

## Инвестиционное предложение по организации производства турбопоршневой компрессорной техники.

### Содержание

Стр.

#### Предпосылки

Новая конструкция компрессора  
Существование развитого рынка сбыта компрессоров, тягодутьевых устройств и пневмодвигателей  
Рыночный потенциал турбопоршневого компрессора  
Конкурентные преимущества  
Базовые типы применяемых компрессоров, часть рынка которых предполагается захватить турбопоршневыми компрессорами

#### Суть предложения

Цели проекта  
Условия участия в проекте  
Этапы реализации проекта

#### Экономика первого этапа проекта

Концепция организации базового производства  
Необходимые ресурсы  
Ключевые показатели проекта  
Основные рынки сбыта  
Основные потребители  
Каналы распределения  
Политика агрессивного выхода на рынок

#### Продвижение

#### Приложения

Обзор тенденций развития рынка компрессоров – Приложение №1.  
Анализ удельных характеристик присутствующих на рынке винтовых компрессоров – Приложения №2 и 3.  
Ключевые особенности турбопоршневой технологии – Приложение №4.  
Обзор базовых технологий компрессоров, – Приложение №5.  
Обзор технологии кольцевых турбопоршневых компрессоров – Приложение №6.  
Финансовый план по первому году реализации проекта – Приложение №7.

## 1 Предпосылки:

### 1.1 Новая конструкция компрессора

Создана новая конструкция турбопоршневого двигателя, на базе которого будет реализован компрессор с высокими технико-экономическими показателями. При одинаковых технико-экономических показателях компрессоров конкурирующих конструкций (поршневых и винтовых) себестоимость производства турбопоршневого компрессора в два – три раза ниже себестоимости аналогов, что обеспечивает недостижимую для конкурирующих конструкций рентабельность производства.

**Создан опытный, успешно действующий образец, демонстрирующий работоспособность конструкции турбопоршневого двигателя и компрессора.**



Вид 1 – <sup>но</sup> цилиндрического турбопоршневого компрессора / пневмодвигателя

Турбопоршневые двигатели и компрессоры сочетают в себе высокую технологичность поршневых компрессоров и низкую удельную массу турбокомпрессоров. Простота и технологичность новых компрессоров видна на фотографиях.

### 1.2 Существование развитого рынка сбыта компрессоров, тягодутьевых

## **устройств и пневмодвигателей**

Компрессоры, вентиляторы, воздуходувки и пневмодвигатели применяются во всех сферах промышленности и транспорта и зачастую являются ключевыми компонентами, определяющими надёжность, функциональность и конкурентоспособность оборудования, в состав которого они входят.

### **Компрессоры, воздуходувки и вентиляторы применяются в следующих сферах:**

- промышленность, – пищевая, химическая, металлургия, производство строительных материалов, машиностроение и другие сферы;
- транспорт, – автомобильная техника, железнодорожный транспорт, суда и авиация;
- энергетика, – котельные, ТЭЦ,
- коммунальное хозяйство, – отопление и вентиляция зданий, кондиционирование, тепловые насосы;
- промышленная и бытовая холодильная техника.
- строительство, – выполнение общестроительных работ и в составе строительного оборудования;
- военная техника.

### **Пневмодвигатели применяются в следующих сферах:**

- ручной пневмоинструмент;
- стационарное пневмооборудование;
- транспорт.

Широкая применяемость данного устройства означает, наличие развитого рынка сбыта характеризующегося: сложившимися потребителями, опытом использования продукта, устоявшимися сбытовыми сетями, конкурентным предложением с соответствующе дифференцированными ценами.

В качестве конкурентного предложения рассматривается существующее и широко используемое компрессорное оборудование используемое следующих типов:

- винтовые компрессоры сухого сжатия;
- винтовые маслозаполненные компрессоры;
- поршневые компрессоры сухого сжатия;
- шестерёнчатые компрессоры и воздуходувки;
- пластинчатые компрессоры.

**Данные виды компрессоров будут в значительной степени замещены на рынке турбопоршневыми компрессорами.**

## **1.3 Рыночный потенциал турбопоршневого компрессора**

Ввиду простоты и технологичности изготовления турбопоршневого компрессора, предлагаемый к выведению на рынок продукт обладает потенциалом, позволяющим произвести вытеснение конкурирующих конструкций из целого ряда рыночных сегментов, упомянутых в пп.1.2.

Помимо технологичности, турбопоршневые компрессоры обладают рядом существенных конкурентных преимуществ перед своими функциональными аналогами (см. **Таблицу №1**).

Для краткости здесь не рассматриваются конкурентные преимущества турбопоршневой технологии на рынках компрессоров различных газов, дымососов и пневмодвигателей. При необходимости, данная информация может быть предоставлена разработчиком отдельно.

Суммарный объём Российского рынка по указанным типам компрессоров, без учёта рынка сервиса и запчастей, оценивается не менее 335 млн. € в год. (Оценка российского рынка выполнена на базе экспертной оценки официально заявляемых объёмах инвестиций в производственно-энергетический сектор экономики России и доли стоимости компрессорного оборудования в основных фондах промпредприятий, для более точной оценки рынка требуется проведение дополнительных маркетинговых исследований).

Мировой рынок поршневых компрессоров стационарного и мобильного исполнений составляет на уровне 10 млн. шт./год, а рынок винтовых компрессоров – 200 тыс. шт./год.

## **1.4 Конкурентные преимущества**

Основными конкурентными преимуществами турбопоршневого компрессора являются:

### **Более низкая цена**

В сравнении с существующими аналогами – винтовыми компрессорами сухого сжатия, цена турбопоршневого компрессора в 2,5 – 4 раза ниже.

### **Высокий ресурс**

Потребность турбопоршневого компрессора в сервисе будет, по крайней мере, не выше винтовых компрессоров, лучшие из которых имеют ресурс до капремонта на уровне 40 000 моточасов (более 4,5 лет непрерывной работы). Частота остановов на техническое обслуживание будет приближаться к частоте остановов турбокомпрессоров.

### **Низкие эксплуатационные расходы**

Есть возможность осуществлять выпуск высококачественных компрессоров, практически не требующих

## Инвестиционное предложение по организации производства турбопоршневой компрессорной техники.

эксплуатационных затрат. Конкретная политика по сервису, будет определена в ходе поставок оборудования и будет выбрана из политики низких эксплуатационных затрат или средних эксплуатационных затрат (на уровне винтовых компрессоров), которые должен будет нести потребитель.

### **Лучшие удельные показатели**

Удельная масса турбопоршневого компрессора значительно лучше за счёт того, что рабочий цилиндр компрессора занимает больший удельный объём в конструкции компрессора, чем у любой из конкурирующих технологий. Расчёт турбопоршневого компрессора сухого сжатия показал, что с учётом реальной технологии изготовления, потребляемая мощность компрессора составит менее 5 кВт для сжатия 1 м<sup>3</sup>/мин. воздуха до избыточного давления 6 кг/см<sup>2</sup>, что находится на уровне лучших компрессоров в данном классе.

Дополнительным конкурентным преимуществом является то, что компрессор оснащён самодействующими клапанами, что обеспечивает высокую экономичность при работе с давлением меньшим номинального. Ни один из винтовых компрессоров не имеет возможности такой экономичной работы без использования дорогих регуляторов.

Обзор конкурирующих конструкций и более подробный анализ конкурентных преимуществ турбопоршневого компрессора представлен в Приложениях 1 – 6.

**Базовые типы применяемых компрессоров, часть рынка которых предполагается захватить турбопоршневыми компрессорами**

Подклассы	Поршневые			
	Низкоресурсные с жидкой смазкой	Высокоресурсные с жидкой смазкой	Сухие (тронковые)	Сухие (крейцкопфные) (в том числе и газовые насосы)
<b>Сферы применения</b>	Бытовые, малый бизнес, транспорт	Промышленность	Малый бизнес, промышленность	Промышленность
<b>Назначение</b>	Периодическая подача сжатого воздуха потребителям, нетребовательным к наличию масла, снабжение сжатым воздухом тормозной системы и механизации на транспорте.	Постоянная подача сжатого воздуха потребителям.	Периодическая и постоянная подача сжатого воздуха потребителям.	Подача преимущественно технологических газов.
<b>Особенности эксплуатации</b>	Быстрый выход потребителей из строя (при попадании избытков масла в автоматику). Некачественная окраска (попадание масла на окрашиваемые поверхности). Необходимость использования масляных сепараторов.	Требуют централизованной системы воздухоподготовки.  Существенное снижение характеристик (максимальное давление, производительность, расход масла) в межремонтные периоды.	Качественная окраска (отсутствие примесей масла) при низком ресурсе компрессора.	Высокая надёжность и полное отсутствие примесей масла. Высокий удельный вес компрессора (требуется фундамент).
<b>Конкурентное преимущество турбопоршневого компрессора по отношению к рассматриваемой конструкции</b>	Сухой воздух, высокий ресурс (в разы – на порядок выше), низкая шумность, отсутствие вибраций.  В ряде исполнений – отсутствие самодействующих клапанов.	Сухой воздух, низкая шумность, компактность, редкие плановые ТО.  В ряде исполнений – отсутствие самодействующих клапанов.	Низкая шумность, компактность, редкие плановые ТО.  В ряде исполнений – отсутствие самодействующих клапанов.	Низкая шумность, компактность.  В ряде исполнений – отсутствие самодействующих клапанов.
<b>Ценовое преимущество</b>	10 – 20% для компрессоров более 1 кВт. Высокое конкурентное преимущество в сотни % проявляется для постоянных потребителей компрессоров, например при сервисе автомобилей.	10 – 15% Существенная экономия в десятки % достижима за счёт малого количества сервиса.	20 – 25% Существенная экономия в десятки % достижима за счёт малого количества сервиса.	20 – 25%
<b>Возможность адекватной замены данного типа компрессоров, компрессорами на базе турбопоршневой конструкции</b>	Замена возможна и целесообразна.  За исключением, в среднесрочной перспективе, сектора малопроизводительных бытовых компрессоров (менее 1 кВт).	Замена возможна и целесообразна.	Замена возможна и целесообразна.	Замена возможна и целесообразна.

Инвестиционное предложение по организации производства турбопоршневой  
компрессорной техники.

**Продолжение Таблицы №1**

	<b>Когтевые</b>	<b>Пластинчатые</b>	<b>Турбокомпрессоры</b>	<b>Спиральные</b>
<b>Подклассы</b>		Компрессоры и вакуумные насосы		
<b>Сферы применения</b>	Промышленность	Промышленность	Промышленность	Бытовая техника, медицина, промышленность
<b>Назначение</b>	Постоянная подача сжатого воздуха и технологических газов потребителям, требовательным к наличию масла.	Постоянная подача сжатого воздуха потребителям, нетребовательным к наличию масла.	Постоянная подача сжатого воздуха потребителям, требовательным к наличию масла.	Холодильная техника, тепловые насосы, медицинская техника
<b>Особенности эксплуатации</b>	Низкие степени повышения давления.  Относительно-низкая экономичность.  Низкая удельная масса.	Более низкое содержание масла в воздухе, чем у поршневых компрессоров.  Для обеспечения подачи безмасляного воздуха необходимо применение катализаторов.  Необходимость в межремонтном повороте пластин.	Потребители со стабильным расходом воздуха.	Низкий уровень шума, отсутствие необходимости периодического обслуживания.
<b>Конкурентное преимущество турбопоршневого компрессора по отношению к рассматриваемой конструкции</b>	Высокая экономичность при практически аналогичных простоте конструкции и удельной массе.	Высокая экономичность, высокая маневренность, низкие эксплуатационные расходы.	Широкий мощностной ряд, высокая маневренность.	Широкий мощностной ряд.
<b>Ценовое преимущество</b>	20 – 25%	30 – 50%	20 – 50%	30 – 50%
<b>Возможность адекватной замены данного типа компрессоров, компрессорами на базе турбопоршневой конструкции</b>	Замена возможна и целесообразна.  Наиболее перспективное оборудование для замещения на рынке.	Замена возможна и целесообразна.  Наиболее перспективное оборудование для замещения на рынке.	Замена возможна и целесообразна.	Замена возможна и целесообразна. За исключением, в среднесрочной перспективе, сектора малопроизводительных компрессоров (менее 1 кВт)

Здесь не рассматриваются нагнетатели типа Рутс, водокольцевые насосы и т.д., т.к. они имеют относительно-специфичные области применения, замена в которых их на кольцевые турбопоршневые компрессоры даст несколько меньший эффект, чем в сферах применения компрессоров, приведённых в Таблице №1.

**Применимость кольцевых турбопоршневых компрессоров по производительности и давлению нагнетания**

<b>Производительность, нм<sup>3</sup>/мин.</b>	<b>0 – 0,6</b>	<b>0,6 – 6</b>	<b>6 – 60</b>	<b>&gt;60</b>
<b>Тип компрессора</b>	Микрокомпрессор	Малой производительности	Средней производительности	Большой производительности
<b>Применимость кольцевого турбопоршневого компрессора сухого сжатия</b>	<b>±</b>	<b>+</b>	<b>+</b>	<b>+</b>

Инвестиционное предложение по организации производства турбопоршневой  
компрессорной техники.

Максимальное давление нагнетания, кг/см <sup>2</sup>	0 – 10	10 – 100	100 – 1 000	>1 000
Тип компрессора	Низкого давления	Среднего давления	Высокого давления	Сверхвысокого давления
Применимость кольцевого турбопоршневого компрессора сухого сжатия	+	+	±	±

## 2 Суть предложения

### 2.1 Цели проекта

- Создание современного высокодоходного и конкурентоспособного бизнеса в области производства промышленного, полупрофессионального, бытового и транспортного оборудования (турбопоршневых компрессоров), Организация совместного производства:
  - типовых компрессоров
  - специализированных компрессоров по заказ
  - комплектующих для компрессоров;
- Вытеснение с рынка конкурирующих продуктов, захват за первые два года продаж доли рынка в размере:
  - 10 – 20% рынка сухих стационарных компрессоров различного назначения;
  - 5 – 10% рынка бытовых компрессоров;
  - 5 – 10% рынка транспортных компрессоров для грузовых автомобилей, автобусов, спецтехники и железнодорожного транспорта, производимых на территории СНГ;
  - выход на рынок судовых компрессоров;
  - выход на рынок оборудования для нефтедобычи;
  - выход на рынок комплектующих для военной техники.
- Импортозамещение в России и странах СНГ по винтовым и турбокомпрессорам на 70 – 80%.
- Выход на мировой рынок компрессоров:
  - прямые продажи.
  - поставки комплектующих зарубежным сборщикам компрессоров (вытеснение с рынка немецких, итальянских производителей машинокомплектов для компрессоров).

### 2.2 Условия участия в проекте

Организация ЗАО с долевым распределением пакета акций. Со стороны разработчика вкладом в уставной фонд является лицензия на производство, со стороны инвестора – проектное финансирование и/или предоставленные необходимые и достаточные материальные ресурсы, учитываемые в соответствии с рыночной стоимостью.

Также, может быть предоставлена лицензия на производство турбопоршневых компрессоров. Лицензионное соглашение формируется исходя из производственной программы и назначения продукции.

### 2.3 Этапы реализации проекта

**Таблица №2**

Этап	Задачи	Сроки (месяц хода проекта)	Примечание
Этап 1. Организация производства компрессоров первой очереди.	1. Подготовка производства.	1 – 8	Проектное финансирование
	2. Вывод на рынок новой конкурирующей конструкции в области общепромышленных сухих компрессоров.	8 – 10	Проектное финансирование
	3. Отработка технологии производства.		
	4. Достижение прибыльности производства.	10 – 12	Самофинансирование.
Этап 2. Организация производства компрессоров второй очереди.	1. Поставка стационарных и переносных компрессоров с широким спектром дополнительных опций.	12 – 18	Реализуется за счет собственных средств, без привлечения дополнительных инвестиций (для приобретения необходимого дорогостоящего оборудования используется лизинг).
	2. Выход на рынок малобюджетных полупрофессиональных / бытовых компрессоров.		
Этап 3. Организация производства	1. Поставка в производство передвижных компрессоров.	18 – 24	
	2. Выход на рынок сухих транспортных		

компрессоров третьей очереди.	компрессоров.		
-------------------------------	---------------	--	--

### **3 Экономика первого этапа проекта**

#### **3.1 Концепция организации базового производства**

В основе концепции производства лежит аутсорсинговая схема производства с постепенной организацией собственного производства наиболее ответственных узлов и изделия (см. табл. №3).

Подобная схема организации производства позволит обеспечить планируемую динамику развития производства и сбыта продукции:

- Через 1 год с момента начала продаж – ежемесячные поставки компрессоров суммарной производительностью от 200  $\text{нм}^3/\text{мин.}$ ;
- Через 2 года с момента начала продаж – ежемесячные поставки компрессоров суммарной производительностью от 1000  $\text{нм}^3/\text{мин.}$

По мере развития продаж продукции, производимой по сборочной схеме (см. табл.), будет производиться закупка и использование собственного производственного оборудования.

- Через 0,5 года с момент начала продаж, – установка по лизингу вырезного электроэрозионного станка для изготовления основных элементов конструкции. Отливка заготовок, токарная обработка, фрезеровка, термическая обработка, полировка – эти операции выполняются на аутсорсинге.
- Через 1 год с момент начала продаж, – установка по лизингу одного – двух  $3^x$  координатных обрабатывающих центров и одного – двух токарных автоматов с выходом на рынок бытовых, транспортных компрессоров.

**Таблица №3**

**Схема организации производства турбопоршневых компрессоров.**

Масштаб производства	Виды собственного производства	Производство на аутсерсинге	Сроки (месяц хода проекта)	Производственная мощность/ суммарная производительность, шт./мес.	Выпускаемые компрессоры (компрессоры первой очереди)	Производственная площадь	Примечание
Единичное производство	Сборочное (сборка, балансировка, гибка корпусных элементов, сварка и обкатка компрессоров)	Все комплектующие.	1 – 8	30	<ul style="list-style-type: none"> <li>Промышленные,</li> <li>Полупромышленные.</li> </ul>	Площадь 100 м <sup>2</sup> .	
Мелкосерийное производство	Сборочное, высокоточная металлообработка (только на электроэрозионном станке)	Всё кроме корпусных деталей и элементов роторов	12 – 18	100	<ul style="list-style-type: none"> <li>Промышленные,</li> <li>Полупромышленные.</li> </ul>	Площадь 100 м <sup>2</sup> .	Установка вырезного электроэрозионного станка. Оборудование приобретается в лизинг.
Среднесерийное производство	Сборочное, высокоточная металлообработка	Валы, термообработка, стандартные метизы.	18 – 24	300	<ul style="list-style-type: none"> <li>Промышленные,</li> <li>Полупромышленные,</li> <li>Бытовые,</li> <li>Транспортные (автотранспорт, суда).</li> <li>модульное исполнение – базовый компрессорный модуль поставляется в необходимой заказчику комплектации, – осуществляется сборка компрессоров под заказ.</li> </ul>	400 м <sup>2</sup> . Имеющаяся площадь под склад и испытательные стенды.	Установка токарного автомата и 3 – х координатного обрабатывающего центра, гибочного комплекса и плазморезки. Оборудование приобретается в лизинг
Крупносерийное производство	Сборочное, высокоточная металлообработка литейное производство, (индукционные печи, алюминиевое литьё)		По мере развития спроса (не ранее 2011 года)	От 100 шт./день. (Основные производители изготавливают от 200 до 1 800 компрессоров в день. На одном заводе до 70 – 120 шт. за 1 смену.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Промышленные,</li> <li>Полупромышленные,</li> <li>Бытовые,</li> <li>Транспортные (автотранспорт, суда).</li> <li>модульное исполнение – базовый компрессорный модуль поставляется в необходимой заказчику комплектации, – осуществляется сборка компрессоров под заказ.</li> </ul>	400 м <sup>2</sup> . Имеющаяся площадь под склад и испытательные стенды. Производится переезд на новую площадку или расширение существующей.	Оборудование приобретается в лизинг

### 3.2 Необходимые ресурсы

#### Запрашиваемые средства

Для реализации проекта согласно плану внедрения необходимо обеспечение финансирования в размере 240 000 €. Для обеспечения оборотных средств необходимо 50 000 €. Данное финансирование необходимо поэтапно в течение 1 года. График потребности в инвестициях отображён в прилагаемом Финансовом плане, Приложение №7.

#### Производственные мощности и оборудование

Требуется производственное помещение площадью 100 м<sup>2</sup>, (желательно, с возможностью расширения через 18 месяцев до 400 кв.м.) оборудованное тельфером, ручным и гидропрессом, вертикально – сверлильным станком, верстаками, сварочным и гибочным оборудованием. в котором будет осуществляться сборка, балансировка, обкатка компрессоров. Мощность электрического ввода – 100 кВт. Необходимо наличие отопления, водоснабжения, желательно наличие сжатого воздуха.

#### Персонал

1 – 2 бригады по 2 человека сборщика, имеющих навыки качественной сборки точного оборудования. Один конструктор на полную ставку, профессионально владеющий твёрдотельным моделированием в среде Unigraphics или Solidworks. Один прочист на ½ ставки, предпочтительно с навыками газодинамического / гидравлического моделирования в специализированных программных средах.

### 3.3 Ключевые показатели проекта

**Точка безубыточности**, в соответствии с разработанным Финансовым планом, характеризуется производственной программой в размере 22 компрессоров, средней производительностью по 2,5 нм<sup>3</sup>/мин каждый, что составит суммарную производительность порядка 55 нм<sup>3</sup>/мин. Выход на соответствующий уровень производства запланирован на десятый месяц проекта.

Ожидаемая окупаемость проекта — 15 – 16 мес. хода проекта (7 – 8 мес. с момента начала продаж).

#### Рентабельность производства

Ожидаемая рентабельность производства будет находиться в пределах 150 – 200% при производстве части комплектующих, в размере 20 – 30% по себестоимости комплектации, по аутсорсингу.

#### Примечание:

*Расчёт рентабельности производства выполнен для изготовления основных деталей компрессора, таких как элементы корпуса и роторы на аутсорсинге. Это приводит к более высокой удельной себестоимости, но в первоначальный период производства не требует наличия собственного парка высокотехнологичного оборудования. Изготовление сварных элементов конструкции, сборка и балансировка роторов и всего компрессора осуществляются на собственной площадке.*

Планируемая рентабельность производства на момент выхода на рынок составит 112%. **Через 6 – 8 мес. с момента начала продаж, с укреплением занимаемых позиций на рынке произойдет повышение отпускных цен на продукцию и планируемая расчетная рентабельность производства составит 183%.**

### 3.4 Сильные и слабые стороны проекта

Задачи (контрольные точки)	Риски	Сильные стороны	Величина инвестиций до момента прохождения контрольной точки
Выпуск успешно работающего турбопоршневого компрессора.	Компрессор турбопоршневой конструкции ещё не создан.	Создан успешно работающий турбопоршневой пневмодвигатель.  Успешно работают поршневые компрессоры, которым турбопоршневой компрессор максимально близок конструктивно.	<b>15 000 €</b>  (Инвестиция данных средств до начала основного финансирования проекта позволит гарантированно получить

Инвестиционное предложение по организации производства турбопоршневой  
компрессорной техники.

			работоспособный компрессор. Автор гарантирует возврат денежных средств инвестору, в случае неработоспособности компрессора.)
<b>Создание экономичного турбопоршневого компрессора.</b>	Турбопоршневой компрессор будет менее экономичным, чем конкурирующие конструкции.	Рабочий цикл турбопоршневого компрессора полностью аналогичен циклу поршневых компрессоров, при этом в нём отсутствует значительная часть потерь, присутствующих в поршневых компрессорах.	<b>50 000 €</b>
<b>Создание дешёвого в производстве турбопоршневого компрессора.</b>	Неизвестна себестоимость в серийном производстве.	Выпущен стендовый образец пневмодвигателя, себестоимость производства комплектации и сборки известна.  Конструкция крайне проста и в ней отсутствуют сложные детали и узлы, стоимость производства, сборки и наладки которых неизвестна.	<b>50 000 €</b>
<b>Создание надёжного турбопоршневого компрессора.</b>	Компрессор окажется ненадёжен в работе.	Надёжность обеспечивается только вращательным движением роторов и серийным выпускным клапаном, применяемым в поршневых компрессорах.	<b>50 000 €</b>
<b>Успешная реализация на рынке.</b>	Компрессор окажется невостребованным рынком.  Инерционность мышления потребителя.	Ясные конкурентные преимущества перед существующими технологиями и конструкциями компрессоров, созданными на их базе.  Успешная работа многие годы близких конструкций компрессоров, таких как поршневые и винтовые компрессоры.	<b>100 000 €</b>
<b>Стабильное серийное производство.</b>	Риск размещения производства комплектующих и/или сборки оборудования на сторонних производствах.	Простота конструкции и технологичность сборки позволяют легко подобрать альтернативную производственную и/или сборочную площадку.	<b>300 000 €</b>
<b>Исключение демпинга со стороны существующих производителей.</b>	Риск демпинга на рынке.	Рентабельность более 100% позволяет легко конкурировать с производителями, рентабельность которых не превышает 25%.  Большое число производителей и различных секторов рынка компрессоров не позволит обеспечить согласованную и продолжительную демпинговую атаку.	<b>300 000 €</b>
<b>Исключение контрафактного производства.</b>	Контрафактное производство.	Новизна конструкции и ряда параметров рабочего цикла позволяет обеспечить эффективную патентную защиту.	<b>300 000 €</b>
<b>Защита от рейдерских атак.</b>	Рейдерские атаки.	Формат предоставления лицензии позволит оперативно перенаправить производство и реализацию через другие предприятия с сохранением прибыли инвесторов.	<b>300 000 €</b>

### 3.5 Основные рынки сбыта

В качестве основного рынка сбыта на рассматриваемых этапах проекта планируется российский рынок сбыта в следующих своих сегментах:

- винтовых компрессоров сухого сжатия;

## Инвестиционное предложение по организации производства турбопоршневой компрессорной техники.

- винтовых маслозаполненных компрессоров;
- сухих поршневых компрессоров;
- бытовых, полупрофессиональных (компрессоры, предназначенные для работы с перерывами не более одной смены в сутки), профессиональных поршневых (тронковых) компрессоров с жидкой смазкой;
- транспортных компрессоров;
- воздуходувок;
- компрессоров для технологических и прочих газов, например компрессоры для химической промышленности, АГНКС, нефтедобычи.

### Характеристики Российского рынка компрессоров:

**Высококонкурентный рынок**, на котором действуют порядка двухсот различных производителей, из которых на рынке России представлены порядка сорока производителей. Столь большое число фирм определяется тем, что абсолютное большинство технологий, применяемых в производстве компрессорной техники, создано несколько десятилетий назад, уже не имеет патентной защиты и представляет возможность конкурировать только за счёт себестоимости, бренда, сервиса и налаженной дилерской сети.

**Низкорентабельный** для существующих производителей и риск потери ими рынка в случае, если конкурирующий продукт сможет продаваться по существенно более низким ценам или производитель данного продукта осуществит перехват дилерской сети, предоставив в 2 – 3 раза более высокий дилерский процент, что недостижимо для сложившегося рынка.

Обзор тенденций развития рынка и оптимальной стратегии присутствия на рынке компрессоров и позиционирование продукта, см. **Приложение №1**.

### Объём рынка

Объём Российского рынка только по компрессорам для холодильной техники (малый, средний и промышленный сегменты) составляет по разным оценкам от 100 до 125 млн. €. Транспортные компрессоры (поставляемые на конвейер и на рынок запчастей) для отечественных автомобилей стоят порядка 20 – 30 млн. €. Компрессоры для автомобильных кондиционеров, – порядка 15 млн. €. Объём рынка стационарных компрессоров различных типов, воздуходувок, дымососов, эксгаустеров и пр. оценить достаточно сложно, но этот рынок составляет не менее 200 млн. €. Исходя из имеющихся данных по рынку **можно оценить российский рынок только компрессорного оборудования не ниже 335 млн €.**

Учитывая, что в настоящее время только рынок передвижных винтовых компрессоров составляет порядка 20 млн. €, совокупный рынок компрессоров, на которые будет осуществлён выход турбопоршневых компрессоров в ближайшие 2 года, составит порядка 100 млн. €.

### 3.6 Основные потребители

Потребители компрессорной техники, как показано в пп.1.2, находятся во всех сферах промышленности. В качестве основных потребителей, которым будет интересна установка именно турбопоршневых компрессоров, можно назвать:

- Пищевую, фармацевтическую, химическую промышленность – непрерывно необходим сухой сжатый воздух;
- Малые предприятия (преимущественно автосервисы), занимающиеся окраской – необходим недорогой компрессор, обеспечивающий воздух без примеси масла. Качество воздуха будет полностью аналогично компрессорам сухого сжатия или компрессорам с каталитическими нейтрализаторами масла;
- Малые предприятия, не обладающие отдельным помещением для размещения компрессора или устанавливающие компрессор в цеху – необходим малошумный компрессор без дорогой шумоизоляции;
- Индивидуальные потребители с строительными бригадами не обладающие персоналом для сервиса компрессора – необходим необслуживаемый надёжный компрессор.

### 3.7 Каналы распределения

Для организации системы сбыта используются следующие каналы распределения:

- Собственное торговое представительство
- Дилерская сеть.

### 3.8 Политика агрессивного выхода на рынок

- Ценовая политика – позиционирование в нижнем ценовом сегменте рынка с продукцией,

## Инвестиционное предложение по организации производства турбопоршневой компрессорной техники.

**обладающей высокими потребительскими свойствами (премиум-класс).**

Ценовая политика строится на основании конкурентных преимуществ продукта (см. п.1.4). Также, ценовая политика строится в зависимости от этапа развития проекта.

На первоначальной стадии проекта, с целью стимулирования спроса запланировано предоставление скидки на приобретение продукции в размере 20 – 25%.

Через 6 – 8 месяцев после начала продаж продукции на рынке ожидается:

- Формирование достаточного количества прецедентов использования продукции в различных сферах применения и соответствующего опыта эксплуатации (наработка референц-листа);
- Формирование достаточного количества потенциальных клиентов информированных о преимуществах предлагаемой продукции и готовых к её закупке и внедрению.

В связи с этим через 8 месяцев после начала продаж планируется отмена скидки.

**Таблица №4**

Сегмент	Отпускная цена (с НДС)	Цена со скидкой (с НДС)	Цены конкурирующих аналогов (с НДС)
Сухие компрессоры для пищевой, фармацевтической и химической промышленности	40 000 руб.	30 000 руб.	50 000 – 150 000 руб.
Высокоресурсные сухие компрессоры для полупрофессионального применения	40 000 – 50 000 руб.	30 000 – 40 000 руб.	50 000 – 100 000 руб.

*Такое ценовое позиционирование позволяет сделать выгодное предложение следующим категориям потребителей:*

- традиционным потребителям сухих компрессоров;
- потенциальным потребителям с низким платежным уровнем (потребителям маслозаполненных компрессоров или иных устройств, которые хотят, но не могут купить традиционные сухие компрессоры).

- **Высокое дилерское вознаграждение (проценты)**, – заложенные в проекте не менее, чем в два раза (20 – 30%) выше чем у конкурентов что делает турбопоршневое оборудование для преимущественного продвижения дилерами. В абсолютном значении даже при существенно более низкой стоимости турбопоршневого оборудования по отношению к его функциональным аналогам, абсолютное увеличение дилерского вознаграждения составит около 1,5 раза.

### 3.9 Продвижение

Основными инструментами продвижения на рынке являются:

**Таблица №5**

Инструмент	Назначение	Примечание
Ценовая политика	Привлечение широкого спектра покупателей, ранее пользовавшихся маслозаполненными компрессорами.	Увеличение доли рынка сухих компрессоров за счет турбопоршневых компрессоров. Вытеснение с рынка поставщиков «топовых» моделей сухих компрессоров.
Выставочная деятельность	Информирование широкого спектра потенциальных потребителей и дилеров.	Воздействие на потребителя образца новой техники увиденного «в живую», эффективней, чем сведения из публикации. Главная задача – через 1,5 – 2 года обеспечить любым потенциальным заказчиком, которому нужен сухой компрессор: нужен компрессор – есть турбопоршневые компрессоры.
Сертификация в государственных и отраслевых органах и организациях, являющихся крупными потребителями компрессорной техники	Получение возможности поставок оборудования на: <ul style="list-style-type: none"> <li>• российский рынок в целом;</li> <li>• отраслевые или корпоративные рынки, где действуют собственные перечни допустимого к использованию оборудования.</li> </ul>	Получение разрешения на применение Ростехнадзора. (12 – 18 месяц проекта). Сертификация в Речном и Морском регистрах, РАО «ЕЭС России», Минатоме (18 – 24 месяц проекта). Добровольная сертификация направлена на повышение лояльности потребителей, не подпадающих под действие отраслевых или корпоративных требований по закупке оборудования.
Сертификация предприятия по стандарту менеджмента качества ISO 9001 : 2000	Повышение лояльности потенциальных потребителей к продукции.	(6 – 15 месяц проекта).
Организация и проведение семинаров	Информирование широкого спектра потребителей и дилеров.	Предпочтительно проведение отраслевых семинаров по результатам поставки на предприятие данной отрасли. Это приводит

Инвестиционное предложение по организации производства турбопоршневой  
компрессорной техники.

		к лавинообразному спросу у компаний, работающих в той же сфере, что и предприятие, установившее новое оборудование.
Интернет – сайт и его продвижение в Интернет	Информационная поддержка продвигаемого продукта, возможность получения потенциальными потребителями максимально большей информации о продукте и условиях его поставки	Продвижение в поисковых системах, наполнение сайта контентом.

## 4 Приложения

- Обзор тенденций развития рынка компрессоров – Приложение №1.
- Анализ удельных характеристик присутствующих на рынке винтовых компрессоров – Приложения №2 и 3.
- Ключевые особенности турбопоршневой технологии – Приложение №4.
- Обзор базовых технологий компрессоров, – Приложение №5.
- Обзор технологии кольцевых турбопоршневых компрессоров – Приложение №6.
- Финансовый план по первому году реализации проекта – Приложение №7.

## **Обзор тенденций развития рынка компрессоров:**

### **Обзор тенденций развития рынка компрессоров**

При этом всё более активно, особенно с созданием ВТО, происходит выход на рынок производителей из юго – восточной Азии, в частности из Китая. Данные производители пока не являются существенными конкурентами большинству поставщиков компрессоров, т.к. либо в этих странах осуществляется только производство компрессоров, продаваемых под брендами известных производителей, либо, компрессоры делаются на небольших предприятиях, неспособных обеспечить высокое качество собственной продукции. Однако учитывая условия себестоимости изготовления продукции и особенности экспортной политики проводимой, например Китаем, можно ожидать, что ситуация с количественным и качественным присутствием на рынке Европы и России существенно изменится, что ещё более усугубит конкуренцию, которая приведёт к банкротству или репрофилированию значительного числа производителей и сборщиков компрессоров.

В связи с этим, гарантией сохранения рынка для любого существующего производителя будут являться следующие меры:

- Поставка компрессора собственного производства в качестве составного элемента более дорогого продукта, например передвижного мотокомпрессора, двигателя грузового автомобиля и т.д., где относительно высокая себестоимость не будет столь негативно сказываться.
- Поставка запчастей для ранее проданной техники. Здесь не имеются ввиду, например винтовые пары, т.к. они, преимущественно поставляются производителем компрессора, а подразумеваются компрессоры в сборе, например турбокомпрессоры, компрессоры тормозных систем и механизации автотранспорта и т.д. Только создание производителем уникальной конструкции компрессора, которую будет невозможно повторить конкурентам, позволит монополизировать данный рынок. Это особенно важно для производителей двигателей, которым приходится сталкиваться с большим числом конкурентов, поставляющих компрессоры качества, аналогичного оригинальным компрессорам.
- Выпуск уникальной продукции, которая будет более конкурентоспособна, чем существующие аналоги, что позволит поставлять как конечный продукт собственного производства, например общепромышленные компрессоры, так и заинтересовать крупных производителей, поставляющих компрессоры в составе собственных изделий. При этом конструктивное исполнение компрессора и/или его технические характеристики должны быть таковыми, что бы его было невозможно заменить продуктом на базе конкурирующей технологии. Например малогабаритный высокооборотный компрессор сухого сжатия. Уникальность продукта будет обеспечиваться отсутствием права на его производство у конкурентов.

### **Конкурентоспособность турбопоршневой технологии**

В проведённый анализ рынка вошли только винтовые компрессоры как сухого сжатия, так и маслозаполненные компрессоры. Часть рассматриваемых компрессоров имеет специальные исполнения, например содержит дополнительные опции, которые их существенно удорожают. Другая часть компрессоров имеет устаревшие технические характеристики и поэтому продаётся по демпинговым ценам, на 25 – 30% ниже среднерыночной для оборудования данного класса.

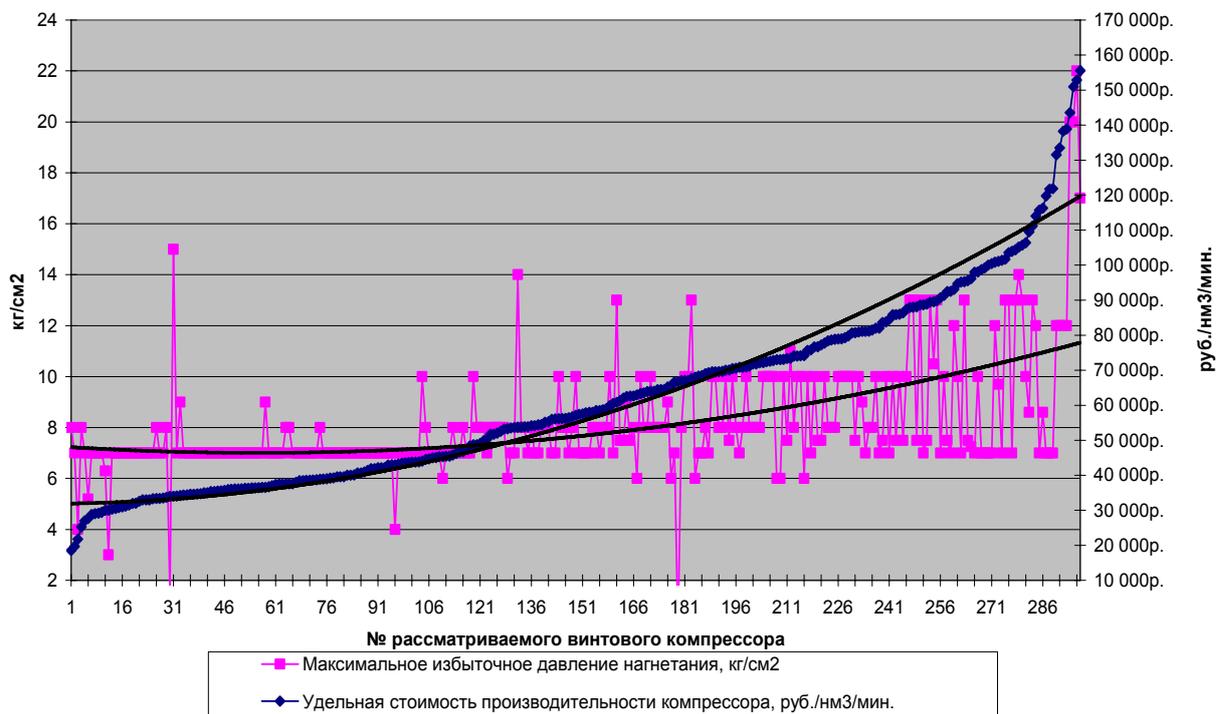
В связи с этим из рассмотрения исключена часть компрессоров как с наиболее высокими ценами, которые составляют менее 2% от общего числа рассмотренных компрессоров, так и исключены компрессоры с демпинговыми ценами, составляющие менее 1,5% от общего числа компрессоров в исследовании.

В результате анализа графика зависимости стоимости удельной производительности компрессоров, рассмотренной совместно с их максимальным рабочим давлением (см. **Приложение №2**), выявилось, что удельная стоимость производительности компрессора плавно возрастает от низких рабочих давлений к высоким.

**Наиболее низкие цены имеют винтовые компрессоры, рассчитанные на максимальные рабочие давления порядка 7,5 кг/см<sup>2</sup>. Стоимость удельной производительности данных компрессоров лежит в пределах 30 000 – 50 000 руб. за 1 м<sup>3</sup>/мин. (с НДС).**

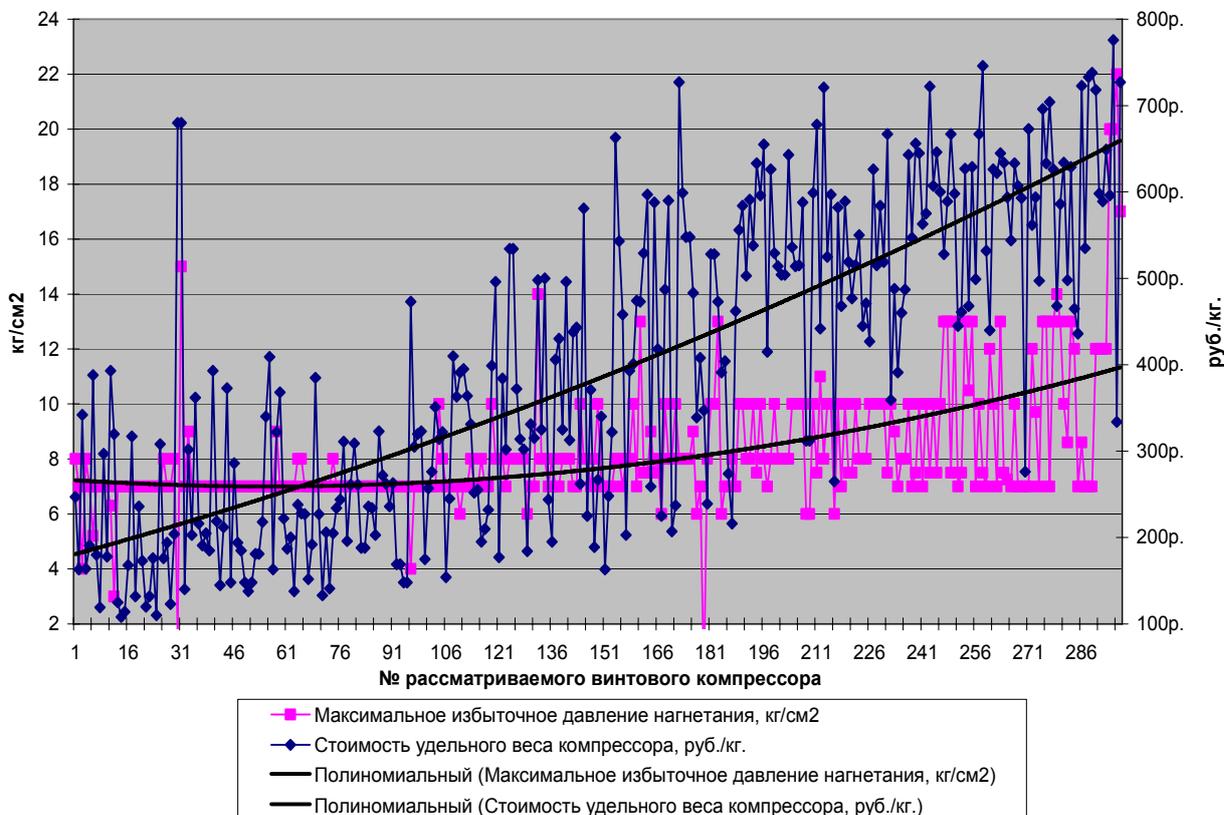
Из графика, показывающего зависимость стоимость удельного веса компрессоров от их рабочего давления, см. **Приложение №3**, видно, что удельная стоимость компрессоров на давления до 7,5 ати лежит в пределах 108 – 330 руб./кг. **Диапазон цен удельных весов компрессоров 1:3 показывает, что на рынке присутствует значительное число компрессоров устаревших конструкций. Производители устаревших компрессоров имеют низкую рентабельность и будут неспособны существенно снизить себестоимость с целью удержания позиций на рынке.**

**Удельные стоимости производительности винтовых компрессоров в зависимости от рабочих давлений**



**Приложение №3**

**Удельные стоимости веса винтовых компрессоров в зависимости от рабочих давлений**



**Примечание:** порядок позиций для данного графика аналогичен предыдущему. Из этого видно, что компрессоры с низкой удельной стоимостью производительности (руб. за 1 нм³/мин), имеют низкую цену удельной массы (руб./кг).



## Инвестиционное предложение по организации производства турбопоршневой компрессорной техники.

- Винтовые компрессоры,
- Пластинчатые компрессоры,
- Спиральные компрессоры,
- Турбокомпрессоры,
- Когтевые компрессоры и вакуумные насосы (являются новинкой для рынка).

Эти типы компрессоров получили наиболее широкое распространение. Сферы их применения и возможность замены турбопоршневыми компрессорами приведены далее в таблице. Указанная в таблице возможность замены оборудования на рынке каждого класса компрессоров приведена с теми условиями, что:

- Стоимость турбопоршневого компрессора с учётом затрат по жизненному циклу (электроэнергия, сервис, масло) будет не выше или даже ниже, чем имеющиеся у конкурирующего оборудования.
- Компрессор выдаёт только незамасленный воздух.
- Изменяемая степень сжатия (и, соответственно, потребляемая мощность) в зависимости от давления в выпускном коллекторе при фиксированной производительности компрессора.
- Для компрессоров высокой производительности возможна реализация фиксированной степени сжатия за счёт отсутствия выпускных клапанов.
- Высокая надёжность.

Обзор базовых технологий компрессоров, подлежащих, по крайней мере, частичному вытеснению с рынка, приведён в **Приложении №4**.

Обзор технологии кольцевых турбопоршневых компрессоров приведён в **Приложении №6**.

Ниже рассмотрим основные особенности каждой конкурирующей технологии компрессоров с тем, что бы увидеть возможность реальной замены на компрессоры, созданные по турбопоршневой технологии, способные конкурировать как в верхних, так и в нижних секторах рынка.



Поршневой автомобильный компрессор

**Поршневые компрессоры** соединяют в себе тронковые и крейцкопфные конструкции компрессоров. К первым относятся компрессоры с маслозаполненным картером, а также бесмазочные компрессоры, имеющие трущиеся детали, выполненные из материалов, составляющих антифрикционные пары. К крейцкопфным машинам относятся компрессоры, имеющие маслозаполненный картер, применяемые преимущественно для нагнетания различных технологических газов, например кислорода.

Мощные тронковые и крейцкопфные компрессоры имеют относительно хорошую экономичность, что обусловлено применением самодействующих клапанов и давно отработанной конструкцией. На этом, собственно, преимущества и заканчиваются, т.к. поршневым компрессорам свойственны существенные потери в кривошипно-шатунном механизме и в компрессионных кольцах. Единственное, почему поршневые компрессоры сохранили свои позиции на нижних секторах рынка можно считать только их относительно невысокую стоимость и приемлемую экономичность на частичных нагрузках. При этом самодействующие клапаны хорошо работают только на низких оборотах, порядка 500 об./мин., что крайне увеличивает металлоёмкость поршневых компрессоров.

Дополнительно следует отметить, что для экономичной работы на давлениях более 3 кг/см<sup>2</sup>, поршневой компрессор должен быть многоступенчатым, т.к.

степень повышения давления в одной ступени не должна составлять более 3<sup>2</sup> крат. Дешёвые одноступенчатые поршневые компрессоры, например, как показанный на фото, имеют очень низкие экономичность и ресурс, что делает их хорошим потенциальным объектом для замены турбопоршневыми компрессорами.

**Винтовые компрессоры** представляют собой объёмные (как и поршневые) компрессоры, имеющие фиксированную степень сжатия, которая обусловлена тем, что они не обладают выпускными клапанами. Фиксированная степень сжатия приводит к тому, что вне зависимости от давления в выпускной магистрали (противодавления) компрессор затрачивает постоянную удельную мощность. Способы регулирования производительности и удельной потребляемой мощности не достаточно совершенны, что на частичных нагрузках ведёт в существенному снижению КПД.

К положительным качествам винтовых компрессоров можно отнести низкую удельную массу, высокую производительность и малое количество изнашиваемых деталей. Это приводит к тому, что компрессор требует только замены масла и замены шестерён связи, которые работают до 70 000 моточасов – маслозаполненные компрессоры и 40 000 часов до замены роторов – сухие компрессоры.

Существенным недостатком винтовых компрессоров является сложность точного фрезерования винтовой поверхности. Это приводит либо к риску повреждения винтов при малом зазоре, либо – к увеличенным утечкам при большем зазоре. Низкая (относительно оптимальной) точность изготовления роторов винтовых компрессоров приводит к тому, что теоретические тысячекратные степени сжатия, которые могли бы быть реализованы в них за счёт геометрии профиля, на практике не реализуются из – за погрешностей при фрезеровке (отливке) роторов.



Сухие винтовые компрессоры

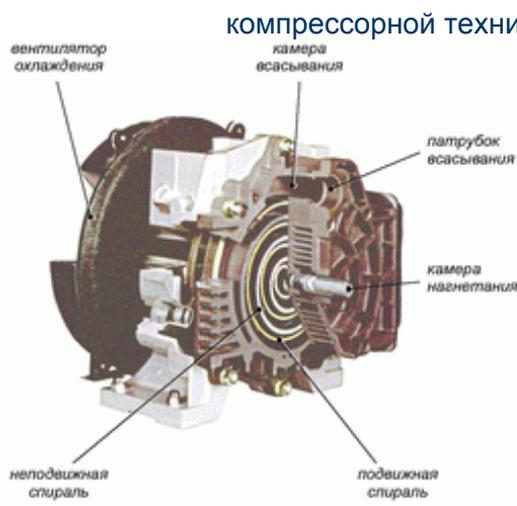
## Инвестиционное предложение по организации производства турбопоршневой компрессорной техники.

Например, у показанного на фото винтового компрессора, необходимо выполнить точное сопряжение одиннадцати витых криволинейных поверхностей сложной формы, тогда как у турбопоршневого компрессора необходимо выполнить сопряжение только двух сложных прямых поверхностей. Поверхности винтового компрессора надо фрезеровать на специальном станке, а поверхности турбопоршневого – вырезать на электроэрозионном или простом фрезерном станке.

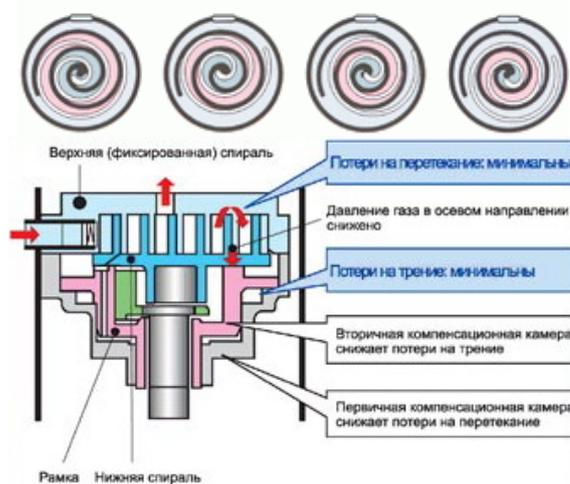
**Спиральные компрессоры** также являются объёмными компрессорами, изменение объёма рабочей камеры в которых происходит за счёт эксцентричного движения спирального ротора относительно зафиксированного спирального картера.

К положительным качествам спиральных компрессоров можно отнести низкую шумность и хорошую экономичность.

Недостатки заключается в том, что эксцентричное движение ротора даёт значительные погрешности, что негативно сказывается на утечках через зазоры и на увеличении удельной производительности, т.к. работа на высоких оборотах будет неоптимальна с точки зрения надёжности. Статор и ротор представляют собой две спирали, четыре рабочих поверхности которых надо очень точно выполнить и обеспечить их стабильное сопряжение в процессе работы. Единица мощность данных компрессоров не превышает 50 кВт, что ограничивает сферу их применения машинами производительностью немногим более 10  $\text{м}^3/\text{мин}$ . В результате данные особенности спиральных компрессоров ограничили сферу их применения кондиционерами, холодильной техникой и тепловыми насосами.



Рабочий процесс компрессора



Спиральные компрессоры



Центробежный турбокомпрессор

### Турбокомпрессоры

К рассматриваемой здесь производительности в пределах 40  $\text{м}^3/\text{мин}$ ., турбокомпрессоры имеют очень отдаленное отношение, т.к. турбокомпрессоры, конкурентоспособные с винтовыми компрессорами имеют производительности от 100  $\text{м}^3/\text{мин}$ . на мощностях 400 – 500 кВт.

К достоинствам турбокомпрессоров можно отнести низкую удельную массу, относительно неплохую глубину регулировки по производительности, составляющую, у лучших турбокомпрессоров порядка 30 – 100% от номинала и редкие периоды регламентных остановов. Турбокомпрессоры как осевые, так и центробежные с дозвуковыми ступенями, имеют высокий КПД на производительности, близкой к номинальной.

Недостатками турбокомпрессоров являются высокая агрегатная производительность и невозможность частых пусков – остановов, т.к. при этом существенно вырабатывается ресурс мультипликатора. То, что на Вашей машине стоит именно турбонаддув, еще не означает, что малые турбокомпрессоры хороши, просто для работы в составе двигателя оптимальна именно турбина, несмотря на то, что её ресурс составляет всего 40% от ресурса автомобильного двигателя. Низкая степень сжатия в ступени, составляющая для осевых не более 1,5 крат приводит к тому, что необходимо ставить ряд ступеней, что делает турбокомпрессор достаточно сложным и дорогим. Несколько более высокую степень сжатия в ступени имеют центробежные турбокомпрессоры, нашедшие более широкое применение в промышленности, чем осевые машины.

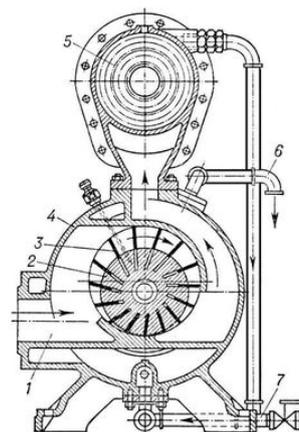
## Инвестиционное предложение по организации производства турбопоршневой компрессорной техники.

**Пластинчатые компрессоры** по особенностям эксплуатации близки винтовым маслозаполненным компрессорам. Основные отличия заключаются в относительно-большом количестве трущихся элементов конструкции (пластины). При этом отсутствуют мультипликатор и шестерни связи. Отсутствует осевая нагрузка на ротор, что увеличивает ресурс опор ротора. Всё это делает пластинчатый компрессор практически полным аналогом винтового маслозаполненного компрессора.

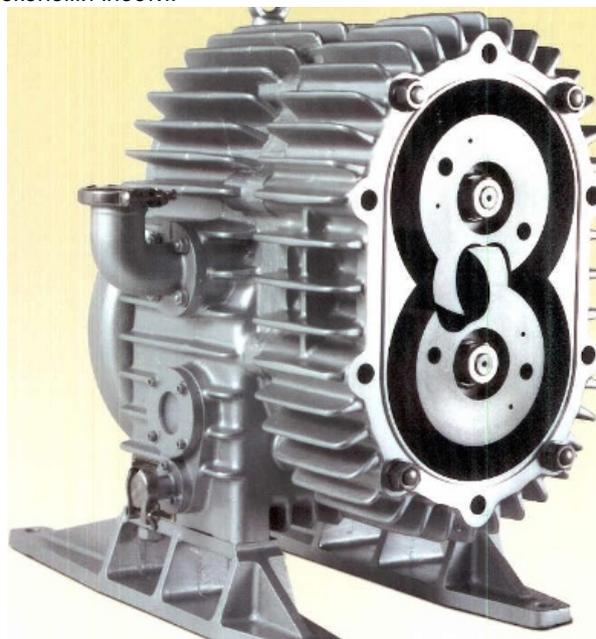
### Когтевые компрессоры и вакуумные насосы

Представляют собой объёмные роторные компрессоры и являются последним словом в компрессорной технике. Когтевые компрессоры представляют собой поршневые компрессоры с вращающимся поршнем и фиксированной степенью сжатия.

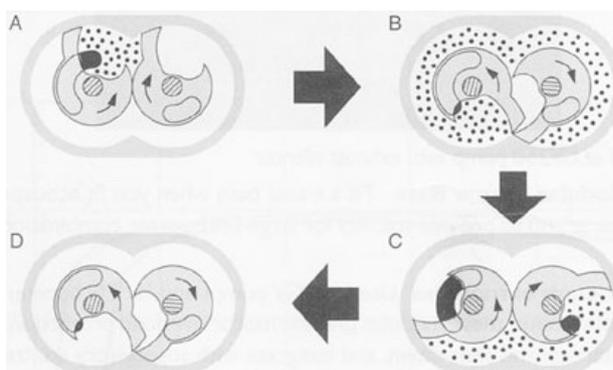
К особенностям их конструкций можно отнести высокое отношение объёма рабочей камеры к общему объёму компрессора (вакуумного насоса), а также высокую технологичность конструкции. Недостатком же является высокий вредный объём (что видно из рабочего цикла, представленного на рисунке), что в сравнении с турбопоршневой технологией компрессоров, является большим недостатком. По простоте и технологичности данные компрессоры аналогичны турбопоршневым компрессорам, а по производительности – даже превосходят их, при этом существенно проигрывая по экономичности.



**Пластинчатый компрессор**



**Когтевой компрессор**



**Рабочий цикл когтевого компрессора**

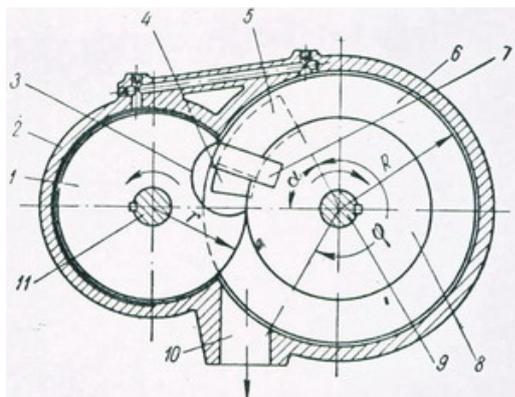


Рис. VI. 2. Ротационная двухроторная расширительная машина:

1, 8 — роторы; 2 — корпус; 3 — паз; 4 — впускное окно; 5 — золотниковый клапан; 6 — расширительная камера; 7 — выступ; 9, 11 — валы; 10 — выхлопное окно

### Прототип кольцевого турбопоршневого компрессора

показанный на рисунке, имел крайне примитивную геометрию по сравнению с созданной конструкцией, однако его потенциальные преимущества позволили К.И. Страховичу, которого трудно упрекнуть в некомпетентности, дать высокую оценку прототипу.

Кольцевые турбопоршневые компрессоры являются компрессорами объёмного сжатия. Сжатие можно делать как сухим, так и с уплотняющей и охлаждающей жидкостью. Степень сжатия может быть как фиксированной, так и переменной при использовании самодействующих клапанов. На базе турбопоршневых компрессоров можно делать винтовые компрессоры, имеющие более оптимальные технические параметры, чем их классические аналоги. Одним словом турбопоршневые компрессоры могут вписаться практически для любой сферы применения современных нагнетателей и имеют крайне гибкую конструкцию, которая может быть легко адаптирована под имеющиеся производственные мощности или рынок сбыта.

Революционность решения, найденного автором заключается в том, что турбопоршневые машины имеют себестоимость простых поршневых компрессоров при удельной массе и параметрах хороших винтовых и турбокомпрессоров. Это достигнуто за счёт созданной оптимальной геометрии роторов. Двухроторные машины близко типа известны давно, например см. «Расширительные машины», К.И. Страхович. Детандер,

«Расширительные машины», К.И. Страхович. Детандер,



### Стендовый образец турбопоршневого пневмодвигателя / компрессора

Созданный в данное время стенд, см. фото, показал хорошую работу и в качестве пневмодвигателя, например на давлении 3 кг/см<sup>2</sup> он вышел на 8 000 об./мин., и даже при избыточном давлении на входе всего 0,1 кг/см<sup>2</sup> он обеспечивает работу на 900 об./мин. Допустимая частота вращения созданного стендового образца лежит в пределах 20 – 30 тыс. об./мин., однако с целью предохранения шарикоподшипников было использовано газодинамическое ограничение частоты вращения.

### Выводы из обзора технологий:

Основные особенности существующих технологий, применяемых в настоящее время в компрессоростроении, сведены в таблицу. Из чего следует, что турбопоршневая технология сочетает в себе все базовые преимущества, характеризующие каждый тип компрессоров, присутствующих на рынке.

### Сравнение характеристик компрессоров основных типов

Инвестиционное предложение по организации производства турбопоршневой  
компрессорной техники.

Технологи компрессоров	Экономичность	Возможность глубокого регулирования производительности	Возможность регулирования степени сжатия	Воздух без примесей масла	Стабильность параметров в межремонтный период	Устойчив к наличию пыли в сжимаемом воздухе	Низкие уровни шума и вибрации	Отсутствие потребности в фундаменте	Низкая удельная масса	Высокая надёжность (редкое проведение ТО)	Низкая стоимость компрессора	Низкая стоимость обслуживания	Выполнение капремонта на месте установки	Широкий мощностной ряд (легко масштабируемая конструкция)
Поршневые с жидкой смазкой (для непрерывной работы)	●	●	●								●	●	●	●
Поршневые с жидкой смазкой (для периодической работы)			●					●			●			
Поршневые безсмазочные		●	●	●							●			
Поршневые (крейцкопфные) безсмазочные			●	●	●					●		●	●	
Винтовые маслозаполненные	●	●			●	●	●	●	●	●				●
Винтовые сухого сжатия		●		●			●	●	●	●				●
Пластинчатые	●	●			●	●	●	●		●			●	
Турбокомпрессоры	●	●	●	●	●				●	●		●		
Спиральные	●	●	●	●	●		●	●	●	●				
Когтевые				●	●	●	●	●	●	●	●		●	●
Кольцевые турбопоршневые	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●