников, предусмотренных практическим занятием 1.
2. Разработать программную реализацию схемы взаимосвязи справочников.
3. Отладить работу всех справочников с подстановкой на простом тестовом примере (2-3 записи).

Часть 3

1. Заполнить справочники реальными данными по индивидуальным заданиям из папки «Индивидуальные задания».

2. Выполнить комплексную отладку программной реализации задачи «Редактор НСИ»
3. Оформить отчет по работе.

Пример одного варианта индивидуального задания приведен в приложении А. Остальные варианты расположены в папке «Индивидуальные задания» курса «Автоматизация технологического проектирования».

Структура отчета

1. Титульный лист
2. Цель работы
3. Краткое ТЗ задачи «Редактор НСИ»
4. Функциональная и структурная схемы задачи «Редактор НСИ»
5. Описание информационного обеспечения задачи:
 - перечень справочников;
 - структура справочников;
 - схема взаимосвязи справочников.
6. Описание интерфейса пользователя задачи «Редактор НСИ».
7. Виды окон при отладке тестового примера.
8. Выводы по работе.

Вопросы для защиты

1. Какую информацию можно отнести к нормативно-справочной?
2. Какой справочник называют простым? сложным?
3. Перечислите виды справочников НСИ АСТПП.
4. Обоснуйте выбранную схему взаимосвязи справочников.
5. Какие виды отношений использовались в схеме?
6. Обоснуйте выбор инструментария программирования для задачи.
7. Какие типовые алгоритмы использовались при программировании?
8. Как программно реализована подстановка простого справочника при формировании полей сложного справочника.
9. Докажите, что выбранный интерфейс является удобным для пользователя.

Лабораторная работа №2

Тема: Разработка программного обеспечения для задачи «Разузлование изделий» АСТПП

Цель работы: получение навыков разработки программ для реализации типовых алгоритмов на примере задач АСТПП.

Порядок выполнения работы

Часть 1

1. Разработать информационные структуры следующих таблиц БД:
 - таблица БД «Состав изделия»;
 - таблица БД «Полная применяемость»;
2. Заполнить таблицу БД «Состав изделия» данными из индивидуального задания. Предусмотреть вывод таблицы БД в интерфейсном окне в удобном для пользователя виде.
3. Разработать и отладить программу, реализующую алгоритм разузлования с получением результатов в окне интерфейса.

Часть 2

4. Разработать и отладить программу, реализующую алгоритм поиска для следующей задачи с получением результатов в окне интерфейса.

Задача поиска: *Определить, в какие сборочные единицы и изделия входит заданная деталь, признанная бракованной и в каком количестве. Результат представить в виде таблицы:*

Входимость детали _____

<i>Наименование СЕ, изделия</i>	<i>Количество деталей _____, входящих в СЕ, изделие</i>

1. Разработать программную реализацию вывода отчетной ведомости задачи разузлования.

2. Выполнить комплексную отладку задачи на примере индивидуального задания.
3. Оформить отчет по работе.

Структура отчета

1. Титульный лист
2. Цель работы
3. Краткое ТЗ задачи «Разузлование изделия»
4. Функциональная и структурная схемы задачи «Разузлование изделия»
5. Описание алгоритма разузлования
6. Описание информационного обеспечения задачи
7. Описание интерфейса пользователя задачи «Разузлование изделия».
8. Виды окон при отладке тестового примера.
9. Вид отчетной ведомости задачи разузлования
10. Листинг программы
11. Выводы по работе.

Вопросы для защиты

1. Какова структура информационного обеспечения задачи разузлования?
2. Перечислите виды справочников НСИ, применяемых в задаче разузлования.
3. Дайте краткую характеристику алгоритму разузлования.
4. Какие типовые алгоритмы использовались при программировании?
5. Показать последовательность выполнения алгоритма разузлования на примере индивидуального задания.
6. Какие основные реквизиты содержит результирующая отчетная ведомость задачи разузлования.
7. Докажите, что выбранный интерфейс является удобным для пользователя.

Лабораторная работа №3

Тема: Автоматизация нормирования материальных ресурсов промышленного предприятия

Цель работы: получение навыков разработки программ на основе алгоритмов сводного материального нормирования и расчета потребности в материалах на товарный выпуск.

Порядок выполнения работы

Часть 1

1. Запрограммировать получение расчетной промежуточной таблицы «Сводные нормы расхода материалов на изделие». Предусмотреть вывод таблицы в интерфейсном окне в удобном для пользователя виде.
2. Разработать и отладить программную компоненту, реализующую формирование и вывод следующих ведомостей:
 - *Ведомость подетальных норм расхода материалов*
 - *Ведомость сводных норм расхода материалов на изделие*

Часть 2

3. Разработать информационные структуры таблицы БД «План выпуска изделий», связать таблицу с программой.
4. Разработать и отладить программную компоненту, реализующую алгоритм формирования таблицы БД «Потребность в материалах на товарный выпуск». Предусмотреть вывод таблицы в интерфейсном окне в удобном для пользователя виде.
5. Разработать программную реализацию вывода отчетной ведомости:
 - «*Сводная ведомость потребности в материалах в разрезе изделий на товарный выпуск за месяц*»
6. Выполнить комплексную отладку задачи на примере индивидуального задания.
7. Оформить отчет по работе.

Структура отчета

1. Титульный лист
2. Цель работы
3. Краткое ТЗ задачи «Сводное материальное нормирование»
4. Функциональная и структурная схемы задачи
5. Описание алгоритма решения задачи
6. Описание информационного обеспечения задачи
7. Описание интерфейса пользователя задачи
8. Виды окон при отладке тестового примера.
9. Виды отчетных ведомостей задачи.
10. Листинг программы
11. Выводы по работе.

Вопросы для защиты

1. Какова структура информационного обеспечения задачи сводного материального нормирования?
2. Перечислите виды справочников НСИ, применяемых в задаче.
3. Дайте краткую характеристику алгоритму получения сводных норм расхода материалов на изделие.
4. Какие типовые алгоритмы использовались при программировании?
5. Показать последовательность выполнения алгоритма сводного нормирования материалов на примере индивидуального задания.
6. Какие основные реквизиты содержит результирующие отчетные ведомости задачи.
7. Докажите, что выбранный интерфейс является удобным для пользователя.

Лабораторная работа №4

Тема: Автоматизация нормирования трудовых ресурсов промышленного предприятия

Цель работы: получение навыков разработки программ на основе алгоритмов пооперационно-трудового и сводного трудового нормирования.

Порядок выполнения работы

Часть 1

1. Разработать алгоритм и программу вычисления пооперационно-трудовых нормативов для индивидуальных заданий, приведенных в приложении Б.
2. Отладить программу, провести вычисления по нескольким тестам с выводом результатов в интерфейсном окне. Доказать, что результаты расчетов получены верно.

Часть 2

3. Запрограммировать алгоритм задачи «Расчет сводной нормативной трудоемкости на изделие».
4. Разработать самостоятельно тестовые информационные компоненты для тестирования программы (они могут носить абстрактный характер).
5. Оттестировать программу с выводом таблицы в интерфейсном окне в удобном для пользователя виде.
6. Оформить отчет по работе.

Варианты индивидуальных заданий

Вариант 1.

На продолжительность сборочной операции оказывает влияние число сопрягаемых деталей. Число деталей, входящих в сборку может быть от 20 до 120. При хронометраже получены следующие результаты:

Число собираемых деталей, N	20	30	40	60	69	80	100
Продолжительность T, мин	20	23	30	33	39	42	46

Получить функции аналитической зависимости времени на сборку деталей T от их количества по формулам:

$$T=aN+b$$

$$T=aN^2+b$$

Определить, какая из функций является наилучшей, доказать это.

Заполнить справочник норм основного времени на сборку для каждого из наборов деталей, входящих в сборку, из заданного диапазона.

Вариант 2.

На продолжительность T зачистки сварного шва оказывает влияние длина L зачистки. Наименьшая длина равна 5, а наибольшая 100мм. При хронометраже получены следующие результаты:

Длина шва L , мм	5	21	37	53	69	85	100
Время зачистки T , мин	1,7	3,5	3,9	5	5,2	6	6,3

Получить функции аналитической зависимости времени на зачистку сварного шва T от длины зачистки по формулам

$$T=aL^{0,5}+b$$

$$T=aL+b$$

Определить, какая из функций является наилучшей, доказать это.

Заполнить справочник норм основного времени на зачистку сварного шва для изменения длины шва от 5 до 100мм с шагом 5мм.

Вариант 3.

На время перемещения детали вручную T оказывает влияние масса детали Q и длина перемещения L . Масса перемещаемых деталей составляет 2 – 32 кг. При хронометраже получены следующие результаты:

Масса детали Q , кг	2	7	12	17	22	27	32
Время перемещения T , мин	0,2	0,23	0,27	0,29	0,32	0,35	0,38

При изучении зависимости времени от массы L принимает среднее значение, равное 4,6м.

Получить функции аналитической зависимости времени перемещения деталей T от их массы по формулам:

$$T=aQ+b$$

$$T=aQ^{0,5}+b$$

Определить, какая из функций является наилучшей, доказать это.

Заполнить справочник норм основного времени на перемещение детали, если масса детали изменяется от 2 до 32кг с шагом 1кг.

Вариант 4.

На время перемещения детали вручную T оказывает влияние масса детали Q и длина перемещения L . Длина перемещения изменяется от 1 до 10м. При хронометраже получены следующие результаты:

Длина перемещения L , м	1	2,8	4,6	6,4	8,2	10
Время перемещения T , мин	0,2	0,25	0,31	0,36	0,42	0,47

При изучении зависимости времени от длины перемещения Q принимает среднее значение, равное 17кг.

Получить функции аналитической зависимости времени перемещения деталей T от длины перемещения по формулам:

$$T=aL+b$$

$$T=aL^2+b$$

Определить, какая из функций является наилучшей, доказать это.

Заполнить справочник норм основного времени на перемещение детали, если длина перемещения изменяется от 1 до 10м с шагом 0,5м.

Вариант 5.

На время перемещения детали вручную T оказывает влияние масса детали Q и длина перемещения L . Масса перемещаемых деталей составляет 2 – 32 кг. Длина перемещения изменяется от 1 до 10м. При хронометраже получены следующие результаты:

Масса детали Q , кг	2	7	12	17	22	27	32
Время перемещения T , мин	0,2	0,23	0,27	0,29	0,32	0,35	0,38
Длина перемещения L , м	1	2,8	4,6	6,4	8,2	10	

Время перемещения мин	T,	0,2	0,25	0,31	0,36	0,42	0,47
--------------------------	----	-----	------	------	------	------	------

При изучении зависимости времени от массы L_c принимает среднее значение, равное 4,6м. При изучении зависимости времени от длины перемещения Q_c принимает среднее значение, равное 17кг.

Установлено, что зависимость каждого из факторов носит линейный характер:

$$T = a_1 L + b_1$$

$$T = a_2 Q + b_2$$

Получить функцию общей аналитической зависимости времени перемещения деталей T от двух факторов по формуле:

$$T = a_1 L + a_2 Q + b_3$$

$$b_3 = \frac{(b_2 - a_2 L_c) + (b_1 - a_1 Q_c)}{2}$$

Заполнить справочник норм основного времени на перемещение детали, если длина перемещения изменяется от 1 до 5м с шагом 1м, а масса детали изменяется от 2 до 16кг с шагом 2кг.

Вариант 6.

Вспомогательное время для установки полосы в открытые штампы T_v зависит от ширины полосы L и конструкции штампа. При хронометраже получены следующие результаты:

Конструкция штампа – с упором

Ширина полосы L , мм	45	67	85	120	200	320	450
Время на 100 полос мин	T_v , 5,02	5,68	6,4	7,36	8,8	10,2	11,2

Конструкция штампа – без упора

Ширина полосы L , мм	48	70	90	110	180	300	420
Время на 100 полос мин	T_v , 5,54	6,24	7,04	8,1	9,68	11,3	12,2

Получить функцию аналитической зависимости времени установки полосы T_v от ширины полосы по выбранной самостоятельно аналитической зависимости для разных конструкций штампов.

Получить значение вспомогательного времени на одну деталь, если известно количество деталей, штампуемых из полосы.

Заполнить справочник норм вспомогательного времени на установку полосы, если ширина полосы изменяется от 50 до 400м с шагом 10м.

Вариант 7.

Вспомогательное время на снятие деталей со штампа T_v зависит от площади детали S и содержания работы. При хронометраже получены следующие результаты:

Содержание работы – столкнуть деталь со штампа

Площадь детали S , m^2	0,0035	0,006	0,01	0,03	0,05	0,1	0,3
Время на 100 деталей T_v , мин	1,09	1,25	1,4	1,65	1,89	2,24	2,54

Содержание работы – снять деталь со штампа и столкнуть за пресс

Площадь детали S , m^2	0,0008	0,0015	0,0035	0,007	0,01	0,025	0,06
Время на 100 деталей T_v , мин	0,93	1,07	1,26	1,47	1,68	2,03	2,4

Получить функцию аналитической зависимости времени снятия детали со штампа T_v от площади детали по выбранной самостоятельно аналитической зависимости для разных содержаний работ.

Получить значение вспомогательного времени на одну деталь для деталей разной площади.

Заполнить справочник норм вспомогательного времени на снятие деталей со штампа, если площадь детали изменяется от 0,005 до 0,05 m^2 с шагом 0,001 m^2 .

Вариант 8.

Вспомогательное время на поворот листа при раскрое на гильотинных ножницах T_v зависит от площади листа S и угла поворота. При хронометраже получены следующие результаты:

Угол поворота – до 90°

Площадь листа $S, \text{ м}^2$	0,45	0,67	0,85	1,2	1,9	2,3	3
Время на 100 листов T_v , мин	1,6	2,1	2,7	3,6	4,5	5,3	6

Угол поворота – от 90° до 180°

Площадь листа $S, \text{ м}^2$	0,45	0,67	0,85	1,2	1,9	2,3	3
Время на 100 листов T_v , мин	2,3	3,1	3,8	5,5	6,3	7,4	8,5

Получить функцию аналитической зависимости времени на поворот листа T_v от площади листа по выбранной самостоятельно аналитической зависимости для разных конструкций штампов.

Получить значение вспомогательного времени поворота на одну деталь, если известно количество деталей, штампуемых из листа.

Заполнить справочник норм вспомогательного времени на поворот листа, если площадь листа изменяется от $0,5$ до 3 м^2 с шагом $0,1 \text{ м}^2$.

Структура отчета

1. Титульный лист
2. Цель работы
3. Индивидуальное задание по вычислению пооперационно-трудовых нормативов.
4. Описание алгоритма решения задачи
5. Листинг программы
6. Виды экранных форм с тестами
7. Краткое ТЗ задачи «Сводное трудовое нормирование»
8. Функциональная и структурная схемы задачи
9. Описание алгоритма решения задачи
10. Описание информационного обеспечения задачи
11. Описание интерфейса пользователя задачи
12. Виды окон при отладке тестового примера.
13. Листинг программы
14. Выводы по работе.

Вопросы для защиты

1. Какова структура информационного обеспечения задачи сводного трудового нормирования?
2. Перечислить состав штучно-калькуляционного времени.
3. Перечислите виды справочников НСИ, применяемых в задаче.
4. Дайте краткую характеристику алгоритму получения сводных трудовых норм на изделие.
5. Какие типовые алгоритмы использовались при программировании?
6. Показать последовательность выполнения алгоритма сводного трудового нормирования в разрезе оборудования на абстрактном примере.
7. Какие основные реквизиты содержит результирующие отчетные ведомости задачи.

Лабораторная работа №5

Тема: Автоматизация раскроя промышленных материалов

Цель работы: получение навыков разработки программ на основе алгоритмов раскроя промышленных материалов.

Порядок выполнения работы

1. Разработать алгоритм и программу оптимального раскроя листа на заготовки для индивидуальных заданий, приведенных в таблице 5.3.
2. Отладить программу, провести вычисления индивидуального задания с выводом результатов в табличном виде в интерфейсном окне.
3. Дать графическую интерпретацию полученным оптимальным планам раскроя.
4. Оформить отчет по работе.

Структура отчета

1. Титульный лист
2. Цель работы
3. Индивидуальное задание по раскрою листа на заготовки.
4. Описание алгоритма решения задачи
5. Листинг программы

6. Виды экранных форм с таблицей результатов раскроя
7. Эскиз полученного оптимального варианта раскроя для каждой детали
8. Выводы по работе.

Постановка задачи

Для каждого индивидуального варианта заданы геометрические размеры детали (рис. 5.1), лист определенного типоразмера и толщины для трех деталей, отличающихся только значением угла α (таблица 5.3).

Необходимо:

- 1) Выполнить для каждой детали раскрой по всем схемам размещения деталей на полосе, соответствующим условиям и исходным данным
- 2) Рассчитать количество деталей, получаемых из листа при раскрое по длине и ширине листа для каждой детали
- 3) Рассчитать коэффициент использования листа для каждой детали каждой схемы размещения каждого вида раскроя
- 4) Выбрать из полученных вариантов раскроя оптимальный для каждой детали

1. Расчет основных параметров схемы размещения деталей на полосе

На рис. 5.1 изображена деталь, которая штампуется из полос металла.

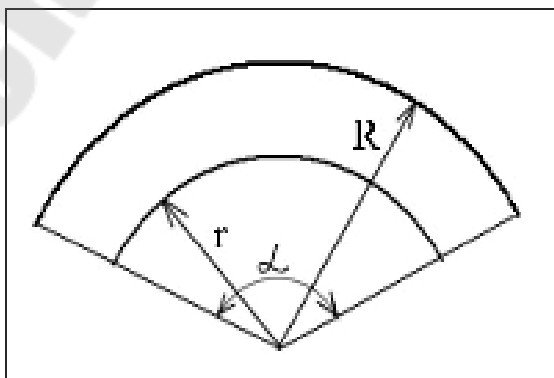


Рис. 5.1. Эскиз детали, подлежащий штамповке

Полосы изготавливаются из листов определенного типоразмера (см. таблицу 5.1).

Таблица 5.1

Типоразмеры листового материала

№ типоразмера	Ширина, мм	Длина Р, мм
1	1000	2000
2	1250	2000
3	600	2000
4	1400	1700
5	1400	2800

Для расчета параметров полосы необходимы:

- ширина полосы, B , мм;
- площадь одной детали $F_0, мм^2$;
- коэффициент использования полосы, K_0 ;
- количество деталей, размещающихся на полосе, n штук.

Кроме того, необходимо в качестве исходных данных взять геометрические размеры детали (таблица 3):

- больший и меньший радиусы кольца, R и r , мм;
- длину полосы, L ;
- центральный угол α , град.;
- толщину листа (полосы) t , мм.

В расчетах необходимо учесть, что полоса подается в штамп и фиксируется относительно него в нужном положении с некоторыми погрешностями. Для того, чтобы их компенсировать и предотвратить получение бракованных деталей, между соседними заготовками делают междетальные перемычки a_0 , а между заготовками и торцами полосы боковые перемычки b_0 (рис.5.2).

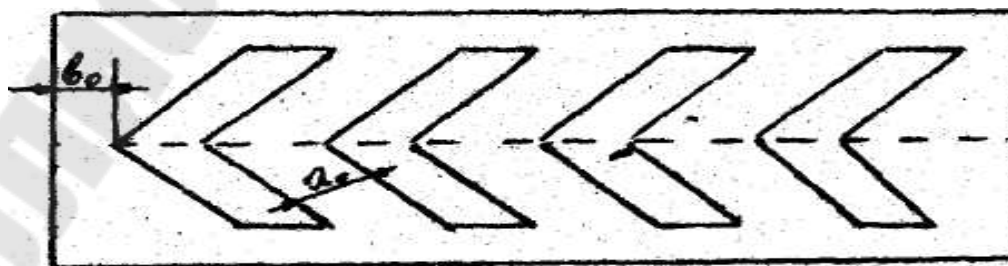


Рис. 5.2. Междетальные и межбоковые перемычки

Величины перемычек, проверенные в массовом производстве при различных штампах, следует выбирать по табл. 5.2.

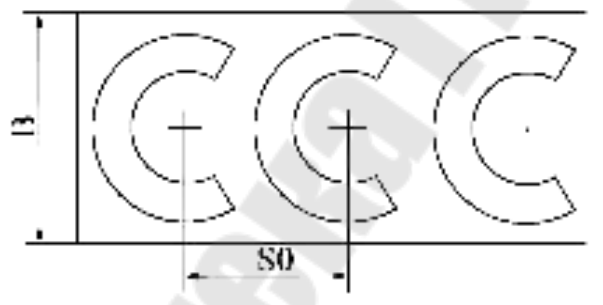
Таблица 5.2

Типоразмеры листового материала

Толщина материала, мм	Перемычки, мм
1,0	1,2
2,0	1,6
3,0	2,0
4,0	2,5
5,0	3,0
6,0	3,5
7,0	4,0

Вид расчетных формул определяется схемой расположения деталей на полосе. Возможные варианты расположения деталей на полосе приводятся ниже. В ряде случаев, чтобы выбрать ту или иную расчетную формулу необходимо проверить выполнение заданных условий. Нужно учесть, что в формулах для расчета количества деталей, получающихся из полосы –n, скобки [] означают, что берется целая часть полученного результата.

Схема раскроя 1



Условия использования:

$$\alpha > 180^{\circ}$$

$$a) R < (r + \alpha_0) \operatorname{tg}(\alpha / 2 - 90^{\circ});$$

Расчетные формулы:

$$B = 2(R + b_0);$$

$$S_0 = R \sin(\alpha/2 - 90^\circ) + \sqrt{(R + \alpha_0)^2 - R^2 \cos^2(\alpha/2 - 90^\circ)};$$

$$F_0 = 0.00873(R^2 - r^2)\alpha;$$

$$K_0 = F_0 / (B \cdot S_0);$$

$$n = \left(\frac{L - R(1 + \cos(180 - \alpha/2)) - 2b_0}{S_0} \right) + 1.$$

Условие использования:

$$\delta) R < (R + \alpha_0) \operatorname{tg}(\alpha/2 - 90^\circ) \geq r;$$

$$S_0 = (R + \alpha_0) / \cos(\alpha/2 - 90^\circ);$$

остальные параметры см. пункт а).

Условие использования:

$$\delta) r > (R + \alpha_0) \operatorname{tg}(\alpha/2 - 90^\circ);$$

$$S_0 = R \sin(\alpha/2 - 90^\circ) + \sqrt{(R + \alpha_0)^2 - r^2 \cos^2(\alpha/2 - 90^\circ)};$$

остальные параметры см. пункт а).

Схема раскроя 2



Условие использования:

$$\alpha \leq 180^\circ;$$

Расчетные формулы:

$$B = 2R \sin \alpha / 2 + 2b_0;$$

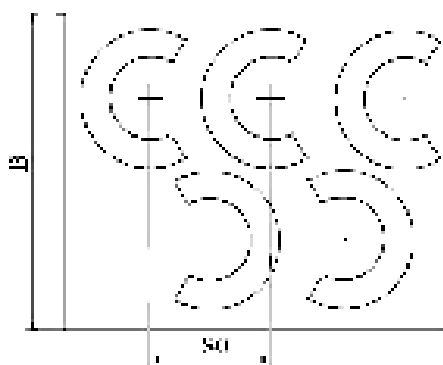
$$S_0 = \sqrt{(R + \alpha_0)^2 - r^2 \sin^2 \alpha / 2} - r \cos \alpha / 2;$$

$$F_0 = 0.00873(R^2 - r^2)\alpha;$$

$$K_0 = F_0 / (B \cdot S_0);$$

$$n = \left(\frac{L - (R - r \cos \alpha / 2) - 2b_0}{S_0} \right) + 1.$$

Схема раскроя 3



Условие использования:

$$\alpha \leq 120^\circ;$$

Расчетные формулы:

$$B = 2R \sin \alpha / 2 + (2R + \alpha_0) \sin(\alpha / 2 - \beta) + 2b_0, \quad \text{где}$$

$$\sin \beta = (S_0 - \alpha_0) \cdot \sin \alpha / 2 \cdot (2R + \alpha_0);$$

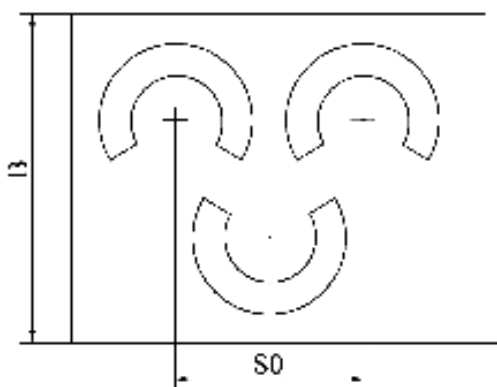
$$S_0 = \sqrt{(R + \alpha_0)^2 - r^2 \sin^2 \alpha / 2} - r \cos \alpha / 2;$$

$$F_0 = 0.00873(R^2 - r^2)\alpha;$$

$$K_0 = 2F_0 / (B \cdot S_0);$$

$$n = \left(\frac{L - R(1 - \cos \alpha / 2) - 2b_0}{S_0} \right) + 1 \cdot 2.$$

Схема раскроя 4



Условия использования:

$$\alpha < 180^\circ;$$

$$(2r - R) \sin \alpha > \alpha_0 / 2;$$

Расчетные формулы:

$$B = 2R - y - r \cos \alpha / 2 + 2b_0, \quad \text{где}$$

$$y = \sqrt{(r - \alpha_0)^2 + ((R - r) \sin \alpha / 2 + \alpha_0 / 2)^2};$$

$$S_0 = 2R \sin \alpha / 2 + \alpha_0;$$

$$F_0 = 0.00873(R^2 - r^2)\alpha;$$

$$K_0 = 2F_0 / (B \cdot S_0);$$

$$n = \left(\frac{2(L - 2(b_0 + R \sin \alpha / 2))}{S_0} + 1 \right).$$

2. Выбор наилучшего варианта раскроя материала

Чтобы рассчитать количество деталей, которое получится из одной полосы – n , необходимо задаться длиной полосы – L , а она зависит от способа раскроя листа (вдоль длины размера P) или вдоль ширины (вдоль размера Q). От способа раскроя листа будет зависеть общее количество деталей, получаемых из одного листа.

Естественно, что чем больше будет деталей получено из одного листа, тем экономнее будет расход материала на их изготовление.

Степень полезности использования материала можно оценить коэффициентом использования материала – η .

Для листового материала

$$\eta = \frac{F_{nn}}{F}, \quad \text{где}$$

F – площадь листа, использованного на получение полос для штамповки деталей;

$F_{пп}$ – полезно использованная площадь.

Для листа, изображенного на рис. 5.3 и 5.4 площадь определяется как $F=PQ$.

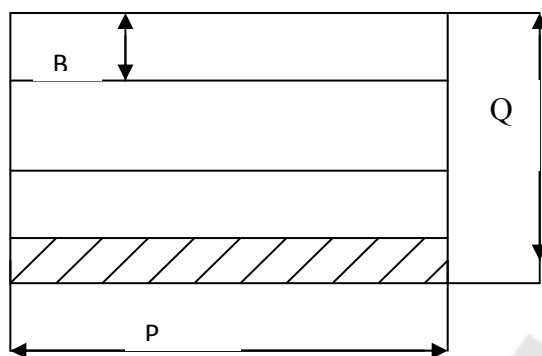


Рисунок 5.3. Вариант раскроя листа вдоль размера P

Полосы для штамповки деталей из такого листа можно нарезать двумя способами: вдоль размера P (рисунок 3) или вдоль размера Q (рисунок 4).

В первом случае, из одного листа можно получить $[Q/B]$ полос. Скобки $[]$ означают, что после деления Q на B нужно взять целую часть полученного результата, т.к. полоса, шириной меньше B не годится. Это так называемые отходы производства (на рисунках 5.3 и 5.4 такие полосы заштрихованы).

Если из одной полосы длиной P , получается n_1 штук деталей, то всего их получится

$$N_1 = n_1 \cdot \frac{Q}{B} \text{ штук.}$$

Тогда коэффициент использования материала листа определяется из выражения

$$\eta_1 = \frac{N_1 \cdot F_0}{P \cdot Q}, \text{ где } F_0 - \text{ площадь получаемой детали.}$$

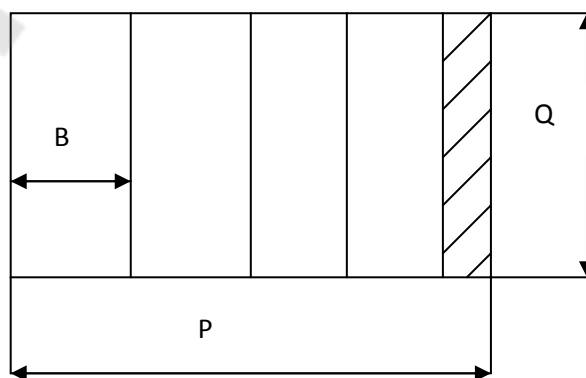


Рисунок 5. 4. Вариант раскроя листа вдоль размера Q

Если полосы шириной B располагаются вдоль размера Q (рисунок 4), то число полос, которое можно нарезать из одного листа равно $[P/B]$. Если из одной полосы длиной Q получается n_2 штук деталей, то всего их получится

$$N_2 = n_2 \cdot \frac{P}{B} \text{ штук.}$$

Коэффициент использования материала листа определяется как

$$\eta_2 = \frac{N_2 \cdot F_0}{P \cdot Q}.$$

Таблица 5.3

Индивидуальные задания

№ варианта	R, мм	r, мм	α, град			№ типоразмера	Толщина листа, мм
			α 1	α 2	α 3		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	91	44	240	130	70	1	1
2	104	77	120	300	60	2	2
3	107	71	250	50	310	3	3
4	88	37	200	85	100	4	4
5	112	77	110	310	220	5	5
6	103	67	200	150	80	1	6
7	108	77	220	70	315	2	7
8	110	80	230	120	65	3	1
9	100	37	120	270	55	4	2
10	125	78	50	130	260	5	3
11	100	75	150	250	70	4	4
12	90	41	200	300	80	3	5
13	120	46	140	90	325	2	6
14	130	78	85	135	250	1	7
15	55	21	255	100	55	5	6

Список использованных источников

1. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов. Под ред. С.М.Корчака, учебник для вузов.- М: Машиностроение,1988. – 352 с.
2. Аверченков В.И. и др. САПР технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов: Учебн. пособие для втузов / В.И. Аверченков, И.А.Каштальян, А.П. Пархутик. – Мн.: Выш. шк., 1993. – 228 с.: ил.
3. Цветков В.Д. Системно-структурное моделирование и автоматизация проектирования технологических процессов. - Мн.: Наука и техника,1979.
4. Автоматизация проектирования технологических процессов в машиностроении. / В.С.Корсаков, Н.М.Капустин, К.-Х. Темпельгоф, Х.Лихтенберг; Под общ. ред. Н.М.Капустина. – М.: Машиностроение, 1985. – 304 с., ил.
5. Мухачева Э. А. Рациональный раскрой промышленных материалов. Примерение АСУ. – М.: Машиностроение, 1984.

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа №1. Разработка программного обеспечения редактора нормативно-справочной информации (НСИ) АСТПП	3
Лабораторная работа №2. Разработка программного обеспечения для задачи «Разузлование изделий» АСТПП	5
Лабораторная работа №3. Автоматизация нормирования материальных ресурсов промышленного предприятия	7
Лабораторная работа № 4. Автоматизация нормирования трудовых ресурсов промышленного предприятия	8
Лабораторная работа №5. Автоматизация раскроя промышленных материалов	15
Список использованных источников	23
Приложение А Индивидуальные задания	25

Приложение А
Индивидуальные задания для лабораторных работ №1 - №3
Вариант 01

Конструкция гидронасоса, параметры которого указаны в таблице П.А.1,

Таблица П.А.1

Код	Обозначение	Наименование	Кол	Ед. изм.	Вид	Тип	Признак
11010	Г13-36МЛ	Гидронасос	1	Шт.	Изделие	Уникальн.	Собственного изготовления

Она включает в себя составляющие, параметры которых приведены в таблице П.А.2.

Таблица П.А.2

Код	Обозначение	Наименование	Кол	Ед. изм.	Вид	Тип	Признак
40374501000	2Г13-36-00-000	Диск распределительный	1	Шт.	Сборочная единица	Уникальн.	Собственного изготовления
40751300000	Г13-35А-00-000	Червяк	1	Шт.	Сборочная единица	Уникальн.	Собственного изготовления
40374100000	Г13-36М-00-000	Опора	1	Шт.	Сборочная единица	Уникальн.	Собственного изготовления
50122810000	Г13-36М-10-000	Корпус передний	1	Шт.	Сборочная единица	Уникальн.	Собственного изготовления
50133800000	Г13-36М-11-000	Корпус задний	1	Шт.	Сборочная единица	Уникальн.	Собственного изготовления
40111107950	ГОСТ9389-75 А-2-1,6 Ф1,6	Проволока	1	Шт.	Деталь	Унифицир.	Собственного изготовления

Код	Обозначение	Наименование	Кол	Ед. изм.	Вид	Тип	Признак
40312100700	ОСТ038.05147-78 55x80	Каркас	2	Шт.	Деталь	Унифицир.	Собственного изготовления
40372101600	ОСТ2.Д71-1-82 4-К1/2	Заглушка	1	Шт.	Деталь	Унифицир.	Собственного изготовления
40372101550	ОСТ2Д71-1-82 4-К1 1/4	Заглушка	4	Шт.	Деталь	Унифицир.	Собственного изготовления
50913700100	ОСТ38.05146-78 55-0.4x2.5	Пружина	2	Шт.	Деталь	Унифицир.	Собственного изготовления

Параметры материалов, необходимых для изготовления деталей, непосредственно входящих в изделие Г13-36МЛ Гидронасос, а также нормы расхода и отхода приведены в таблице П.А,3

Таблица П.А.3

Код детали	Код материала	Обозначение материала	Расход материала	Ед. изм.	Отход материала	Ед. изм.
40111107950	1314401213	Проволока 2 пруж. углер. 9389-75 Ф1.6	0,0090	Кг.	0,0010	Кг.
40312100700	987112231	Лист Ст.08кп 16523-70 19904-74 2-Н Б=1.2 Х/К	0,0950	Кг.	0,0726	Кг.
40372101600	2211131001	Полиэтилен 10803-020 ГОСТ 16337-77 Сорт1	0,0059	Кг.	0,0000	Кг.
40372101550	2211131001	Полиэтилен 10803-020 ГОСТ 16337-77 Сорт1	0,0234	Кг.	0,0000	Кг.
50913700100	1314401201	Проволока 2 пруж. углер.9389-75 Ф0,4	0,0035	Кг.	0,0006	Кг.

Состав сборочной единицы 2Г13-36-00-000 Диск распределительный приведен в таблице П.А.4

Таблица П.А.4

Код	Обозначение	Наименование	Кол	Ед. изм.	Вид	Тип	Признак
40374501400	2Г13-36А-10Б-412Б	Диск распределительный	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
50911200100	2Г13-36А-10Б-420А	Пружина	9	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
40314202400	2Г13-36А-10Б-431	Кольцо	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
50621200800	2Г13-36А-11А-801А	Окно смотровое	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
50612742550	2Г13-36А-11Б-408А	Таблица	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
40332600200	2Г13-36АФ-10-202В	Подпятник	9	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного

Код	Обозначение	Наименование	Кол	Ед. изм.	Вид	Тип	Признак
							изготовления
40212500300	2Г13-36АФ-10-402Б	Плунжер	9	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
40314202000	2Г13-36АФ-10-420	Кольцо	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
40941100100	А31.0105-01-89 7060-0351	Маховичок	1	Шт.	Деталь	Унифицир.	Собственного изготовления
30124510700	13941-68 В140	Кольцо	1	Шт.	Деталь	Стандарт.	Покупн.
50623100400	16x10x70 8789-68	Шпонка	1	Шт.	Деталь	Стандарт.	Собственного изготовления

Параметры материалов, необходимых для изготовления деталей сборочной единицы 2Г13-36-00-000 Диск распределительный, а также нормы расхода и отхода приведены в таблице П.А.5

Таблица П.А.5

Код детали	Код материала	Обозначение материала	Расход материала	Ед. изм.	Отход материала	Ед. изм.
40374501400	954285169	Круг Ст.Х12Ф1-А 5950-73 2590-71 Ф80	5,0720	Кг.	3,5720	Кг.
50911200100	1314401213	Проволока 2 Пруж.углер.9389-75 Ф1.6	0,0100	Кг.	0,0005	Кг.
40314202400	1229202155	Труба Ст.45 8732-70 Ф114x18	0,4200	Кг.	0,3680	Кг.
50621200800	2216222612	Стекло органич.сол.15809-70 10,0	0,0500	Кг.	0,0300	Кг.

Код детали	Код материала	Обозначение материала	Расход материала	Ед. изм.	Отход материала	Ед. изм.
50612742550	1811101501	Алюмин.лист АД1 21631-76 Б=0,5	0,0033	Кг.	0,0012	Кг.
40332600200	1846701123	Пруток пресс кругл БРАЖ9-4 493-79 1628-78 35	0,2230	Кг.	0,1700	Кг.
40212500300	951059133	Круг Ст.20Х легир.4543-71 2590-71 Ф28	0,6600	Кг.	0,4300	Кг.
40314202000	973008004	Лист Ст.3 16523-70 19903-74 2,5 Г/К	0,2340	Кг.	0,1970	Кг.
40941100100	4111220098	Маховичок 7060-0351 А31.0105.01-89 Сч20 1,8	1,0000	Кг.	0,0000	Кг.
50623100400	1131154510	Шпоночн.Ст.45 1051-73 8787-68 16x10	0,1030	Кг.	0,0150	Кг.

Состав сборочной единицы Г13-35А-00-000 Червяк приведен в таблице П.А.6.

Таблица П.А.6.

Код	Обозначение	Наименование	Кол	Ед. изм.	Вид	Тип	Признак
40989110120	Г13-35А-10-403	Пробка	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Покупн.
40617400100	Г13-35А-11-102А	Сектор	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
40751300100	Г13-35А-11-402А	Червяк	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
50613200400	Г13-35А-11-406	Пластина	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
50542300800	Г13-35А-11-408А	Стрелка	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
40943300500	Г13-35А-11-409	Ручка	2	Шт.	Деталь	Уникальн.	Покупн.

Код	Обозначение	Наименование	Кол	Ед. изм.	Вид	Тип	Признак
50613400100	Г13-35А-64	Пломба	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
30124522300	13943-68 В120	Кольцо	2	Шт.	Деталь	Стандарт.	Собственного изготовления
50623100600	23360-78 4x4x12	Шпонка	1	Шт.	Деталь	Стандарт.	Собственного изготовления

Параметры материалов, необходимых для изготовления деталей сборочной единицы Г13-35А-00-000 Червяк, а также нормы расхода и отхода приведены в таблице П.А.7

Таблица П.А.7

Код детали	Код материала	Обозначение материала	Расход материала	Ед. изм.	Отход материала	Ед. изм.
40617400100	4111220474	Сектор Г13-35А-11-102 СЧ20	1,0000	Кг.	0,0000	Кг.
40751300100	951061144	Круг Ст.40Х легир.4543-71 2590-71 Ф40	2,1150	Кг.	2,0620	Кг.
50613200400	973009060	Лист 65Г 1542-71 19903-74 Б=3,0	0,0500	Кг.	0,0010	Кг.
50542300800	971109000	Лист Ст 3-3-2 16523-70 19903-74 1,0 Г/К	0,0050	Кг.	0,0030	Кг.
50613400100	1811101507	Алюмин. Лист АД1М 4784-65 Б=1,0	0,0020	Кг.	0,0010	Кг.
30124522300	973009060	Лист,65Г 1542-71 19903-74 Б=3,0	0,5490	Кг.	0,4720	Кг.
50623100600	1131154504	Шпоночн.Ст.45 1051-73 8787-68 4x4	0,0030	Кг.	0,0012	Кг.

Состав сборочной единицы Г13-36М-00-000 Опора приведен в таблице П.А.8

Таблица П.А.8

Код	Обозначение	Наименование	Кол	Ед. изм.	Вид	Тип	Признак
40374101000	Г13-36М-00-101А	Опора	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
50612741530	Г13-36М-00-103-03	Таблица фирменная	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
50612741000	Г13-36М-00-104	Табл зал масл отв	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
50612741200	Г13-36М-00-105	Таблица	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
50612741250	Г13-36М-00-106	Стрелка	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
50612741470	Г13-36М-00-108А	Таблица	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления

Параметры материалов, необходимых для изготовления деталей сборочной единицы Г13-36М-00-000 Опора, а также нормы расхода и отхода приведены в таблице П.А.9.

Таблица П.А.9.

Код детали	Код материала	Обозначение материала	Расход материала	Ед. изм.	Отход материала	Ед. изм.
40374101000	4111220367	Опора Г13-36М-00-101А СЧ20	1,0000	Кг.	0,0000	Кг.
50612741530	1811101501	Алюмин. Лист АД1 21631-76 Б=0,5	0,0062	Кг.	0,0029	Кг.
50612741000	1811101501	Алюмин. Лист АД1 21631-76 Б=0,5	0,0020	Кг.	0,0007	Кг.
50612741200	1811101501	Алюмин. Лист АД1 21631-76 Б=0,5	0,0062	Кг.	0,0029	Кг.
50612741250	1811101501	Алюмин. Лист АД1 21631-76 Б=0,5	0,0016	Кг.	0,0006	Кг.
50612741470	1811101501	Алюмин. Лист АД1 21631-76 Б=0,5	0,0016	Кг.	0,0008	Кг.

Состав сборочной единицы Г13-36М-10-000 Корпус передний приведен в таблице П.А.10.

Таблица П.А.10.

Код	Обозначение	Наименование	Кол	Ед. изм.	Вид	Тип	Признак
50122810600	Г13-36М-10-102А	Корпус передний	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
40315201200	Г13-36М-10-020А/1	Ротор	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
40116207250	Г13-36М-10-020А/2	Втулка	9	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
50122810450	Г13-36М-10-101А	Корпус передний	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного

Код	Обозначение	Наименование	Кол	Ед. изм.	Вид	Тип	Признак
							изготовления
50393600300	Г13-36М-10-103	Траверса	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
40374100900	Г13-36М-10-104	Опора шаровая	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
40414200200	Г13-36М-10-105	Диск ротора	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
40112201600	Г13-36М-10-107	Вал приводной	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
40112201760	Г13-36М-10-108-02	Вал ротора	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
40414200700	Г13-36М-10-109	Диск опорный	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
40414200800	Г13-36М-10-111	Диск нажимной	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
40314215000	Г13-36М-10-113А	Стакан	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
40116207200	Г13-36М-10-117	Втулка	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
40311302700	Г13-36М-10-118	Кольцо	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления

Код	Обозначение	Наименование	Кол	Ед. изм.	Вид	Тип	Признак
40116207220	Г13-36М-10-119	Втулка	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
50374200800	Г13-36М-10-120	Крышка	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
40211302700	Г13-36М-10-143	Штифт	2	Шт.	Деталь	Уникальн.	Покупн.
40951110400	Г13-36М-10-144	Болт	2	Шт.	Деталь	Уникальн.	Покупн.

Параметры материалов, необходимых для изготовления деталей сборочной единицы Г13-36М-10-000 Корпус передний, а также нормы расхода и отхода приведены в таблице П.А.11.

Таблица П.А.11.

Код детали	Код материала	Обозначение материала	Расход материала	Ед. изм.	Отход материала	Ед. изм.
50122810600	4111220366	Корпус задний Г13-36М-10-102 СЧ30	1,0000	Кг.	0,0000	Кг.
40315201200	4121600008	Ротор Г13-36М-10-020А Штамповка 19,728	1,0000	Кг.	0,0000	Кг.
40116207250	1846701123	Пруток пресс кругл БРАЖ9-4 493-79 1628-78 35	0,6200	Кг.	0,4800	Кг.
50122810450	4111240058	Корпус передн.Г13-36М-10-101А СЧ20	1,0000	Кг.	0,0000	Кг.
50393600300	4111100008	Траверса Г13-36М-10-103 Ст.45Л-2	1,0000	Кг.	0,0000	Кг.
40374100900	4121230065	Опор. гидр.Г13-36М-10-104 Бр. 010Ф1 Ф90х350 2,75	2,7500	Кг.	2,4900	Кг.

Код детали	Код материала	Обозначение материала	Расход материала	Ед. изм.	Отход материала	Ед. изм.
40414200200	4130000006	Диск ротора Г13-36М-10-105 Бр. осн 10-2-3	0,1670	Кг.	0,0000	Кг.
40112201600	951061158	Круг Ст.40Х легир. 4543-71 2590-71 Ф60	5,5500	Кг.	2,2500	Кг.
40112201760	951061157	Круг Ст.40Х легир. 4543-71 2590-71 Ф56	6,1800	Кг.	3,1800	Кг.
40414200700	954284164	Круг Ст.Х12МФ-А 5950-73 2590-71 Ф60	2,4210	Кг.	1,8010	Кг.
40414200800	951059177	Круг Ст.20Х легир.4543-71 2590-71 Ф150	3,3100	Кг.	2,7980	Кг.
40314215000	4121600007	Стакан Г13-36М-10-113А Штамп.Ст.45	1,0000	Кг.	0,0000	Кг.
40116207200	951061159	Круг Ст.40Х легир. 4543-71 2590-71 Ф70	5,3810	Кг.	3,3810	Кг.
40311302700	973009060	Лист 65г 1542-71 19903-74 Б=3,0	1,3100	Кг.	1,1900	Кг.
40116207220	1229202117	Труба Ст.45 8732-70 Ф60х14	0,5010	Кг.	0,4360	Кг.
50374200800	1811201099	Отливка АК7 2685-75 Г13-36М-10-120	0,2400	Кг.	0,0000	Кг.

Состав сборочной единицы Г13-36М-11-000 Корпус задний приведен в таблице П.А.12.

Таблица П.А.12.

Код	Обозначение	Наименование	Кол	Ед. изм.	Вид	Тип	Признак
50133800400	Г13-36М-11-101А	Корпус	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления

Код	Обозначение	Наименование	Кол	Ед. изм.	Вид	Тип	Признак
40352203200	Г13-36М-11-104	Крышка	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
40352203300	Г13-36М-11-105А	Крышка	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
40953500200	Г13-36М-11-403	Винт	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
40241100300	Г13-36М-11-404	Рукоятка	2	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
40414300400	Г13-36М-11-405	Ступица	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления
40314105000	Г13-36М-11-420	Прокладка	1	Шт.	Деталь	Уникальн.	Собственного изготовления

Параметры материалов, необходимых для изготовления деталей сборочной единицы Г13-36М-11-000 Корпус задний, а также нормы расхода и отхода приведены в таблице П.А.13.

Таблица П.А.13.

Код детали	Код материала	Обозначение материала	Расход материала	Ед. изм.	Отход материала	Ед. изм.
50133800400	4111220479	Корпус Г13-36М-11-101 Сч20 6,2	1,0000	Кг.	0,0000	Кг.

Код детали	Код материала	Обозначение материала	Расход материала	Ед. изм.	Отход материала	Ед. изм.
40352203200	4111220480	Крышка Г13-36М-11-104 СЧ20 Ф70	0,4900	Кг.	0,3700	Кг.
40352203300	4111220481	Крышка Г13-36М-11-105 СЧ20 2,8	1,0000	Кг.	0,0000	Кг.
40953500200	951035124	Круг Ст.45-Б-Т углерод. 1050-88 2590-88 Ф24	0,2900	Кг.	0,0200	Кг.
40241100300	951035114	Круг Ст.45-Б-Т углерод. 1050-88 2590-88 Ф14	0,1150	Кг.	0,0350	Кг.
40414300400	951035136	Круг Ст.45-Б-Т углерод. 1050-88 2590-88 Ф36	0,1850	Кг.	0,1350	Кг.
40314105000	2213190800	Паронит ПБМ-10 481-71 Б=1.0	0,0650	Кг.	0,0000	Кг.

Трохова Татьяна Анатольевна

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

**Лабораторный практикум
по одноименному курсу
для студентов специальности
1-40 01 02 «Информационные системы
и технологии (по направлениям)»
дневной формы обучения**

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 08.06.11.

Рег. № 16Е.

E-mail: ic@gstu.by

<http://www.gstu.by>