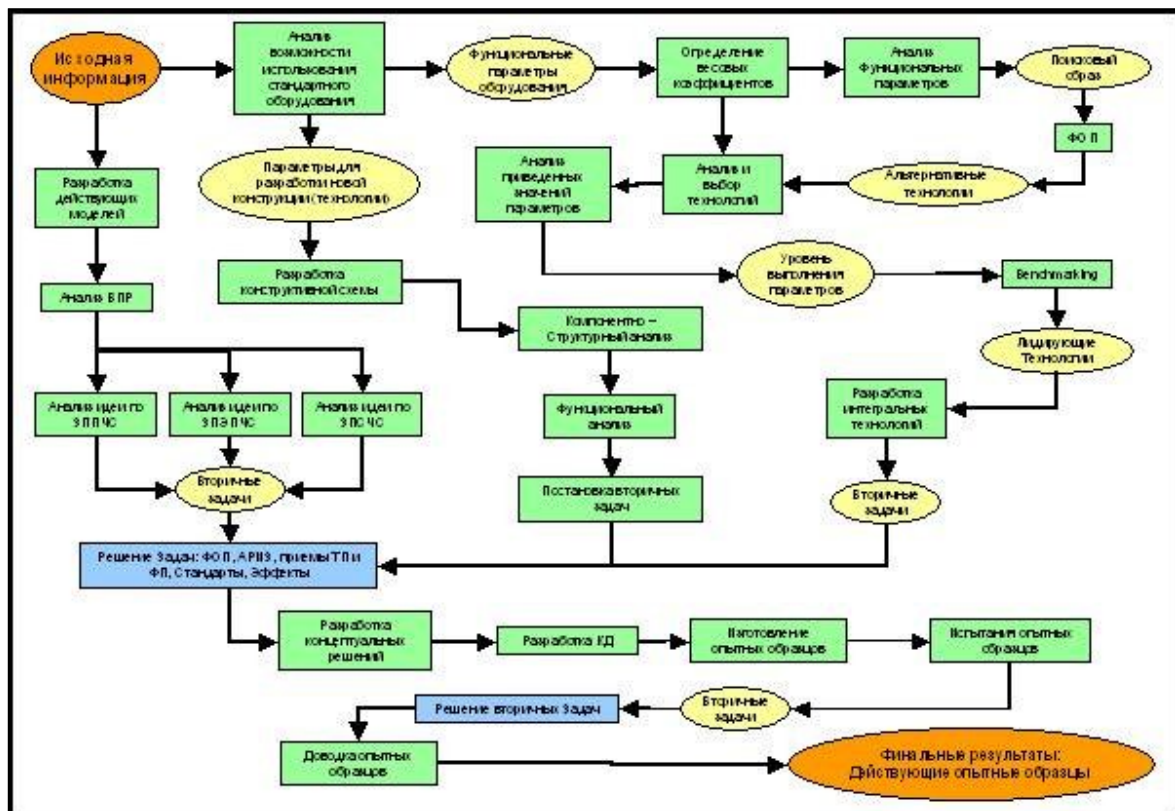


Примеры использования методики выполнения верификационных проектов

Road Map выполнения верификационных проектов



ПРИМЕР - 9

Разработка способа разделки стальных швеллеров на отдельные полосы

Использование стандартного оборудования

1. Сформулировать исходную ситуацию

Объектом исследования является способ продольного и поперечного распуска швеллеров на полосы заданной длины из верхней и нижней полок и шейки для последующего изготовления из них заготовок.

Способ роспуска, а также применяемое при разделе оборудование должны обеспечивать месячную производительность 200 000 заготовок длиной по 200 мм.

Необходимо предложить технологию роспуска швеллеров с минимальными затратами.

2. Выбрать параметры для информационного поиска

Для информационного поиска и сравнения найденных способов разделки металлопроката выбираем следующие критерии:

- Скорость резанья
- Потребляемая мощность установки
- Капитальные затраты (Предварительная оценка)
- Ориентировочные затраты на обслуживающий персонал
- Требования к квалификации обслуживающего персонала
- Особые требования к эксплуатации (Наличие в технологии взрывчатых и огнеопасных веществ, высокого давления и т.п.)
- Нетребовательность к периодичности обслуживания
- Сложность адаптации способа под разделку швеллеров
- Экологичность
- Количество единиц оборудования

3. Определить весовые коэффициенты каждого параметра

Весовые коэффициенты каждого параметра определены экспертным путем. Значения весовых коэффициентов приведены в Табл. П.5-1.

Таблица П.5-1. Критерии сравнения способов разделки металлопроката

№	Критерий	Весовой коэффициент
1.	Скорость резанья	10
2.	Потребляемая мощность установки	9
3.	Капзатраты (Предварительная оценка)	9
4.	Особые требования к эксплуатации (Наличие в технологии взрывчатых и огнеопасных веществ, высокого давления и т.п.)	8
5.	Сложность адаптации способа под	7

№	Критерий	Весовой коэффициент
	разделку рельсов	
6.	Ориентировочные затраты на обслуживающий персонал	3
7.	Требования к квалификации обслуживающего персонала	4
8.	Нетребовательность к периодичности обслуживания	3
9.	Экологичность	6
10.	Количество единиц оборудования	4

4. Сформулировать поисковый образ

Информационный поиск выполнен с использованием поискового образа, построенного по главной функции способа:

Разделять – [Действие (функция)]

Длинномерный прокат - [Объект действия (функции)]

На составные части, пригодные для последующего использования - [Специфика].

5. По сформулированному поисковому образу провести поиск

Результаты информационного поиска приведены в Табл. П.5-2.

Таблица П.5-2. Способы разделки металлопроката (фрагмент)

№	Способ разделки металлопроката	Скорость резания, мм ² /мин**	Потребляемая мощность, кВт	Стоимость установки, руб.
1.	Механическая резка возвратно-поступательным полотном	807	1,5	28.000
2.	Механическая резка ленточным полотном	3000	1,5	210.000
3.	Механическая резка абразивным диском	8880	5,75	75.000
4.	Разделение металла копром	88.000	52	10.836.000

№	Способ разделки металлопроката	Скорость резания, мм ² /мин**	Потребляемая мощность, кВт	Стоимость установки, руб.
5.	Механическая рубка гильотиной	576000	180	2.300.000*
6.	Механическая резка ножницами гильотинными гидравлическими	250.000	30	2.240.000
7.	Резка гидроабразивной струей	700	20	1.700.000
8.	Резка направленным взрывом	30.000	-	-
9.	Воздушно -плазменная резка	40.000	100	200.000
10.	Газо-кислородная резка	25.000	90	30.000
11.	Воздушно-дуговая резка	4100	18	40.000
12.	Лазерно – кислородная резка	20000	100	600.000
13.	Криогенное разрушение металлов	20.000	-	-
14.	Роторная пила горячей резки проката	100.000	150	80.000*

6. Провести предварительный отбор найденных конструкций (технологий)

Для дальнейшего анализа не будем использовать способы резки направленным взрывом и криогенное разрушение металлов, т.к. они требуют специального оборудования и требований по их обслуживанию. И резку гильотиной, т.к. по характеристикам она очень близка с резкой гильотинными ножницами. Все остальные способы остаются для дальнейшего сравнения по приведенным критериям.

7. Определить приведенные значения параметров

Рассчитанные значения приведенных параметров приведены в Табл. П.5-3.

Таблица П.5-3. Приведенные значения параметров (фрагмент)

№	Способ разделки металлопроката	Скорость резания	Потребляемая мощность	Количество обслуживающих	Стоимость установки	Количество установок
1.	Механическая резка возвратно-поступательным полотном	1	58	38	1.076.923	38
2.	Механическая резка ленточным полотном	1	16	10	2.164.948	10
3.	Механическая резка абразивным диском	1	20	4	261.324	4
4.	Разделение металла копром	1	23	0.5	4.925.454	0.5
5.	Механическая резка ножницами гильотинными гидравлическими	1	4	0.12	276.543	0.12
6.	Резка гидроабразивной струей	1	909	45	77.272.727	45
7.	Воздушно -плазменная резка	1	78	0.8	155.038	0.8
8.	Газо-кислородная резка	1	112	1,3	37.500	1,3
9.	Воздушно-дуговая резка	1	138	8	307.692	8
10.	Лазерно – кислородная резка	1	154	1.5	923.076	1.5
11.	Роторная пила горячей резки проката	1	34	0.3	24.691	0.3
12.	Дисковые ножницы для продольной резки	1	30	0.1	12.220	0.1

8. Определить уровень выполнения параметров

Расчитанные значения уровней приведенных параметров приведены в Табл. П.5-4.

Таблица П.5-4. Приведенные значения параметров (фрагмент)

№	Способ разделки металлопроката	Условная скорость резания	Потреб. мощн.	Капзатр.	Затр. на обл. перс.	Требов. к квалиф.	Особые треб.	Нетреб. к период. обслуж.	Сложн. адапт.	Эколог.	Кол. ед. обор.	Сумма баллов
Весовой коэффициент		10	9	9	3	4	8	3	7	6	4	
1.	Механ. резка полотном возвр.поступ.	1,00	9,00	10,00	2,00	10,00	10,00	6,00	6,00	9,00	2,00	429,00
2.	Механ. резка ленточным полотном	1,00	10,00	10,00	8,00	10,00	10,00	6,00	6,00	9,00	6,00	472,00
3.	Механ. резка абраз.диском	1,00	10,00	10,00	9,00	9,00	9,00	4,00	10,00	7,00	6,00	473,00
4.	Разделение металла копром/хладноломом	1,00	10,00	9,00	10,00	9,00	10,00	10,00	6,00	10,00	10,00	499,00
5.	Механическая резка ножницами гильотинными	1,00	10,00	10,00	10,00	9,00	10,00	7,00	5,00	10,00	10,00	492,00
6.	Резка гидроабразивной струей	1,00	1,00	1,00	1,00	5,00	3,00	3,00	4,00	3,00	1,00	134,00
7.	Воздушно-плазменная резка	1,00	9,00	10,00	10,00	8,00	9,00	7,00	10,00	5,00	10,00	476,00
8.	Газокислородная резка	1,00	9,00	10,00	10,00	6,00	5,00	6,00	10,00	5,00	10,00	433,00
9.	Воздушно-дуговая резка	1,00	9,00	10,00	8,00	5,00	5,00	7,00	9,00	5,00	2,00	387,00
10.	Лагерно-кислородная резка	1,00	9,00	10,00	10,00	3,00	3,00	1,00	4,00	6,00	10,00	354,00
11.	Роторная пила горячей резки	1,00	5,00	5,00	7,00	7,00	6,00	4,00	4,00	7,00	10,00	319,00
12.	Дисковые ножницы продольной резки	1,00	5,00	5,00	7,00	8,00	8,00	6,00	3,00	10,00	10,00	356,00

9. Определить лидирующие технологии по выбранным критериям

По сумме значений выбранных критериев и с учетом их весовых коэффициентов лидерами стали следующие способы:

- Разделение металла копром - **499 баллов**
- Механическая резка ножницами гильотинными гидравлическими - **492 балла**
- Воздушно-плазменная резка - **476 балла**

10. Определить оптимальные сочетания технологий

10.1. Определение всех возможных сочетаний из выбранных технологий для достижения целей проекта.

Сочетания различных способов роспуска металлопроката приведены в Табл. П.5-5. и П.5-6.

Таблица П.5-5. Комбинированные способы разделки металлопроката, вариант 1 (фрагмент)

Условное обозначение технологии	Способ первичной поперечной разделки	Способ последующей продольной разделки
С1	Копр/хладнолом	Гильотина
С2	Копр/хладнолом	Воздушная плазма
С3	Гильотина	Гильотина

Таблица П.5-6. Комбинированные способы разделки металлопроката, вариант 2 (фрагмент)

Условное обозначение технологии	Способ первичной продольной разделки	Способ последующей поперечной разделки
С4	Воздушная плазма	Воздушная плазма
С5	Воздушная плазма	Гильотина

10.2. Рассчитать себестоимость предполагаемой продукции

Расчет выполнен из условия месячной программы в 200 000 заготовок (двух полок и шейки).

Каждая заготовка под прокатку имеет длину 200 мм.

Стоимость самих швеллеров в расчете стоимости отпуска на заготовки не учитывалась.

При расчете используем следующие исходные данные:

- Швеллера
 - Габариты швеллера: 180x180x75x18 (высота x ширина полки x толщина шейки)
 - Длина швеллера: 12, 5 м
- Средняя зарплата основных рабочих: по 15 000 руб./мес.
- Стоимость электроэнергии: 2,6 руб./кВт*час
- Норма амортизационных отчислений: 20%
- Налоги на зарплату: 40%
- Срок окупаемости: 5 лет
- Цеховые расходы: 10% от себестоимости
- Работа двухсменная.

Ориентировочный расчет стоимости разделки швеллера на заготовки выполняем по следующей формуле:

$$\text{Ст.р} = (\text{ЗП} \times 1,4 + \text{Ст.э.э} + \text{Аоб}) \text{Ккм} \text{Кцех.},$$

где:

Ст.р - Стоимость отпуска швеллеров на 200 000 заготовок, руб.

ЗП - Средняя заработная плата основных рабочих, руб.

Ст.э.э - Стоимость электроэнергии, руб.

Аоб - Амортизация основного оборудования, исходя из срока окупаемости 5 лет.

Ккм = 1,02 - коэффициент, учитывающий стоимость комплектующих и вспомогательных материалов

Кцех = 1,1 - коэффициент, учитывающий цеховые расходы.

Результаты оценочного расчета приведены в Табл.П.5-7.

Таблица П.5-7. Расчетная стоимость изготовления заготовок (фрагмент)

Условное обозначение технологии	Основное оборудование	Цена основного оборудования, руб.	Стоимость изготовления заготовки, руб.
С1 (копр/хладнолом + гильотина)	АК-00-9000 \ RB 160	6 100 000	1,49
	FORB 32x2500 \ H2732	800 000	
	Всего	6 900 000	
С2 (копр/хладнолом + воздушная плазма)	АК-00-9000 \ RB 160	6 100 000	1,34
	АПР 402 \ Мультиплаз-15000	200 000	
	Всего	6 300 000	
С3 (Гильотина + Гильотина)	FORB 32x2500 \ H2732	1 600 000	1,67
С3-а (Гильотина - 3 смены)	FORB 32x2500 \ H2732	800 000	0,77
С4 (воздушная плазма)	АПР 402 \ Мультиплаз-15000	600 000	1,10
С5 (воздушная плазма)	АПР 402 \ Мультиплаз-15000	200 000	0,94
	FORB 32x2500 \ H2732	800 000	

Условное обозначение технологии	Основное оборудование	Цена основного оборудования, руб.	Стоимость изготовления заготовки, руб.
+ гильотина)	Всего	1 000 000	

Результаты и выводы

1. По предварительной оценке (с учетом комплекса выбранных критериев и их относительной значимости) для разделки металлопроката наиболее целесообразно использование следующих способов:
 - 1.1. Разделение металлопроката копром,
 - 1.2. Механическая резка металлопроката гильотинными ножницами,
 - 1.3. Воздушно-плазменная резка металлопроката.
2. Следующие сочетания указанных выше способов разделки металлопроката в наибольшей степени подходят для промышленного роспуска рельсов:
 - 2.1. Продольная воздушно-плазменная резка
+ поперечная воздушно-плазменная резка
 - 2.2. Продольная воздушно-плазменная резка
+ поперечная гильотинная резка.
3. По предварительной расчетной оценке указанные в п.2 способы могут обеспечить заданную стоимость передела.

ПРИМЕР - 10

Верификация идеи концепции, предотвращающей миграцию нитинолового фильтра - ловушки тромбов, устанавливаемого в вене человека (приводятся фрагменты).

Идея концепции: для предотвращения миграции фильтра в вене загнуть кончики "ручек" фильтра в крючки.

Разработки новой конструкции (технологии) на базе существующей

1. Разработать конструктивную (технологическую) схему идеи концепции

1.1. Провести экспресс - анализ конструкции (технологии) по верхнему иерархическому уровню

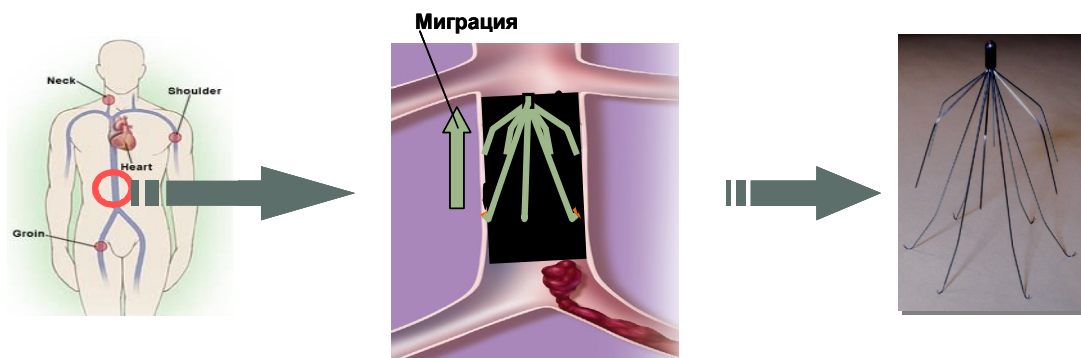


Рис. П.5-1

Объект анализа – нитиноловый фильтр для улавливания тромбов.

Место установки фильтра - полая вена

Место крепления - Фильтр крепится к стенке вены крючками (на ножках), которые изготавливаются травлением в кислоте

Недостаток – большой уровень миграции из-за недостаточного крепления фильтра к стенке вены

1.2. Построить компонентно-структурную модель

Компонентно-структурная модель не приводится.

1.3. Построить функциональную модель

Функциональная модель не приводится.

1.4. Поставить и решить вторичные задачи

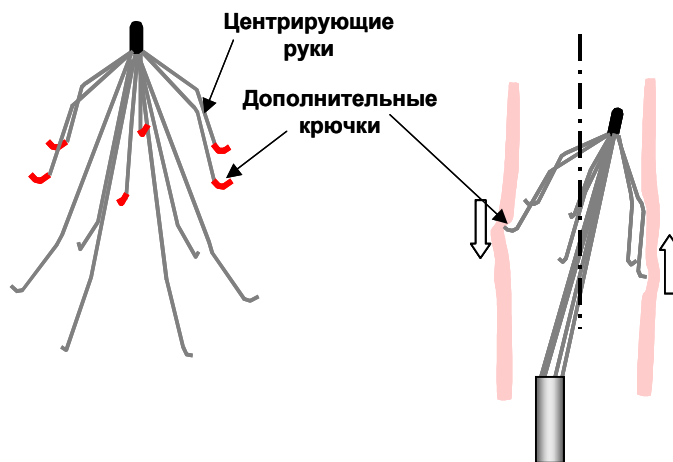


Рис. П.5-2

Из анализа идеи концепции вытекают противоречия:

ТП1 – Если использовать крючки на руках, то фильтр хорошо крепится к стенке вены, но плохо центрируется

ТП2 – Если не использовать крючки на руках, то фильтр хорошо центрируется, но плохо крепится к стенке вены

Из анализа противоречий выявляем вторичную задачу:

- Как обеспечить хорошую центровку фильтра при наличии крючков на руках?

Формулируем задачу в виде ФП:

- Крючки на ручках должны быть, чтобы надежно крепиться к стенке вены, и их не должно быть, чтобы хорошо центрироваться в вене.

Проводим анализ ВПР:

- кровь
- тепловое поле крови
- материал (нитинок)

Физическое противоречие разрешается с помощью приемов:

- местное качество,
- предварительное действие.

Появляется новая идея концепции:

- Использовать температуру крови для разгибания крючков, изготовленных из предварительно запрограммированного материала с памятью формы

При реализации предложенной идеи возникает проблема:

- Крючки попадая в поток горячей крови загибаются практически мгновенно.

Формулируем следующее ФП:

- Крючки на ручках должны загибаться под воздействием температуры горячей крови, т.к. материал запрограммирован на заданную температуру, и не должны загибаться под воздействием температуры горячей крови, чтобы хорошо центрироваться в вене

Физическое противоречие разрешается с помощью приемов:

- местное качество,
- предварительное действие,
- использовать би-систему.

Формулируем следующую вторичную задачу:

- Используем переход к би-системе. Как обеспечить задержку загибания крючка при помощи некоего вещества, разделив предварительно кончик ручки на две половинки?

Появляется новая идея концепции:

- Разрезать кончик ручки на две половинки, запрограммировать их в отогнутом состоянии, сомкнуть их вместе, обмазать биорастворимым клеем - кетгутотом и высушить. В крови кетгут растворится и ножки отогнутся.

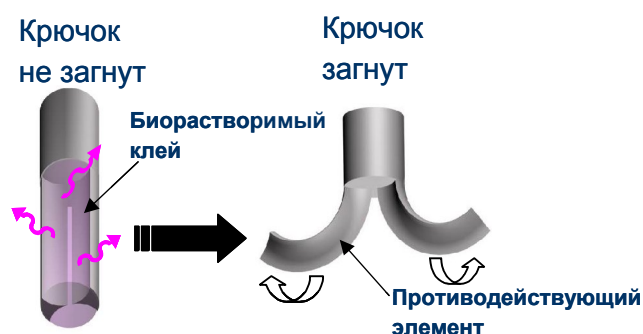


Рис. П.5-3

Возникает следующая вторичная задача:

- Как разрезать проволочку толщиной 0.3 мм пополам?

Проводим анализ надсистемных ВПР:

- кислота (для травления крючков на ножках)
- лак

Решаем задачу используя ВПР.

Замазываем части кончиков ручки с двух сторон лаком (по аналогии с изготовлением печатных плат) и травим в кислоте. В результате кислота съедает металл в местах не закрытых лаком.

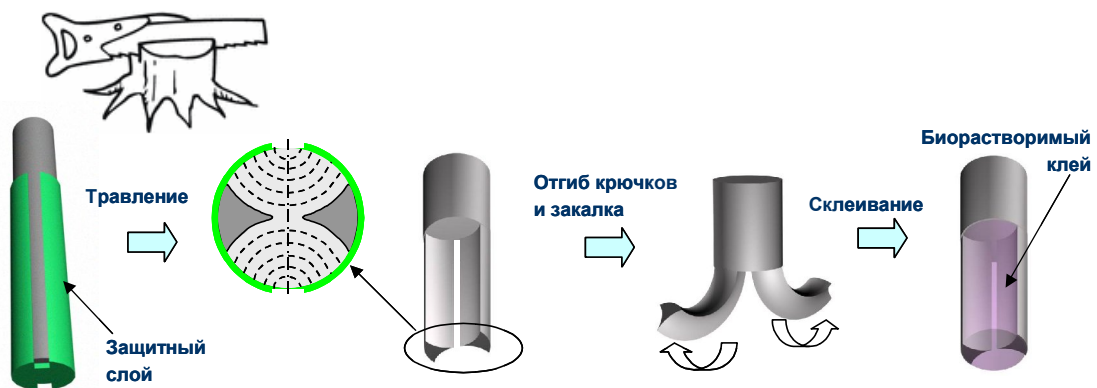


Рис. П.5-4

2. Разработать вторичные (модернизированные) концептуальные идеи

Окончательная концепция:

- Для обеспечения надежного закрепления фильтра в вене, кончики ручек фильтра разделяются, как минимум на две части, программируются в отогнутом состоянии на температуру крови, сжимаются и в таком виде закрепляются биорастворимым клеем –кетгутотом. После постановки в вену состав растворяется в крови, кончики ручек огибаются и впиваются в стенки вены.

3. Разработать эскизную документацию на модели

Конструкторская документация не разрабатывалась.

ПРИМЕР - 11

Верификация идеи концепции, в которой предполагается обрезать хвостики только что снятых зеленых бананов с помощью дискового ножа.

Разработка действующих моделей конструкции (технологии)

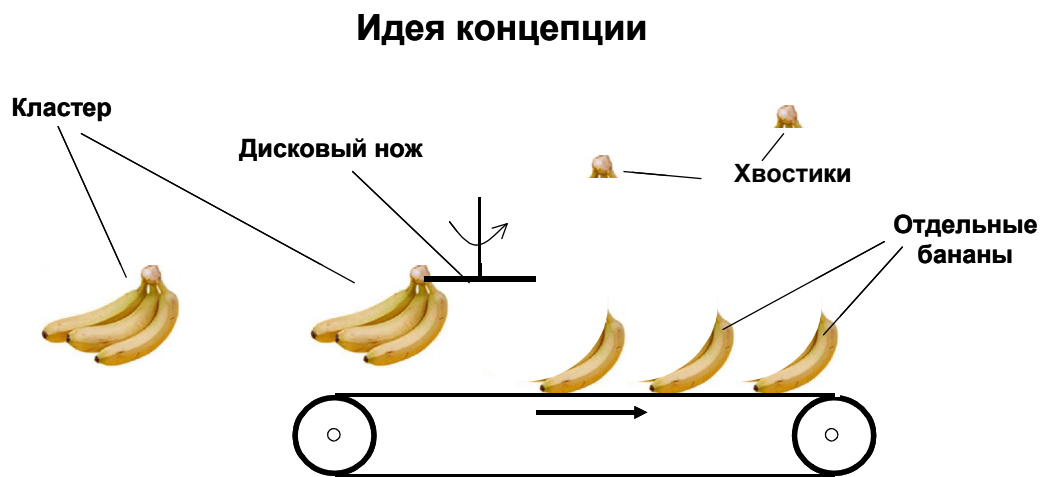


Рис. П.5-5

1. Провести анализ и поиск ВПР, необходимых для реализации действующей модели

Анализ ВПР, проведенный в конкретном случае показал наличие следующих ресурсов:

- Электродвигателей малой мощности
- Транспортной ленты
- Подшипников
- Шкивов разного диаметра
- Листового металла
- Различных проводов и т.п.

2. Провести анализ идеи концепции по закону повышения полноты частей системы

В концепции есть только рабочие органы нескольких систем, так:

- дисковый нож это рабочий орган одной системы,
- лента транспортера - рабочий орган другой системы,
- кластер, изделие обрабатываемое этими двумя, будет рабочим органом третьей системы.

К соответствующим РО систем необходимо достроить недостающие части.

- К дисковому ножу РО1 необходимо добавить Тр.1 - шкивы с ременной передачей, Дв.1 - электродвигатель, ИЭ1 - электроэнергия, СУ1 - пульт управления с кнопками пуск - стоп.
- К транспортной ленте РО2 необходимо добавить Тр.2 - ролики с редуктором, Дв.2 - электродвигатель, ИЭ2 - электроэнергия, СУ2 - пульт управления с кнопками пуск - стоп.
- Кластер бананов, в данном случае является Изделием, и соответственно РО3. Следовательно, к этому рабочему органу необходимо добавить Тр.3. - для удержания кластера, Дв.3 - для обеспечения перемещения, ИЭ3 - для питания двигателя, СУ3 - для управления процессом перемещения кластера к ножу.

В результате получаем конструкцию, имеющую три полноты.

3. Провести анализ идеи концепции по закону повышения энергетической проводимости

Анализ по закону энергетической проводимости не проводился.

4. Провести согласования частей системы (фрагмент)

В процессе обрезания хвостиков бананов кластера (Из.) дисковый нож (РО1) зачастую срезает и часть тела крайних бананов. А это недопустимо.

Проведено согласование формы ножа и формы расположения бананов в кластере, т.е. согласование РО1 и РО3. В результате согласования форма ножа была изменена с дискового на цилиндрический.

Проведено рассогласование скорости подачи кластера к цилиндрическому ножу и скорости движения транспортной ленты. Лента движется чуть медленнее, чем подается кластер. За счет этого, хвостики бананов различных кластеров всегда будут находиться в вертикальном положении.

5. Сформулировать и разрешить противоречия

Противоречия и их разрешения не приводятся.

6. Изготовить действующие модели

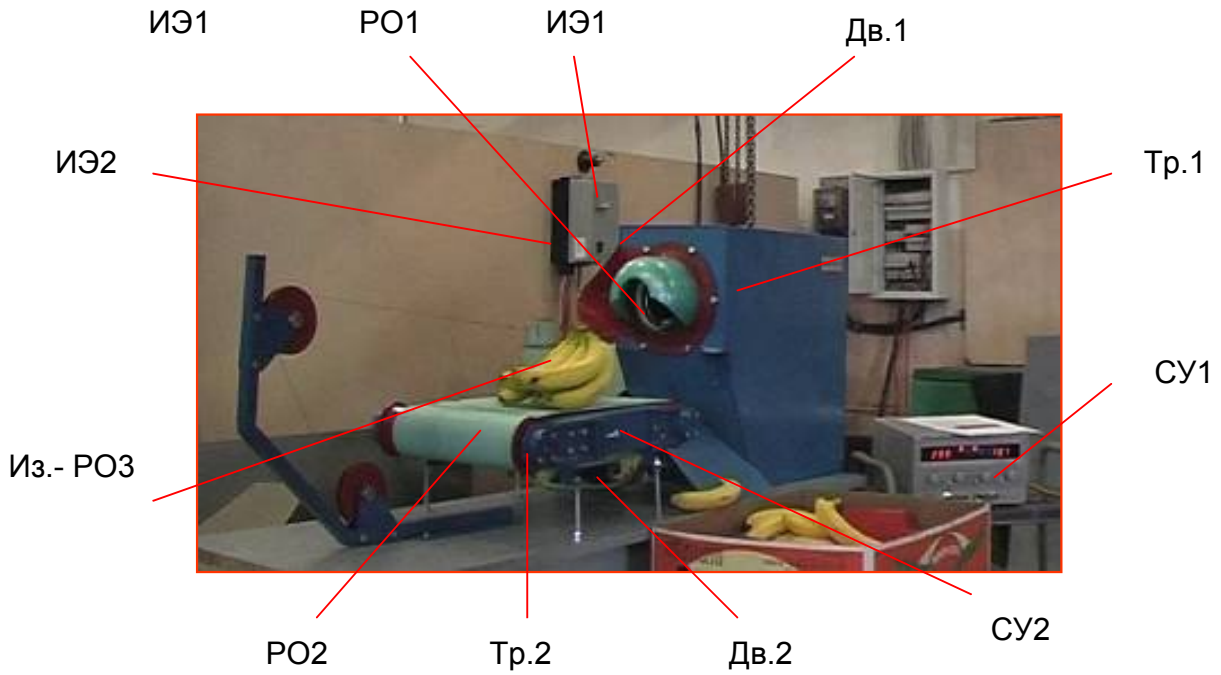


Рис.П.5-6. Действующая модель по разделению кластера на отдельные бананы

ПРИМЕР - 12

Верификация идеи концепции, в которой предполагается обрезать хвостики только что снятых зеленых бананов с помощью дискового ножа.

Разработка полупромышленных образцов (фрагмент)

Результаты работы по п.1 - 7 не приводятся.

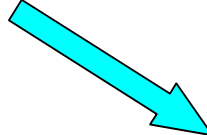
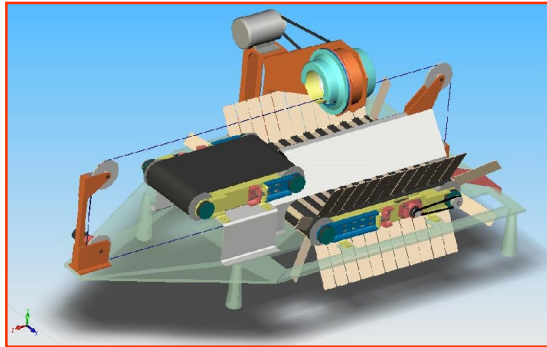
- 1. Разработать эскизный проект идеи концепции**
- 2. Изготовить первый опытный образец**
- 3. Провести испытания первого опытного образца**
- 4. Поставить и решить задачи**
- 5. Изготовить второй опытный образец**
- 6. Выполнить доводку второго опытного образца**
- 7. Провести испытания второго опытного образца**

8. Передать готовый второй образец Заказчику

При передаче Заказчику полупромышленного образца необходимо пояснить, как пришли к данному решению. Как правило это приводится в сопроводительном отчете.

Порядок выполнения верификации концепции приведен на Рис.П.5-7.

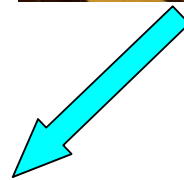
Эскиз модели установки



Макет установки



Действующая модель установки



**Полупромышленный образец
установки по разделению
кластера на отдельные бананы**

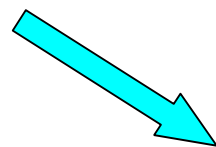


Рис.П.5-7. Порядок выполнения верификации концепции