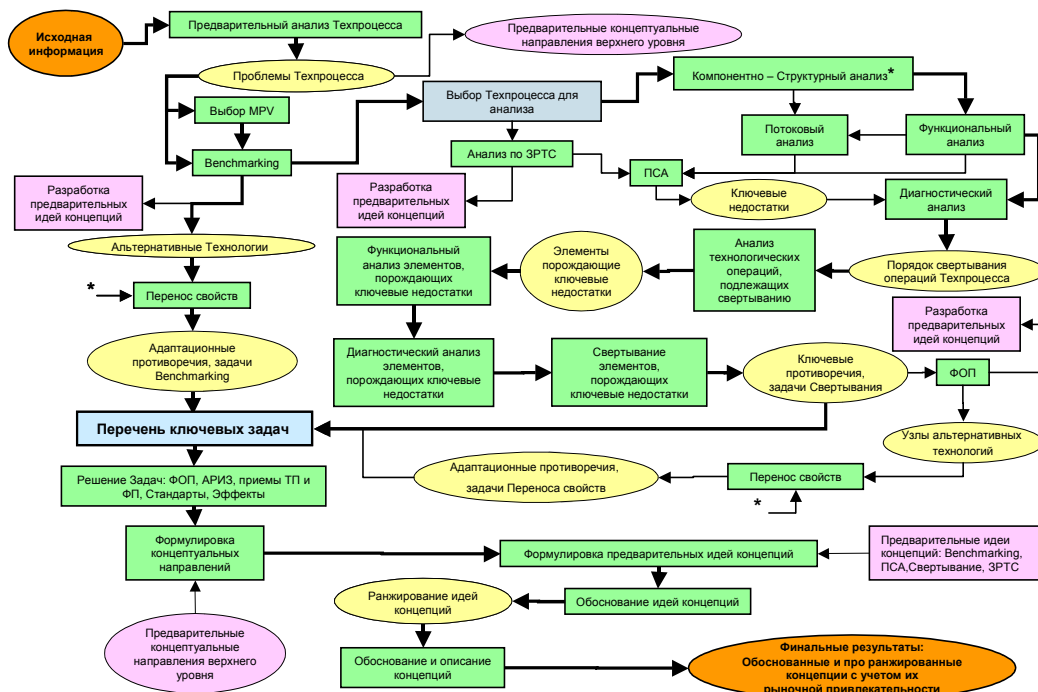


Примеры использования методики выполнения проектов по совершенствованию технологических процессов

Road Map проектов по совершенствованию технологических процессов



ПРИМЕР - 2

Совершенствование технологического процесса обрезающей стальной ленты

1. Сформулировать исходную ситуацию

Для изготовления стальной обрезиненной ленты используется технология (Рис. П.4-1) состоящая из нескольких основных операций: подготовки стальной ленты, подготовки эластомера (смеси резины и растворителя), нанесения эластомера и стабилизации эластомера. Главная проблема у Заказчика - высокая стоимость готовой продукции.

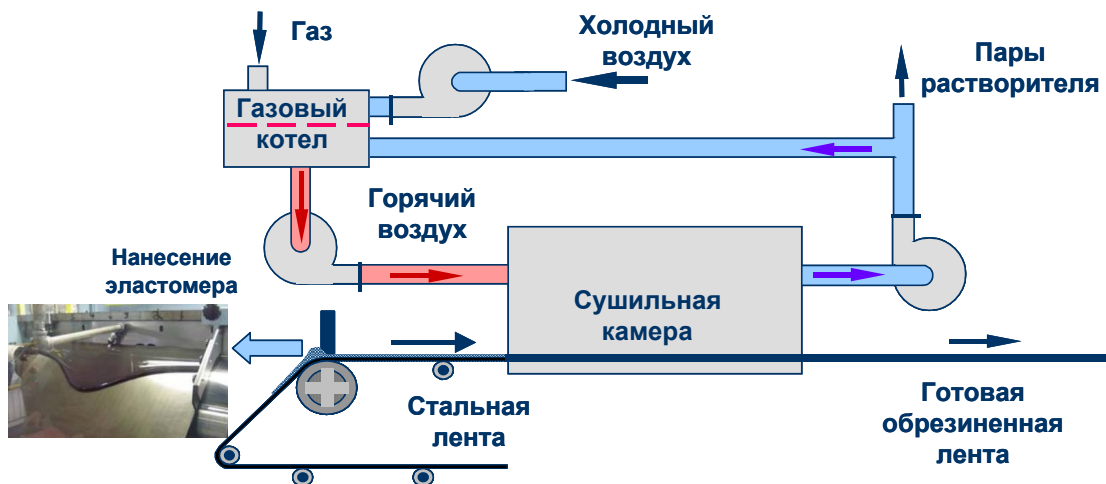


Рис. П.4-1 Технологическая линия по изготовлению обрезиненной ленты

2. Определить ключевые недостатки и распределить их по технологическим операциям

2.1. Построить компонентно - структурную модель технологического процесса по верхнему иерархическому уровню.

Компонентно-структурная модель технологического процесса изготовления обрезиненной ленты приведена на Рис.П.4-2.

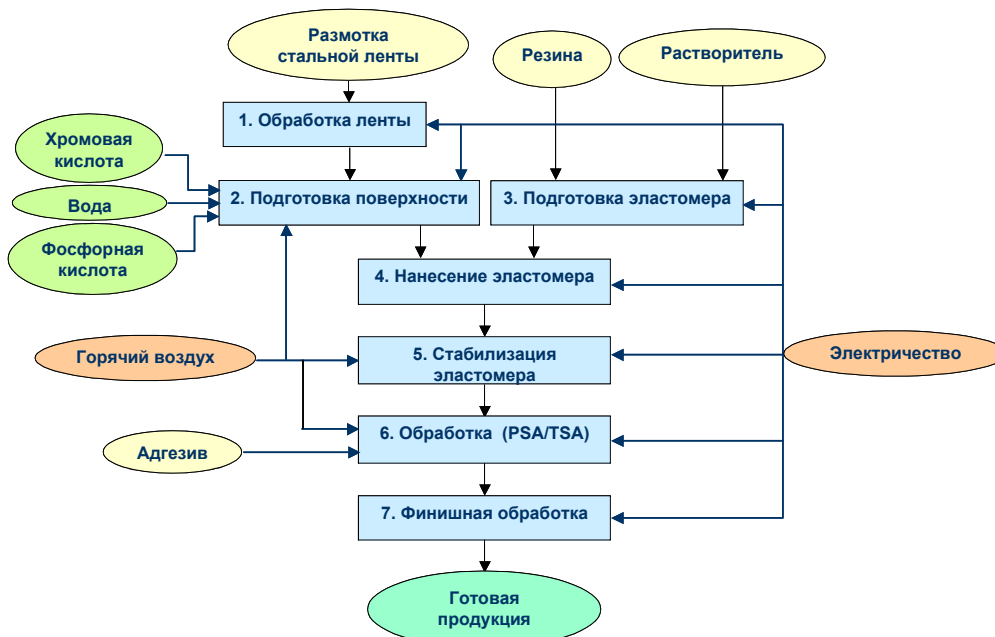


Рис. П.4-2 Компонентно-структурная модель технологического процесса

2.2. Построить функциональную модель технологического процесса.

В Табл. П.4-1. приведен фрагмент функциональной модели технологического процесса изготовления обрешеченной ленты.

Таблица П.4-1. Функциональная модель технологического процесса

№	Функция технологической операции	Тип функции	Уровень выполнения функции	Функциональная значимость, F	Проблемная значимость, P	Затратная значимость, C
	Обрешечивать ленту	Main				
1.	Подготовка ленты					
1.1.	Присоединять ленту (рулон к линии)	C	A	2	1	1
1.2.	Разматывать ленту	C	A	2	1	2
...
5	Стабилизация эластомера					
5.1	Подавать топливо (к теплообменнику)	Тр	И	1	2	3.0
5.2	Подавать воздух (к теплообменнику)	Тр	И	1	2	3.5
...
Сумма баллов:				50	132	250.25

2.3. Провести причинно-следственный анализ и определить ключевые недостатки.

На Рис.П.4-3. приведен фрагмент причинно-следственной цепочки.

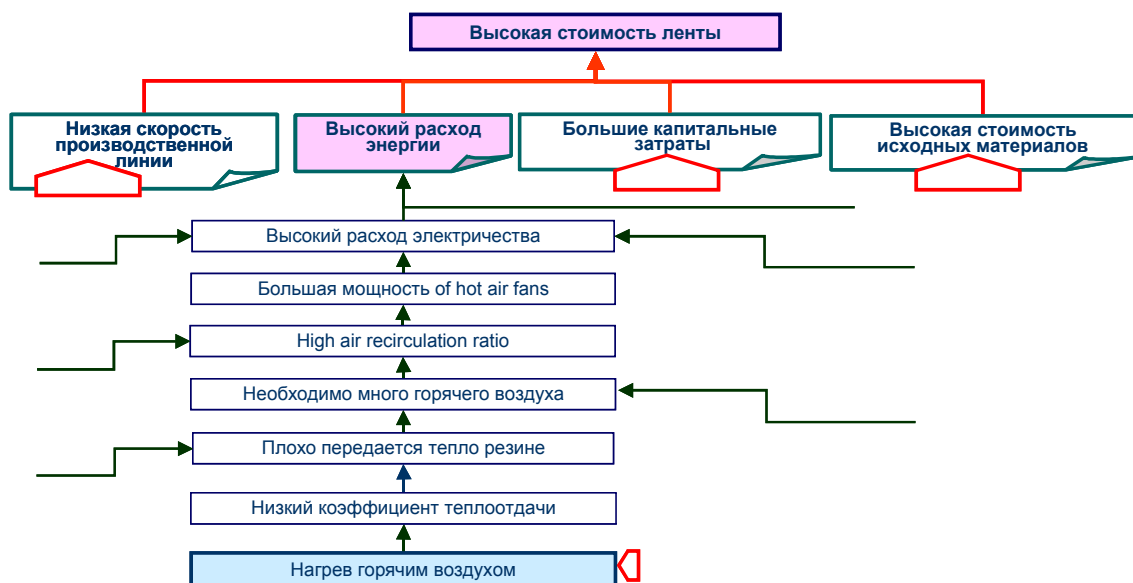


Рис. П.4-3. Причинно-следственная цепочка

Перечень всех ключевых недостатков технологического процесса:

1. Нагрев горячим воздухом
2. Низкая температура наносимого эластомера
3. Низкая текучесть наносимого эластомера
4. Высокая температура испарения растворителя
5. Высокая удельная теплоемкость растворителя
6. Высокая скрытая теплота парообразования растворителя
7. Большая удаленность сушильной камеры от нагревателей
8. Большая площадь поверхностей сушильной камеры
9. Неоднородность и большие размеры кусков исходной резины
10. Отсутствие связей в наносимом эластомере
11. Горизонтальное положение ленты

2.4. Распределить ключевые недостатки по операциям технологического процесса (функциональным технологическим блокам).

Выявленные в результате причинно следственного анализа ключевые недостатки вошли только в три технологических блока:

- Подготовка эластомера - ключевой недостаток №9
- Нанесение эластомера - ключевые недостатки №2, 3, 11
- Стабилизация эластомера - ключевые недостатки №1, 4, 5, 6, 7, 8, 10



Рис. П.4-4. Распределение ключевых недостатков по технологическим операциям

2.5. Построить диагностическую таблицу с учетом ключевых недостатков и выявить порядок свертывания технологических операций.

Для определения порядка свертывания рассчитывается Trimming - фактор $T = n / V$, учитывающий **Value** технологической операции и количество ключевых недостатков **n**, входящих в эту операцию.

В Табл. П.4-2. приведена диагностическая таблица всего технологического процесса.

Таблица П.4-2. Диагностическая таблица всего технологического процесса

№	Технологическая операция	Value технологической операции $V = F / P + C$	Количество ключевых недостатков, n	Trimming - фактор, $T = n / V$	Порядок свертывания
1	Обработка ленты		-	0	-
2	Подготовка поверхности	0.148	-	0	-
3	Подготовка эластомера	0.184	1	5	3
4	Нанесение эластомера	0.204	3	15	2
5	Стабилизация эластомера	0.131	7	53	1
6	Обработка (PSA/TSA)	0.244	-	0	-
7	Финишная операция	0.483	-	0	-

3. Свертывание элементов порождающих ключевые недостатки

3.1. Определить элементы технической системы (входящие в технологическую операцию) порождающие (или отвечающие за) ключевые недостатки.

В Табл. П.4-3. приведены функции элементов, порождающих ключевые недостатки.

Таблица П.4-3. Таблица элементов, порождающих ключевые недостатки и их функции (фрагмент)

№	Операция	Ключевые недостатки, входящие в операцию	Элемент, порождающий этот недостаток	Функция элемента
5	Стабилизация эластомера	Сушка горячим воздухом	Воздух	Нагревать растворитель
		Большая площадь поверхности сушильной камеры	Поверхность сушильной камеры	Удерживать пары растворителя
		Высокая температура испарения растворителя	Растворитель	Уменьшать вязкость резины
	
3	Нанесение эластомера	Неоднородные и большие размеры кусков исходной резины	Разрыватель	Разделять резину на мелкие куски

3.2. Определить функции этих элементов и занести в Табл. П.4-3.

3.3. Определить порядок свертывания этих элементов внутри каждого функционального технологического блока (технологической операции).

Порядок свертывания определяется с учетом влияния элементов технической системы на объект главной функции.

Главная функция технологической операции **Стабилизация эластомера** - удалить растворитель из эластомера. Объектом главной функции, соответственно будет - растворитель. В этом случае, основную функцию - нагреть растворитель, т.е. функцию, обеспечивающую выполнение главной, будет выполнять - воздух. Вспомогательную функцию, т.е. функцию направленную на выполнение основной, будет - выполнять - поверхность сушилки. И т.д.

В Табл. П.4-4. приведен порядок свертывания элементов, порождающих ключевые недостатки в технологической операции **Стабилизация эластомера**.

Таблица П.4-4. Порядок свертывания элементов, порождающих ключевые недостатки в технологической операции *Стабилизация эластомера*

Технологическая операция	Порядок свертывания элементов
Стабилизация эластомера	воздух
	поверхность сушилки
	трубопровод
...	...

3.4. Провести свертывание этих элементов по правилам свертывания элементов конструкции (Табл. П.4-5).

В Табл. П.4-5 приведены задачи свертывания элементов порождающих ключевые недостатки в технологической операции **Стабилизация эластомера**.

Таблица П.4-5. Задачи свертывания

Элемент, порождающий недостаток	Функция элемента	Формулировка свертывания	Задачи свертывания
Воздух	Нагревать растворитель	Воздух можно удалить, если:	
...	...	а) нет растворителя	Как понизить вязкость эластомера без растворителя?
...	...	б) Растворитель сам себя нагревает	Как обеспечить саморазогрев растворителя?
...	...	в) Растворитель нагревают:	
...	...	В1 - подложка	Как нагревать растворитель подложкой?
...	...	В2 - резина	Как нагревать растворитель резиной ?
...	...	В3 - пары растворителя	Как нагревать растворитель (в эластомере) парами растворителя (испаренного из эластомера)?
...	...	В4 - поверхность сушилки	Как нагревать растворитель поверхностью сушилки?
...
Наноситель (эластомера)	Распределять эластомер (во время нанесения)	Распределять эластомер (во время нанесения)	Распределять эластомер (во время нанесения)
...

Свертывание элемента - воздух в технологической операции **Стабилизация эластомера** " по варианту **В - 1** приведено на Рис.П.4-5. и П.4-6.

Свертывание элемента – воздух – вариант В1

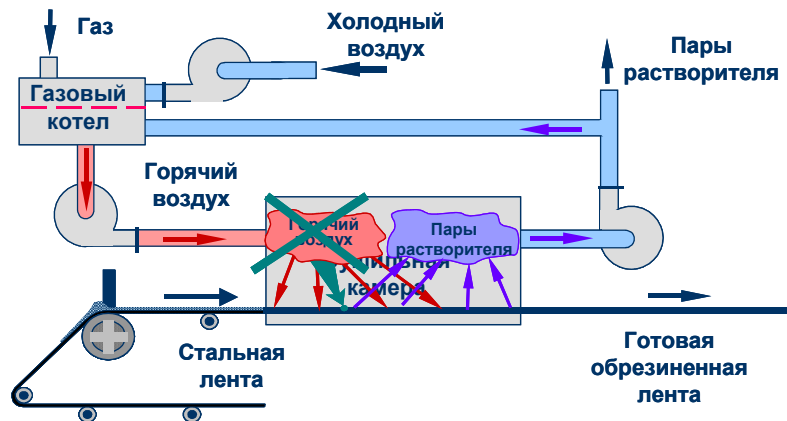
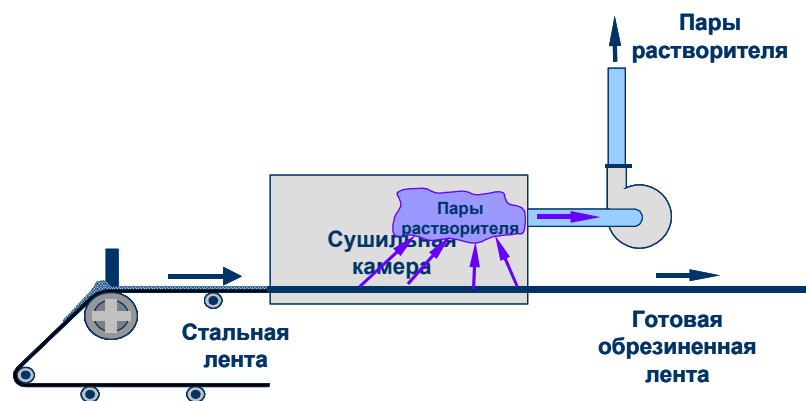


Рис. П.4-5. Свертывание элемента - воздух

Свертывание элемента – воздух – вариант В1



Ключевая задача

- Как нагреть растворитель подложкой?

Рис. П.4-6. Результаты свертывания элемента -

Аналогично выполняется свертывание всех элементов порождающих ключевые недостатки.

3.5. Поставить и решить задачи свертывания (Табл. П5).

Перечень задач свертывания (фрагмент):

- Как обеспечить текучесть эластомера без растворителя?
- Как обеспечить само разогрев растворителя?
- Как нагревать растворитель подложкой?
- Как нагревать растворитель резиной?
- Как нагревать растворитель парами растворителя?
- Как нагревать растворитель поверхностью сушилки?
- Как изменять текучесть эластомера наносителем?

Поставленные задачи свертывания решаются с применением обычных решательных инструментов методики G3-ID.

Один из вариантов решения задачи свертывания "Как нагревать растворитель подложкой?" приведен на Рис. П.4-7.

Высокочастотный индуктивный нагрев

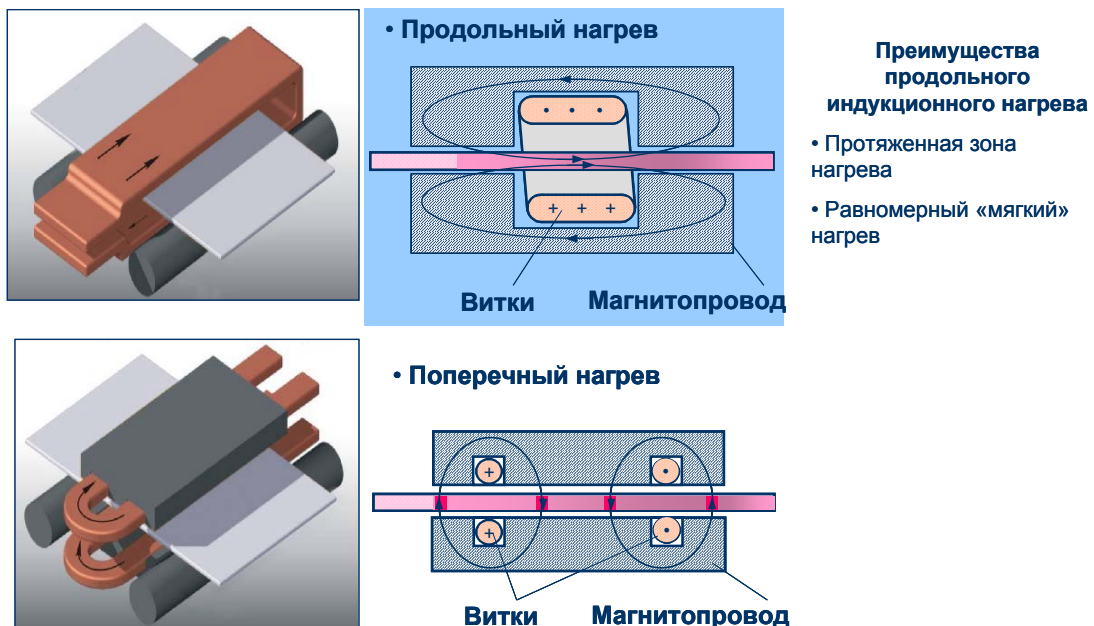


Рис. П.4-7. Результаты решения задачи свертывания "Как нагревать растворитель"

4. Разработать концепции

Концепция "Индукционный нагрев подложки" приведена на Рис. П.4-8 - П.4-10. (приведен фрагмент оформления концепции).

Концепция «Индукционный нагрев подложки»

Суть предлагаемых концепций состоит в использовании индукционного метода нагрева для сушки и вулканизации эластомера.

Индукционный метод нагрева представляет собой технологию создания переменного магнитного поля с помощью электрических катушек. Если в переменное магнитное поле поместить электропроводное вещество, то в нем возникают вихревые токи. Эти токи вызывают нагрев вещества.

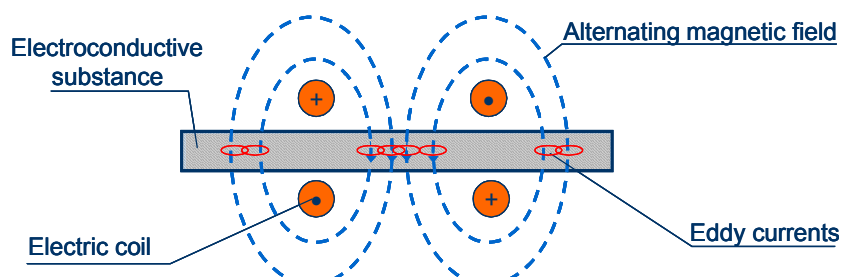
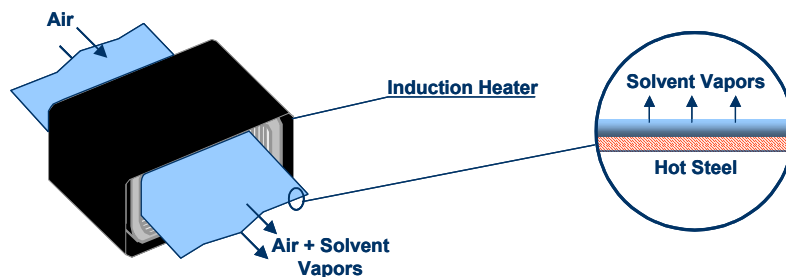


Рис.П.4-8. Идея концепции "Индукционный нагрев подложки"

Концепции предлагают заменить воздушную конвективную сушку эластомера контактной сушкой с использованием имеющейся металлической ленты (coke), нагретой токами высокой частоты



Использование индукционного нагрева металлической ленты позволяет подводить тепло непосредственно к эластомеру и исключить потери

- при переносе тепла воздухом от теплообменника к сушилке
- при передаче тепла от воздуха к эластомеру

Рис.П.4-9. Обоснование идеи концепции "Индукционный нагрев"

Концепция «Индукционный нагрев подложки»

Линия индукционного нагрева
EMA Indutec, GmbH



http://www.ema-indutec.de/html_de/produkte/anlagen/haerteanlagen/uebersicht.html

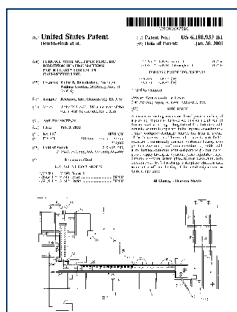
VNII TVCh, Russia



<http://www.volgagis.ru/iskragai/products/machine/heating.php>



<http://www.magneforce.com/>



Inductotherm Group - Группа компаний разрабатывающих под заказчика и выпускающих оборудование для индукционного нагрева, генераторы, индукторы

<http://www.inductothermgroup.com/>

Компания, выпускающая оборудование для индукционного нагрева изделий

http://www.emaindutec.de/html_de/produkte/anlagen/haerteanlagen/uebersicht.html

Radyne Corporation - Компания, разрабатывающая и выпускающая оборудование для индукционного нагрева

<http://www.radyne.com/equip.htm>

Рис.П.4-10. Обоснование концепции "Индукционный нагрев подложки"

5. Оформить отчет

Оформление отчета выполняется в соответствии с техническим заданием, утвержденным Заказчиком работы. (Не приводится)